

ALESSANDRO PINTO SCHULZ

**MODELAGEM DE EXTERIORES EXTENSOS: ESTUDO DE CASO COM
“CAMPUS VIRTUAL DO CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS DE
JOINVILLE”.**

JOINVILLE

2004

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
BACHARELADO EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO**

ALESSANDRO PINTO SCHULZ

**MODELAGEM DE EXTERIORES EXTENSOS:
ESTUDO DE CASO COM “CAMPUS VIRTUAL DO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS DE
JOINVILLE”.**

Trabalho de conclusão de curso submetido à Universidade Estadual de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências da Computação.

MARCELO DA SILVA HOUNSELL, PhD.

Joinville, julho de 2004

MODELAGEM DE EXTERIORES EXTENSOS: ESTUDO DE CASO COM “CAMPUS VIRTUAL DO CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS DE JOINVILLE”.

ALESSANDRO PINTO SCHULZ

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação Área de Concentração em Sistemas de Computação e Sistemas de Conhecimento aprovada em sua forma final pelo Curso de Ciência da Computação Noturno do CCT/UDESC.

Prof^a Cinara Menegazzo, MsC.

Banca Examinadora:

Prof^o Marcelo da Silva Hounsell, PhD.

Prof^a Avanilde Kemckzinski, MsC.

Prof^o Siovani Cintra Filipussi, Dr.

Dedico o meu trabalho aos meus pais, sempre presentes nas etapas de minha vida. E por serem exemplos de pessoas que batalham muito para alcançar seus objetivos. A namorada e incentivadora, Naiara da Silva e a meu estimado amigo Rubens Redel.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	V
LISTA DE FIGURAS	VII
ABREVIATURAS	VIII
RESUMO.....	IX
1 INTRODUÇÃO	11
1.1. OBJETIVOS	12
1.1.1. Geral	12
1.1.2. Específicos.....	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1. REALIDADE VIRTUAL	13
2.2. HISTÓRICO DA REALIDADE VIRTUAL	14
2.3. FORMAS DE REALIDADE VIRTUAL	16
2.4. REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA E NÃO IMERSIVA	17
2.5. <i>VIRTUAL REALITY MODELING LANGUAGE – VRML</i>	18
2.6. AMBIENTES VIRTUAIS NA INTERNET	18
2.7. CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS DA UDESC	22
2.8. CCT VIRTUAL – TRABALHO ANTERIOR	24
3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	27
3.1. ANTE PROJETO	27
3.2. FERRAMENTAS	33
3.2.1. 3ds Max 6.....	33
3.2.2. VRMLPad 2.0.....	34
3.2.3. Macromedia Fireworks MX.....	35
4 PROCEDIMENTOS.....	36
4.1. RECONHECIMENTO DO LOCAL.....	36
4.2. MODELAGEM DOS MORROS	36
4.3. CORREÇÃO DA GUARITA	37
4.4. MODELAGEM DA ÁREA	39
4.5. APLICAÇÃO DE TEXTURAS	39
4.6. MODELAGEM DO BLOCO F.....	41
4.7. MODELAGEM DOS BLOCOS B E D.....	47

4.8. MODELAGEM DOS BLOCOS E E K.....	52
4.9. MODELAGEM DOS BLOCOS G E H	54
4.10. ACOPLAMENTO DAS PARTES.....	55
4.11. CRONOGRAMA.....	57
5 RESULTADO	59
5.1. REALISMO.....	59
5.2. DIFERENCIAL.....	59
5.3. FUNCIONAMENTO.....	59
5.4. NAVEGAÇÃO	60
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
6.1. DISCUSSÃO.....	62
6.2. METODOLOGIA DE CONCEPÇÃO UTILIZADA	62
6.3. TRABALHOS FUTUROS	63
REFERÊNCIAS.....	65
ANEXO A: CÓDIGO FONTE DO LANDMARK	67

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Campus Virtual da Universidade de Hong Kong.....	19
FIGURA 2.	Vista Frontal do Campus Virtual da UFRGS.....	20
FIGURA 3.	Vista Lateral do Campus Virtual da UFRGS.....	20
FIGURA 4.	Guarita situada na entrada do Campus.....	23
FIGURA 5.	Secretaria do CCT UDESC.....	23
FIGURA 6.	Visão da Secretaria (Bloco A) do Campus Virtual	25
FIGURA 7.	Visão da Guarita do Campus Virtual.....	25
FIGURA 8.	Modelagem da Elevação	37
FIGURA 9.	Guarita Antes da Correção	38
FIGURA 10.	Guarita Após a Correção.....	38
FIGURA 11.	Texturas utilizadas na rua, grama e calçada.....	40
FIGURA 12.	Resultado da Aplicação das Texturas.....	41
FIGURA 13.	Antes e Após o Tratamento das Placas de Identificação.....	46
FIGURA 14.	<i>Landmark</i> virtual.....	47
FIGURA 15.	Modelagem Inicial dos Blocos B e D.....	48
FIGURA 16.	Modelagem dos Planos Laterais dos Blocos B e D	49
FIGURA 17.	Foto da Parede Lateral do Bloco B	49
FIGURA 18.	Foto da Parede Lateral do Bloco B após o Tratamento	50
FIGURA 19.	Foto da Calha do Bloco B	50
FIGURA 20.	Estágio Final do Bloco D	51
FIGURA 21.	Estágio Final do Bloco B	51
FIGURA 22.	Modelagem do Bloco E no 3DS MAX	52
FIGURA 23.	Aplicação de Texturas ao Bloco E após a Exportação para VRML.	53
FIGURA 24.	Modelagem do Bloco K.....	54
FIGURA 25.	Modelagem do Bloco G.....	55
FIGURA 26.	Vista aérea do campus virtual.....	56
FIGURA 27.	Visão Interna da Sala F308 virtual.	56
FIGURA 28.	Visão Interna da Sala F310 virtual.	57

ABREVIATURAS

SIGLA	DESCRIÇÃO
3D	Três Dimensões (X, Y, Z)
ASCII	<i>American Standart Code for Information Interchange</i>
CCT Virtual	Campus Virtual do Centro de Ciências Tecnológicas da UDESC Joinville
LARVA	Laboratório de Realidade Virtual Aplicada
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
NASA	<i>National Aeronautic and Space Administration</i>
PROTO	<i>Recurso do VRML de prototipação</i>
VRML	<i>Virtual Reality Modeling Language</i>
VRMLPad	Editor de textos para arquivos <i>VRML</i>
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNIVILLE	Universidade da Região de Joinville

RESUMO

O trabalho aqui proposto visou projetar e modelar o CCT Virtual, ou, Campus Virtual do Centro de Ciências Tecnológicas da UDESC – Joinville enfocando principalmente as modelagens exteriores, entenda-se por modelagens exteriores, modelos contendo apenas paredes (frente, traz e lados) externas com aplicações de imagens digitalizadas como textura, a dos blocos B, D, E, K, G e H, e a modelagem interior do Bloco F, entenda-se por modelagem interior, um ambiente gráfico mais aprofundado, contendo inserção de portas, janelas, salas de aula, rampas de acesso, sinalizações, entre outros. Foram inclusos no CCT Virtual trabalhos feitos anteriormente por alunos do curso de bacharelado em Ciências da Computação da UDESC Joinville, contendo a guarita, bloco A, biblioteca, ginásio, salas F308 e F310.

O trabalho de modelagem de ambientes abertos, ou exteriores extensos, visou modelar o Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina através de técnicas de realidade virtual não imersiva. Foram analisadas questões relacionadas a geometria, a posição dos objetos no espaço, bem como a luminosidade do ambiente para fazer o levantamento fotográfico. Fez-se uso das ferramentas 3DS MAX para modelagem geométrica, Fireworks para edição das imagens, VRML Pad para editor de textos (códigos), e o plug-in do VRML, o Cortona, da empresa Parallel Graphics, para visualização.

Foi descrito o método de trabalho utilizado para desenvolvimento do escopo: como a metodologia de concepção desenvolvida pelo Laboratório de Realidade Virtual Aplicada (LARVA) da UDESC Joinville; o conceito das tecnologias utilizadas para construção do ambiente; as formas de modelagem; os recursos usados para modelagem e definição do ambiente a ser trabalhado. Foram analisados também os problemas ocorridos durante o processo de modelagem e das soluções indicadas.

Por fim fez-se uma análise dos resultados alcançados explicando a estrutura da aplicação, telas e imagens dos elementos desenvolvidos, o funcionamento e como utilizar o CCT Virtual. Ao fim dos resultados foram colocadas as conclusões sobre o processo de pesquisa, análise e desenvolvimento enfatizando também as maiores dificuldades.

ABSTRACT

The work proposed here had the goal to project and model the Virtual CCT, namely speaking, Virtual Campus of Technology Science Center of UDESC/Joinville with focus on exterior modeling, that should be considered models containing outside walls (front, rear and sides) only. The application of digitalized images as texture is made for the Blocks B, D, E, K, G and H. For the interior modeling of the Block F a more complex graphic ambient is used with the insertion of doors, windows, classrooms, access ramps, traffic signals, among others. Other areas that were modeled by former students were also included in the Virtual CCT. These areas are : security room, Block A, Library, Gymnasium, Rooms F308 and F310.

The modeling work of open ambients or extensive exteriors, had the goal of modeling of the Technology Science Center of the University of the State of Santa Catarina with the virtual reality. Issues like geometry, objects position in the space as well as luminosity of the ambient were considered to proceed the photographic research. The "3DS MAX" software was used for the geometrical modeling, "Fireworks" software for the images editing, "VRML Pad" software for text editing (codes) and "Cortona", a VRML plug-in, from Parallel Graphics. All these features for turning possible the virtual reality presentation.

It was described the work method used to develop the Project, the methodology of the concept developed by the Laboratory of Applied Virtual Reality (LARVA) of UDESC - Joinville, the concept of technologies used to construct the ambient, the modeling formats, features used for the modeling and decision of the ambient to be constructed. The problems that appeared during the modeling process were also analyzed and the solutions indicated.

At the end, an analysis of the results explaining the application structure, windows and images of the developed elements, their function and how to use the Virtual CCT (Technology Science Center).

Together to the results there are conclusions about the research process, analysis and comments stressing also the most difficult tasks.

1 INTRODUÇÃO

Existe uma tendência de utilizar o conceito da realidade virtual para representar os ambientes do cotidiano, principalmente, centros comerciais, centros históricos, pontos turísticos, no segmento imobiliário. Muitos destes ambientes relacionam-se a locais de trabalho, como shoppings, “museus abertos”, e universidades.

Estes trabalhos auxiliam no fornecimento de detalhes de orientação àqueles que nunca estiveram presentes nestes locais, principalmente aos possíveis visitantes. Através de um computador, poder-se-á visitar virtualmente tais locais em busca de informações sobre a localização, arquitetura e posicionamento de compartimentos internos.

Porém, uma das muitas dificuldades encontradas para modelagem de ambientes abertos, ou exteriores extensos, é o tamanho e o realismo proporcionado ao usuário. Em ambientes fechados (ex.: sala de aula, escritórios, departamentos, etc.) a modelagem tridimensional se estende até os limites dos mesmos (ex.: paredes, portas e janelas). Contrariamente, em ambientes abertos os limites são muitas vezes áreas irregulares e não simétricas (ex.: árvores, morros, planícies, etc.), ou não se tem limites específicos. Nestes ambientes, há uma problemática relacionada ao tamanho do ambiente real e das áreas de modelagem.

O ambiente virtual escolhido para estudo de caso, foi o Campus Virtual (CCT Virtual) do Centro de Ciências Tecnológicas da UDESC, iniciado em um projeto de pesquisa, com o objetivo de retratar o Campus II da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) situado em Joinville. Além da importância deste no meio acadêmico, trata-se de uma área física aberta e contém uma diversidade de detalhes geométricos e visuais.

O objetivo deste trabalho é aumentar a quantidade de elementos gráficos com a modelagem exteriores dos blocos B, D, E, G, H, K, e dar prioridade ao Bloco F, onde se situa o Departamento de Ciência da Computação (DCC). Após haverá uma tentativa de aumentar o realismo do exterior do Campus.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Geral

Implementar a modelagem do Campus Virtual 3D da UDESC Joinville, dando ênfase no bloco F. Ou seja, modelar a estrutura (janelas, portas, paredes e rampa) do Bloco F na qual se situa o Departamento de Ciência da Computação e inseri-lo no ambiente virtual iniciado em trabalhos anteriores, contendo o bloco A e a guarita. Serão acoplados os seguintes elementos modelados por outrem: sala F310 e F308, biblioteca, ginásio e a sala da robótica. Para evitar um posicionamento isolado dos últimos no campus virtual, serão inseridos ainda os blocos B, D, K, G, H e a frente do bloco E, que serão aplicadas apenas modelagens exteriores.

1.1.2. Específicos

- Fazer a modelagem interior da estrutura do Bloco F onde se situa o Departamento de Ciência da Computação (DCC);
- Fazer a modelagem exterior dos blocos B, D, K, G, H e a parte frontal do bloco E;
- Modelar o terreno de acordo com a paisagem real;
- Inserir todos os objetos modelados no CCT Virtual iniciado anteriormente em um projeto de pesquisa;
- Aumentar o realismo utilizando texturas em ruas, prédios e áreas afins;
- Incorporar os elementos modelados por outrem ao CCT Virtual, contendo ginásio, salas F310, e F308 bem como a biblioteca.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. REALIDADE VIRTUAL

As palavras *realidade* e *virtual* possuem sentidos opostos no que diz respeito à existência concreta de alguma coisa. Porém juntas fazem sentido a uma das mais atuais e modernas técnicas de vivenciar um mundo sem estar absolutamente inserido nele.

“Nos últimos anos tem-se usado a palavra virtual nas diversas áreas do conhecimento com muita frequência. Pode-se encontrar universidades virtuais, escritórios virtuais, jardins virtuais, animais de estimação virtuais, estúdios virtuais, atores virtuais, museus virtuais, salas de discussão virtuais e muitos outros que vem a simular, copiar, criar algo para dentro de uma outra realidade, a Realidade Virtual” (VINCE, 1998).

O termo *realidade virtual* aparece pela primeira vez no início dos anos 80 por Jaron Lanier, fundador da *VPL Research Inc.*, “para diferenciar as simulações tradicionais feitas por computador de simulações envolvendo múltiplos usuários em um ambiente compartilhado” (NETTO, 2001).

Desde então, muitas definições de realidade virtual foram concebidas por acadêmicos, desenvolvedores de software e pesquisadores com base em suas próprias experiências gerando diversas definições na literatura.

Em termos conceituais, *realidade virtual* é uma realidade que é aceita como verdadeira, embora não necessariamente exista fisicamente (VINCE, 1998). Em termos computacionais, a realidade virtual é considerada a forma mais avançada de interface com o computador. Permite ao usuário realizar a imersão, navegação e interação em um ambiente sintético tridimensional gerado por computador, utilizando canais multi-sensoriais.

O principal conceito inserido no contexto de realidade virtual é o envolvimento do usuário com o sistema. Segundo HOUNSELL e PIMENTEL (2003) esta é mais importante que o detalhamento gráfico o que, nem sempre, é possível modelar de maneira realista.

O conceito de envolvimento do usuário se torna extremamente importante por estar relacionada com o grau de motivação de uma pessoa. “A realidade virtual tem potencial para os dois tipos de envolvimento ao permitir a exploração de um

ambiente virtual e propiciar a interação do usuário com o mundo virtual dinâmico” (NETTO, 2001).

2.2. HISTÓRICO DA REALIDADE VIRTUAL

A Realidade Virtual começou na indústria de simulação, com os simuladores de vôo que a Força Aérea dos Estados Unidos passou a construir depois da Segunda Guerra Mundial (KIRNER, 2004).

A indústria de entretenimento também teve um papel importante no surgimento da Realidade Virtual através do simulador Sensorama. O Sensorama era um equipamento, uma espécie de cabine, que combinava filmes 3D, som estéreo, vibrações mecânicas, aromas, e ar movimentado por ventiladores; tudo isto para que o espectador tivesse uma viagem multisensorial. Patenteado em 1962 por Morton Heilig, o Sensorama já utilizava-se de um dispositivo para visão estereoscópica.

Alguns anos depois, por volta de 1965, Ivan Sutherland apresentou à comunidade científica a idéia de usar computadores para desenhar projetos diretamente na tela de um computador através do uso de uma caneta ótica - foi o início dos gráficos computadorizados (computação gráfica). Sutherland tornou-se o precursor da atual indústria de CAD e desenvolveu o primeiro videocapacete totalmente funcional para gráficos de computador no projeto “*The Ultimate Display*”. Com o uso deste videocapacete era possível ao usuário ver, através da movimentação de sua cabeça, os diferentes lados de uma estrutura de arame na forma de um cubo flutuando no espaço.

Na mesma época em que Sutherland criava na Universidade de Utah seu videocapacete, Myron Krueger experimentava combinar computadores e sistemas de vídeo, criando Realidade Artificial na Universidade de Wisconsin. Em 1975 Krueger criou o *VIDEOPLACE*, onde uma câmera de vídeo capturava a imagem dos participantes e projetava-a em 2D numa grande tela. Os participantes podiam interagir uns com os outros e com objetos projetados nessa tela, sendo que seus movimentos eram constantemente capturados e processados. Essa técnica tornou-se também conhecida como Realidade Virtual de Projeção.

Em 1982, Thomas Furness demonstrava para a Força Aérea Americana o CASS (*Visually Coupled Airborne Systems Simulator*), conhecido como *Super Cockpit*. - um simulador que imitava a cabine de um avião através do uso de computadores e videocapacetes interligados representando um espaço gráfico 3D. Os videocapacetes integravam a parte de áudio e vídeo. Assim, os pilotos podiam aprender a voar e lutar em trajetórias com 6 graus de liberdade (6DOF), sem decolar verdadeiramente, ficando praticamente isolados do mundo ao seu redor. O VCASS possuía uma alta qualidade de resolução nas imagens e era bastante rápido no *rendering* de imagens complexas. No entanto apresentava um problema: milhões de dólares eram necessários apenas para o capacete. Através do uso de uma nova tecnologia de visores de cristal líquido (LCD) Michael McGreevy começou a trabalhar no projeto VIVED (*Virtual Visual Environment Display*) em 1984 na NASA, no qual as imagens seriam estereoscópicas. A resolução das imagens era limitada em comparação ao VCASS mas o custo era bastante atrativo. A parte de áudio e vídeo foi então montada sobre uma máscara de mergulho utilizando dois visores de cristal líquido com pequenos auto-falantes acoplados. Scott Fisher junta-se a esse projeto no ano de 1985 com o objetivo de incluir nele: luvas de dados, reconhecimento de voz, síntese de som 3D, e dispositivos de *feedback* tátil.

Thomas Zimmerman e Jaron Lanier fundam em 1985 a VPL *Research* tendo como primeiro produto uma luva de dados, chamada *DataGlove*, desenvolvida por Zimmerman e capaz de captar a movimentação e inclinação dos dedos da mão. No mesmo ano uma dessas luvas foi comprada para o projeto VIVED.

No final de 1986 a equipe da NASA já possuía um ambiente virtual que permitia aos usuários ordenar comandos pela voz, escutar fala sintetizada e som 3D, e manipular objetos virtuais diretamente através do movimento das mãos. O mais importante é que através deste trabalho foi possível verificar a possibilidade de comercialização de um conjunto de novas tecnologias, sendo que o preço de aquisição e desenvolvimento tornava-se mais acessível.

A conscientização de que os empreendimentos da NASA baseavam-se em equipamentos comercializáveis deu início a inúmeros programas de pesquisa em Realidade Virtual no mundo inteiro. Organizações variando de firmas de *software* até grandes corporações de informática começaram a desenvolver e vender produtos e serviços ligados à Realidade Virtual.

Em 1989 a AutoDesk apresentava o primeiro sistema de Realidade Virtual baseado num computador pessoal, o *AutoCAD*, projeto assistido por computador.

2.3. FORMAS DE REALIDADE VIRTUAL

Os sistemas de RV diferem entre si pelo nível de imersão e de interatividade proporcionado ao participante. Ambos são determinados de acordo com os tipos de dispositivos de entrada e saída de dados usados no sistema de realidade virtual além da velocidade e potência do computador. De acordo com Netto et. al. (2001) estes estilos de realidade virtual são classificados como: de simulação, de projeção, a realidade aumentada, telepresença, *Visually Coupled Displays* (“*Displays* Visualmente Casados”) e de mesa (*desktop*).

A) Simulação: Tipo mais antigo de sistema de RV, tem como objetivo imitar o interior de um carro, avião ou jato, colocando o participante dentro de uma cabine com controles. Dentro dessa cabine, telas de vídeo e monitores apresentam um mundo virtual que reage aos comandos do usuário.

B) Projeção: O usuário se encontra fora do mundo virtual, mas pode se comunicar com personagens ou objetos dentro dele.

C) Realidade aumentada: utiliza dispositivos visuais transparentes presos à cabeça nos quais os dados são projetados. Pelo fato desses *displays* serem transparentes, o usuário pode ver dados, diagramas, animações e gráficos 3D sem deixar de enxergar o mundo real, tendo informações sobrepostas ao mundo real. Estes *displays* transparentes são chamados *heads-up-displays* (HUDs).

D) Telepresença: Este tipo de RV utiliza câmeras de vídeo e microfones remotos para envolver e projetar o usuário profundamente no mundo virtual.

E) *Visually Coupled Displays* (“*Displays* Visualmente Casados”): Nos sistemas desta classe as imagens são exibidas diretamente ao usuário, sendo que este está olhando em um dispositivo que deve acompanhar os movimentos de sua cabeça. Este dispositivo geralmente permite imagens e sons estéreo, além de conter sensores especiais ligados a ele que detectam a movimentação da cabeça do usuário, usando esta informação para realimentação da imagem exibida.

F) Realidade virtual de mesa (Desktop VR): Trata-se de um subconjunto dos sistemas tradicionais de realidade virtual. Ao invés do uso de *head-mounted displays (HMDs)*, são utilizados grandes monitores ou algum sistema de projeção para apresentação do mundo virtual. Alguns sistemas permitem ao usuário ver imagens 3D no monitor através do uso de óculos *lightweight* (baixo peso) ou obturadores de cristal líquido (*LCD*).

2.4. REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA E NÃO IMERSIVA

Segundo TAXEN e NAEVE (2002) os sistemas de realidade virtual são divididos em dois tipos principais: realidade virtual imersiva e realidade virtual não-imersiva. A diferença entre as duas não é realmente relatada na habilidade de promover a sensação de imersão, mas o uso de dispositivos que ‘escondem’ o mundo real do usuário ou não.

A realidade virtual imersiva implica no uso de dispositivos (hardware) específicos, que poderão ser de entrada (tais como *HMD – Head Mounted Display*) e de saída (tal como *Data Glove*) que transferem gestos do usuário para um mundo virtual. Nestes tipos de sistemas, se faz necessários equipamentos potentes para produzir ambientes velozes e com gráficos com alta qualidade, a fim de garantir, ao usuário, a sensação de imersão no ambiente.

Por outro lado, a realidade virtual não imersiva não necessita de hardware específico, pois os usuários podem utilizar simplesmente monitores, *CPU's* e *mouses* convencionais para acessar o mundo sintético. Em muitos casos, a realidade virtual só precisa parecer precisa, não necessariamente ser precisa (FRANCIS & TAN, 1999). Deste modo, o mundo sintético não demandará muita performance computacional.

KIRNER (2004) salienta que a realidade virtual não imersiva possui vantagens como: utiliza plenamente todas as vantagens da evolução da indústria de computadores, evita as limitações técnicas e problemas decorrentes do uso de dispositivos específicos e a facilidade de uso.

Casos especiais de sistemas realidade virtual não imersiva são aqueles que podem ser explorados através da internet através de uma linguagem chamada *VRML (Virtual Reality Modeling Language)*.

2.5. VIRTUAL REALITY MODELING LANGUAGE – VRML

VRML (Virtual Reality Modeling Language) é um formato de arquivo para descrever objetos e mundos tridimensionais interativos e foi projetado para ser veiculada via internet, intranet e sistemas locais em uma variedade de aplicações (HARTMAN & WERNECKE, 1996).

O objetivo inicial era suportar o necessário para o desenvolvimento de mundos virtuais tridimensionais multiusuários na Internet, sem precisar de redes de alta velocidade. Baseando-se em parte do *Open Inventor*, da Silicon Graphics, com características para utilização na Internet permitindo fazer ligações entre mundos virtuais (CAREY & BELL, 1997).

O padrão VRML (ISO/IEC 14772) descreve quais e como os objetos são representados. Os objetos podem ser representados através de geometrias primitivas, transformações hierárquicas, fontes de luz, pontos de visão, animações, mapeamento de texturas, etc.

A vantagem primária do VRML refere-se a independência da plataforma operacional, permitindo sua visualização em diversos sistemas operacionais desde que compatíveis com o padrão da ISO-IEC.

A fim de visualizar e interagir com ambientes e objetos virtuais um *plug-in* necessita ser instalado. O *plug-in*, como extensão ao navegador WWW, será ativado toda vez que acessar arquivos com a extensão wrl na Internet.

2.6. AMBIENTES VIRTUAIS NA INTERNET

Um ambiente virtual fornece uma interface baseada no computador que representa um ambiente físico tridimensional ou um espaço abstrato (SAYERS et. al.). Um número grande e crescente das aplicações está utilizando a tecnologia de ambientes virtuais em uma variedade de áreas incluindo manufatura, negócios, entretenimento, medicina e a educação incluindo campi virtuais.

Uma das aplicações de interesse é o campus virtual da Universidade de Hong Kong (WONG et. al., 2002). Embora não esteja disponível na internet, toda a programação do ambiente virtual baseou-se em tecnologias para *WEB*, a saber, *VRML (Virtual Reality Modeling Language)* e *Java*. O campus virtual de Hong Kong

foi projetado como quiosque e teve como objetivo orientar os visitantes do campus. Possui um sistema de grafos que orienta o usuário sobre determinado caminho. Dado um ponto de partida e um de destino, o sistema automaticamente, através de algoritmos de caminho mínimo, indica ao usuário o menor caminho dentre os dois pontos do campus. A FIGURA 1 mostra a tela inicial do ambiente virtual.

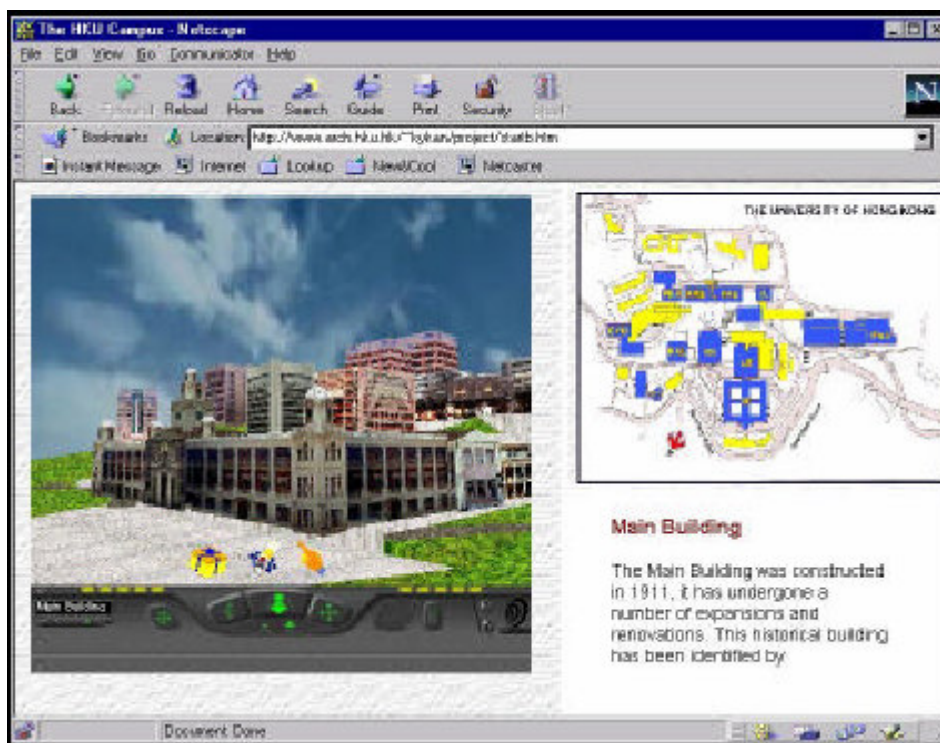


FIGURA 1. Campus Virtual da Universidade de Hong Kong

Outra aplicação de interesse refere-se ao campus virtual Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Estando disponível na internet (UFRGS, 2003), o ambiente virtual denominado como Campus Central em Realidade Virtual, foi desenvolvido pelo Núcleo de Computação Gráfica Aplicada (NCA) em conjunto com a Faculdade de Arquitetura. Este ambiente permite observar a riqueza do patrimônio histórico e arquitetônico da UFRGS. Fez-se a modelagem das edificações, que compõe o campus virtual, através do programa *AutoCAD*. Em segunda fase, para a aplicação dos materiais (cores e texturas) foi utilizado o software 3D Studio. Por fim, após a exportação dos mesmos para VRML, os prédios prontos foram reunidos em um único arquivo gerando o campus virtual da UFRGS. A FIGURA 2 mostra uma visão frontal e a FIGURA 3 tem-se a visão lateral do campus virtual da UFRGS.



FIGURA 2. Vista Frontal do Campus Virtual da UFRGS



FIGURA 3. Vista Lateral do Campus Virtual da UFRGS

Um trabalho que, embora não represente um campus virtual, despertou interesse por se tratar de uma representação de um ambiente aberto, ou um exterior extenso. Trata-se de uma simulação do centro histórico da cidade da Guarda, em Portugal. Os elaboradores do projeto, Miranda & Sousa (2000), identificaram algumas diretrizes para aumentar a eficiência de um ambiente virtual:

- Usar o menor número de polígonos possível, nomeadamente, eliminando aqueles que serão sempre invisíveis. Uma regra para mundos virtuais visualizados na *internet* é não possuir mais que 1000 triângulos visíveis a cada instante.

- Recorrer a materiais e texturas para criar o efeito de superfícies mais complexas, usando o menor número possível de polígonos. As texturas devem obedecer a algumas regras, de modo a não criar problemas:

- ♦ Menor possível;
- ♦ Formato quadrado (64x64, 128x128, ...);
- ♦ Resolução como potência de dois (16, 32, 64, 128, 256).

- Reutilizar texturas e sons com tamanhos mais reduzidos possíveis.
- Limitar o uso de luzes.
- Estruturar a hierarquia dos objetos virtuais. Segue-se algumas regras:

- ♦ Objetos fisicamente próximos devem ser agrupados; e
- ♦ Objectos grandes devem ser segmentados em objetos menores.

- Aplicar as características do VRML que ajudam a aumentar a eficiência, como por exemplo, nós do tipo *LOD* (*level of detail* ou nível de detalhe), *Billboards*, *Inlines* e *Collision*.

Os usuários destes espaços tridimensionais da informação requerem ferramentas que permitam a navegação e a interação eficazes. O autor Sayers (2000) apresenta recomendações para projeto de um ambiente virtual com exteriores extensos:

- Velocidade: Deve-se possibilitar ao usuário o controle da velocidade de navegação, seja no ambiente virtual ou no *software* visualizador do sistema.
- Indicação de Direção: Tem como objetivo informar ao usuário sobre a direção de navegação utilizada em tempo real.
- Modos de Navegação: Permitir ao usuário modificar a forma de navegação sendo que os mais comuns são: andar (*walk*), voar (*fly*) e avaliar (*study*).
- Comando “undo” (voltar): O ambiente virtual deverá permitir que o usuário retorne a um ponto qualquer (inicial, por exemplo) caso este se sinta desorientado.
- Mapa: A implementação de um mapa do ambiente virtual, reduziria o problema de desorientação do usuário. Através de um mapa interativo, o usuário poderá visualizar o local onde se situa e os outros locais do ambiente.
- Visibilidade das Ferramentas: Todas as ferramentas devem permanecer visíveis ao usuário.

2.7. CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS DA UDESC

O Centro de Ciências Tecnológicas foi criado sob a denominação de Faculdade de Engenharia de Joinville (FEJ), pelo governo do Estado de Santa Catarina em 09 de outubro de 1956, através da Lei Nº 1520/56, que instituiu um curso de Engenharia, a ser implantado no interior do Estado. Foi a primeira tentativa da interiorização do ensino superior, tradicionalmente restrito às capitais dos estados.

Joinville por ser o maior pólo industrial do Estado de Santa Catarina, constitui-se no local ideal para a concretização desse sonho. O primeiro vestibular foi realizado em julho de 1965, com apenas 09 candidatos, mas somente em 1º de agosto do mesmo ano que a instituição iniciou suas atividades com o curso de Engenharia de Operações (modalidade de Máquinas e Motores).

Com o reconhecimento da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), a então, Faculdade de Engenharia de Joinville passou a ser designada Centro de Ciências Tecnológicas, localizada no Campus II, em Joinville.

Os cursos de Engenharia de Operação foram na década de 70, substituídos pelos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica e foi criado o curso de Engenharia Civil. Ao final da década de 80, foi criado o curso de Tecnologia em Processamento de Dados que atualmente está extinto, sendo substituído desde 1996 pelo curso de Bacharelado em Ciência da Computação.

A UDESC - Joinville conta hoje com uma estrutura que comporta os cursos de Graduação em Engenharia Civil, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção e Sistemas, Tecnologia em Sistemas de Informação, Bacharelado em Ciência da Computação Noturno e Integral, Licenciatura Plena em Física, e, Tecnólogo Mecânico (modalidade Produção Industrial de Móveis), em São Bento do Sul.

A estrutura física do Centro de Ciências Tecnológicas é constituído de 11 (onze) blocos ou prédios e 1 (um) ginásio. Os blocos são numerados em forma de letras cujo intervalo é de A à K. Como ponto obrigatório para entrada de visitantes no campus, tem-se à guarita localizada na entrada do CCT (Vide FIGURA 4). O prédio da administração e diretoria do campus é referenciado como bloco A (Vide

FIGURA 5). O Departamento de Ciência da Computação se encontra no Bloco F, sendo o mais relevante para este trabalho.



FIGURA 4. Guarita situada na entrada do Campus.



FIGURA 5. Secretaria do CCT UDESC.

2.8. CCT VIRTUAL – TRABALHO ANTERIOR

O trabalho anterior que deu início ao projeto de construção do campus virtual, representando o Centro de Ciências Tecnológicas, foi desenvolvido por Anderson da Silva Cordeiro sob um projeto de pesquisa intitulado “EX3 – Exploração de Exteriores Extensos”.

Este projeto teve como objetivo pesquisar a exploração em ambientes virtuais do tipo aberto. Como estudo de caso, utilizou-se o campus do CCT iniciando o processo de modelagem do campus virtual. Neste projeto, modelou-se os seguintes itens: a secretaria ou bloco A (FIGURA 6) e a guarita (FIGURA 7).

Além desses, outros itens também foram modelados como placa de identificação do CCT – UDESC, totens indicando o bloco A e o estacionamento, identificação antiga placa da FEJ com letras em alto relevo, jardim do estacionamento e o próprio estacionamento. No entanto, este não possui o recurso de colisão com as paredes, permitindo erroneamente que o usuário “atravessasse” as paredes do campus. Este fato faz com que o ambiente virtual perca o realismo. Outra particularidade interessante é a inclusão de plantas no jardim virtual. Estas plantas, embora fictícias, acrescentam um grau de realismo maior.

Uma funcionalidade que inseriu-se no campus virtual durante o projeto anterior, relaciona-se aos portões da guarita (“cancelas”). Estes proporcionam uma animação quando o usuário se aproxima de um deles que, consiste em levantar as barras permitindo a passagem do usuário.

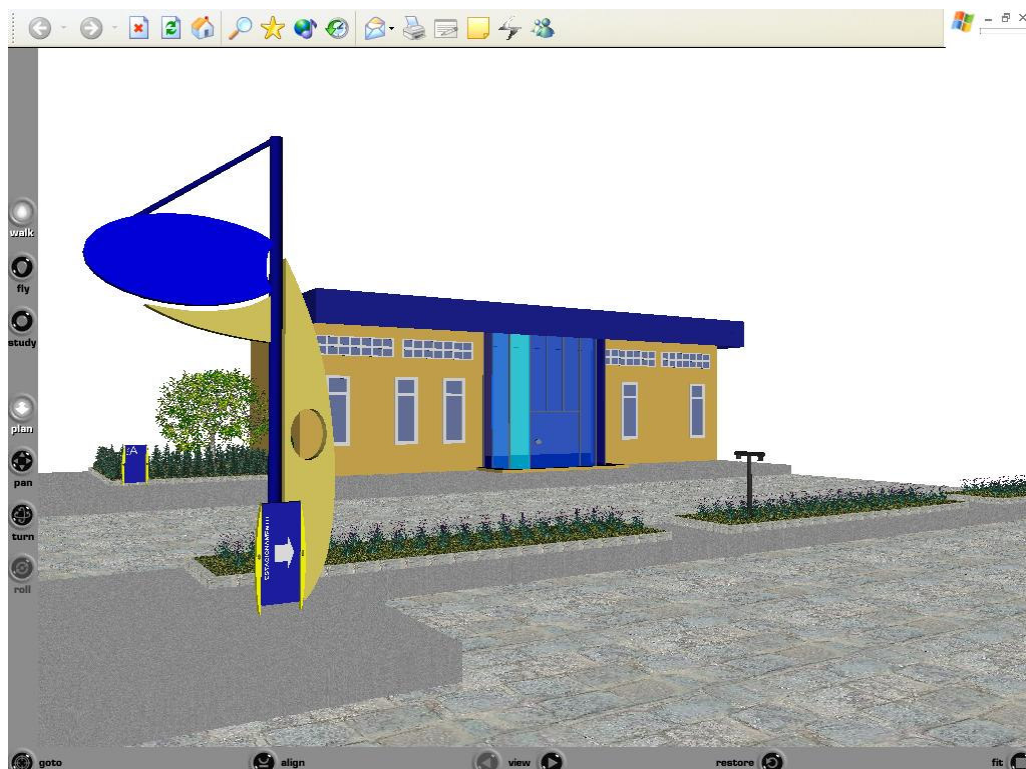


FIGURA 6. Visão da Secretaria (Bloco A) do Campus Virtual

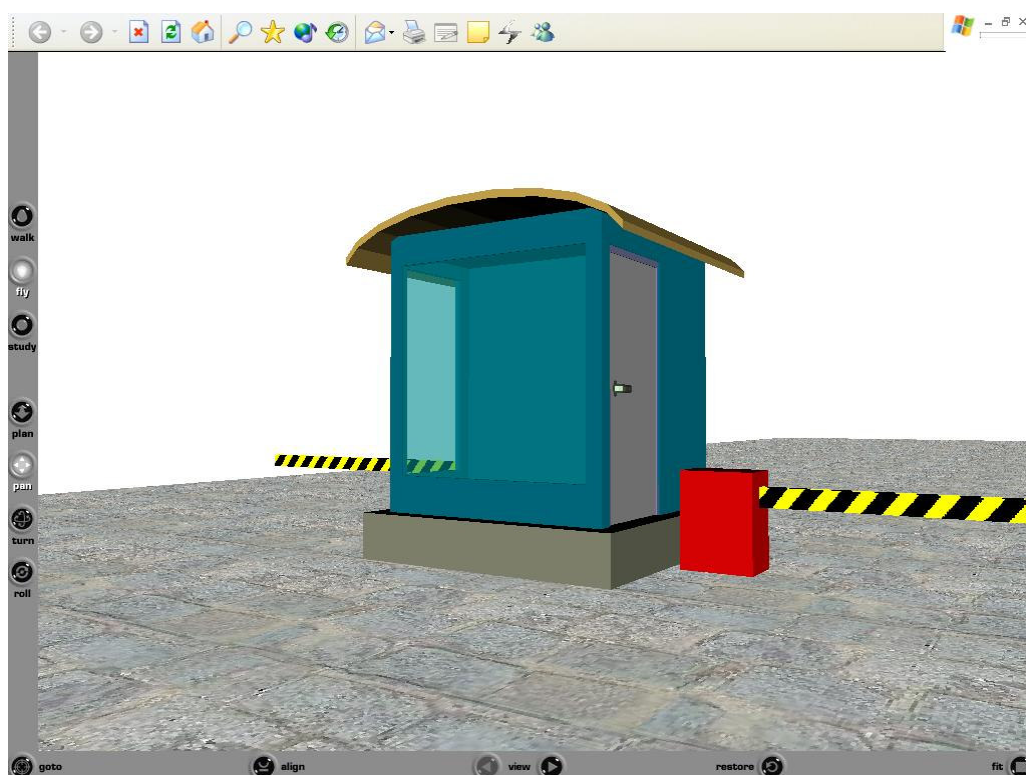


FIGURA 7. Visão da Guarita do Campus Virtual

Fez-se um estudo deste projeto e foram detectados os seguintes problemas:

- Não havia céu;
- A modelagem da guarita estava errada;
- Não havia colisões;
- Faltava placa do Mapa 2D.

Com base nestes problemas detectados, fez-se a elaboração das seqüências de atividades desenvolvidas neste projeto.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

3.1. ANTE PROJETO

Buscou-se junto ao Laboratório de Realidade Virtual Aplicada (LARVA) a metodologia de concepção e especificação de sistemas em realidade virtual, utilizando-a com o intuito de:

A) Documentar o projeto conforme a especificação do LARVA; e

B) Avaliar como estudo de caso para a utilidade da referida metodologia na concepção de projetos de Realidade Virtual.

Então, os itens a seguir referem-se às perguntas relativas à metodologia com a versão mais atual (SUZUKI et. al., 2004).

P1: (Problema) Quais são os problemas considerados, identificando como a tecnologia de realidade virtual pode trazer benefícios ou diferencial?

R: Existem problemas relacionados ao conhecimento, tanto dos visitantes como dos alunos do CCT. Questões relacionadas à localização (onde ficam seus departamentos e setores?), conceito (o que é?) e organização (como é fisicamente?) ainda são comuns entre os não envolvidos no cotidiano da instituição. Um sistema de realidade virtual poderá sanar estes problemas por permitir uma visualização macro da instituição, bem como suas dependências.

P2: (Missão) Qual é a missão do projeto?

R: Desenvolver um ambiente virtual simulando o Centro de Ciências Tecnológicas (CCT) da UDESC – Joinville utilizando o conceito de realidade virtual não imersiva, para o público interessado, dentro de um prazo de 3 meses na carga horária da disciplina TOE-3 (Trabalho de Conclusão de Curso). Será realizado com a modelagem exteriores dos seguintes itens: blocos B, D, E, K, G e H; ainda será modelado o bloco F tanto a parte externa como suas dependências internas; por fim, serão adicionados ao ambiente virtual os seguintes itens modelados por outrem: ginásio, biblioteca, salas F310 e F308. Todos estes serão adicionados a outros objetos modelados anteriormente, contendo o bloco A (administração) e a guarita.

P3: (Escopo) Até onde o ambiente virtual solucionará os problemas?

O que o ambiente virtual não fará?

R: Pretende-se utilizar o ambiente virtual com a finalidade de permitir uma pesquisa exploratória, orientando-se com informações que estarão disponíveis através dos elementos virtuais (placas e indicadores). Porém essa pesquisa exploratória tem algumas restrições:

- Os objetos ou conjuntos de objetos que compõem o cenário serão estáticos não permitindo a movimentação dos mesmos;
- O tipo de visão será sempre em primeira pessoa;
- A área de exploração será nas dependências do campus não permitindo a visualização e a navegação em ambientes externos;
- Não será permitido a visualização interna dos seguintes blocos: B, D, E, K, G e H;
- Nenhuma sala do bloco F será possível a visualização interna, com exceção das salas F308, F310, F101 e F105.

P4: (Metas do Sistema) O que o sistema deve fazer (suas tarefas) para atender a missão? O que o ambiente virtual será capaz de realizar?

R:

- Permitir uma visualização externa das seguintes edificações: blocos B, D, E, G, H e K.
- Permitir uma visualização tanto externa como das dependências internas do bloco F (modelagem mais completa), incluindo os itens que serão adicionados, a saber, salas F308 e F310;
- Permitir uma visualização dos seguintes itens que serão adicionados: ginásio e biblioteca;
- Permitir a livre navegação pelos espaços do campus;
- Permitir a visualização de pelo menos duas salas de aula vazias no bloco F;
- Permitir a livre navegação pelos espaços do campus virtual;
- Orientar ao usuário da localização dos seguintes prédios: blocos A, B, C, D, E e F; e as salas F101 a F310.

P4-1: Quais as variáveis e métricas? O que pode ou deve ser medido?

R: Não se aplica.

P4-2: Para atender às metas, deve-se dividir o sistema em subsistemas? Quais?

R: Para alcançar às metas não foi necessária nenhuma divisão.

P4-3: As metas atendem ao processo de ensino-aprendizagem definido na missão (P2)?

R: Não se aplica.

P5: (Metas do Usuário) Quais as atividades / ações que o usuário poderá / deverá executar no ambiente virtual? O que o usuário deve fazer para atender a missão?

R: Navegar livremente entre as estruturas prediais do ambiente virtual.

P6: (Público Alvo) A quem este sistema atende?

R: O sistema é direcionado a pessoas que tenham acesso a *internet* e conheçam o *plug-in* de navegação VRML e que estejam interessadas em conhecer a estrutura do Campus II da UDESC, a saber, Centro de Ciências Tecnológicas.

P7: (Justificativa / Comparativa do projeto) Existe algum sistema semelhante? Quais as vantagens, desvantagens e diferença deste em relação a proposta?

R: Utilizando ferramentas de busca encontrou-se na Internet outras campi virtuais que foram modelados para outras instituições, como, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul e a Universidade de Hong Kong. A vantagens desse trabalho é que se destina especificamente para o CCT.

P8: (Requisitos Funcionais) Quais são os requisitos funcionais?

R: O ambiente virtual dever ser capaz de:

- Permitir visitar o campus do CCT sem sair de casa, utilizando a internet;
- Chamar a atenção do usuário sobre o funcionamento e a estrutura do CCT.

P9: (Requisitos técnicos) Quais são os requisitos técnicos?

R: O sistema possui os seguintes requisitos:

- Ser acessível via Internet e executável em navegadores de Internet que permitam a instalação de um plug-in para o VRML (programa embutido no navegador para interpretar e visualizar o ambiente criado na linguagem);
- Não necessitar de recursos de hardware especiais;
- Utilizar estratégias de *Software* Livre, sempre que possível.

P10: (Requisitos tecnológicos) Quais são os requisitos tecnológicos?

R: Para um melhor aproveitamento da tecnologia atual no mercado será utilizado:

- VRML – Linguagem de Modelagem de Ambiente Virtual;
- VRMLPAD 2.0, 3DS MAX 6 – modelagem geométrica; e
- FIREWORKS MX – edição de imagem.

P11: (Requisitos Educacionais) Quais são os requisitos educacionais conforme definido em P2?

R: Através da livre navegação pelo ambiente virtual, o usuário será exposto a vários prédios que sediam os diversos departamentos do CCT e através disso, venha a conhecer melhor o espaço físico facilitando sua localização no ambiente real.

P12: (Viabilidade) Este projeto é viável?

R: O projeto, apesar de ser inicialmente complexo e trabalhoso, não depende muito de novos recursos porque necessita apenas de:

- Equipamentos e softwares utilizados normalmente por qualquer escritório ou residência e com acesso a Internet sem haver necessidade de fazer adaptações;
- Somente periféricos convencionais (monitor, teclado, mouse), pois a tecnologia utilizada será de realidade virtual não imersiva; e
- Espaço em um servidor de Internet que possa disponibilizar o acesso ao Ambiente Virtual.

Além disso, deve-se levar em conta que o tempo disponível será correspondente ao ministrado na disciplina de TOE-3 (Trabalho de Conclusão de Curso). A carga horária de 60 horas se torna insuficiente para o atendimento de todos os objetivos, necessitando de um acréscimo de 60 horas.

P13: (Riscos) Quais os riscos e as dificuldades previstas?

R: Durante o desenvolvimento deste projeto foram analisados algumas situações que poderão vir a causar algum problema no futuro, segue abaixo:

- Problemas relacionados ao tamanho do campus virtual, isto ocorre devido ao nível de detalhamento gráfico de cada ambiente. Podendo vir a se transformar em um arquivo de tamanho indesejável, pesado, impossibilitando a navegação na internet.
- Outra dificuldade que poderá ocorrer será o tipo de conexão que será utilizada pelo usuário para visualização do ambiente virtual na internet, devido ao tamanho do arquivo e os níveis de detalhamentos gráficos, terá que ser banda larga.
- Logo no início do projeto, notou-se que a modelagem do ambiente não obteria o êxito esperado quanto ao efetivo resultado do realismo a ser aplicado no CTT virtual, devido a impossibilidade do tratamento de algumas imagens levantadas no primeiro e segundo levantamento fotográfico.

P14: (Aderente a RV) Quais as justificativas para usar a tecnologia de realidade virtual? Este sistema não poderia ser implementado por software de simulação, autoria multimídia, animação por computador (2D ou 3D)?

R: A utilização da realidade virtual é o melhor meio para poder visualizar o ambiente de modo realista permitindo uma pesquisa exploratória. A estrutura utilizada em ambiente 3D possibilita ao usuário sentir-se dentro do meio físico proporcionando a melhor percepção do CCT, além de ser atrativo. Enquanto que utilizar uma tecnologia em duas dimensões seria mais usual se fosse um mapa ou um catálogo fotográficos de cada túmulo individualmente.

P14-a: (Imersão) Como o sistema vai promover no usuário o sentimento de presença no ambiente virtual?

R: O ambiente será simulado o mais próximo do real. Desde os blocos ou prédios (como ginásio e bloco F) até planos (como ruas e calçadas) serão familiares ao visitante virtual.

P14-b: (Interação) Quais os elementos de interação da interface e do AV? O usuário pode modificar e influenciar o comportamento dos objetos?

R: A interação do Ambiente Virtual com o usuário dar-se-á com a movimentação livre pelo Campus Virtual, abrindo e fechando portas com o clique do mouse, a movimentação de sobe e desce das cancelas na guarita e acender e apagar a luz na sala F310.

P14-1: Quais cenários e elementos que irão fazer parte do ambiente e o que cada elemento fará? Qual a relação entre os ambientes?

R: Bloco A, B, D, E, F, G, H, K, Biblioteca, Ginásio e Guarita. Além das salas F308 e F310. Incluindo planos como céu (*background*), gramado, rua, calçadas e morros. Todos os objetos serão estáticos, ou seja, não realizarão nenhuma tarefa.

P14-c: (Envolvimento) Quais os estímulos que o cenário (sistema) apresenta para o usuário interagir com o ambientes virtuais? Quais os canais multisensoriais que serão utilizados? Este ambiente proporciona estímulo ao usuário para participar de uma determinada atividade? (ver Metas do Usuário - P4)

R: O usuário utilizará apenas ao canal multisensorial da visão o qual poderá acessar o sistema com o uso do teclado e mouse. Com auxílio de gráficos tridimensionais, será permitido ao usuário permitindo uma exploração no ambiente virtual.

P14-d: (Imaginação) O que se pode resgatar de conhecimentos e comportamentos do mundo real (do modelo mental do usuário) para o mundo virtual? Quais comportamentos do ambiente virtual que o usuário deve perceber e vai aceitar facilmente como sendo semelhante ao do ambiente real?

R: Podem-se verificar os seguintes comportamentos:

- Com o recurso “*walk*” (andar), o usuário perceberá que está subindo ou descendo rampas, morros e calçadas, além de explorar os diversos tipos de ambientes existentes (abertos, corredores, salas de aulas, entre outros).
- As paredes serão intransponíveis como no ambiente real;
- As proporções e disposições de prédios serão semelhantes à do ambiente real;
- Deslocamento entre os objetos não permitindo que o usuário ocupe o mesmo espaço, ou seja, objeto é um obstáculo.

P14-2: Quais os comportamentos dos elementos no AV? Como ele se comportará/apresentará para o usuário? Será um elemento estático ou animado, inerte ou reativo e real ou mágico?

R: Todos os objetos são reais, na grande maioria estáticos. Com exceção das portas do bloco F, cancelas da guarita, portão do ginásio e *blindex* da secretaria (bloco A) que serão animadas.

P15: (Informações) Quais são as informações que o ambiente tratará? A escolha da informação atende a finalidade estabelecida em metas do usuário?

R: Serão informações relativas à própria instituição bem com sua história. Também serão inseridas informações de interesse aos departamentos modelados no ambiente virtual.

P15-a: Com base nas metas (P4), quais entidades e suas características são importantes para o ambiente virtual?

R: Não se aplica.

P15-b: Com base nas entidades definidas em P14-a, especifique quais informações cada entidade tratará.

R: Não se aplica.

P15-1: Qual o formato das informações: texto, imagem, som, animações, vídeo?

R: As informações serão disponibilizadas em modo texto e através de imagens, podendo posteriormente ser estendido para sons, animações e vídeos cujo interesse é da instituição.

3.2. FERRAMENTAS

3.2.1. 3ds Max 6

3DS MAX 6, antes 3D Studio Max, é um software concebido no ano de 2003 pela empresa Discreet, uma divisão da Autodesk, INC (DISCREET, 2004). Trata-se de um programa de animação e criação de projetos técnicos e artísticos com tecnologia vetorial em realidade virtual, permitindo apresentações fotográficas de alto nível para qualquer aplicação em modo estático e ou dinâmico. Em resumo,

é uma das mais completas ferramentas de modelagem, animação e renderização sendo aplicável nas mais diversas áreas como engenharia, design, cinematográfica e *games*. As principais características do 3DS MAX 6 pertinentes a este trabalho são:

- Modelagem tridimensional pode ser otimizada via *spline/patch*, eliminando o excesso de operações, criando novos objetos que sejam diferentes dos padrões primitivos (cubo, esfera, pirâmide, etc.).
- Permite utilizar câmeras de número ilimitado facilitando a criação e manipulação no ambiente 3D;
- Interatividade com o usuário, facilitando a visualização no processo de modelagem tridimensional e;
- Importa e exporta arquivos e modelos para diversos formatos e padrões do mercado, incluindo o VRML 2.0.

3.2.2. VRMLPad 2.0

O *VRMLPad* é um editor de texto com sintaxe para a linguagem VRML. Produzido pela ParallelGraphics, o VRMLPad 2.0 possui diversos recursos que facilitam a programação e construção de cenas em VRML (PARALLEL GRAPHICS, 2002):

- Visualização de comandos que são adequados ao escopo da gramática da linguagem;
- Detecção em tempo real de erros de sintaxe;
- Texto com cores e sintaxe padrão;
- Visualização da hierarquia da cena que está sendo construída;
- Operações básicas sobre os recursos visuais (imagens);
- Mapa de roteamento entre os eventos de entrada e saída;
- Possibilita acrescentar e alterar os comandos do próprio VRMLPad;
- Possibilitar trabalhar com múltiplos documentos ao mesmo tempo;
- Visualiza a cena em vários plug-ins diferentes; e
- Organiza e otimiza a cena e suas dependências em formato de publicação na Internet.

O último recurso torna-se bastante interessante para grandes projetos que utilizam uma gama de pontos e polígonos de maneira acentuada. Tais Ambientes Virtuais são impossibilitados de serem publicados na Internet, devido ao seu tamanho resultante. O recurso do VRMLPad de publicação na Internet, compacta o arquivo principal e os dependentes, por eliminar os comentários e a identificação do arquivo. Além disso, inclui as imagens in-line nos próprios arquivos o que reduz ainda mais a dimensão dos arquivos.

3.2.3. Macromedia Fireworks MX

Trata-se de uma ferramenta para criação e otimização de imagens da WEB através da combinação de vetores e *bitmaps* (MACROMEDIA, 1998). Possibilita otimizar imagens e visualizar como as imagens serão exportadas para comparar formatos e opções de paletas antes de tomar uma decisão final. As funcionalidades de maior interesse são duas: Varinha Mágica e Seleção em Laço. As funções são bastante semelhantes: selecionam uma área da imagem, podendo recortar, excluir e até tratá-la de maneira adequada. No entanto, a diferença resume-se ao critério de seleção. A Varinha Mágica seleciona uma área fechada da figura que possui a mesma tonalidade de cor ao passo que a função Seleção em Laço permite selecionar uma área em formato de polígono determinado pelo usuário. Trata-se de funções importantes, tendo em vista que as texturas serão utilizadas de maneira extensiva.

4 PROCEDIMENTOS

Desenvolveu-se o Ambiente Virtual CCT Virtual utilizando as quatro ferramentas descritas anteriormente (*3DS MAX*, *VRMLPad* e *Fireworks*) em conjunto e/ou isoladamente. Seguem-se as fases demandadas na elaboração do trabalho.

4.1. RECONHECIMENTO DO LOCAL

Inicialmente foi realizado um reconhecimento específico do CCT real, buscando as informações básicas do local. Embora, conheça-se bem o Campus, foram feitas fotografias com a intenção de armazenar detalhes como a dimensão, altura, largura e posicionamento dos elementos a serem modelados, conforme vistos no Anexo A. Concluiu-se esta fase em 4 horas.

4.2. MODELAGEM DOS MORROS

Nesta fase, preocupou-se com a modelagem da superfície. Embora, a maior parte do terreno do CCT é plano, existem algumas elevações na qual estão situados alguns prédios importantes como Bloco F e o Ginásio. Durante as observações, notou-se que as elevações seguiam uma simetria que possibilita uma modelagem relativamente simples. As elevações foram divididas em duas formas: o morro relativo à estrada, e o morro do prédio do Bloco F.

Como não se obteve informações detalhadas sobre a topografia do terreno do Centro de Ciências Tecnológicas, a modelagem ocorreu de maneira intuitiva. Através de formas geométricas do tipo *Spline* (linhas curvas bidimensionais) desenhou-se, no 3DS MAX 6, o que seria a visão lateral de cada morro citado acima. Após que, através de um componente chamado *Extrusion* (Extrusão), o software automaticamente transforma as linhas *Spline's* acrescentando o eixo Z que dá o volume. O resultado pode ser visualizado na FIGURA 8.

Ao término da modelagem, fez-se a exportação para VRML 2.0. Esta etapa, teve a duração de 8 horas.

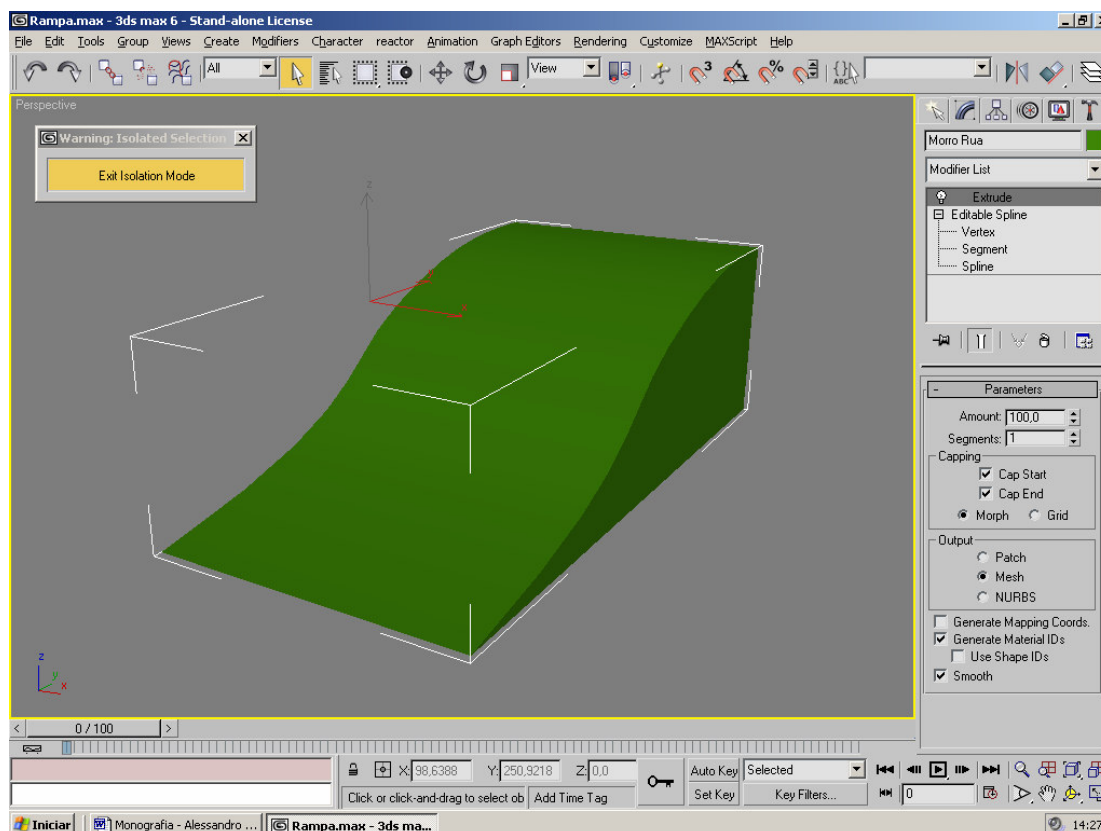


FIGURA 8. Modelagem da Elevação

4.3. CORREÇÃO DA GUARITA

Verificou-se que a guarita virtual não estava em conformidade com a guarita real. Através do software VRMLPad, em código da linguagem VRML, corrigiu-se a guarita modelada em trabalho anterior de projeto de pesquisa. Os componentes corrigidos foram: sala, janelas, porta, portão, base e telhado.

A FIGURA 9 mostra a guarita virtual antes da correção em comparação com a guarita virtual após a correção demonstrada na FIGURA 10. Ambos poderão ser comparados com a FIGURA 4, vista anteriormente. Nesta etapa, foram gastas 4 horas.

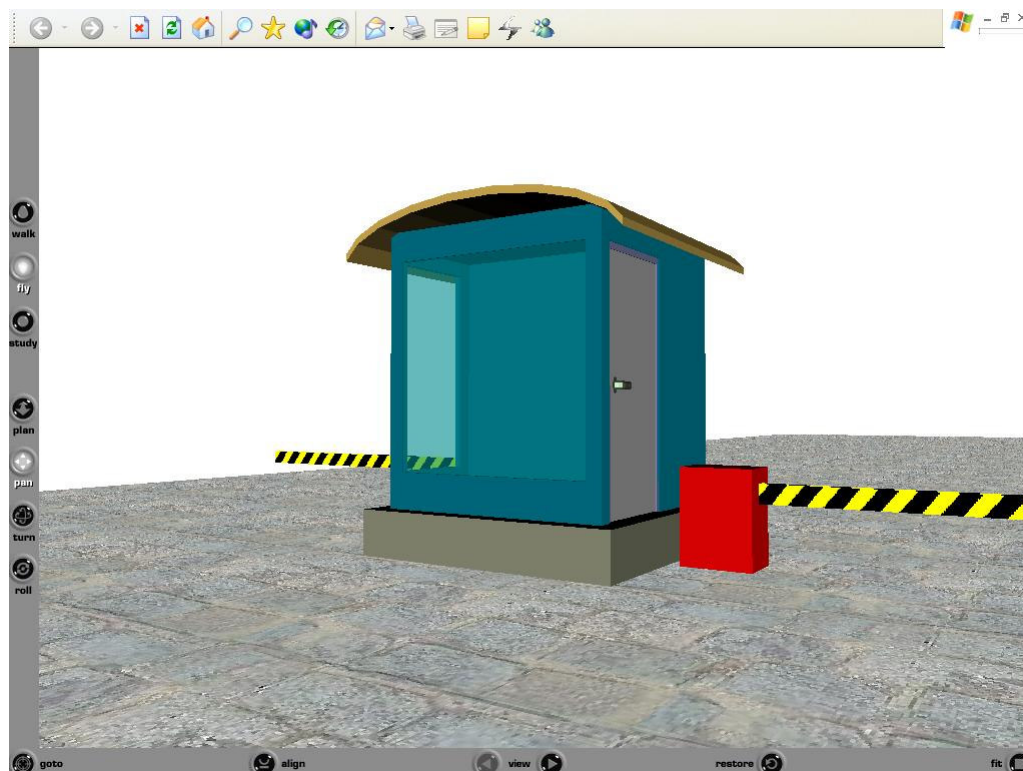


FIGURA 9. Guarita Antes da Correção

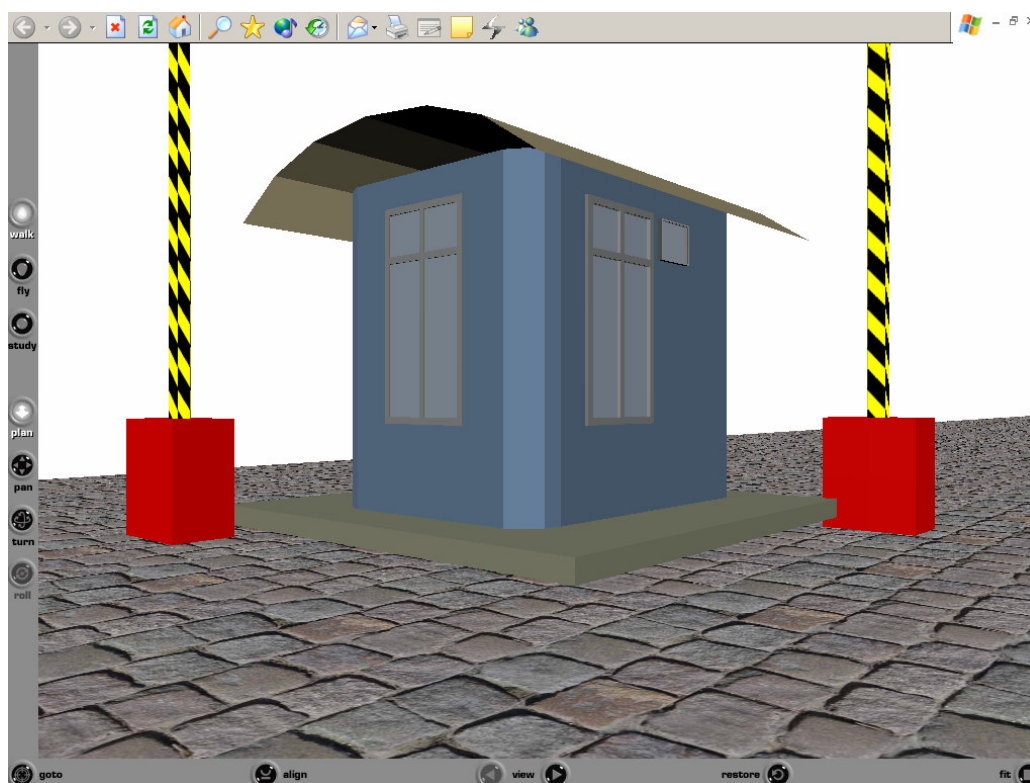


FIGURA 10. Guarita Após a Correção

4.4. MODELAGEM DA ÁREA

O próximo passo foi aumentar a área de modelagem dentro do ambiente virtual. Com a ampliação da área de modelagem torna possível o posicionamento de outros elementos que serão acoplados no campus virtual.

Precisou-se ampliar o plano que retratava a rua e a calçada, “esticando-os” até a posição do bloco K. Construiu-se e posicionou-se outro plano para que pudesse retratar o terreno de grama que se encontra entre o conjunto de blocos e o ginásio.

Outro passo importante, foi posicionar caixas (boxes) com finalidade de representar cada área construída, que continha os blocos B, C, D, E, F, G, H e o Ginásio. As caixas e o plano inseridos continham cores que não eram compatíveis com o real. Apenas auxiliaram na determinação da posição exata de cada prédio.

Juntamente com estes, procurou modelar o gramado que existe nos entremeios da calçada. Feito isto, precisou-se acoplar ao CCT Virtual os modelos de elevações feitas na etapa anterior. A elevação retratada na FIGURA 8 teve sua utilidade tanto na simulação da rua e da calçada, pois ambos tem a mesma geometria no ambiente real.

Como a calçada se encontra acima da rua, precisou-se movimentá-la no eixo Y a fim de posicionar na altura ideal. Ambos, rua e calçada, foram reduzidos, devido a desproporcionalidade ao serem modelados no 3DS MAX 6.

Neste processo foram gastas 20 horas de trabalho.

4.5. APLICAÇÃO DE TEXTURAS

Pronta a modelagem exterior do CCT Virtual, fez-se o uso de texturas nos objetos inseridos no ambiente. Houve uma tentativa de utilizar uma textura mais específica principalmente no tocante aos blocos (boxes) modelados. Teve-se a idéia de usar como textura nos blocos as fotos obtidas dos mesmos. Isto aumentaria e muito a sensação de realismo.

Com isto em mente, deslocou-se até o local e fotografou-se cada bloco de maneira que as fotos abrangessem o que seria as laterais dos cubos virtuais (2º

levantamento fotográfico). Após que, as fotos seriam tratadas, unidas com outras fotos e simplesmente colocá-las nos cubos já posicionados no ambiente virtual.

Também foram obtidas fotografias da área não construída situada à esquerda da rua. O propósito destas fotos era de uni-las a uma só textura e colocá-la no lado da rua virtual. A junção das fotos fez-se com a ajuda do software Macromedia Fireworks. Entretanto, foram encontradas algumas dificuldades que impossibilitaram de utilizar a idéia anterior, tais como:

- Posicionamento do fotógrafo para obter as imagens dos objetos é variável;
- A luminosidade e o clima que variam conforme o passar do tempo;
- A presença de objetos indesejados na fotografia, tais como, galho de árvores, pessoas, carros, *banners*, entre outros.

Com isso, preocupou-se com as texturas chamadas replicáveis ou que são repetidas em um objeto virtual. Nesta fase do processo, aplicou-se textura nos seguintes elementos virtuais: na rua (paralelepípedo), na calçada (concreto), nos morros e planos (gramado). As texturas foram buscadas na Internet principalmente no site <http://textures.forrest.cz/>. Este site possui 870 texturas dos mais diversos tipos que foi indicado pelo outro site (http://www.cadpt.com/main_html/gratis.htm) que contém link's para outros sites de interesse.

A FIGURA 11 mostra as texturas aplicadas para a rua, gramado e calçadas. Todas foram encontradas nos sites mencionados acima. O resultado da aplicação das texturas está retratada na FIGURA 12.

Esta etapa durou 16 horas.



FIGURA 11. Texturas utilizadas na rua, grama e calçada.

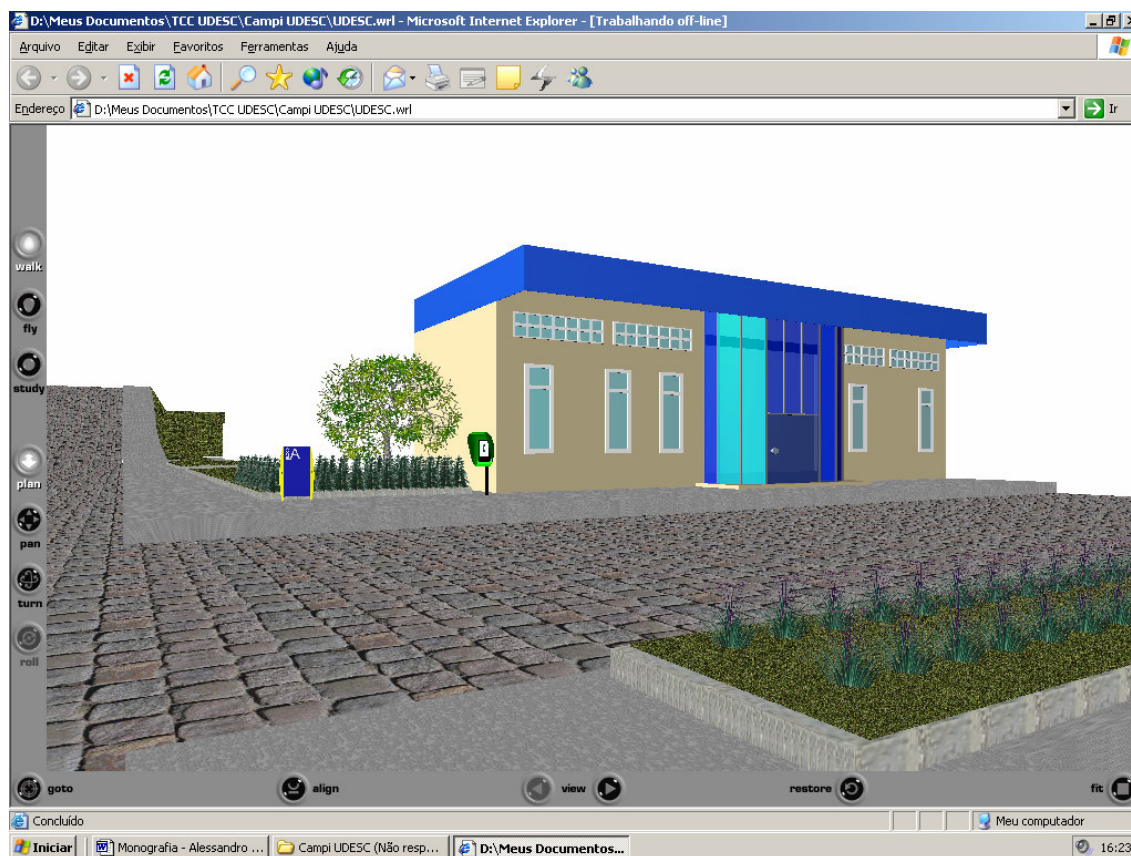


FIGURA 12. Resultado da Aplicação das Texturas.

4.6. MODELAGEM DO BLOCO F

A etapa mais longa e trabalhosa refere-se à modelagem do Bloco F (FIGURA 13). Neste ponto, concentrou-se no uso da ferramenta 3DS MAX 6. Uma grande ajuda para a modelagem do Bloco F foi o arquivo (.DWG) da planta baixa em formato de AutoCad 2D. Obteve-se o arquivo através do Prof^o Carlos Norberto Vetorazzi Jr. do Departamento de Ciência da Computação.



FIGURA 13. Visão do Bloco F

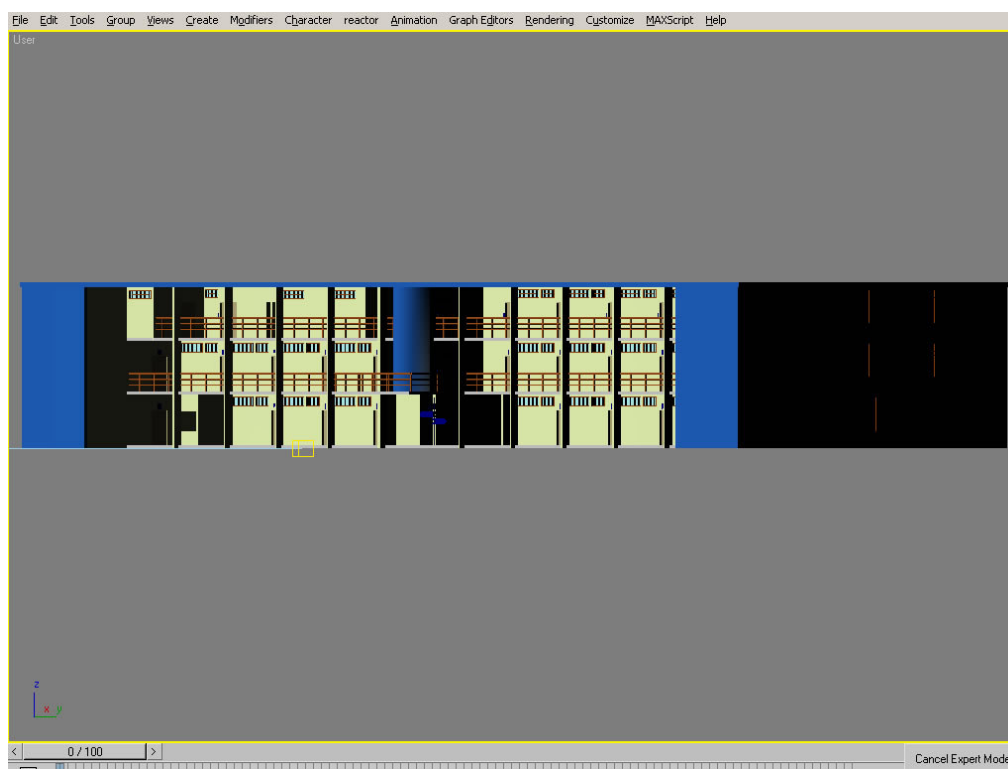


FIGURA 14. Modelagem do Bloco F no 3DS MAX 6.

Primeiramente, o 3DS MAX 6 importou as informações contidas no arquivo referido. Este continha informações detalhadas sobre cada andar do Bloco F

que foram separados em arquivos distintos. As informações são visualizadas na FIGURA 15 com representações de janelas, corredores, portas e pisos.

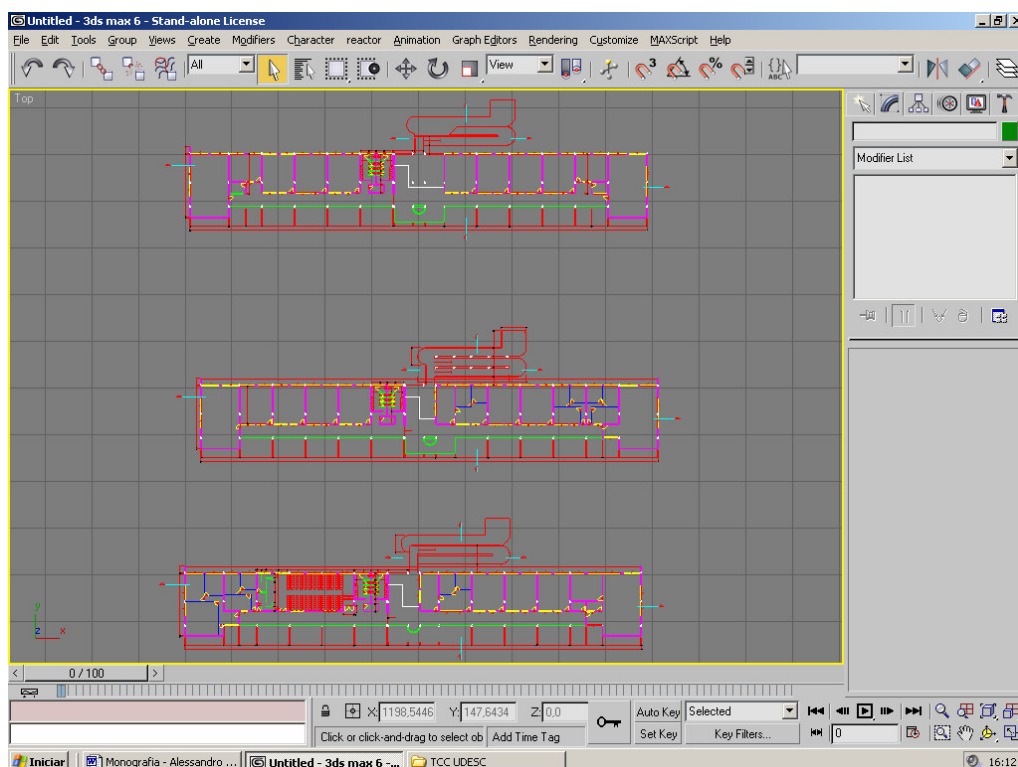


FIGURA 15. Planta baixa importada no 3DS MAX 6.

A partir de cada arquivo gerado, as informações sobre as portas, janelas, vasos sanitários e pias foram descartadas ou ignoradas para uma modelagem mais simplificada (apenas as salas). Após esta “limpeza” começou-se o processo de transformar a planta baixa (2D) de cada andar separadamente em formato tridimensional (3D). A FIGURA 16 demonstra o processo de modelagem do piso 2 do bloco F.

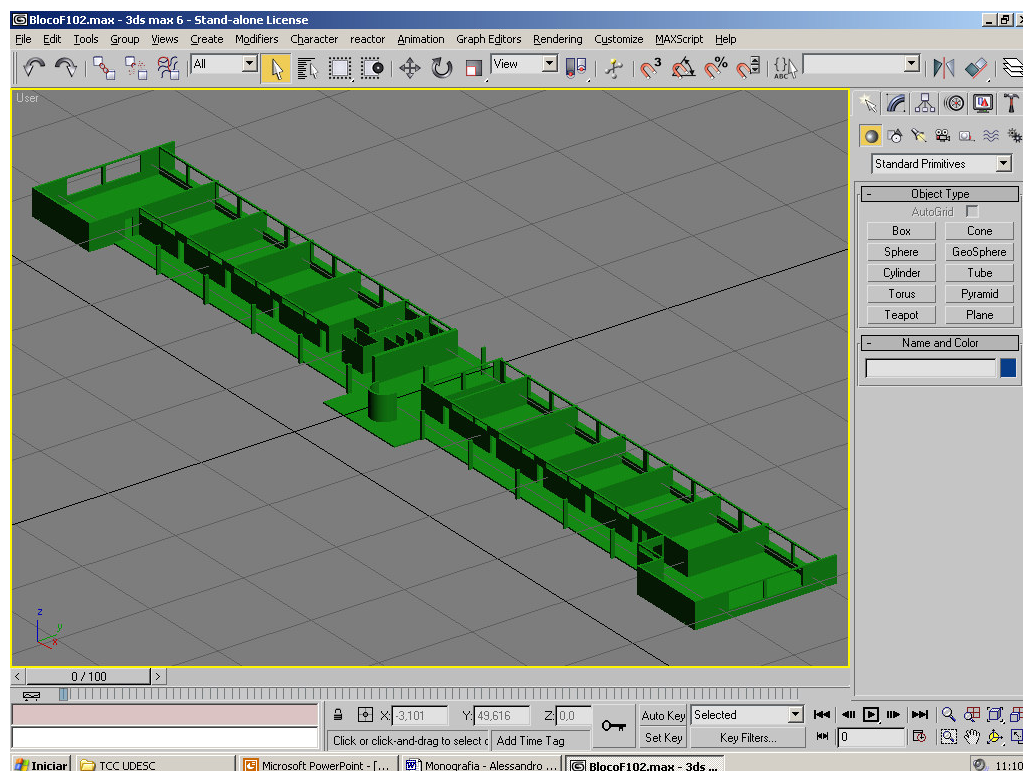


FIGURA 16. Modelagem do Piso 2 do Bloco F em 3DS MAX 6.

A modelagem do bloco F incluiu a modelagem das placas de identificação das salas e dos *landmarks*, ou conjunto de setas indicadoras de direção. As placas de identificação foram modelados em formato de planos e posicionados em seus devidos locais. Os *landmarks* foram modelados através de primitivas geométricas existentes no 3DS MAX como cilindros (*Cylinder*) e linhas (*Spline*). Estes não foram acrescidos de letras, apenas o formato tridimensional.

Como etapa final para conclusão do bloco F foi modelada a rampa de acesso aos piso 2 e piso 3, e os corrimões da rampa. Ver FIGURA 17.

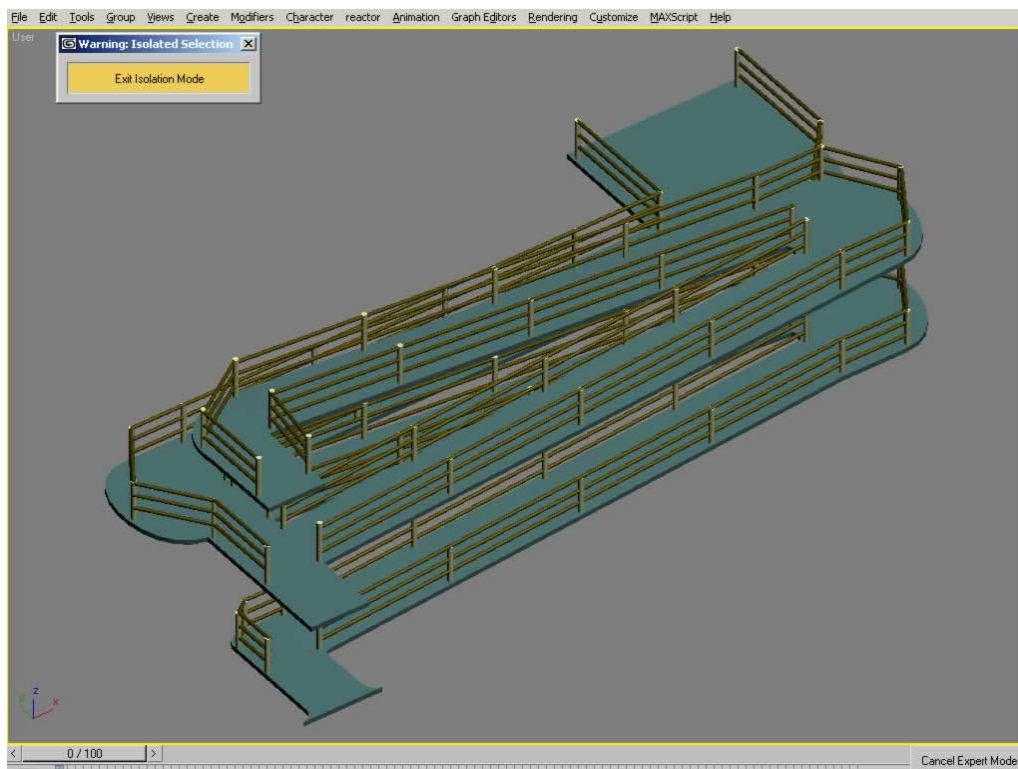


FIGURA 17. Modelagem da Rampa e Corrimão do Bloco F

No fim, fez-se a união de todos os arquivos e montou-se o bloco F de maneira completa. O resultado pode ser visto na FIGURA 14. Após que, exportou toda a geometria para VRML 2.0.

Com auxílio do VRMLPad modificou-se o código de forma a inserir texturas nas placas identificadoras das salas do bloco F. As texturas utilizadas são as que foram fotografadas e tratadas no Fireworks MX. Este tratamento refere-se a retirada de elementos não importantes, como a parede de fixação, e a remoção de elementos indesejáveis como sujeiras e adesivos. Percebeu-se que as figuras das placas podem ser feitas com resoluções minimizadas, o que levou a um processo de minimização de todas as figuras das placas de identificação das salas. Todas as figuras tiveram resolução 100x150 *pixels*. A FIGURA 18 mostra a fotografia e o resultado do tratamento feito nesta foto.

A imposição de letras tridimensionais nos *landmarks* também foi feita via VRMLPad com alteração no código dos mesmos. O recurso da linguagem VRML utilizado para inserir letras em formato tridimensional chama-se *Text3D*. Embora, não consta nos padrões definidos pela linguagem VRML, o *Text3D* é uma extensão da linguagem VRML produzida pela *ParallelGraphics* e tem como finalidade

apresentar um texto em alto relevo tridimensional. A FIGURA 19 mostra um *landmark* posicionado no primeiro piso do bloco F. Sabe-se que o mesmo *landmark* será utilizado em outras partes do bloco F, contendo no piso 2, piso 3 e na subida da rampa de acesso aos pisos. Assim, após a modelagem e sua exportação em arquivo à parte, utilizou-se um recurso PROTO, padrão da linguagem VRML, permitindo a parametrização de certas propriedades como os textos contidos na seta esquerda, direita e em diagonal. O código fonte do *landmark* se encontra em ANEXO A:. A parametrização do *landmark* possibilitou o reuso do mesmo em outros pontos do ambiente virtual sem alterar a sua geometria.

Esta fase durou aproximadamente 48 horas.



FIGURA 18. Antes e Após o Tratamento das Placas de Identificação



FIGURA 19. *Landmark virtual.*

4.7. MODELAGEM DOS BLOCOS B E D

Nos blocos B e D fez-se a modelagem exterior. Não houve uma preocupação de construir os espaços internos, a saber, as salas e departamentos.

Os blocos B e D possuem uma geometria bastante semelhante. O formato dos blocos se assemelha a duas caixas conectadas por uma caixa de tamanho menor situada nos limites superiores que representa o corredor entre os blocos. A FIGURA 20 demonstra as duas caixas de cor vermelha e a caixa conectora na cor azul. A modelagem adicional fez-se necessária para manter separadas as texturas das caixas (azul) das texturas dos planos laterais (janelas).

Para aplicação das texturas, objetivando simular as janelas dos blocos, fez-se uma modelagem adicional com a adição de planos localizados nas laterais de cada caixa do bloco, incluindo nas laterais da caixa conectora (corredor). O resultado é visualizado na FIGURA 21 sendo que as laterais da cor azul claro representam os planos inseridos.

Com ajuda do software Fireworks MX, fez-se um tratamento de uma das fotos (FIGURA 22) adquirida em etapas anteriores, de maneira que apresentasse

apenas uma fração do bloco B, contendo apenas as janelas entre os pilares e o telhado (Veja FIGURA 23). Ambos os blocos B e D, em ambiente real, são simétricos, o que bastou apenas uma foto para representar tanto um como o outro. Após que se posicionou a imagem tratada nos planos laterais, replicando-os adequadamente para a visualização.

No tocante das caixas, aplicou-se uma textura adequada que simula as paredes dos prédios do campus virtual, haja visto que no ambiente real, os prédios possuem tonalidade de azul. O resultado deste processo está retratado na FIGURA 25.

Uma particularidade do bloco B, em relação ao bloco D, refere-se à existência de algo similar a uma calha situada na parte frontal. A calha foi uma modelagem exclusiva do bloco B, aplicando textura para maior realismo. A textura utilizada também obteve-se através de uma fotografia (Veja FIGURA 24) com tratamento em Macromedia Fireworks MX. A FIGURA 26 demonstra o bloco B em estágio final. Nesta etapa houve uma duração de 4 horas.

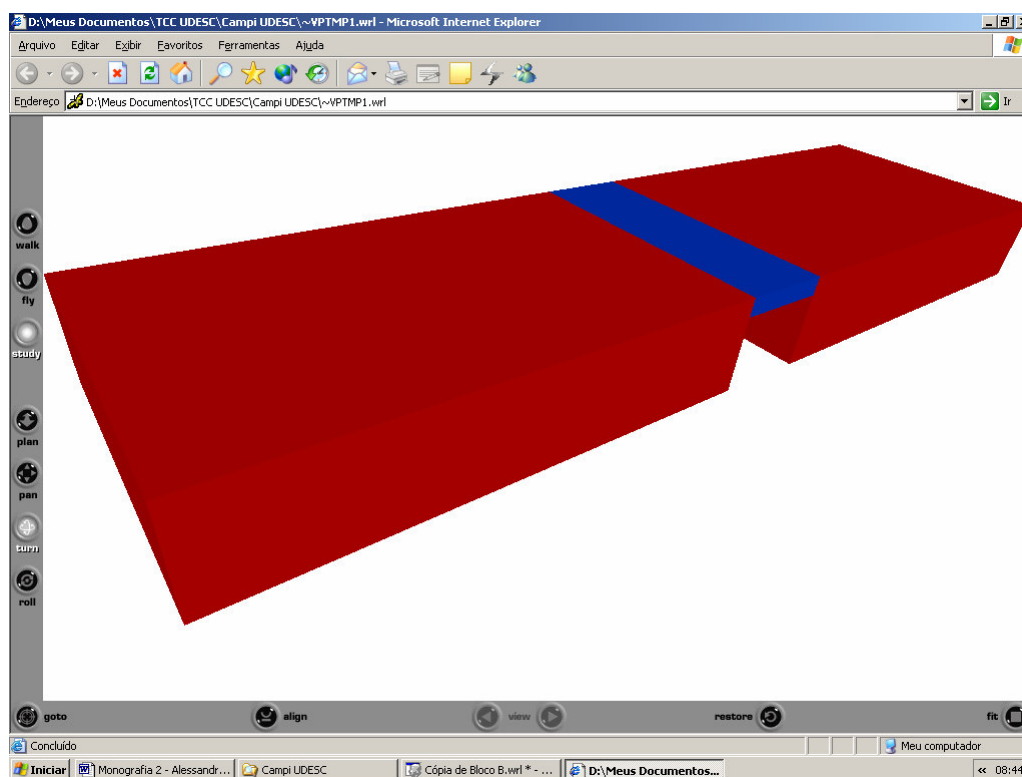


FIGURA 20. Modelagem Inicial dos Blocos B e D

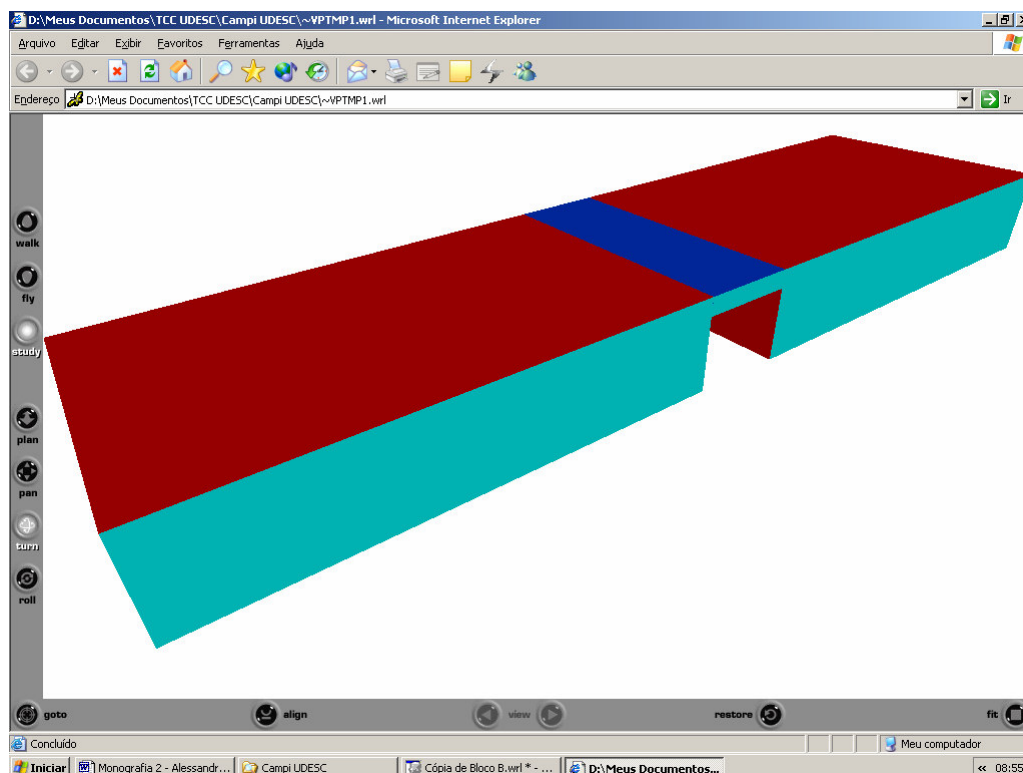


FIGURA 21. Modelagem dos Planos Laterais dos Blocos B e D



FIGURA 22. Foto da Parede Lateral do Bloco B



FIGURA 23. Foto da Parede Lateral do Bloco B após o Tratamento



FIGURA 24. Foto da Calha do Bloco B

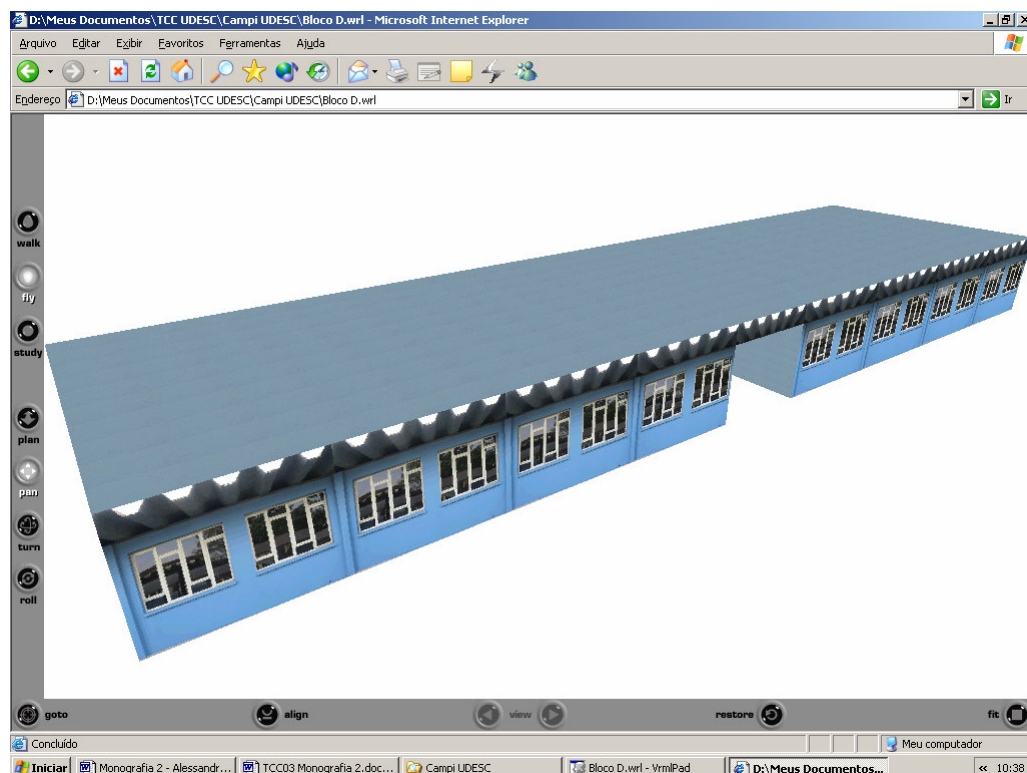


FIGURA 25. Estágio Final do Bloco D

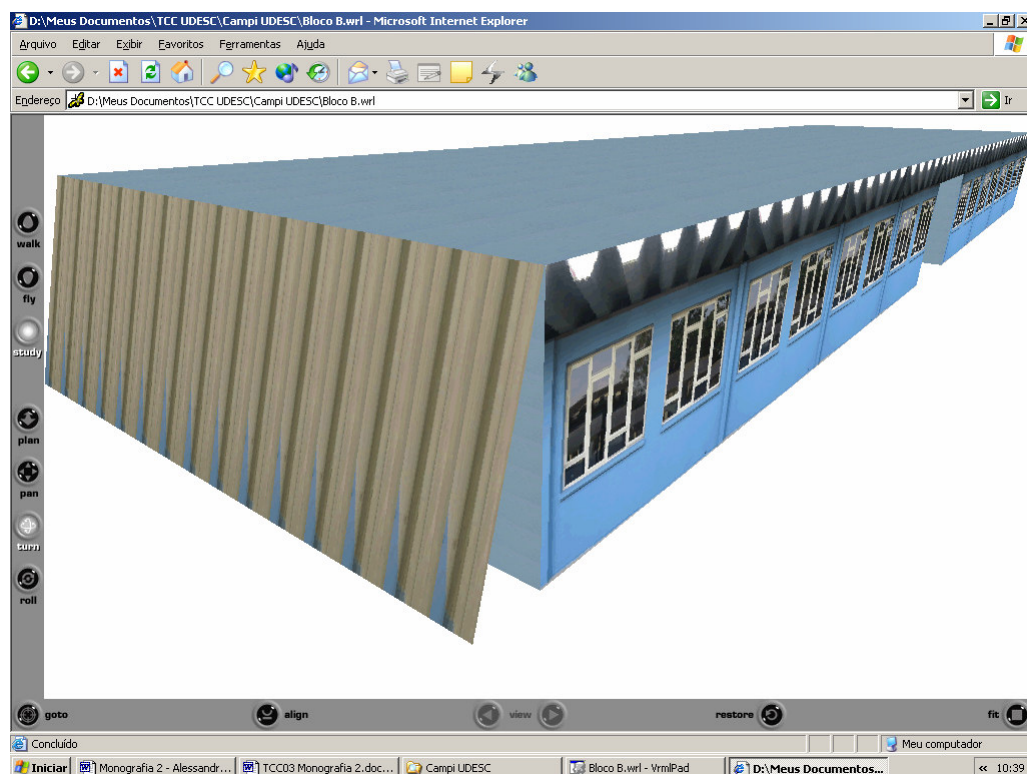


FIGURA 26. Estágio Final do Bloco B

4.8. MODELAGEM DOS BLOCOS E E K

Os blocos E e K do ambiente real se encontram em posições centrais no Centro de Ciências Tecnológicas. Como não é de interesse neste trabalho modelar estes blocos de forma completa, fez-se apenas uma modelagem exterior dos mesmos.

Modelou-se o bloco E utilizando a ferramenta 3DS MAX através de auxílio de geometrias primitivas, contendo apenas caixas (boxes) e planos. Cada elemento geométrico foi identificado com características próprias. As representações das paredes e telhado foram identificadas com a cor azul e a do jardim interno com cor verde (Ver FIGURA 27).

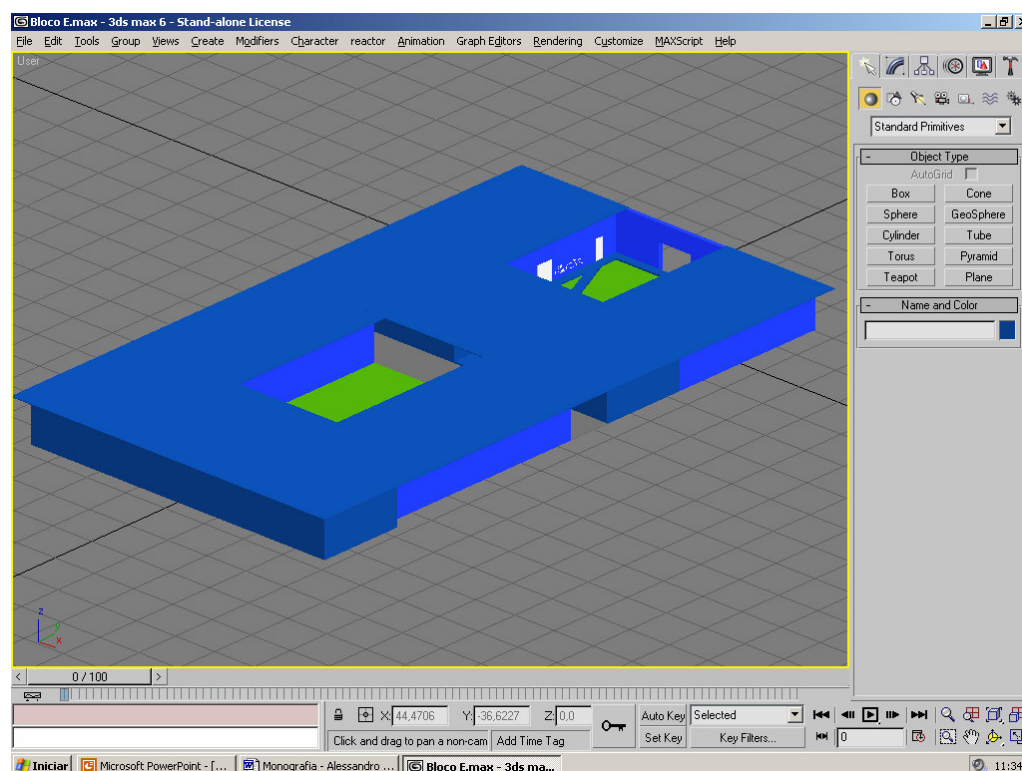


FIGURA 27. Modelagem do Bloco E no 3DS MAX

Para representar as calçadas, paredes e jardins utilizaram-se caixas agrupadas. A modelagem do telhado fez-se com auxílio da ferramenta *Spline* do 3DS MAX. Esta funcionalidade permite que determinados pontos se conectem através de linhas. As linhas, quando fechadas, são as arestas de uma geometria bidimensional gerada pelo usuário.

Após a exportação da geometria do bloco E para a linguagem VRML, aplicou-se texturas nas paredes, jardins e telhado. A FIGURA 28 mostra o resultado final desse processo. Os círculos de cores azul, amarelo e verde, indicam as texturas aplicadas no telhado (telha), jardins (grama) e calçadas (concreto), respectivamente.

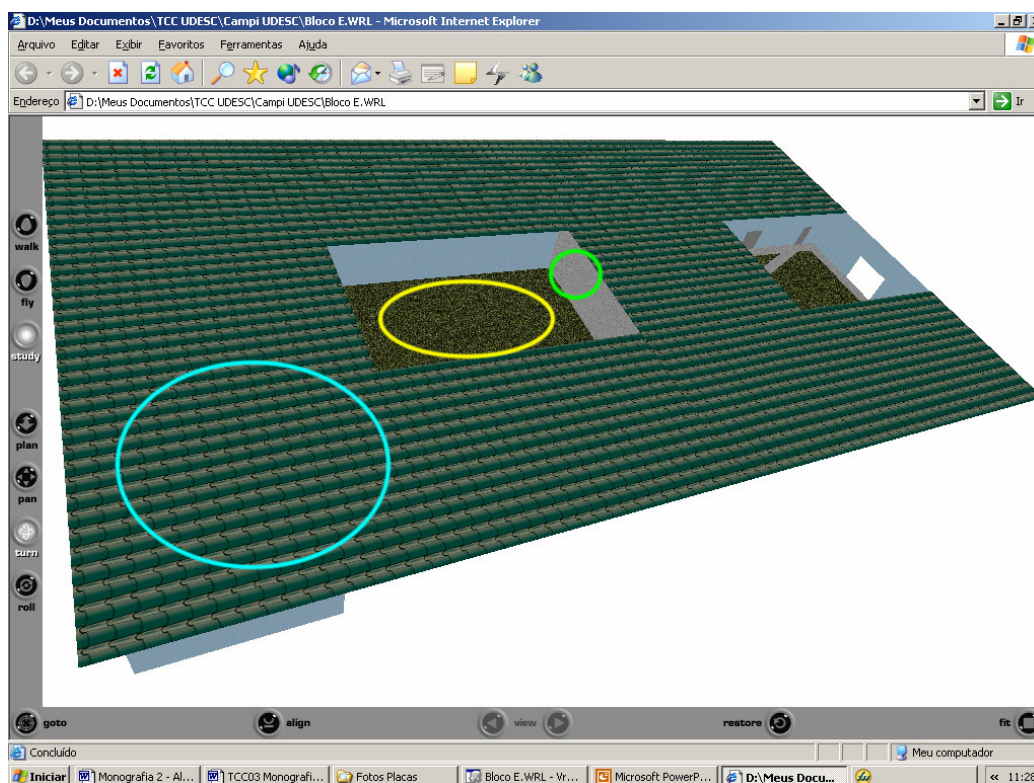


FIGURA 28. Aplicação de Texturas ao Bloco E após a Exportação para VRML.

O bloco K não foi modelado extensivamente, apenas a modelagem exterior por aplicar uma textura azul nas paredes. O resultado final é apenas uma grande caixa com a cor azul (Ver FIGURA 29).

Esta etapa teve como duração 4 horas.

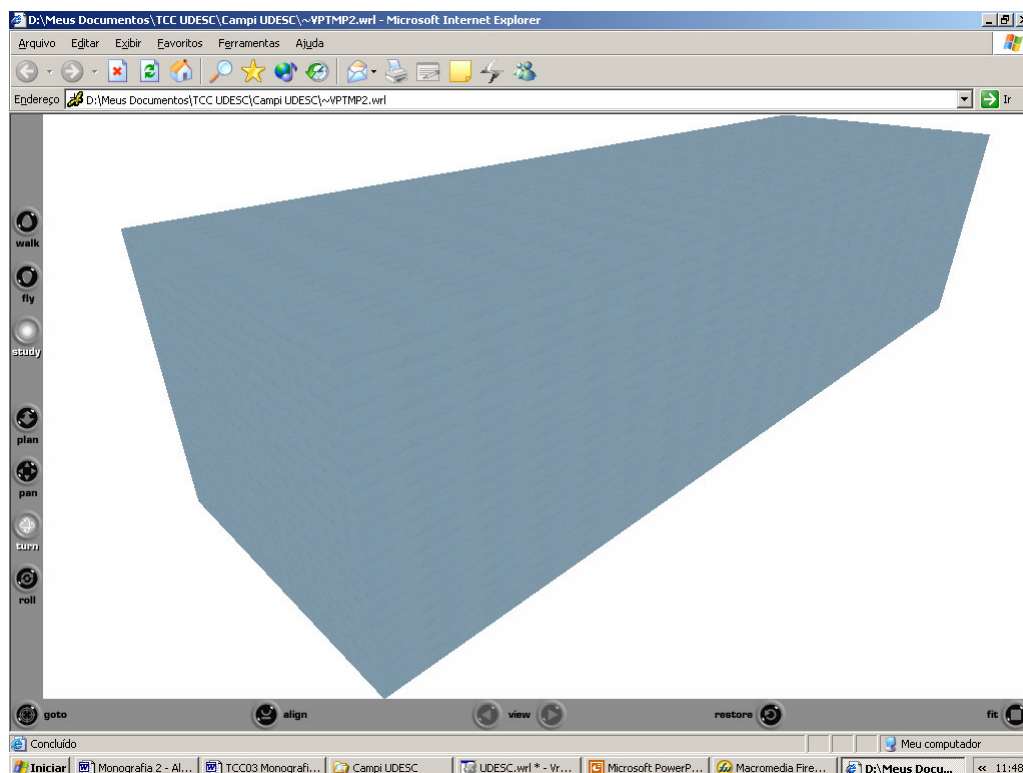


FIGURA 29. Modelagem do Bloco K

4.9. MODELAGEM DOS BLOCOS G E H

A modelagem dos blocos G e H, situados atrás do bloco F no ambiente real, se deu de forma bastante semelhante aos blocos B e D. No entanto, não modelou-se o corredor central. O formato se parece como uma caixa com paredes laterais modeladas em um plano separado. Nestes foram aplicados texturas representando as janelas dos blocos para maior realismo. O resultado é apresentado na FIGURA 30. A modelagem dos blocos teve-se como duração 2 horas.

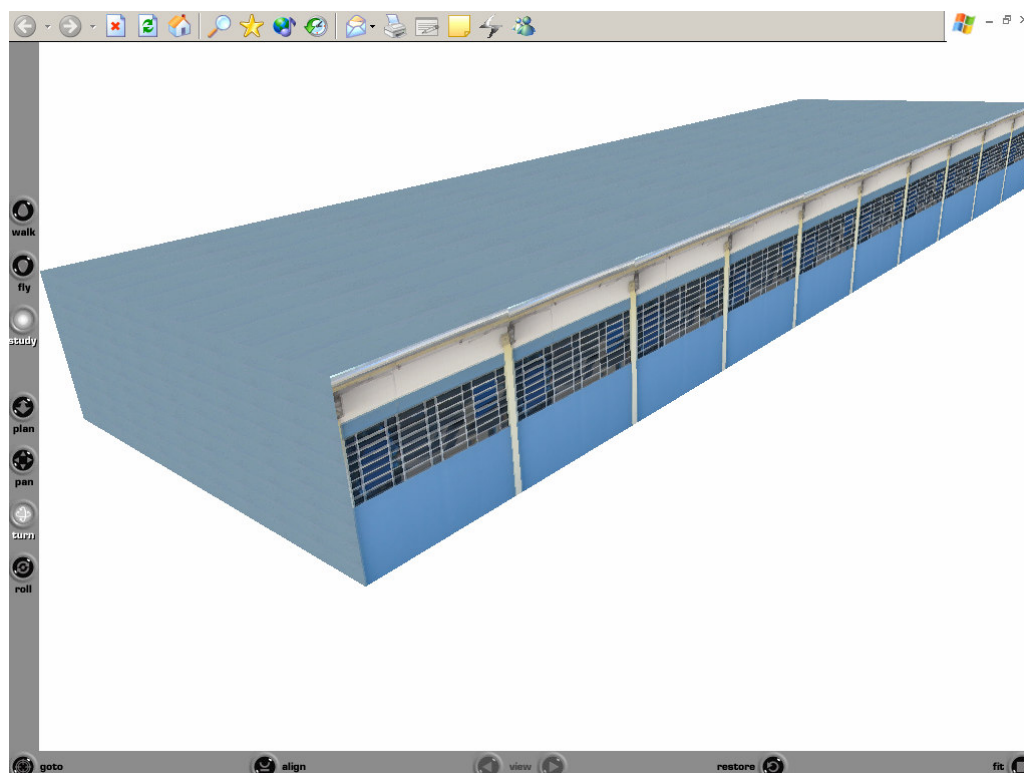


FIGURA 30. Modelagem do Bloco G

4.10. ACOPLAMENTO DAS PARTES

Esta etapa é considerada uma das mais importantes do trabalho. Trata-se do acoplamento das partes que foram modeladas anteriormente ao ambiente virtual CCT Virtual. As partes foram posicionados no mundo virtual de forma igualitária ao real.

A seguir, acoplaram-se as partes que foram modeladas por outrem, contendo ginásio, salas F310 e F308 bem como a biblioteca. Adquiriu-se estes modelos tridimensionais através do orientador deste trabalho. Entretanto, precisou-se fazer algumas adequações para inseri-los no contexto virtual. As modificações incluíram a alteração na escala, aplicação de texturas, posicionamento dos mesmos e eliminação de algumas geometrias inúteis como paredes das salas F308 e F310, pois já haviam sido modeladas neste trabalho.

A FIGURA 31 mostra uma visualização aérea do campus virtual. A FIGURA 32 e FIGURA 33 demonstram os interiores das salas F308 e F310, respectivamente, inseridos no bloco F.

Foram gastas 16 horas nesta tarefa.



FIGURA 31. Vista aérea do campus virtual

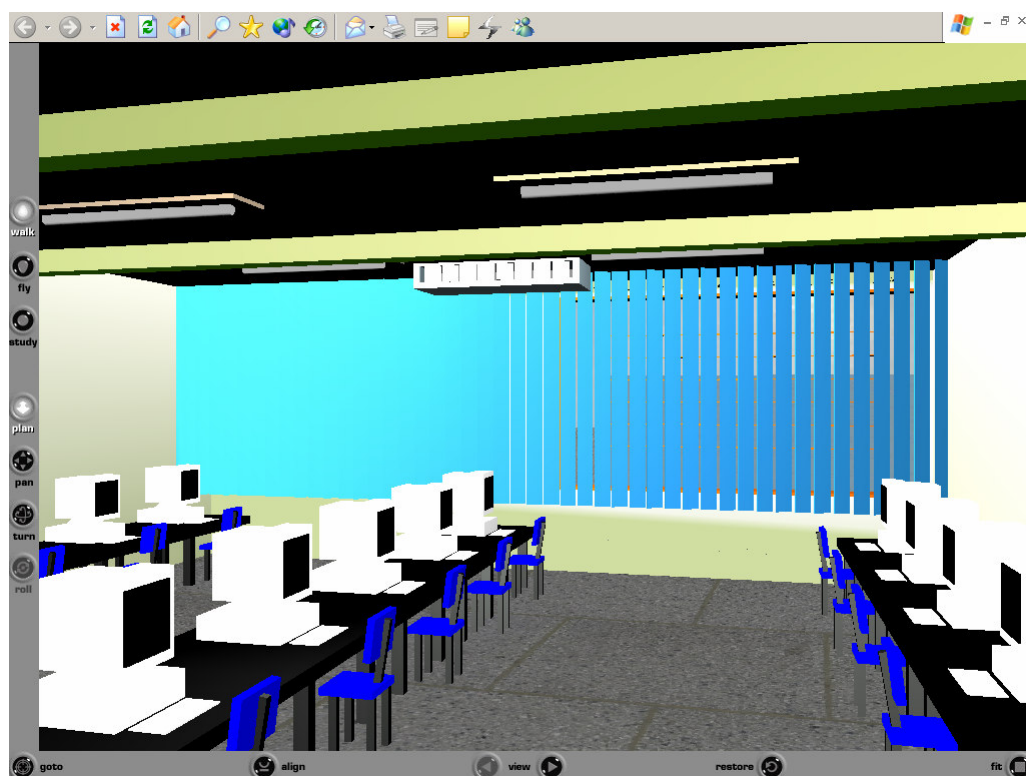


FIGURA 32. Visão Interna da Sala F308 virtual.



FIGURA 33. Visão Interna da Sala F310 virtual.

4.11. CRONOGRAMA

Segue abaixo o cronograma das etapas desenvolvidas no trabalho.

Etapas	Período	Duração
Reconhecimento do Local	Abril	4 horas
Estudo Inicial	Abril	16 horas
2º Levantamento Fotográfico	Abril	8 horas
Projeto Conceitual	Maio	2 horas
Modelagem dos Morros	Maio	8 horas
Correção da Guarita	Maio	4 horas
Inserção de Colisão com Usuário	Maio	0,25 hora
Modelagem da Área	Maio	20 horas
3º Levantamento Fotográfico	Junho e Julho	2 horas
Tratamento das Imagens	Julho	6 horas
Aplicação de Texturas	Julho	8 horas
Modelagem do Bloco F	Junho	48 horas
Modelagem da Rampa do Bloco F	Julho	2 horas
Modelagem do Corrimão da Rampa	Julho	4 horas

Modelagem dos Blocos B, D	Junho	3 horas
Modelagem dos Blocos E, K	Junho	3 horas
Modelagem dos Blocos G, H	Julho	4 horas
Acoplamento das partes	Julho	16 horas
Escrita da Monografia	Junho e Julho	16 horas
Publicação na Internet	Julho	2 horas

5 RESULTADO

5.1. REALISMO

Um dos resultados que se obteve foi que os elementos virtuais, em especial o Bloco F e dos morros, aproximam-se muito do real. De fato, apresenta-se uma perspectiva do que é o CCT na realidade proporcionando ao usuário uma visualização adequada do Centro.

5.2. DIFERENCIAL

Nesta seção, faz-se um comparativo entre o ambiente virtual do Centro de Ciências Tecnológicas anterior e o atual. As principais características do novo ambiente virtual, inseridas durante este trabalho, são:

- A guarita foi remodelada de acordo com o real;
- As texturas foram utilizadas de maneira extensiva em todas as dependências do campus virtual;
- Inserção de colisão. Não permite que o usuário “atravesse” as paredes;
- Aumento da área de modelagem do campus virtual. Foi ampliado até aonde está o bloco F, a saber, corrimões, identificadores, e rampa de acesso;
- Construção de novos elementos: os blocos B, D, E, F (completo), G, H e K;
- Inserção de geometrias indicadoras servindo para auxiliar a navegação no ambiente virtual, orientando o usuário. Compõe-se de totens de localização, placa de localização e *landmarks*; e
- Inserção de outros elementos, a saber, biblioteca, ginásio, salas F310 e F308.

5.3. FUNCIONAMENTO

Os requisitos mínimos para acessar o CCT Virtual são:

- Computador Pentium 133 Mhz;
- 16 MB de memória RAM (recomendável 32 MB);

- Conexão a Internet com banda larga;
- Navegador (browser) para Internet (IE 4.0, Netscape 4.1);
- Plugin para interpretar os códigos em VRML (Cosmo Player, Cortona).

Alguns endereços para plugins de VRML estão relacionados a seguir:

- Cortona VRML Cliente (utilizado nos teste do protótipo)
<http://www.parallelgraphics.com/products/cortona/>.
- Cosmo Player <http://ca.com/cosmo/html/player.htm>.

Inicialmente o usuário conecta-se pelo navegador acessando a página contendo o endereço para entrar no CCT Virtual, a saber, <http://www.joinville.udesc.br/larva/campus>. Aparecerá uma tela onde estará sendo carregado o Ambiente Virtual na qual o usuário navegará.

5.4. NAVEGAÇÃO

A navegação pelo CCT Virtual é bem simples sendo necessário praticamente o uso do mouse. O usuário deve estar com a tela do navegador maximizada para aproveitar o máximo a visualização do ambiente.

Utilizou-se o Cortona da ParallelGraphics como plug-in padrão para a exploração virtual:

1. Para simular o comando “andar” pelo campus bastar manter o botão do mouse pressionado no centro da tela do ambiente e arrastar o mouse suavemente para cima. O cursor mudará de ícone mostrando uma seta apontada para cima (indica para frente) e o usuário passará a andar (deslocar-se para frente).
2. Continuando com o botão pressionado, o usuário poderá mover o mouse para a direita ou para a esquerda mudando a direção do andar para o lado desejado.
3. Da mesma forma que o usuário anda para frente, pode-se recuar posicionando o mouse e segurando o botão na região inferior da tela e fazendo os mesmo movimento para a esquerda e direita.
4. Caso deseja-se virar mas não sair do local, o *mouse* deve ser posicionado no centro da tela do ambiente e arrastando pra a direita ou para a

esquerda girando conseqüentemente no sentido desejado, porém não poderá mover-se verticalmente pois ela acabará andando.

Há ainda outros recursos de navegação que permitem o usuário flutuar sobre o ambiente, rotacionar todo o campus ao seu redor, entre outras opções que não serão muito úteis restringindo apenas a navegação normal pelo ambiente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1. DISCUSSÃO

Algumas dificuldades e problemas foram encontrados ao longo processo de modelagem do CCT Virtual. Uma das dificuldades relaciona-se às fotografias dos blocos que pensou-se em utilizar como texturas. No entanto, as fotografias foram obtidas em partes e no mesmo sentido, porém, não na mesma posição. Este fato impossibilita de unir as várias fotos para formar uma textura única. Por isso, não foram modelados os ambientes externos ao Campus Virtual, a saber, Biblioteca da Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE); os prédios residenciais; salas de aula da Univille, entre outros.

Outro problema foi relativo à forma como foi modelada a planta baixa do Bloco F no arquivo do AutoCad (.DWG). Como não foi utilizado *Spline* fechado, impossibilitou de fazer o processo de extrusão de maneira direta, o que acarretou uma modelagem manual do mesmo baseando nos parâmetros do arquivo. Esta modelagem fez-se através de conjunto de Cubos (*Boxes*) com a finalidade de representar as paredes. Após isto, recortou-se as áreas de janelas e portas. Por causa disso, demandou-se mais tempo do que o previsto.

Um dos problemas de visualização resultantes do ambiente virtual refere-se à imensa quantidade de informações visuais, principalmente do bloco F. Notou-se que após a inserção do Bloco F no ambiente virtual, a atualização visual se tornou mais demorada e a velocidade de execução piorou. Tentou-se remodelar o bloco F usando primitivas mais simples (caixas e planos), mas sem sucesso. Este é um problema que em trabalhos futuros deverá ser estudado.

6.2. METODOLOGIA DE CONCEPÇÃO UTILIZADA

A metodologia desenvolvida Suzuki et. al. (2004) tornou-se coerente e aplicável a este trabalho. Foi de grande ajuda para definir o problema, a missão e os objetivos principais do projeto.

Porém, alguns aspectos não foram relevantes à este trabalho. Um destes aspectos refere-se ao Processo de Ensino Aprendizagem (PEA) na pergunta P4-3.

Este trabalho não tem como prerrogativa de ser utilizado como um banco de informações, nem com propósitos educacionais, mas sim, uma visualização da estrutura física do CCT. Portanto, a interação de ensino e aprendizagem não se aplica neste projeto.

A questão P5-1 refere-se a identificação de variáveis e métricas. Como o CCT Virtual objetiva-se disponibilizar aos visitantes virtuais informações sobre a estrutura física do Centro de Ciências Tecnológicas, não se tem nenhuma variável ou métrica passível de ser acompanhada.

6.3. TRABALHOS FUTUROS

Durante o processo de modelagem, identificou-se alguns requisitos para tornar o campus virtual com mais utilidades para o usuário. Estes estão identificados abaixo:

- Acesso a informações em banco de dados. Estas informações poderão ser de cunho acadêmico como médias dos alunos, históricos escolares, notas de provas, reservas de equipamentos audiovisuais (canhão e notebook), acesso ao sistema da biblioteca, agenda de eventos do auditório, entre outros.
- Disponibilizar informações históricas da instituição e suas dependências (departamentos, ginásio, biblioteca entre outros).
- Permitir acesso a notícias diárias sobre a instituição, bem como notas e avisos provenientes dos departamentos.
- Disponibilizar *outdoors* pelo campus virtual com informações publicitárias como imobiliárias, bancos e parceiros da instituição.

Com a finalidade de tornar o ambiente mais agradável, segue abaixo algumas sugestões:

- mais plantas: O ambiente virtual possui poucas plantas e árvores. A criação das plantas não exigirá modelagens tridimensionais avançadas. Basta apenas uma figura geométrica plana que pose a foto da planta como textura. A medida que o usuário se locomove a figura vai girando em torno de si mesma voltando-se sempre com a face para o visualizador, este recurso é chamado de *Billboard*;

- blocos faltantes: Modelagens detalhadas dos outros blocos de forma semelhante ao elaborado neste trabalho com o bloco F, contendo os blocos A, B, C, D, E, G, H, I, J, K e o ginásio.
- objetos animados: O campus virtual poderá ser incrementado com a inclusão de animações tridimensionais como telefone que balança quando toca, guia e bússola virtual.
- uso mais intensivo de recurso de âncoras a fim de possibilitar a divisão do todo do modelo, entre partes externas e internas, quando possível.

REFERÊNCIAS

CAREY, R.; BELL, G. **The Annotated VRML 2.0 reference manual**. Reading, Mass.: Addison-Wesley Developers Press, c1997. 501 p. ISBN 0201419742 (Broch.).

DISCREET. **3DS MAX 6: Features & Benefits**. Disponível em <http://www4.discreet.com/3dsmax/3dsmax.php?id=767>. Acesso em: 3 julho 2004.

FRANCIS, G. A.; TAN, H.S. **Virtual Reality as a Training Instrument**. The Temasek Journal, Vol. 7. pp. 4 –15, 1999.

HARTMAN, J.; WERNECKE, J. **The VRML 2.0 handbook: building moving worlds on the web**. Reading, Mass.: Addison-Wesley, c1996. 412 p. ISBN 0201479443 (Broch.)

HOUNSELL, M. da S.; PIMENTEL, A. **On the Use of Virtual Reality to Teach Robotics**, 3rd International Conference on Engineering and Computer Education, São Paulo: 2003.

ISO/IEC 14772. **VRML97 Functional specification and VRML97 External Authoring Interface (EAI)**. International Standard ISO/IEC 14772-1:1997 and ISO/IEC 14772-2:2004.

KIRNER, C. Dr. **Sistemas de Realidade Virtual**. Disponível em <http://www.dc.ufscar.br/~grv/tutrv/tutrv.htm>. Acesso em: 4 julho 2004.

MACROMEDIA. **Macromedia Fireworks: Guia do Currículo**. 1998. Disponível em <http://www.eletricazine.hpg.ig.com.br/apostilas/internet/fireworks.pdf>. Acesso em 2 julho 2004.

NETTO, A. V.; MACHADO, L. dos S.; OLIVEIRA, M. C. F. de. **Realidade virtual: fundamentos e aplicações**. Florianópolis: Visual Books, 2001. 94 p. ISBN 857502082X (broch.).

PARALLELGRAPHICS. **VRMLPad 2.0: General Overview**. 2002. Disponível em http://www.parallelgraphics.com/l2/bin/vrmlpad_features.pdf. Acesso em: 2 julho 2004.

SAYERS, H. M.; WILSON, S.; MYLES, W.; MCNEILL, M. D. J. **Navigation in Non-Immersive Virtual Environments**. 2000. Disponível em: <http://www.nottingham.ac.uk/~enzrh/VRSIG7Proc/Sayers/Sayers.html>. Acesso em: 10 julho de 2004.

SUZUKI, V.; KEMCZINSKI, A.; HOUNSELL, M. da S. Metodologia de Sistemas para Realidade Virtual: Projeto Conceitual. 2004. Disponível em http://www.joinville.udesc.br/departamentos/dcc/projetos/metro/projeto_conceitual.htm. Acesso em: 10 julho 2004.

TAXEN, G.; NAEVE A. **A System for Exploring Open Issues in VR-based Education**. Computer and Graphics, 26, pp. 593-598. 2002.

UFRGS. Campus Central em Realidade Virtual. Disponível em: <http://www.campusvirtual.ufrgs.br/Campus-completo/CAMPUS.wrl>. Acesso em: 11 julho 2004.

VINCE, J. **Essential virtual reality fast: how to understand the techniques and potential of virtual reality**. Berlin; Springer, 1998. 174 p. ISBN 1852330120.

WONG, R.; YEUNG, C.; KAN, C. **A Virtual Campus Kiosk**. Departamento de Arquitetura da Universidade de Hong Kong, 2002.

ANEXO A: Código Fonte do Landmark

```

PROTO LANDMARK [
  exposedField MFString stringEsquerda [] #string da seta esquerda
  exposedField MFString stringDireita [] #string da seta direita
  exposedField MFString stringSuperior [] #string da seta superior
]
{
  DEF LANDMARK Group {
    children [
      DEF Seta_106_111 Transform {
        translation 0.75 -0.15 0.6708
        rotation 0 -0.7071 0.7071 -3.142
        children [
          Shape {
            appearance Appearance {
              material Material {
                diffuseColor 0 0 0.4902
              }
            }
            geometry DEF Seta_106_111-FACES IndexedFaceSet {
              coord DEF Seta_106_111-COORD Coordinate {
                point [ ... ]
              }
            }
          }
        ]
      },

      DEF TEXTO_107_112_1 Transform {
        translation .25 -.05 0.65
        children
        DEF TEXTO_107_112 Shape {
          geometry Text3D {
            length 1

            fontStyle FontStyle {
              size .3
            }
            string IS stringEsquerda
          }
        }
      },

      DEF TEXTO_107_112_2 Transform {
        translation 1.25 -.05 0.55
        rotation 0 1 0 -3.1416
        children USE TEXTO_107_112
      },

      DEF Cylinder78 Transform {
        translation 0 -1.25 0.6708
        children [
          Transform {
            translation 0 1.25 0
            children [
              Shape {
                appearance Appearance {
                  material Material {
                    diffuseColor 0 0 0.4902
                  }
                }
              }
            ]
          }
        ]
      }
    ]
  }
}

```

```

        }
        geometry Cylinder { radius 0.05 height 2.5 }
    }
] }
]
},
DEF Seta_101_105 Transform {
    translation -0.75 0.2 0.6708
    rotation -1 0 0 -1.571
    children [
        Shape {
            appearance Appearance {
                material Material {
                    diffuseColor 0 0 0.4902
                }
            }
            geometry USE Seta_106_111-FACES
        }
    ]
},
DEF TEXTO_101_105_1 Transform {
    translation -1.25 0.3 0.8
    children
    DEF TEXTO_101_105 Shape {
        geometry Text3D {
            length 1

            fontStyle FontStyle {
                size .3
            }
            string IS stringDireita
        }
    }
}

DEF TEXTO_101_105_2 Transform {
    translation -0.25 0.3 0.7
    rotation 0 1 0 -3.1416
    children USE TEXTO_101_105
}

DEF Seta_200 Transform {
    translation -0.05 0.6 -0.07919
    rotation 0.5774 -0.5774 0.5774 -4.189
    children [
        Shape {
            appearance Appearance {
                material Material {
                    diffuseColor 0 0 0.4902
                }
            }
            geometry USE Seta_106_111-FACES
        }
    ]
}

DEF TEXTO_200_300_1 Transform {
    translation -0.05 0.7 0.5
    rotation 0 1 0 1.5708
    children
    DEF TEXTO_200_300 Shape {
        geometry Text3D {

```

```

        length 1

        fontStyle FontStyle {
            size .3
        }
        string IS stringSuperior
    }
}

DEF TEXTO_200_300_2 Transform {
    translation -0.2 0.7 -0.5
    rotation 0 1 0 -1.5708
    children USE TEXTO_200_300
}
]
}
}

```