

ANA PAULA ZANETTE

**“UM MODELO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES EM 3D PARA O
CAMPUS DA UFSC UTILIZANDO OS RECURSOS DA
FOTOGRAMETRIA DIGITAL E ESTUDO DE SISTEMAS DE
INFORMAÇÕES DE CAMPI UNIVERSITÁRIOS DE DIVERSOS
PAÍSES PESQUISADOS NA INTERNET”**

**Dissertação apresentada ao Curso de Pós-
Graduação em Engenharia Civil da
Universidade Federal de Santa Catarina, como
parte dos requisitos para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia Civil**

Florianópolis

2000

***“UM MODELO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES EM 3D PARA O
CAMPUS DA UFSC UTILIZANDO OS RECURSOS DA
FOTOGRAMETRIA DIGITAL E ESTUDO DE SISTEMAS DE
INFORMAÇÕES DE CAMPI UNIVERSITÁRIOS DE DIVERSOS
PAÍSES PESQUISADOS NA INTERNET”***

ANA PAULA ZANETTE

**Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da
Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil**

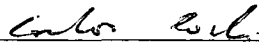
Área de Concentração: Cadastro Técnico Multifinalitário

Orientador:
Prof. Dr. Carlos Loch

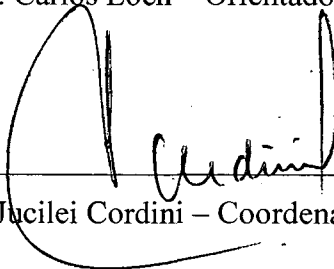
Florianópolis
2000

FOLHA DE APROVAÇÃO

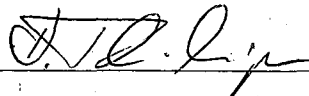
Dissertação defendida e aprovada em 23/10/2000,
pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Carlos Loch – Orientador – Moderador



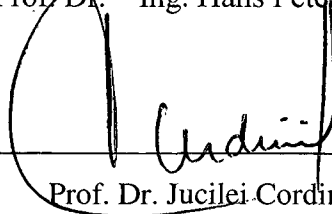
Prof. Dr. Jucilei Cordini – Coordenador do CPGEC



Prof. Dr. –Ing. Jürgen Philips



Prof. Dr. – Ing. Hans Peter Bähr



Prof. Dr. Jucilei Cordini

*Com amor, à minha filha Isadora
Pelo presente que é tê-la em minha vida*

AGRADECIMENTOS

No desenvolvimento deste trabalho houve a colaboração de várias pessoas com as quais divido esse momento de alegria e o mérito da tarefa concluída,

Ao Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento pelo espaço de trabalho, em especial, ao prof. Carlos Loch, pelo privilégio de ser sua orientada, pelo estímulo e repasse de conhecimentos.

Aos professores Jürgen Philips, Hans Peter Bahr e Jucilei Cordini, grata por tê-los na banca examinadora e pelas sugestões de melhorias.

À CAPES, pelo auxílio financeiro.

Ao meu esposo, Eduardo Marcelo Golin, companheiro desta caminhada, pela dedicação, amor e paciência e também a minha filha Isadora Zanette Golin pela companhia e compreensão durante o desenvolvimento deste trabalho;

Aos meus pais, Moacyr Domingos Zanette e Teresa Lorita Zanette, pelo amor e confiança;

Aos colegas, Francisco Henrique de Oliveira, Cesário Lima e Luiz Ernesto Renúncio, pela amizade e auxílio em algumas etapas do trabalho;

Aos bolsistas, Athenágoras Velasques e Gabriela Figueiredo, pela ajuda.

A todos aqueles que de alguma forma me apoiaram, torceram por mim e viabilizaram este trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS _____	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS _____	xi
RESUMO _____	xii
ABSTRACT _____	xiii
GLOSSÁRIO _____	xiv
1 INTRODUÇÃO _____	1
1.2 JUSTIFICATIVA _____	2
1.3 OBJETIVOS _____	3
1.3.1 Objetivo Geral _____	3
1.3.2 Objetivos Específicos _____	4
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO _____	4
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA _____	6
2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES _____	6
2.1.1 Sistemas de Informações Geográficas (SIG) _____	7
2.2 ACESSO A SISTEMA DE INFORMAÇÕES ATRAVÉS DA WWW _____	7
2.3 RELAÇÃO ENTRE SIG E A CARTOGRAFIA _____	10
2.4 FOTOGRAMETRIA _____	11
2.4.1 Fotogrametria Terrestre a Curta Distância _____	12
2.4.2 Fotogrametria Digital _____	13
2.4.3 Câmaras digitais X Câmaras Convencionais de filme _____	15
2.5 REALIDADE VIRTUAL _____	16
2.5.1 Realidade Virtual na Internet (<i>Cyberspace</i>) _____	17
2.5.2 Importância da fotogrametria digital para mundos virtuais _____	19
2.5.3 VRML para Visualização Interativa _____	20
2.5.4 Uso da VRML para gerar um Sistema de Informação Interativo 3D _____	23
2.5.5 Noções Básicas de Utilização do Cosmo Player _____	26

3 ESTUDO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES DE CAMPUS UNIVERSITÁRIOS PESQUISADOS MUNDIALMENTE NA INTERNET 28

3.1 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	28
3.2 UNIVERSIDADE DE WATERLOO - CANADÁ	29
3.3 UNIVERSIDADE DE KARLSRUHE - ALEMANHA	32
3.4 UNIVERSIDADE DO ARIZONA – EUA	34
3.5 UNIVERSIDADE DE MICHIGAN - EUA	37
3.6 UNIVERSIDADE DE MAINE - EUA	39
3.7 UNIVERSIDADE DE CAPE TOWN - ÁFRICA	42
3.8 UNIVERSIDADE DE VIENA - ÁUSTRIA	43
3.9 UNIVERSIDADE DO ESTADO DE ARKANSAS – EUA	44
3.10 UNIVERSIDADE DE MINAS GERAIS – BRASIL	46
3.11 UNIVERSIDADE DE BRISTOL – REINO UNIDO	47
3.12 UNIVERSIDADE DE ADELAIDE – AUSTRÁLIA	49
3.13 PONTÍFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RS - BRASIL	50
3.14 UNIVERSIDADE DE ANDERSON - EUA	51
3.15 UNIVERSIDADE DE BAKER - EUA	52
3.16 UNIVERSIDADE DO ESTADO DE DAKOTA – EUA	53
3.17 OUTRAS UNIVERSIDADES PESQUISADAS	53
3.18 ANÁLISE FINAL DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES DE CAMPUS PESQUISADOS	55

4 PROPOSTA DE UM MODELO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES 3D DO CAMPUS DA UFSC 58

4.1 ÁREA DE ESTUDO	58
4.1.1 Histórico da UFSC	58
4.1.2 Números da UFSC no Ano de 1999	61
4.2 LEVANTAMENTOS FOTOGRAMÉTRICOS	62
4.2.1 Levantamentos com a câmara Pentax PAMS 645	62
4.2.2 Levantamentos com a câmara digital Olympus C-820L	64
4.2.3 Compreendendo os Formatos de Arquivos JPEG e TIFF	66
4.3 EDIÇÃO DAS IMAGENS DIGITAIS	67

4.4 CORREÇÃO GEOMÉTRICA DAS IMAGENS	69
4.6 LEVANTAMENTO DAS ALTURAS DAS EDIFICAÇÕES DO CAMPUS	70
4.7 MODELAMENTO TRIDIMENSIONAL DO CAMPUS	70
4.7.1 Modelamento 3D utilizando o software AutoCad	71
4.7.2 Modelamento 3D utilizando o software MicroStation	73
4.8 ESTRUTURA DO ARQUIVO VRML	74
4.9 VISUALIZAÇÃO E ANÁLISE DO AMBIENTE VIRTUAL DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO	77
5 ANÁLISE DA PROPOSTA DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO EM 3D PARA O CAMPUS DA UFSC	83
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	87
6.1 CONCLUSÕES	87
6.2 RECOMENDAÇÕES	89
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Estrutura de um arquivo escrito em VRML</i>	21
<i>Figura 2: Cena VRML da quadra principal de Neunkirchen</i>	25
<i>Figura 3: Duas diferentes resoluções da mesma loja, dependendo da distância do usuário.</i>	25
<i>Figura 4: Controles do plugin Cosmoplayer</i>	26
<i>Figura 5: Mapa do Campus da Universidade Federal de Santa Catarina</i>	29
<i>Figura 6: Exemplo de visualização de um mini aplicativo com imagem de um local do Campus da Universidade de Waterloo (Engeneering 2)</i>	30
<i>Figura 7: Mapa interativo do Campus da Universidade de Waterloo</i>	31
<i>Figura 8: Sistema de Informação de Campus da Universidade de Karlsruhe</i>	34
<i>Figura 9: Sistema de Informações da Universidade do Arizona – EUA (visualização do mapa do Campus com os layers das edificações do Campus selecionados)</i>	35
<i>Figura 10: Mapa indicando a localização de uma edificação do Campus (em vermelho)</i>	36
<i>Figura 11: Mapa geral da Universidade de Michigan</i>	37
<i>Figura 12: Mapa do Campus Central da Universidade de Michigan</i>	37
<i>Figura 13: Mapa do Campus Central da Universidade de Michigan</i>	38
<i>Figura 14: Esquema em 2D de uma das edificações do Campus da Universidade de Michigan</i>	39
<i>Figura 15: Imagens em 3D de um dos prédios mais importantes da Universidade de Michigan</i>	39
<i>Figura 16: Mapa do Campus Universitário da Universidade de Maine - USA</i>	40
<i>Figura 17: Mapa das edificações de um dos quadrantes do campus e seus códigos</i>	40
<i>Figura 18: Posição relativa do quadrante dentro do mapa do campus</i>	40
<i>Figura 19: Tour sobre o Campus Universitário de Maine</i>	41
<i>Figura 20: Mapa geral do Campus, Mapa das edificações por categorias, Mapas dos Estacionamentos respectivamente, da Universidade de Maine.</i>	42
<i>Figura 21: Mapa simplificado do Campus Superior da Universidade de Cape Town</i>	42
<i>Figura 22: Fotografia do Campus Superior da Universidade de Cape Town</i>	42
<i>Figura 23: Fotografia aérea referenciada com os nomes das edificações do Campus Superior da Universidade de Cape Town</i>	43
<i>Figura 24: Mapa do Campus Universitário da Universidade de Viena, com referenciamento de informações.</i>	44
<i>Figura 25: Mapa tridimensional da Universidade do Estado de Arkansas</i>	45
<i>Figura 26: Mapa do lado oeste do Campus da Universidade de Arkansas</i>	45
<i>Figura 27: Mapa não interativo do Campus da Universidade Federal de Minas Gerais</i>	46

<i>Figura 28: Tour virtual sobre o Campus da UFMG com uma imagem o Instituto de Ciências Exatas para visualização</i>	47
<i>Figura 29: Mapa do Campus da Universidade de Bristol – Reino Unido</i>	48
<i>Figura 30: Exemplo de uma área do Campus aproximada para maior detalhamento</i>	48
<i>Figura 31: Mapa grande do Campus da Universidade de Adelaide (Austrália).</i>	49
<i>Figura 32: Mapa interativo do campus da Universidade Católica do RS - Brasil</i>	50
<i>Figura 33: Mapa do campus da Universidade de Anderson (EUA)</i>	51
<i>Figura 34: Mapa do campus da Universidade de Baker (EUA), circulando a edificação selecionada</i>	52
<i>Figura 35: Mapa do Campus da Universidade do Estado de Dakota (EUA)</i>	53
<i>Figura 36: Localização da área de estudo</i>	59
<i>Figura 37: Imagens do Campus (Reitoria, Hospital Universitário e Biblioteca Central)</i>	60
<i>Figura 38: Imagens do Campus (Centro de Convivência e Templo Ecumênico)</i>	61
<i>Figura 39: Área do campus da UFSC a ser modelada com textura realística</i>	63
<i>Figura 40: Câmara métrica Pentax PAMS 645</i>	63
<i>Figura 41: Exemplo da posição das tomadas das fotografias</i>	64
<i>Figura 42: Limite geométrico simples da farmácia Sesi e complexo do Banco do Brasil no campus Universitário.</i>	65
<i>Figura 43: Imagem dos fundos da farmácia do Sesi original e editada.</i>	68
<i>Figura 44: Imagem original de uma fachada do HU e a imagem resultante da correção geométrica e do "recorte" dos excessos para ser utilizada como textura</i>	69
<i>Figura 45: Esquema de conversão de arquivos para a linguagem VRML</i>	70
<i>Figura 46: Edificações do campus com textura de cor sólida gerada no Software AutoCad</i>	71
<i>Figura 47: Edificações do campus exportadas para o 3Dstudio sem a base cartográfica</i>	72
<i>Figura 48: Comando "Place Shape" do software Microstation.</i>	73
<i>Figura 49: Comando "Extrude" do software MicroStation</i>	73
<i>Figura 50: Bloco 3D de uma edificação do campus que está apta para ser exportada para a linguagem VRML.</i>	73
<i>Figura 51: Comando de exportação de arquivos do Microstation para a linguagem VRML</i>	74
<i>Figura 52: Vista geral do cenário virtual do campus universitário</i>	77
<i>Figura 53: Vista do Hospital Universitário modelado com textura foto-realística.</i>	78
<i>Figura 54: Vista aproximada do Hospital Universitário</i>	79
<i>Figura 55: Edificações do campus sem mapeamento com textura realística</i>	80
<i>Figura 56: Vista da fachada da emergência do HU</i>	81
<i>Figura 57: Perceber o símbolo amarelo sobre uma das fachadas do Hospital Universitário</i>	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D: tridimensional (x, y, z)

CAD: Computer Aided Design

ETUSC: Escritório Técnico-Administrativo da UFSC

GPS: Global Positioning System

JPEG: Joint Photographic Group

SIC: Sistema de Informação de Campus

SIG: Sistema de Informação Geográfica

TIF: Tagged Image File

VRML: Virtual Reality Modeling Language

WWW: World Wide Web

RESUMO

Pesquisas na área de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) disponíveis através da Internet tem gerado um novo meio de disseminação de informações, onde se tem o gerenciamento de base de dados geográficos com interface via WWW. A rede mundial de computadores é uma poderosa ferramenta de distribuição de informações geográficas, sendo considerada como a próxima geração de plataforma para os SIG. Este trabalho divide-se em 2 partes. Primeiramente, foi realizada uma pesquisa na Internet, procurando por Sistemas de Informações de Campi (SIC) em Universidades de diversos países, incluindo algumas brasileiras. Foram encontrados 16 Sistemas de Informações de Campi Universitários, sendo descritos um a um nesta primeira etapa. A seguir, é apresentado uma proposta de Sistema de Informações de Campus em 3D para a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), utilizando os recursos da fotogrametria digital para o mapeamento das edificações do campus com textura foto-réalistica. Estes estudos servirão como referencial para a futura geração de um Sistema de Informações de Campus para a UFSC. Um SIC voltado para o planejamento físico-espacial, apresenta vantagens enormes quanto ao gerenciamento de inúmeros problemas encontrados na maioria das Universidades, principalmente aqueles relacionados com o crescimento da Instituição e a demanda pelo espaço.

Palavras chaves: Sistema de Informações de Campus, Realidade Virtual, VRML, Fotogrametria Digital.

ABSTRACT

Available Internet researches in Geographic Information Systems (GIS) have created new ways for dissemination of information. There, the user can access data bases with WWW based interfaces. The world-wide net is a powerful instrument for distribution of geographical information, being considered as the next platform generation for the GIS. This work is divided in two parts. First, it was realised a research at the Internet, searching for Campus Information System (CIS) in Universities all around the world. Some Brazilian universities were included. Sixteen Campi Information Systems were found. Second, it was introduced a project of Campus Information System in 3D to the Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), using resources and tools of digital photogrammetry. Final products will be campus building maps with realistic photo texture. These studies will serve as reference to the future generation of a Campus Information System in the UFSC. The CIS spatial-physical planning presents advantages, specially when big number of problems -found in most part of Universities- are managed. These problems are close related to growth of the Institution and demands of space.

Keywords: Campus Informations System, Virtual Reality, VRML, Digital Photogrammetry.

GLOSSÁRIO

APLICATIVO: um programa de computador que desempenha uma tarefa específica para o usuário, contrastando, por um lado com um documento, que é um arquivo gerado por um aplicativo e por outro, com um ambiente, ou um sistema operacional que gerencia a comunicação entre o usuário e o próprio computador.

BROWSER: programa que permite a navegação pela Internet.

DOWNLOAD: realizar a transferência de arquivos de um computador distante, através de um modem, para o seu próprio computador

GPS: Global Positioning System (sistema de posicionamento global) - navegação através de uma rede de satélites universal.

HOME PAGE: documento de abertura, página principal de um site, página base.

HYPERLINK: ligação hiperlink, parte do documento hipertexto que leva o usuário para outra página na Internet

INTERNET: rede de computadores internacional que permite a comunicação e a transferência de dados entre as pessoas que estão conectadas a ela.

JAVA: linguagem de programação principalmente para aplicativos baseados na rede que funcionam nas páginas WWW na Internet além de outras aplicações.

LINK: comunicação, salto, ligação entre dois grupos de arquivos de dados de modo que ambos se atualizarão ao mesmo tempo.

MOUSE: dispositivo receptor em forma de uma pequena caixa com botões que ao movimentá-lo sobre a mesa move o cursor no monitor na mesma direção.

PLUGIN: extensões do browser fornecidas pelo fabricante do browser ou empresas parceiras que fornecem recursos adicionais de multimídia facilitando a visualização de textos, som, vídeo, etc.

SITE: conjunto de páginas Web pertencente à uma empresa ou individual.

SOFTWARE: programa de computador.

TOUR: passeio, viagem.

URL: Localizador Uniforme de Recursos; o esquema utilizado na Web para localizar uma determinada página ou arquivo.

WEB: rede de documentos em formato HTML que estão interligados e espalhados em servidores do mundo inteiro, a WWW.

1 INTRODUÇÃO

A proliferação dos computadores disponíveis ao público em geral, devido à queda do custo dos *hardwares*, unido aos avanços da rede de comunicações e o advento da WWW tem resultado numa quantidade enorme de informações.

Pesquisas na área de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) disponíveis através da Internet tem gerado um novo meio de disseminação de informações, onde se tem o gerenciamento de bases de dados geográficos com interface via WWW.

Isto se torna de grande importância porque substitui a multiplicidade de dados nos diferentes órgãos e instituições, permitindo um acesso descentralizado de informações, permitindo desenvolver padrões comuns de acesso.

Com este trabalho pretende-se estudar e analisar os diversos Sistemas de Informações de Campi Universitários de vários países e no Brasil, pesquisados através da Internet, e apresentar uma proposta de Sistema de Informação de Campus em 3D para a Universidade Federal de Santa Catarina.

A Universidade Federal de Santa Catarina pretende ter o seu Sistema de Informações, considerando o intercâmbio existente entre o Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (UFSC) e o Instituto de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto da Universidade de Karlsruhe. Esta cooperação é fomentada pelo programa PROBRAL (Programa Brasil Alemanha) que pretende intensificar a cooperação entre os dois países.

A Universidade de Karlsruhe (Alemanha) gerou o seu Sistema de Informação de Campus (SIC) em 3D, com textura foto-realística das edificações do campus, através de uma Tese de Doutorado defendida em 1999, onde um dos objetivos do sistema é que estivesse disponível aos usuários em geral pela rede mundial de computadores.

Segundo WESTPHAL (1999), pode-se dizer que modelos tridimensionais com textura foto-realística são alguns dos mais novos produtos possíveis de serem gerados a

partir da fotogrametria digital e já em utilização em alguns países do exterior, oferecendo novos e atraentes produtos para o planejamento urbano, tais como: visualização interativa; estudo de microclimas - incluindo insolação; análise da paisagem; estudo do tráfego; simulação e manipulação de cenários; contribuindo dessa forma para um total entendimento do projeto, uma das maiores dificuldades enfrentadas pelos planejadores urbanos.

Informações tridimensionais permitem uma análise mais detalhada e real da Universidade do que apenas dados bidimensionais como mapas e plantas. Em contribuição, nos últimos anos, muitas pessoas começaram a aceitar o computador como uma ferramenta viável de projeto e a possibilidade de gerar imagens foto-realísticas auxilia muito o total entendimento do ambiente existente ou do cenário simulado.

1.2 JUSTIFICATIVA

A rede mundial de computadores é uma poderosa ferramenta de distribuição de informações geográficas, sendo considerada por vários autores como a próxima geração de plataforma para os Sistemas de Informações Geográficas.

O projeto é relevante do ponto de vista Institucional já que propõe gerar um produto com potencial para a divulgação da Universidade no cenário Nacional e Internacional, além de servir como referencial para o Plano Diretor do Campus.

Deve-se salientar que a própria administração da UFSC colocaria através da Web somente as informações que julgar necessárias. Por exemplo: pode se ter um Sistema de Informação em 3D completo para consulta particular, usando como suporte administrativo e ferramenta de decisão para a própria Universidade; enquanto que outro modelo menos sofisticado, com informações interessantes aos usuários em geral, estaria disponível pela Internet.

Um Sistema de Informações do Campus, voltado para o planejamento físico-espacial, apresenta vantagens enormes quanto ao gerenciamento de inúmeros problemas encontrados na maioria das Universidades, principalmente aqueles relacionados com o crescimento da Instituição e a demanda pelo espaço. Neste sentido, pode ser aplicado na área de administração de uma Universidade, por exemplo, para a otimização de

atividades de planejamento, disponibilidade de vagas em salas de aula, horários, tipos de cursos que oferece, entre outras.

O mapeamento do campus universitário em meio digital, aliado ao acesso a dados de interesse público, facilitará a localização e deslocamento das pessoas dentro do campus. Alunos de outras cidades que queiram conhecer a Universidade antes de ingressar na mesma, teriam disponível facilmente através da Internet, informações a respeito do Campus. Outrora, alunos que já estudam na Universidade poderiam se situar no Campus, encontrando serviços como: correios, bancos, farmácias, restaurantes, outros.

PEREIRA (1999) aponta que a informação disponível no momento certo e para as pessoas certas permitem um processo decisório mais dinâmico e confiável. Com o uso da tecnologia da informação, a captação, armazenamento e transmissão de informação por toda organização proporciona a eliminação de informações redundantes e duplicadas. Desse modo, espera-se que o principal benefício desta tecnologia da informação, em uma Universidade em particular, seja a integração dos departamentos e centros e agilização do processo decisório, contribuindo substancialmente para o processo decisório de administração estratégica em suas diversas etapas.

Além disso, a comparação realizada entre os diferentes SIC's de Universidades pesquisadas na Web servirá de base para que as características interessantes de cada sistema possam ser adaptadas na futura geração de um Sistema de Informações de Campus para a UFSC, além de poder evitar previamente que sejam cometidos os mesmos erros.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é analisar e comparar os diversos Sistemas de Informações de Campi Universitários de vários países e no Brasil pesquisados e disponíveis na Internet. Além disso, oferecer uma proposta de um modelo de Sistema de Informações de Campus em 3D, utilizando os recursos da fotogrametria digital para o Campus da UFSC.

1.3.2 Objetivos Específicos

- 1) Analisar a funcionalidade e principais características entre os diversos Sistemas de Informações de Campi Universitários de vários países e no Brasil pesquisados na Web;
- 2) Realizar uma análise comparativa entre diferentes SIC's estudados;
- 3) Obter textura foto-realística de modo otimizado para o mapeamento das edificações do Campus;
- 4) Modelar espacialmente uma área do Campus da UFSC com textura foto-realística, utilizando como ferramenta a fotogrametria digital a curta distância;
- 5) Modelar espacialmente a área restante do Campus da UFSC, sem textura foto-realística, a partir de uma base cartográfica digital da área;
- 6) Analisar a proposta de um Sistema de Informações em 3D para a UFSC

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em 7 capítulos, distribuídos da seguinte forma:

Capítulo 1: é o capítulo em questão, apresenta a introdução, justificativa e objetivos da dissertação;

Capítulo 2: estuda-se a fundamentação teórica do assunto, de modo a aprofundar e conhecer os temas a serem abordados na dissertação;

Capítulo 3: é apresentado o estudo realizado na Internet dos diversos Sistemas de Informações de Campi pesquisados mundialmente e feita uma comparação e análise final entre os mesmos;

Capítulo 4: é proposto um modelo de Sistema de Informação de Campus em 3D para a Universidade Federal de Santa Catarina, utilizando os recursos da fotogrametria;

Capítulo 5: é realizado uma análise do modelo de um Sistema de Informações de Campus em 3D para o Campus da UFSC;

Capítulo 6: apresenta as conclusões, levando-se em conta o estudo realizado na Internet dos Sistemas de Informações de Campi e a proposta oferecida para o Campus da UFSC, além de apresentar algumas recomendações para a continuação da implementação de um SIC na UFSC;

Capítulo 7: é apresentado as referências bibliográficas utilizadas no decorrer do trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES

LAUDON & LAUDON (1996) apontam que um sistema de informações pode ser entendido com um grupo de componentes interrelacionados que coletam, processam, armazenam e disseminam informações para dar suporte à tomada de decisões para o controle gerencial.

Assim, um sistema de informações pode ser definido como um processo de transformação de dados em informações que serão utilizadas na estrutura decisória da organização e que proporcionam a sustentação administrativa, visando à otimização dos resultados esperados.

Um sistema de informação, é todo e qualquer sistema que processe dados e informações e que produza resultados para um fim específico, ou seja que proporcione informações úteis. Porém, para que a informação seja útil, ela deve propiciar uma descrição verdadeira da realidade, estar disponível quando for demandada e ser disponibilizada conforme as necessidades do decisor. (PEREIRA, 1999)

Segundo ROBINSON et al (1995), uma das mais poderosas ferramentas para o inventário e manejo do nosso planeta é a informação. Tecnologias ultrapassadas para o tratamento da informação não estão mais adequadas para os dias de hoje. Necessita-se de acesso a grandes volumes de dados a partir de diferentes fontes, é preciso também que seja possível classificar e extrair elementos vitais para a observação do momento atual.

Esses requisitos são administrados por modernos sistemas de informações, o quais empregam tecnologias eletrônicas para fornecer armazenamento integral, restauração, manipulação, análise e apresentação de dados.

Um Sistema de Informação especialmente designado para servir as necessidades ambientais é chamado de um SIG (Sistema de Informação Geográfica), neste caso, referências espaciais estão associadas com os dados.

2.1.1 Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

A tecnologia SIG destaca-se como uma ferramenta capaz de preencher a lacuna existente entre a informação espacial e o processo de tomada da decisão, na medida em que fornece funções adequadas ao melhor entendimento da inter-relação entre as variáveis que interagem em um problema complexo, envolvendo o meio ambiente. (RENUNCIO, 1995)

BILL & FRISTCH (1991) definem um Sistema de Informação Geográfica, como um sistema baseado no computador, consistindo de *hardware*, *software* e dados geográficos, que serve para capturar e atualizar dados espaciais, além de armazenar e manter estes dados para análise e sua apresentação numa forma gráfica e alfanumérica. No entanto, estes autores, quando descrevem um SIG, não citam o objetivo principal de tal sistema, ou seja, uma ferramenta para a tomada de decisões referente ao meio ambiente.

ROBINSON et al (1995) apontam que existem 4 fatores importantes em um Sistema de Informação Geográfica, além de *hardware*, *software* e dos dados. O 4º elemento importante são os profissionais que trabalham com esta tecnologia, ou seja, a existência de pessoas com treinamento adequado para o uso eficiente desta tecnologia.

Conforme CÂMARA & MEDEIROS (1996), a tecnologia de SIG pode ser dividida em três gerações de sistemas. A primeira geração ou CAD cartográfico, possui suporte de bancos de dados limitados e cujo o paradigma típico de trabalho é o mapa (plano de informação). A segunda geração ou banco de dados geográficos chegou ao mercado no início da década de 90 e é caracterizada por ser concebida para uso em ambientes multiplataformas com interfaces baseadas em janelas. Utiliza-se o ambiente cliente-servidor, acoplado a gerenciadores de bancos de dados relacionais e com pacotes adicionais para processamento de imagens. A terceira geração de SIG ou bibliotecas geográficas digitais é caracterizada pelo gerenciamento de grandes bases de dados geográficos, com acesso através de redes locais e remotas, com interface via WWW.

A essência de um SIG está baseada em operações de consulta e manipulação de dados geográficos. Tais operações utilizam os atributos espaciais e não espaciais das entidades gráficas armazenadas na base de dados espaciais buscando fazer simulações (modelos) sobre os fenômenos do mundo real, seus aspectos ou parâmetros. (CANDEIAS et al, 1998)

TEIXEIRA (1998) coloca que existe um aspecto diferenciador importante entre a situação do SIG no Brasil e aquela encontrada em países desenvolvidos, ou seja, os dados cartográficos. Enquanto nos países desenvolvidos há uma forte preocupação com o mapeamento sistemático de seu território, no Brasil a cartografia parece ter sido literalmente abandonada pelos governantes. O autor comenta também que outro aspecto negativo, está na falta de preparação adequada dos técnicos que pretendem trabalhar com essa ferramenta.

Segundo PIVINICKA et al (1996), a demanda por sistemas fotogramétricos digitais também tem influenciado a relação Informação X Sistemas de Desenhos, como SIG/LIS ou CAD. A combinação de dados *vector* e *raster* é a maior vantagem dos novos sistemas. A sobreposição de fotografias digitais com base de dados georreferenciados existentes permite obter vantagens de SIG para análise desses dados e produção de mapas.

2.2 ACESSO A SISTEMA DE INFORMAÇÕES ATRAVÉS DA WWW

A proliferação dos computadores disponíveis ao público em geral, devido à queda do custo dos *hardwares*, unidos com os avanços da rede de comunicações e o advento da WWW tem resultado numa explosão de informação.

Pesquisas no campo de SIG na Internet estão facilitando um desenvolvimento inovador na disseminação, visualização e ferramentas de análise para planejadores urbanos. (DODGE et al, 1998). O autor comenta que muitas pessoas tem percebido que a Internet será a próxima geração de plataforma para os Sistemas de Informações Geográficas (substituindo o convencional PC e modelos *desktop*), fornecendo um meio poderoso de distribuição de informação geográfica, além de ser um novo mercado particularmente lucrativo para explorar.

CANDEIAS et al (1998) observa que a geração do SIG que utiliza a WWW(World Wide Web) torna-se cada vez mais importante principalmente quando se deseja obter informações distribuídas em diferentes instituições e/ou órgãos. Ela é caracterizada pelo gerenciamento de grandes bases de dados geográficos, com acesso através de redes locais e remotas, com interface via WWW.

Sobre a WWW pode-se encontrar vários exemplos de modelos virtuais urbanos. Estes sites oferecem uma interface gráfica para os dados relatados, mas existem muito poucos os que tentam integrar tecnologias de realidade virtual com uma base de dados espacial, organizadas dentro de um Sistema de Informação Geográfica.

Sistemas de Informações Geográficas visualizados pela Internet tem sido usado para planejamento urbano em projetos de pesquisa realizados pela Universidade de Rostock juntamente com a Universidade de Stuttgart, na Alemanha. Através da concepção de um protótipo de um SIG 3D, os pesquisadores alemães pretendem aplicá-lo para:

- a) apresentação da estrutura espacial e suas relações;
- b) visualização de projetos urbanos alternativos para determinadas áreas;
- c) análise e comparação de ambientes de projetos urbanos;
- d) base para simulação (ruídos, poluentes do ar, iluminação artificial), levando em conta os dados de planejamento ecológico como variável para projetos futuros.

Portanto, este Sistema de Informação em 3D oferecerá as seguintes opções para uma análise urbana:

- a) análise quantitativa das condições espaciais por medições e quantidade;
- b) análise espacial do espaço público e de espaços livres entre edificações;
- c) análise espacial do local de espaço “verde”, sua relação com as edificações e importância ecológica;
- d) análise da iluminação artificial e sombras, como aspectos qualitativo de um ambiente urbano;
- e) repercussão e efeitos de diferentes fases de planejamento em sua ordem cronológica;
- f) comparação de projetos alternativos.

LANDES (1998-a) cita que no campo dos Sistemas de Informações, um outro tipo de interface com o usuário é estabelecido no Sistema de Informação do Campus da

Universidade de Karlsruhe (Alemanha): é a interface 3D, que permite ao usuário explorar interativamente um conjunto de dados em tempo real.

Para TEMPFLI (1998), um SIG em 3D promete enfrentar com a complexa tarefa de análise em áreas urbanas; oferecem descrições temáticas compreensíveis, podem utilizar dados estruturados tridimensionalmente, promover a visualização realística através das texturas e podem ter interface com sistemas de realidade virtual e também com a Internet.

LANDES (1998-b) cita, que geralmente Universidades são organismos complexos com uma grande variedade de serviços. Portanto, é muito útil para a administração de uma Universidade, visitantes, estudantes e funcionários ter disponível um Sistema de Informação. O autor comenta que existe uma importante razão estabelecer tal sistema globalizado de toda a Universidade, de frontando-se com fato de que a mesma tem que competir com outras Universidades na procura por estudantes e recursos. Consequentemente é vital para cada Universidade poder apresentar seu próprio caminho.

CANDEIAS et al (1998), comenta que o acesso descentralizado de informações via WWW substitui a multiplicidade de dados em diversos órgãos bem como permite desenvolver padrões comuns.

2.3 RELAÇÃO ENTRE SIG E A CARTOGRAFIA

Para documentar a interação de um SIG e a cartografia é necessário que se descreva o profundo efeito da tecnologia digital sobre a cartografia.

ROBINSON et al (1995) aponta que quando se usava a tecnologia analógica, o mapa cumpria duas funções: a) como meio de documentação dos dados espaciais; b) como meio de comunicação entre as pessoas e o espaço que vivemos. Agora, a tecnologia digital tem separado estas funções em: a) uma base de dados digital contendo dados espaciais e b) a habilidade de poder criar mapas a partir de dados digitais através de um sistema automatizado, sendo este sistema chamado de SIG.

Usando a tecnologia analógica, era coletado e armazenado dados espaciais para então serem feitos produtos cartográficos, uma vez começado, poucas mudanças poderiam ser acomodadas.

Com a tecnologia digital, é coletado e armazenado dados espaciais e também são fabricados os mapas, no entanto, uma nova classe de usuários podem agora construir seus produtos cartográficos particulares conforme as suas necessidades. No SIG, pode-se alterar a composição do mapa a qualquer tempo e esta mudança para interagir com a informação aumenta o entendimento do ambiente em estudo.

ROBINSON et al (1995), afirma que um mapa interativo completo está longe de ser realidade, mas este deslocamento do estático para o dinâmico, vem forçando os cartógrafos a reconsiderarem os princípios tradicionais do projeto. Enquanto, os mapas tem sido durante longos anos designados a servir as necessidades de armazenamento de dados, esta regra pode ser melhor cumprida por um sistema de informação eletrônico no qual o mapa é apenas um componente.

2.4 FOTOGRAMETRIA

A fotogrametria pode ser definida como a ciência, arte e tecnologia para a determinação de informações precisas de objetos e o meio ambiente, a partir do registro, mensuração e interpretação de imagens fotográficas (ASPRS, 1980; COOPER & ROBSON, 1996; FRYER, 1996; LOCH & LAPOLLI, 1994).

Os maiores benefícios da fotogrametria sobre outros procedimentos de campo pode-se citar: o aumento da precisão, a informação da construção mais completa, custos reduzidos, além do tempo reduzido a campo. Estes benefícios são resultados da substituição de medidas de campo por medição das imagens. Isto remove a necessidade do acesso físico em cada ponto que a medida é necessária.

Através de vários anos de aplicação, a fotogrametria verificou ser um eficiente e econômico método viável para agrupamento de dados espaciais. A fotogrametria aérea funciona como a maior ferramenta de aquisição de dados para sistemas de informações geográficos, enquanto isso, a fotogrametria a curta distância está se tornando cada vez mais importante para aplicações CAD. (SHIH, 1996)

2.4.1 Fotogrametria Terrestre a Curta Distância

Na fotogrametria terrestre são utilizadas fotografias tiradas de estações fixas e geralmente de posições determinadas sobre o terreno, com o eixo ótico da câmara na posição horizontal. É considerada fotogrametria a curta distância, por alguns autores, quando câmara-objeto não ultrapassa os 300 metros para a fotogrametria terrestre e os 1000 metros para fotogrametria aérea.

A Sociedade Americana de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto (ASPRS) enumera as seguintes aplicações para a fotogrametria terrestre a curta distância, tais como:

- a) análise detalhada de fachadas de prédios, servindo para a recuperação de estruturas ou para trabalhos de arquitetura;
- b) para mapeamento topográfico, auxiliando nos trabalhos de campo, uma vez que, além de obter os dados com o teodolito, ainda obtém a imagem do local; usada em locais de difícil acesso e de grande interesse;
- c) na evolução de escavações ou explorações em minas ou reservas quaisquer;
- d) aplicações na agricultura, ecologia, florestas, arqueologia, criminologia, oceanografia e acidentes de tráfego.

Das muitas aplicações da fotogrametria a curta distância, o campo da fotogrametria arquitetural e arqueológica tem se tornado um dos mais estabelecidos e mais bem conhecidos. Na arquitetura, o uso mais frequente das técnicas fotogramétricas tem sido a representação de fachadas ou elevações de estruturas e edificações históricas.

Nos tempos clássicos da fotogrametria arquitetural éramos limitados a câmaras, instrumentos e casos especiais. Atualmente, a fotogrametria é possível quase que com qualquer câmara, instrumentos mais simples e está muito mais flexível. Câmaras baratas e sistemas fotogramétricos de restituição mais simples estão em uso e estão sendo cada vez mais desenvolvidos. GRÜN (1992)

Conforme COELHO et al (1999), as técnicas de fotogrametria à curta distância associadas a novas tecnologias de imagens digitais representam uma poderosa ferramenta para documentação e descrição de objetos, sendo vasto o mercado onde podem ser utilizadas. As metodologias são desenvolvidas em cada caso particular, através da análise e controle das variáveis envolvidas.

2.4.2 Fotogrametria Digital

Segundo FRYER (1996), em meados de 1990 inicia a era digital da fotogrametria, começando substituir aos poucos o período da fotogrametria analítica.

Existem duas maneiras de se obter produtos fotogramétricos digitais: seja pelo processo onde as fotografias reveladas em filme são primeiro “*scannerizadas*” para se tornar digital (método híbrido), ou obtidas diretamente através de câmaras digitais.

De acordo com GRUEN (1996), devido as recentes avanços em tecnologia micro-eletrônica e semi-condutora, a fotogrametria em geral tem recebido um impulso substancial ao domínio completamente digital. O desenvolvimento de novos sensores e hardware poderosos tem aberto novas tecnologias e campos de aplicação. Sistemas de aquisição híbrido e totalmente digital tem despertado muito interesse entre fotogrametristas, principalmente a partir do 15º Congresso Internacional de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto no Rio de Janeiro em 1984.

O autor prossegue afirmando que a cerca de 10 anos, a fotogrametria a curta distância digital tem amadurecido na medida que agora serve como um técnica precisa e confiável para medição tridimensional sem contato. A facilidade e velocidade de aquisição de dados, as capacidades em tempo real, o alto grau de automação e a adaptabilidade para solicitações diversas, faz da fotogrametria a curta distância digital uma ferramenta viável de medições para um grande número de aplicações na ciência, arte e indústria.

Segundo DOWMAN (1996) algumas vantagens do uso de imagens digitais são:

- a) as imagens podem ser visualizadas e processadas em computadores comuns; não existe a necessidade ótica/mecânica;
- b) os sistemas de medição são estáveis e não necessitam de calibração;
- c) a imagem pode ser melhorada (por exemplo: contraste e brilho);
- d) a automação pode ser aplicada;
- e) operações podem ser realizadas em tempo real ou próxima do tempo real.

O emprego de técnicas fotogramétricas digitais para a documentação de imagens de edificações e equipamentos são utilizadas pela rapidez com que os dados são

recuperados, permitindo que sejam avaliadas as condições de conservação e possíveis soluções para problemas existentes, além do custo para utilização desta técnica, que dispensa câmaras fotogramétricas de preço relativamente alto, utilizando câmaras de pequeno formato.

Segundo COELHO et al (1999), a fotogrametria digital à curta distância é uma ferramenta inovadora, utilizada para criar modelos digitais em 3D, a partir de levantamentos fotogramétricos, sendo capaz de obter medidas precisas de objetos tridimensionais, além disso, sua aplicação vem sendo requisitada no mundo inteiro, enquanto que a tecnologia de imagens digitais encontra-se difundida, praticamente, em todos os setores de trabalho e de pesquisa.

A vantagem de se ter um arquivo digital não é somente para aplicações de realidade virtual e simulação, mas, dados padronizados tridimensionais podem ser exportados para outros sistemas, como CAD, SIG e de análise estrutural. (KUBO, 1999)

Segundo o mesmo autor, muitos avanços recentes em tecnologia têm intensificado o uso da fotogrametria como uma ferramenta de registro, permitindo representações mais complexas de objetos e propondo acesso a todos os usuários interessados na fotogrametria. Alguns destes recentes desenvolvimentos incluem o baixo custo de sistemas fotogramétricos digitais, a análise de série de imagens, o ajustamento de blocos por feixes de raios, procedimentos de calibração de câmara e o *laser scan 3D*.

PHILIPS (1996) cita que, a velocidade dos computadores aumenta a cada momento, enquanto o custo de equipamentos e gravação de dados diminui. Dessa forma, cada vez mais novas aplicações de processos digitais são feitas na área da fotogrametria, uma vez que equipamentos sofisticados, de alto custo e difícil manutenção, são substituídos pelos mais simples.

A Fotogrametria digital é atualmente totalmente aceita e o desempenho de sistemas mais aperfeiçoados oferecem novas capacidades e conduzirão para novas aplicações. Existe uma necessidade para sistemas de interface CAD mais próximos com sistemas fotogramétricos, igualmente percebe-se a importância dos sistemas de informação espacial. (GRÜN, 1992)

Neste sentido, HIRSCHBERG (1996) e POMASKA (1998) ressaltam que a integração cada vez maior entre os programas CAAD (Computer Aided Architectural Design) e a fotogrametria digital vem sendo reconhecida com uma poderosa tecnologia

para coleta de dados e apresentação em ambientes multimídia. Sua aplicação não se limita apenas na documentação de monumentos históricos, mas também na geração de modelos urbanos digitais e ambientes de realidade virtual.

2.4.3 Câmaras digitais X Câmaras Convencionais de filme

A câmara digital substitui o filme nas câmaras convencionais por um semicondutor especializado – um pedaço de silício que conduz parte da eletricidade, mas não toda que chega a ela. Esse tipo de semicondutor é chamado de CCD (Charge Coupled Devices – dispositivo de acoplamento de carga) (ROSE, 1998).

Este semicondutor é composto de milhares de elementos fotossensíveis separados, organizado em uma grade que geralmente corresponde à forma do visor. A imagem atravessa a objetiva e bate no CCD, que converte a luz em impulsos elétricos. A intensidade da carga varia dependendo da intensidade da luz que bate em cada elemento. Neste aspecto, é muito parecido com o filme. Substituindo os elementos por pontos de emulsão fotossensível em um filme e ter-se-á uma câmara de filme.

Para PEIPE (1999), a maior limitação das câmaras digitais é a resolução, além das câmaras analógicas permitirem cobrir grandes partes de fachadas de edificações numa mesma escala devido ao grande formato das imagens.

Segundo COOPER & ROBSON (1996), um dos resultados do aumento do uso de câmaras digitais na fotogrametria é a transferência de conceitos e algoritmos computacionais para os processos fotogramétricos. As feições das imagens podem agora ser automaticamente detectadas, comparadas e transformadas em feições tridimensionais no espaço objeto.

Conforme BOUNTON & BOUNTON (1995), as vantagens da câmara digital estão ligadas à praticidade, à rapidez e também à ecologia. Como os dados capturados por uma câmara digital são canalizados diretamente para o computador, não se perde tempo com revelação, não há um estágio intermediário de revelação do negativo, não é necessário comprar filmes e é totalmente abolida a utilização de materiais químicos cuja eliminação pode causar danos ao meio ambiente.

BÄHR et al (1999) apresenta uma tabela com um resumo do que já foi reportado em publicações e conclui que as vantagens/desvantagens de cada sistema (analógico/digital) deve ser levado em conta para cada caso particular e afirma que no futuro as câmaras digitais de alta performance irão substituir completamente os sistemas híbridos. Afirmação esta, calcada na disponibilidade futura de chips de alta resolução a partir de 16 megabytes.

Característica	Sistema híbrido	Câmara digital
Formato da imagem	+	--
Resolução geométrica	++	-
Estabilidade geométrica	+	-
Performance de cores	-	+
Arquivamento digital	--	++
Operabilidade	-	++
Custo	-	+

TABELA 1: Comparação das propriedades do Sistema Híbrido (Câmara Médio formato: Pentax Pams 645 juntamente com Scanner Microtex) e Câmara digital amadora (tipo Polaroid, chip aproximado de 1MB).

Convenção: ++ muito bom

-- muito ruim

fonte: BÄHR et al (1999)

As câmaras digitais estão sofrendo um processo de aperfeiçoamento. Em poucos anos serão capazes de oferecer a resolução necessária para satisfazer as exigências técnicas, podendo substituir o processo híbrido adequadamente.(COELHO et al, 1999)

2.5 REALIDADE VIRTUAL

DUARTE (1999) cita que a origem da Realidade Virtual pode ser atribuída aos simuladores de vôo desenvolvidos na década de 50 pelo exército norte-americano. Também contribuíram, e devem ser citados, o Cinerama, que utilizava várias câmaras de vídeo, e o Sensorama, que simulava um passeio multi-sensorial em uma bicicleta. Outro precursor da Realidade Virtual foi Ivan Sutherland, que introduziu o conceito de imersão tridimensional, posteriormente divulgado na indústria de periféricos com o nome de HMD (Head Mounted Display). Da mesma forma, Nicholas Negroponte produziu na década de 70 um mapa virtual da cidade de Aspen no Colorado. A seguir, durante a década de 80, a expressão Realidade Virtual foi criada pelo excêntrico

empresário e filósofo Jaron Lanier, passando a ser utilizada posteriormente na Internet através da linguagem VRML.

Segundo EL-HAKIN (1996) e GOEDERT (1998), ambientes virtuais são definidos como gráficos de interação em tempo real com modelos tridimensionais, que quando combinados com tecnologias de exibição oferecem ao usuário imersão no modelo, além do controle direto de manipulação.

A potencialidade da Realidade Virtual está exatamente no fato de permitir que se explore alguns ambientes, processos ou objetos, não através de livros, fotos, filmes ou aulas, mas através da manipulação e análise virtual do próprio alvo do estudo.

Segundo WESTPHAL (1999), a visualização e manipulação do ambiente virtual e posteriores simulações diretamente no computador, inserem o usuário no espaço construído e permitem analisá-lo sob vários pontos de vista, não deixando dúvidas a respeito das intenções do projeto.

Esta tecnologia mudará radicalmente o meio das pessoas interagirem com computadores, permitindo atuar como se estivessem em lugares que na realidade não estão.

Para produzir a ilusão de se estar em uma realidade alternativa, o ambiente virtual deve ser composto de sólidos tridimensionais, fontes de luz, sombras e um modelo de iluminação o mais próximo da realidade. Neste sentido, pode-se ter então sólidos tridimensionais mapeados com textura foto-realística, que torna o cenário virtual muito mais compreensível ao usuário.

2.5.1 Realidade Virtual na Internet (*Cyberspace*)

A palavra realidade virtual, muitas vezes é encontrada como sinônimo de *Cyberspace*, sendo que este, é algum tipo de espaço virtual gerado a partir de uma coleção de dados eletrônicos e mantidos dentro da rede mundial de computadores. (SHIODE, 1997)

Portanto, realidade virtual e *cyberespace* são sinônimos quando representam um nova forma de espaço de vida criado virtualmente dentro da WWW.

Segundo SHIODE (1997), a realidade virtual pode ser útil para o planejamento urbano, no sentido que quando disponível pela Internet, pode-se apresentar o modelo virtual de cidades ou parte delas, fornecendo informações e encorajando a participação da comunidade no processo de revisão dos projetos urbanos.

Além disso, permitem uma avaliação visual e estética no contexto urbano de novos projetos arquitetônicos e urbanos, sistemas de transportes e infra-estrutura em geral, visualização de dados urbanos ambientais (poluição, clima, energia, etc), podendo-se ainda citar, entretenimento e turismo virtual.

Conforme DODGE (1998), sobre a WWW pode-se encontrar vários exemplos de cidades virtuais ou representações digitais de localidades urbanas do mundo real. Estes *sites* oferecem uma interface gráfica para os dados relatados, mas existem poucos, os que tentam integrar tecnologias de realidade virtual com base de dados espacial, organizadas dentro de um Sistema de Informação Geográfica. Isto seria utilizado, para criar modelos virtuais eficazes para a simulação dos planejadores.

Os modelos tridimensionais que usam tecnologia de realidade virtual baseada na Internet existem em vários níveis de realismo e acurácia. Existem exemplos, com muitos detalhes arquitetônicos e urbanos, fotografias digitais para textura das superfícies de edificações urbanas e alto nível de fotorealismo até os que não apresentam muitos detalhes e empregam outras texturas para criar efeitos reais.

Os modelos mais interessantes são os interativos, ou seja, *navegáveis*, no sentido que o usuário poderá caminhar, sobrevoar, e conhecer toda a cena em tempo real.

Conforme HAMIT (1998), por exemplo, em parte da cidade de Los Angeles (EUA) realizou-se uma simulação tridimensional, construída com imagens do mundo real apoiada com coordenada GPS. Este modelo faz parte de um projeto a longo prazo, que pretende criar um modelo virtual de toda a bacia de Los Angeles.

A maior parte do modelo é baseado em fotografias aéreas bidimensionais mapeadas sobre uma base de dados do terreno, sendo convertidas em 3D usando um modelo de elevação digital (DEM). As edificações do modelo foram geradas construção por construção, com imagens do mundo real coletadas com câmaras digitais da marca Sony Mavica.

Este modelo da cidade de Los Angeles pretende avaliar os impactos que o efeito de uma nova construção sobre o trânsito, ou o modo que novas estruturas transformarão o aspecto da vizinhança.

O autor comenta ainda que poderia se acrescentar informações adjacentes, além de modelos do tráfego de várias horas do dia e demonstrar o impacto do melhoramento planejado sobre tal comunidade. Portanto, estes modelos são sistema de informações tridimensionais, sendo que, podem ser construídos de um modo que o público pode facilmente entender e participar.

Durante a última década, uma série de modelos urbanos tridimensionais foram desenvolvidos no Centro de Estudos Avançados em Arquitetura (CASA) na Universidade de Bath, Reino Unido. Temas como Realidade Virtual e Internet despertaram uma série de projetos de pesquisas tratando de assuntos de interatividade, estrutura e administração de grandes bases de dados urbanas. Estes modelos em 3D foram construídos para tornar o planejamento e o desenvolvimento de processos de controle mais flexíveis, fornecendo recursos onde as propostas de projetos alternativos possam ser visualizados e comparados.

2.5.2 Importância da fotogrametria digital para mundos virtuais

No último Simpósio da CIPA (Comitê Internacional de Fotogrametria Arquitetural) realizado na cidade de Olinda/Recife em outubro de 1999, vários trabalhos vieram reforçar a importância da fotogrametria a curta distância digital para a criação cenários virtuais. Experiências como DORFFNER (1999), BÄHR et al (1999), HECKMANN (1999) provam a crescente importância de mundos virtuais no futuro.

Segundo BOOCHS (1998), o poder de ferramentas auxiliadas por computador permitem modelar ambientes ou objetos por meio de algoritmos e conjuntos de dados descrevendo o objeto de interesse. Segundo o autor, é possível aplicar técnicas conhecidas no campo da fotogrametria, processamento de dados e computadores gráficos para a demanda de tarefas de determinação e visualização de objetos tridimensionais.

A criação de um modelo de cidade para aplicações de realidade virtual consistem de uma reconstrução geométrica das edificações seguida pelo mapeamento da textura para obter o modelo da representação foto-realística. Para realizar foto-realismo uma descrição geométrica acurada e textura é necessária para cada edificação, por isso, o uso de textura foto-realística aumenta os detalhes percebidos até na ausência do modelo geométrico detalhado. (BRENNER & HAALA, 1998)

Os mesmos autores comentam que mesmo que uma textura artificial seja utilizada para as faces das edificações dependendo do material da superfície, para que seja obtido resultados realísticos, o imageamento real deve ser mapeado para as fachadas numa resolução suficiente.

Para POMASKA (1998), existe uma demanda crescente em modelamento de áreas urbanas, demonstrando sua arquitetura em uma ambiente multimídia como restituições foto-realísticas e animações. Neste sentido, o autor coloca que a fotogrametria digital se tornará cada vez mais importante para o movimento de mundos de realidade virtual.

O advento de sistemas fotogramétricos digitais e a Internet alteraram para sempre o estilo com que a informação é disseminada. Recentes desenvolvimentos na ciência da fotogrametria tem levado, em muitos casos, a automação ou semi-automação do processo de modelamento CAD. É muito fácil agora usar a fotogrametria para criar modelos tridimensionais de monumentos e produtos artificiais e dispor ou publicar esta informação através da Internet. Existe uma variedade de *softwares* de baixo custo, como o Photomodeler que providenciam soluções fotogramétricas para não fotogrametristas. (OGLEBY, 1999)

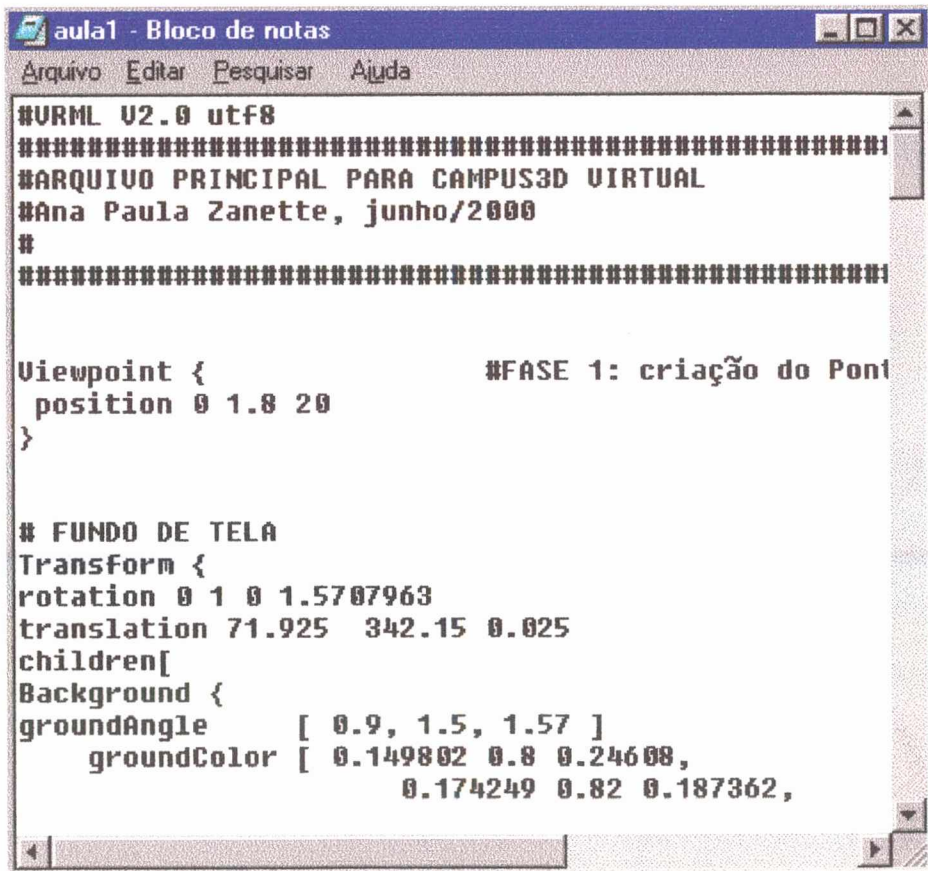
2.5.3 VRML para Visualização Interativa

A idéia de colocar realidade virtual na Web surgiu com Mark Pesce e Tony Parisi em 1994, durante a primeira conferência anual de WWW, na Suíça. Surgiu baseada na necessidade de se ter uma ferramenta de especificação e visualização gráfica 3D na rede.

Entretanto, POLLO (1997), cita que a história de VRML(Virtual Reality Modeling Language) inicia muito antes da apresentação da proposta de sua primeira especificação, em 1994. Na verdade, a linguagem representa o ápice do desenvolvimento da computação gráfica em 3D (embora novas características estejam constantemente sendo adicionadas à especificação e a evolução esteja longe de terminar), cujo objetivo principal sempre foi o de conseguir apresentar cenários que realmente parecessem reais numa tela de computador.

VRML é uma linguagem que serve para descrever objetos e mundos 3D interativos através da WWW. É uma linguagem independente de plataforma que permite a criação de ambientes virtuais. Tudo que se precisa para escrever um código VRML é um editor de textos. Uma vez editados, os arquivos são gravados em formato ASCII com a extensão .wrl. Na verdade, a linguagem apenas descreve como os ambientes tridimensionais serão representados pelo browser.

Os arquivos contendo mundos virtuais escritos em VRML devem ser armazenados com a extensão "wrl", e são escritos num editor de textos, como o Notepad, Bloco de notas, Word, etc. A estrutura destes arquivos pode ser vista na figura 1.



```

aula1 - Bloco de notas
Arquivo  Editar  Pesquisar  Ajuda
#VRML V2.0 utf8
#####
#ARQUIVO PRINCIPAL PARA CAMPUS3D VIRTUAL
#Ana Paula Zanette, junho/2000
#
#####

Viewpoint {                               #FASE 1: criação do Pont
  position 0 1.8 20
}

# FUNDO DE TELA
Transform {
rotation 0 1 0 1.5707963
translation 71.925 342.15 0.025
children[
Background {
groundAngle      [ 0.9, 1.5, 1.57 ]
groundColor      [ 0.149802 0.8 0.24608,
                  0.174249 0.82 0.187362,

```

Figura 1: Estrutura de um arquivo escrito em VRML

LANDES (1998-a) descreve a linguagem VRML como um arquivo de formato padrão para mundos virtuais 3D e multimídia. É uma linguagem simples para descrição de formas de objetos tridimensionais e ambientes interativos.

Uma vez que um mundo VRML foi interpretado pelo browser, ele é renderizado em tempo real, múltiplas vezes por segundo e se torna “vivo” no computador.

A linguagem VRML trabalha com geometria 3D, possuindo algumas primitivas (cubo, cone, cilindro e esfera) e suporta transformações (rotação, translação, escala), texturas, luz e sombreado. Outra característica importante é o *Nível de Detalhe* (LOD, level of detail) que disponibiliza a quantidade certa de dados para um objeto baseado na sua importância na cena. Isso torna rápida a visualização e possibilita ao usuário ajustar o nível de detalhe que lhe for melhor. (DUARTE, 1999)

Para navegar em mundos virtuais criados com VRML é instalar um *plug-in* específico para a linguagem. Pode ser considerado uma vantagem da VRML é que o *plug-in* necessário para esta linguagem pode ser carregado gratuitamente através da Internet. O tamanho dos arquivos, a velocidade do processador, do *modem* e a qualidade da chamada telefônica determinam a maior ou menor rapidez com que o *plug-in* é carregado dentro do computador.

Em contraponto, DAMASCENO (2000), coloca que infelizmente pela não adesão da Netscape ou da Microsoft - que poderiam incluir a recepção de VRML em seus browsers - desde 1997 esta tecnologia entrou num verdadeiro calvário de equívocos. A necessidade de instalar um *plug-in* já afastava a maioria dos *internautas* leigos em assuntos como *download* e instalação de qualquer coisa.

Além disso, um grande problema para VRML ainda é a falta de *hardware* barato que ofereça desempenho razoável para explorar os mundos virtuais.

RENUNCIO (2000) cita, por exemplo, que VRML foi mais uma estrutura de dados para modelamento tridimensional e integração multimídia do que uma linguagem de programação; e para resolver este problema, interfaces externas e internas tiveram que ser desenvolvidas.

Devido a estas desvantagens já citadas e outros obstáculos da VRML, muitas pessoas haviam declarado a sua “morte”. No entanto, o mesmo autor coloca que a VRML continuará existindo, pois as 40 maiores empresas que atuam diretamente na Web 3D (Sony, 3Dlabs, Platinum Tech., SGI, Microsoft,...) se uniram para formar o W3D Consortium, cujo um dos objetivos desta união é a especificação da X3D, que consiste na evolução da VRML, ou seja, sucessora da VRML 97. (RENUNCIO, 2000)

DUARTE (1999) destaca que a utilização de VRML abre as portas ao uso tridimensional do espaço cibernético proporcionado pela Internet, tornando atraente a navegação dos usuários em comparação com o grande caos da informação bidimensional. Assim, o uso da Realidade Virtual, tanto na modelagem de mundos

existentes, como na construção de mundos fictícios, representa um grande recurso para a navegação, visualização e compreensão de objetos e mundos na esfera cibernética.

DORFFNER (1999) comenta que modelos tridimensionais texturizados em conexão com a linguagem VRML sustentam o grande potencial destes novos produtos na área de documentação e planejamento. Usando VRML para visualização interativa, informação adicional da geometria e da textura podem ser adicionadas nos modelos tridimensionais.

2.5.4 Uso da VRML para gerar um Sistema de Informação Interativo 3D

A estrutura de um arquivo codificado em VRML é formado pelos chamados nós (nodes), ou seja, são os blocos básicos de construção do mundo VRML.

DORFFNER (1998) cita que entre os *nós* mais importantes para que seja gerado um Sistema de Informação em 3D estão: “*Anchor*”, “*Inline*”, “*Sensor*”, “*Script*”, e a interface externa EAI (External Authoring Interface).

O nó “*Anchor*” faz com que o *browser* localize e “busque” algum arquivo especificado na rede. Portanto, é possível que clicando em um determinado objeto de um mundo virtual, ocorra o “transporte” para outro mundo virtual, ou seja, outro arquivo .wrl. Esse arquivo pode ser, por exemplo, uma página HTML com informações sobre o objeto selecionado; ou outro mundo virtual.

Outro nó importante num mundo virtual é o LOD (*level of detail* – nível de detalhe), que é usado para permitir que os *browsers* escolham entre várias representações de um mesmo objeto automaticamente, de acordo com a distância a que o observador se encontra do objeto em questão.

POLLO (1997) comenta que o nó LOD é uma boa maneira de otimizar o tempo de renderização dos objetos. Quando o observador da cena encontra-se distante de um certo objeto, geralmente não é necessário mostrar cada pequeno detalhe de que ele é composto, e é útil poder especificar uma forma alternativa, com menos resolução (sem textura ou com um número menor de faces, por exemplo), dando maior agilidade à navegação.

Em relação a um Sistema de Informação de Campus 3D interativo como o da Universidade de Karlsruhe, existe duas maneiras de pesquisa interativa dentro do sistema de informação: seja obtendo informação a partir de algum objeto selecionado ou procurando objetos que satisfaçam a solicitação específica. Neste caso, a linguagem VRML permite somente o primeiro tipo de pesquisa, pois este tipo já está implementada dentro da especificação da linguagem.

Ou seja, o usuário através poderá obter informação a respeito do objeto selecionado a partir de *hyperlinks* para outras páginas HTML. Segundo LANDES (1998-a), a segunda classe de pesquisa que procura por um objeto específico na cena VRML não é implementada dentro desta linguagem, sendo uma das desvantagens do padrão VRML. Portanto, o autor comenta, que a linguagem VRML não é suficiente para implementar um Sistema de Informação geográfico completo.

No caso da Universidade de Karlsruhe, a parte principal do sistema é um programa escrito em linguagem Java.

Neste sentido TEMPFLI (1998) comenta que a linguagem VRML é conveniente para checar a exatidão da construção de objetos em 3D. No entanto, ainda não está adequada como uma interface gráfica interativa com base de dados tridimensionais. Para este fim, deve ser explorada "*links*" com arquivos VRML e linguagem Java.

Como exemplo, DORFFNER (1999) descreve a geração de um sistema de informação 3D feito com os recursos da VRML, para lojas comerciais na quadra principal da cidade de Neunkirchen, perto de Viena, Áustria (figura 2). Neste projeto 40 fotografias terrestres e 2 aéreas foram combinadas. Primeiramente, a cobertura do cenário foi modelada através da restituição aérea digital, e as fotografias terrestres foram usadas para o modelamento das fachadas. Todas as entradas das lojas foram configuradas como *nós-Anchor*. Através de um clique sobre a porta de cada loja, uma nova janela em HTML é aberta fornecendo informação sobre a loja e seus produtos. Estas informações estão gravadas em arquivos separados para que cada proprietário possa atualizar o seu conteúdo, sem a necessidade de acessar o sistema de informação completo. Além disso, juntamente com as informações da loja, é apresentado *links* para as empresas fornecedoras dos produtos.

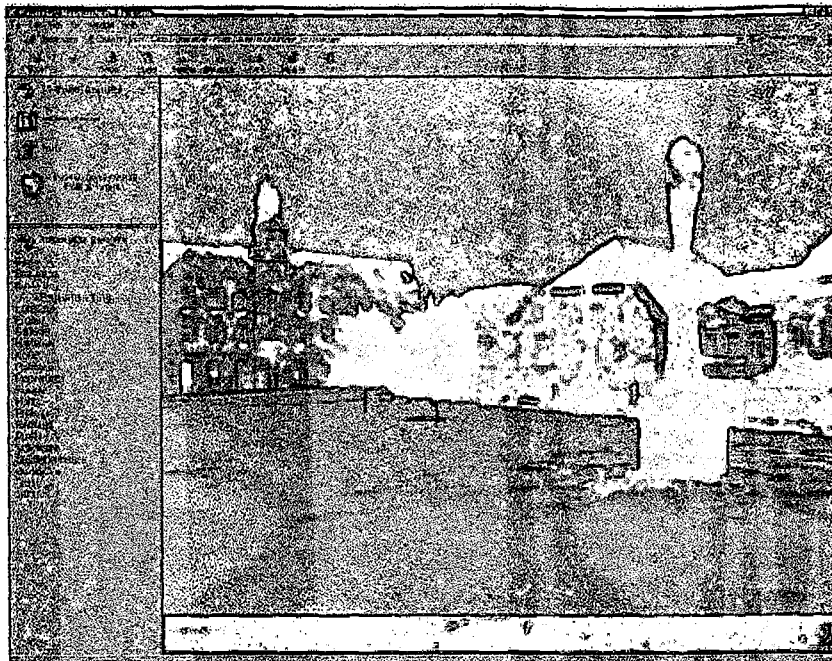


Figura 2: Cena VRML da quadra principal de Neunkirchen
Fonte: DORFFNER (1999)

Na figura 3 é demonstrado a visualização de uma das lojas modeladas em 3D, onde foi utilizado o *nó* LOD especificando dois tipos de imagens com diferentes resoluções, dependendo da distância do usuário.



Figura 3: Duas diferentes resoluções da mesma loja, dependendo da distância do usuário.
Fonte: DORFFNER (1999)

2.5.5 Noções básicas de utilização do Cosmo Player

A VRML descreve uma cena tridimensional usando texto e números, no entanto, o resultado que se deseja ver é a cena em 3D. É para isso que servem os navegadores VRML, para ler a descrição de uma cena em VRML, fazer cálculos complicados e exibir a cena como se estivesse realmente dentro da mesma. Cada vez que é emitido um comando para mudar de posição, o navegador recalcula toda a cena.

Existem vários tipos de *plugins* para a VRML, sendo que o *Cosmo player* é um dos mais utilizados para a visualização de mundos tridimensionais. A navegação neste *plugin* é bastante intuitiva. A movimentação no mundo virtual pode ser feita clicando e arrastando o *mouse* onde se deseja ir, ou com o próprio teclado através das setas direcionais.

Os esquemas abaixo mostram os controles deste *plugin* numerados (figura 4). A descrição de suas funções está na lista seguinte.

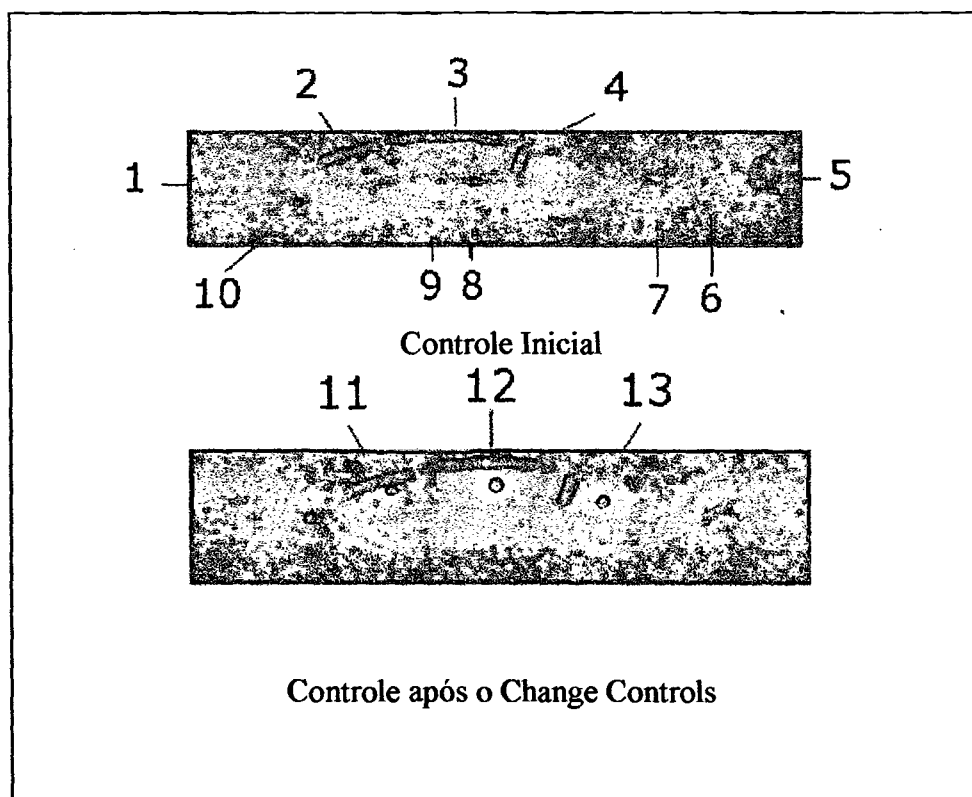


Figura 4: Controles do *plugin Cosmoplayer*

1. **Seek:** move o ponto de vista para o local selecionado com um clique do *mouse*
2. **Tilt:** rotaciona o ponto de vista sem movê-lo.
3. **Go:** translada o ponto de vista para frente e para trás. Rotaciona para os lados.
4. **Slide:** translada o ponto de vista para frente, para trás e para os lados.
5. **Straighten:** reajusta o ponto de vista de forma que este fique perpendicular ao eixo x.
6. **Redo Move:** refaz um movimento anteriormente desfeito.
7. **Undo Move:** desfaz um movimento.
8. **Float:** permite tipos de movimentos desprovidos de gravidade.
9. **Gravity:** Ativa a gravidade forçando movimentos presos ao solo.
10. **Change Controls:** Disponibiliza outras funções.
11. **Zoom:** Aproxima ou afasta o ponto de vista de um determinado objeto.
12. **Rotate:** Rotaciona os objetos à frente do ponto de vista.
13. **Pan:** Move os objetos à frente do ponto de vista na direção desejada.

3 ESTUDO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES DE CAMPI UNIVERSITÁRIOS PESQUISADOS MUNDIALMENTE NA INTERNET

Esta etapa compreendeu o estudo dos Sistemas de Informações de Campi, pesquisados na Internet, onde foi analisado a funcionalidade e principais características destes sistemas, sendo feita ao final deste capítulo, uma análise comparativa dos diferentes sistemas encontrados.

A grande maioria das Universidades tomadas para o estudo foram escolhidas ao acaso e as outras pelo conhecimento prévio da existência de Sistemas de Informações de Campi Universitários.

Os endereços eletrônicos das Universidades foram adquiridos através de ferramentas de procura da Internet, onde foram pesquisadas 47 Universidades de diversos países, incluindo algumas brasileiras.

Destas 47 Universidades pesquisadas, foram encontrados 16 Sistemas de Informações de Campi que serão apresentados a seguir.

3.1 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Atualmente, os interessados em conhecer o Campus da Universidade Federal de Santa Catarina poderão ter acesso, através da sua *homepage*, a um *link* intitulado “Conheça a UFSC”. Nesta página, o usuário poderá ver fotos da Universidade, seu histórico, Estatuto e Regimento, além de apresentar um mapa do Campus.

Este mapa do Campus é legendado, localizando os principais departamentos de Ensino, restaurantes disponíveis dentro e próximo ao Campus, farmácias, pontos de ônibus, postos de gasolina, etc. No entanto, é um mapa não interativo, não fornecendo maiores informações a respeito do Campus. (figura 5)

Sendo que, qualquer uma das três formas escolhidas, o usuário é conduzido a um mini aplicativo feito em forma de filmagem de vídeo, onde são apresentadas imagens do Campus.

A figura 6 mostra um mini aplicativo com uma imagem de um dos prédios que compõem o Campus da Universidade de Waterloo, onde uma pequena barra de ferramentas no canto inferior esquerdo da imagem, permite o movimento da imagem em qualquer direção, além da função *zoom in* e *out* que permite a ampliação ou diminuição da imagem na tela fazendo parecer que nos aproximamos ou nos afastamos dela.



Figura 6: Exemplo de visualização de um mini aplicativo com imagem de um local do Campus da Universidade de Waterloo (Engeneering 2)

Fonte: Fonte: <http://www.virtualltour.uwaterloo.ca/>

Além disso, nesta mesma página da Internet, é seguida por um texto abaixo do mini aplicativo com informações gerais a respeito das imagens apresentadas, tais como o nome da edificação e setores que ali funcionam.

A seguir, serão descritas as três formas de se conhecer virtualmente a Universidade de Waterloo.

a) Acesso ao mini aplicativo através de um mapa do Campus: os pontos vermelhos sobre o mapa (figura 7) indicam os pontos de parada sobre o passeio virtual, feitas em forma de filmagem de vídeo. O usuário poderá ter acesso aos mini aplicativos com as imagens do Campus clicando sobre estes pontos ou somente visualizar os nomes das edificações pertencentes ao Campus movendo o *mouse* sobre os mesmos. Os pontos azuis indicam áreas do Campus que através de uma ligação *hyperlink*, levam o usuário a

outra página da Internet, permitindo adquirir informações mais detalhadas das faculdades, colégios ou departamentos existentes

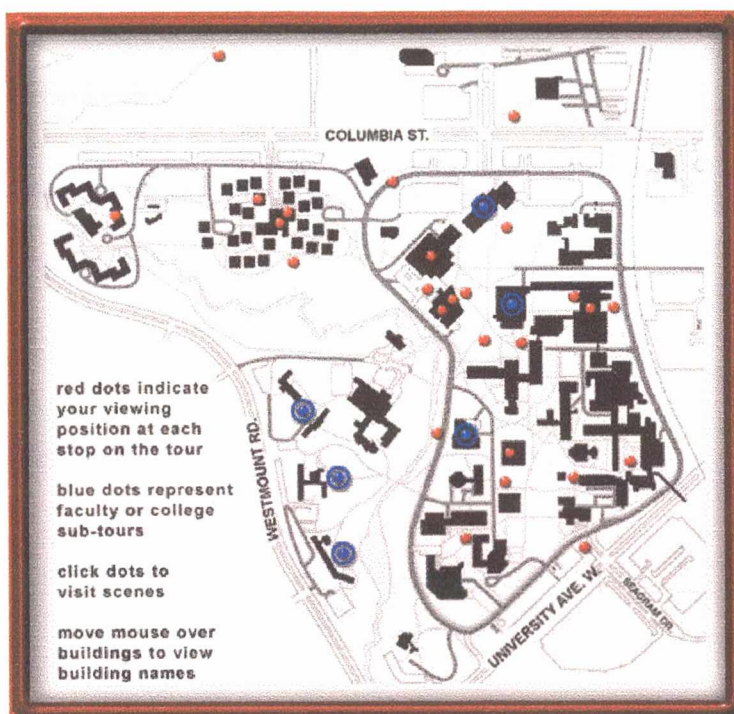


Figura 7: Mapa interativo do Campus da Universidade de Waterloo

Fonte: <http://www.virtualtour.uwaterloo.ca/tourchoose.html>

b) Acesso ao mini aplicativo através do Passeio virtual conduzido: o usuário poderá conhecer a Universidade através de uma sequência programada de apresentação dos mini aplicativos, sendo recomendado para pessoas que não conhecem como funciona o *tour* e que estão abrindo pela primeira vez esta página da Internet. No entanto, como neste caso não se interage com o mapa (figura 7), cada imagem aberta pelo usuário, apresentando locais da Universidade, não indica sua posição relativa dentro do Campus, dificultando a localização do usuário dentro do mesmo.

c) Acesso ao mini aplicativo através de uma lista com os nomes das edificações: esta lista enumera todos os lugares onde o usuário poderá visitar, de forma que clicando sobre os itens que compõem a lista, o mini aplicativo com as imagens será inicializado. É recomendado para pessoas que já definiram que edificação do Campus desejam obter imagens e informações.

De um modo geral, a maneira mais prática de conhecer o Campus da Universidade de Waterloo é através do mapa interativo do Campus que permite uma rápida identificação dos nomes das edificações e sendo necessário maiores informações dos mesmos, o usuário simultaneamente poderá visualizar o mapa e o mini aplicativo.

Apesar do mini aplicativo permitir através da pequena barra de ferramentas explorar as imagens em todas as direções em torno de um ponto, não permitiu a continuidade entre uma imagem e a próxima, deixando o usuário perdido quanto a sua posição dentro do Campus.

3.3 UNIVERSIDADE DE KARLSRUHE - ALEMANHA

O Sistema de Informação de Campus de Karlsruhe é um projeto de pesquisa desenvolvido através da tese de doutorado de Stephen Landes em 1999.

Diferentes protótipos foram desenvolvidos até atingir o atual SIC de Karlsruhe. Numa primeira aproximação foi utilizado um *software* comercial para SIG, conectando dados espaciais e descritivos das edificações, ruas, instituições e pessoas da Universidade de Karlsruhe. Esta ferramenta deveria ser usada pela administração da Universidade mas exigia *hardware* especial e licenças para o *software* para cada usuário.

O atual sistema utilizado foi implementado em Java e para acessar este Sistema de Informação o usuário necessita de uma conexão com a Internet e um *browser-Web* que suporte a linguagem Java.

O próximo passo foi o desenvolvimento do Sistema de Informações de Campus 3D, chamado CISCA (Sistema de Informação do Campus de Karlsruhe). Assim, o usuário está apto para explorar o Campus Universitário tridimensionalmente e em tempo real. A linguagem VRML é usada para a descrição dos objetos 3D e para a implementação dos mecanismos de interação do sistema. Um *browser* para Internet e um visualizador da linguagem VRML são os requisitos para que possa ser visto o Sistema de Informação do Campus.

Existem vários tipos de *plugin* para a visualização da linguagem VRML, e o usuário poderá transferir o arquivo gratuitamente através da Internet. No entanto, este

fato pode ser uma dificuldade para usuários que desejam ter acesso rapidamente ao Sistema e não entendam de assuntos de *download*.

O Sistema de Informações da Universidade de Karlsruhe foi implementado para os dois tipos de dúvidas interativas no interior de um sistema de geo-informação, ou seja, pode ser obtido informações a respeito dos objetos tridimensionais através da sua seleção; ou, encontrando os objetos que satisfaçam os critérios de procura definidos pelo usuário.

O sistema foi construído a partir de diferentes níveis de complexidade, estando o usuário apto a escolher o modelo adequado. Para uma rápida visão geral da representação do conjunto do Campus, a representação 3D sem textura é a melhor escolha, mas, para uma impressão foto-realística pode-se optar por modelos mais sofisticados, incluindo texturas.

Metade das edificações do Campus foram mapeadas com textura foto-realística a partir de levantamentos fotogramétricos a curta distância, a outra metade mostra apenas o volume das edificações.

Além da representação de objetos físicos, como ruas e edificações, também foi incluído representações geométricas de dados abstratos, que oferece auxílio aos usuários na navegação e exploração da cena 3D. Estes dados abstratos, são elementos geométricos integrados na cena, onde é fornecido os nomes das construções, nomes das ruas, além de estabelecer *link* para informação a respeito da cena.

O banco de dados associado aos arquivos gráficos mostra informações sobre a construção de cada edifício, como: o número de andares, ano da construção, tipo de uso, nome dos professores, telefones, e outros dados de menor importância.

O sistema é capaz também de simular a evolução das construções considerando 1775 até atualmente, aparecendo primeiramente as ruas do Campus, e aos poucos os prédios vão surgindo, conforme marcado o ano de sua construção no canto do vídeo.

Este sistema pode ser considerado bastante inovador na área de Sistema de Informações de Campus em 3D, no entanto, para que o sistema funcione é necessário que seja instalada uma versão específica do *browser* Netscape (Netscape 4.2) e o *plug-in* tem que ser o CosmoPlayer 2.1. (figura 8)

Considerando o acesso ao sistema através da rede interna da Universidade de Karlsruhe, demora-se em torno de 2 minutos para que todo o sistema seja carregado, incluindo todo o cenário virtual acrescidos dos bancos de dados alfa-numéricos.

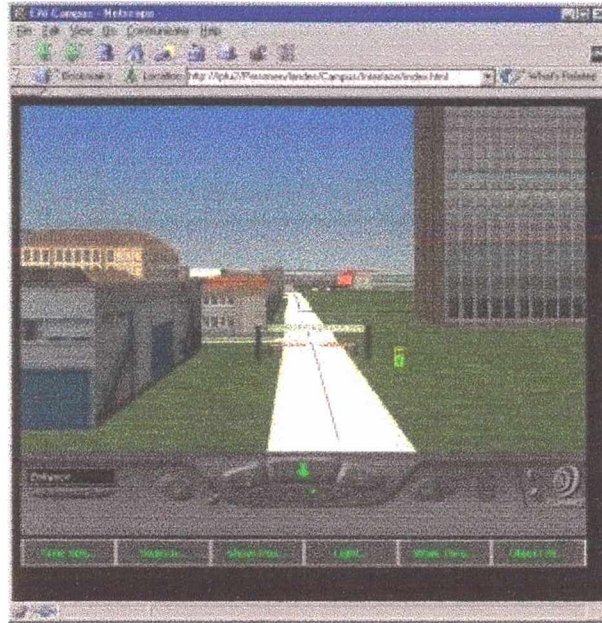


Figura 8: Sistema de Informação de Campus da Universidade de Karlsruhe

Tentou-se o acesso ao sistema aqui do Brasil, mas não foi possível, pois além de ser necessário uma versão antiga do Netscape, o carregamento do sistema depende dos cabos da rede e do servidor utilizado.

3.4 UNIVERSIDADE DO ARIZONA – EUA

A Universidade do Arizona oferece através de sua homepage um mapa interativo do seu Campus Universitário e um passeio virtual sobre o mesmo para quem deseja conhecer a Universidade.

O mapa interativo do Campus permite que sejam visualizados diferentes mapas temáticos, de acordo com as necessidades dos usuários. Portanto, dependendo dos *layers* que estiverem selecionados, será possível visualizar as edificações do Campus, estacionamentos da Universidade, ruas, calçadas, zonas em construção, rotas de bicicleta, linhas e pontos de ônibus, áreas de esporte, laboratórios, construções históricas, etc...(figura 9)

Cada nova composição do mapa com os *layers* desejados leva alguns minutos para ser composto e apresentado devido ainda as limitações de taxa de transmissão de arquivos gráficos pela Internet.

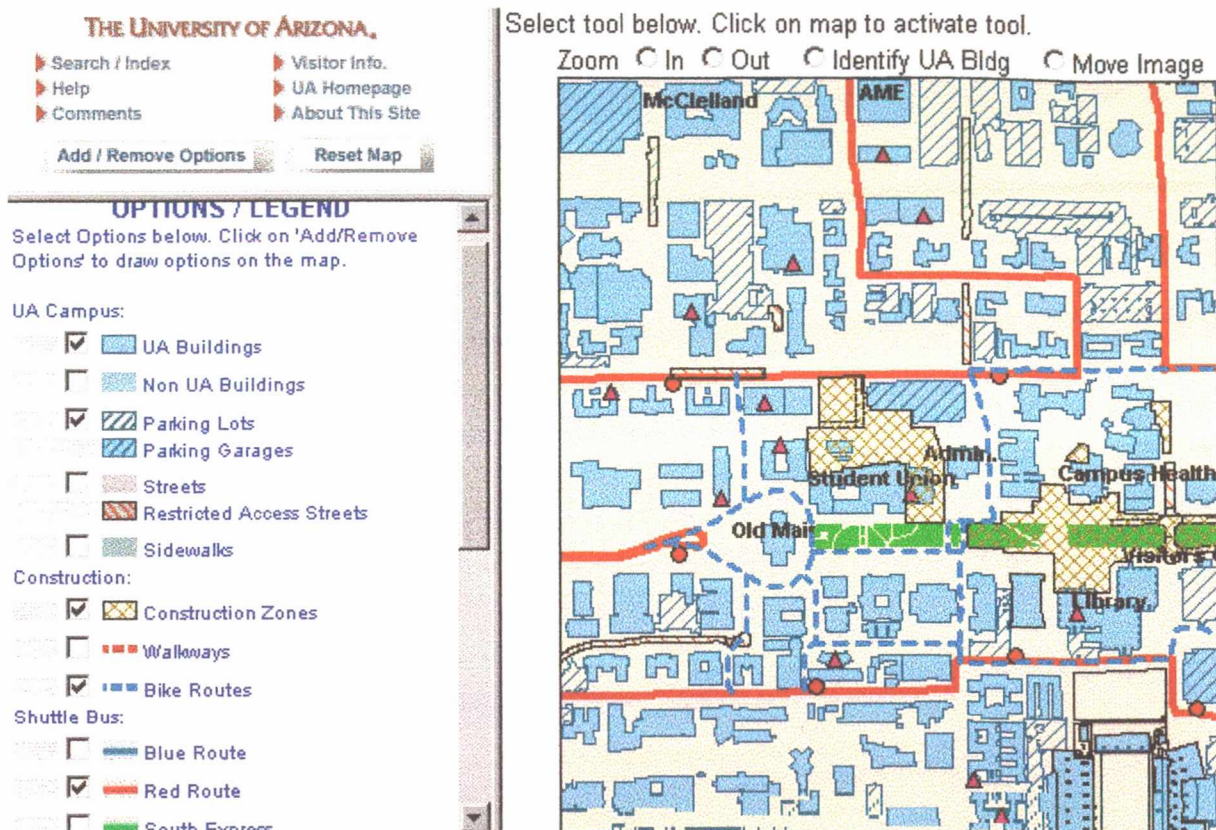


Figura 9: Sistema de Informações da Universidade do Arizona – EUA (visualização do mapa do Campus com os layers das edificações do Campus selecionados)
 Fonte: <http://www.map.arizona.edu/indexa.html>

Também é possível ampliar ou diminuir a imagem na tela, através das funções *zoom in e out*, permitindo maior ou menor número de detalhes.

Caso o usuário deseje alguma informação adicional sobre cada prédio do Campus, poderá acessá-la através de uma lista em ordem alfabética das edificações que o compõem. Este modo de pesquisa é muito útil para o usuário que já conhece a Universidade ou já definiu que edificação deseja conhecer, podendo pesquisar a partir do nome do prédio do Campus.

Escolhendo a edificação desejada, um novo mapa será apresentado, indicando a localização do mesmo numa área do Campus (figura 10), além de ser relacionados *links* para os departamentos, serviços e setores que funcionam dentro do prédio.

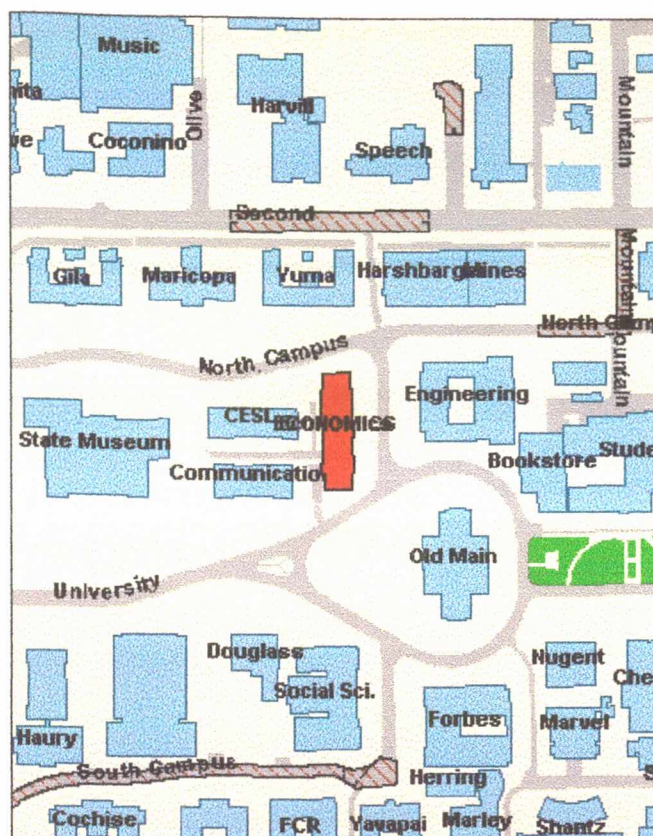


Figura 10: Mapa indicando a localização de uma edificação do Campus (em vermelho)
 Fonte: <http://www.map.arizona.edu/indexa.html>

A homepage da Universidade do Arizona também apresenta disponível para visualização e impressão um mapa de estacionamentos do Campus e Transporte Alternativo, os quais indicam com detalhes os estacionamentos permitidos a visitantes, estudantes, a localização dos estacionamentos, garagens, as rotas de transporte alternativos como bicicletas e ônibus, etc.

Outra forma do usuário conhecer o Campus desta Universidade é através de um passeio virtual oferecido na homepage da Universidade. Este passeio é feito sobre fotos de locais do Campus com informações específicas sobre cada local. No entanto, desta maneira, o usuário não consegue se situar dentro do Campus, pois as imagens são apresentadas em sequência, não indicando a posição relativa dentro do Campus.

3.5 UNIVERSIDADE DE MICHIGAN - EUA

A Universidade de Michigan, situada na cidade de Ann Arbor (EUA), é formada pelos Campus Universitários Norte e Central (figura 11), sendo que este último é subdividido pelos Campus Central, Medic e South/Athletic (figura 12). O acesso a estes Campus, através da *homepage* da Universidade, pode ser feito através do mapa apresentado na figura 11, ou através de uma legenda na página principal do *site*.

Tendo o usuário escolhido um dos Campus para se obter informações gerais, uma nova página será aberta, conduzindo o usuário a um mapa referente ao Campus selecionado (figura 13) com números sobre as edificações, seguido por uma legenda para identificação das mesmas, de modo que clicando sobre a edificação desejada pode ser obtido informações a respeito da mesma.

Outro modo de acessar informações a respeito das edificações é a partir de uma lista, intitulada de “Guia de Acessibilidade do Campus”, com os nomes em ordem alfabética das principais edificações do Campus Universitário, recomendado para pessoas que já conhecem a Universidade.

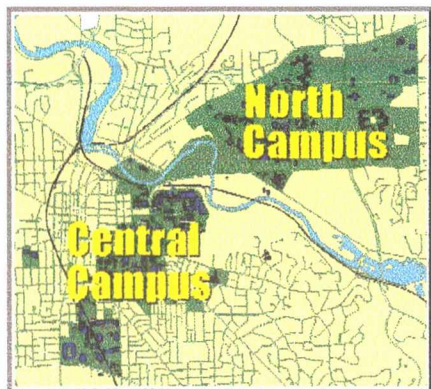


Figura 11: Mapa geral da Universidade de Michigan
Fonte: <http://www.umich.edu/~plantext/accguide/>

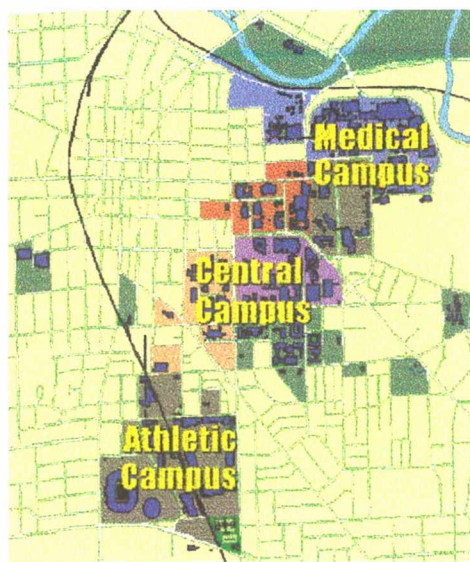


Figura 12: Mapa do Campus Central da Universidade de Michigan
Fonte: <http://www.umich.edu/~plantext/>

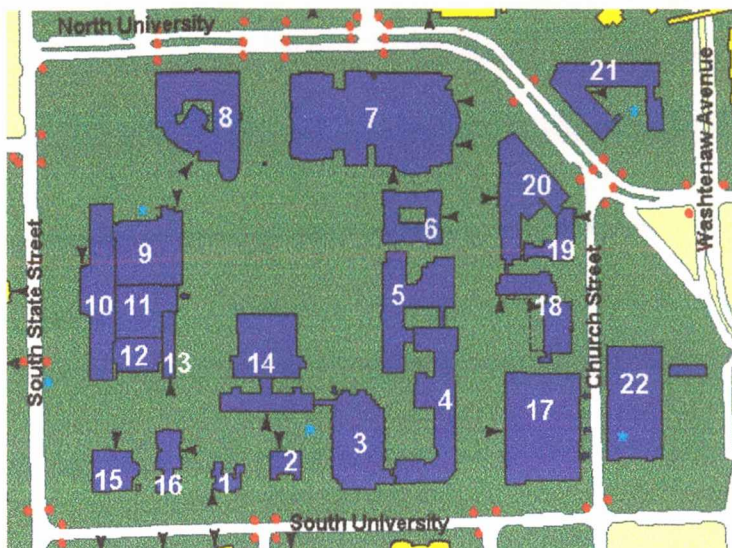


Figura 13: Mapa do Campus Central da Universidade de Michigan.

Fonte: <http://umich.edu/>

As informações referentes à edificação solicitada são adquiridas desta forma: abre-se uma nova página da Internet juntamente com um pequeno esquema da localização da edificação juntamente com suas vias de acesso e vários símbolos sobre este esquema. (figura 14)

No entanto, os símbolos indicados sobre o esquema da edificação não apresentam legenda dificultando o entendimento da figura.

As informações descritivas a respeito de cada edificação são: a localização geral da edificação e direções a serem tomadas para seu alcance, nº de andares da edificação, existência e localização de estacionamentos, localização da entrada e acesso para portadores de deficiência física, localização e existência de elevadores e escadas, telefones.

Além disso, algumas edificações do Campus em particular, foram restituídas estando disponível para visualização da cena em 3D. (figura 15)



Figura 14: Esquema em 2D de uma das edificações do Campus da Universidade de Michigan (Angell James Hall)

<http://www.umich.edu/~plantext/accguide/buildings/text/angell.html/accguide>

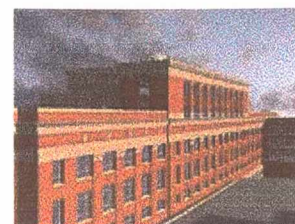
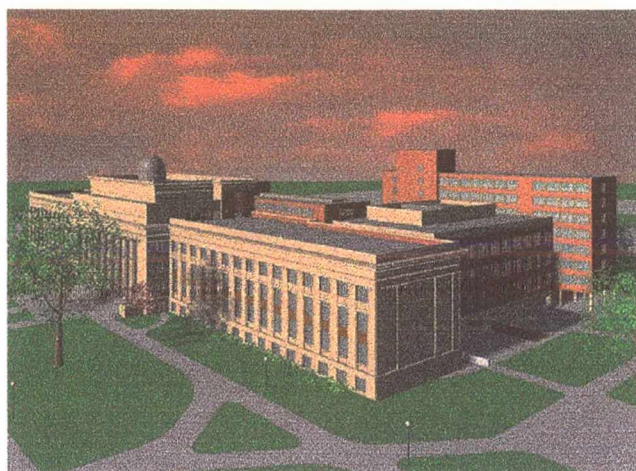


Figura 15: Imagens em 3D de um dos prédios mais importantes da Universidade de Michigan (Angell James Hall).

Fonte:

<http://www.plantext.bf.umich.edu/fpd3d/graphics/>

3.6 UNIVERSIDADE DE MAINE - EUA

A Universidade de Maine, situada na cidade de Orono – Maine (EUA), apresenta a estrutura do seu Campus Universitário na Web, a partir de um mapa interativo e também através de um passeio sobre a Universidade feito de forma virtual, onde o usuário terá uma noção geral das edificações e suas vias de acesso.

O mapa interativo do Campus (figura 16) é composto de 12 quadrantes onde se poderá ter uma informação mais específica de determinado local do mapa clicando com o mouse sobre o mesmo. Assim, será escolhido um dos quadrantes e um novo mapa com maiores detalhes será aberto, contendo códigos sobre as edificações, como mostra a figura 17. Nesta mesma página, onde é aberto o mapa, também aparecerá uma legenda indicando os nomes das edificações a partir dos códigos sobre o mapa.

Deste modo, o usuário poderá obter informações úteis em relação a cada prédio, através dos códigos sobre o mapa ou pela legenda. Será aberto um mapa com a

localização relativa do quadrante sobre o Campus Universitário (figura 18), além de uma imagem fotográfica da edificação e informações gerais indicando que setores funcionam dentro da edificação como: departamentos, serviços, além de oferecer outros *hyperlinks* para que se possa obter maiores detalhes.

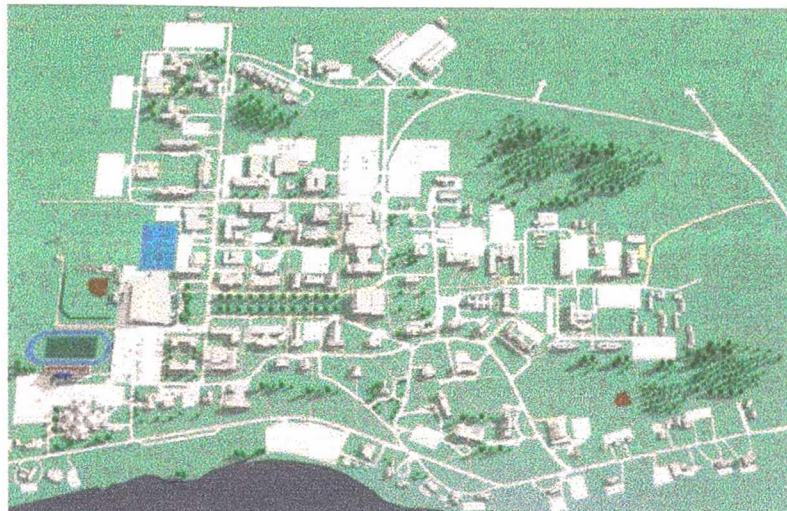


Figura 16: Mapa do Campus Universitário da Universidade de Maine - USA
 Fonte: <http://www.umaine.edu/Locator/default/htm>

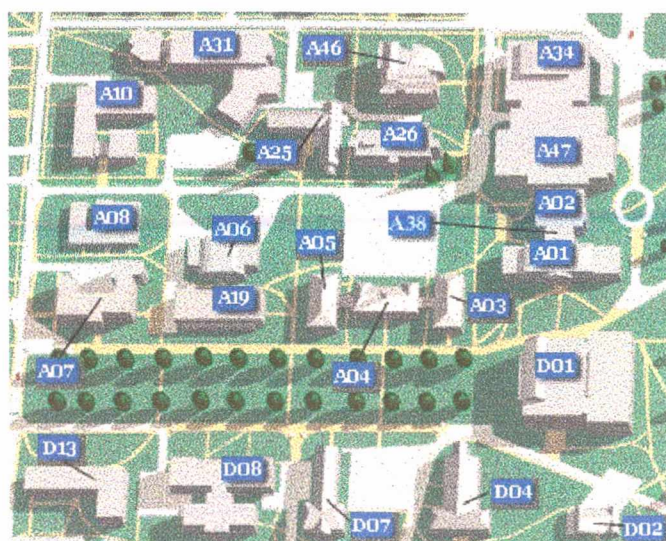


Figura 17 : Mapa das edificações de um dos quadrantes do Campus e seus códigos
 Fonte: <http://www.umaine.edu/locator/default/htm>



Figura 18: Posição relativa do quadrante dentro do Mapa do Campus

O usuário também poderá conhecer a Universidade de Maine através de um passeio sobre o Campus. Este passeio é feito a partir de um mapa com o nome das principais edificações (figura 19) que compõem o Campus e assim o usuário escolhe qual das edificações deseja conhecer e terá acesso a uma nova página da Internet com uma imagem fotográfica do local e informações da edificações como a sua localização, data de construção, serviços que oferece, etc. No entanto, deste modo o usuário terá acesso somente aos prédios principais do Campus.

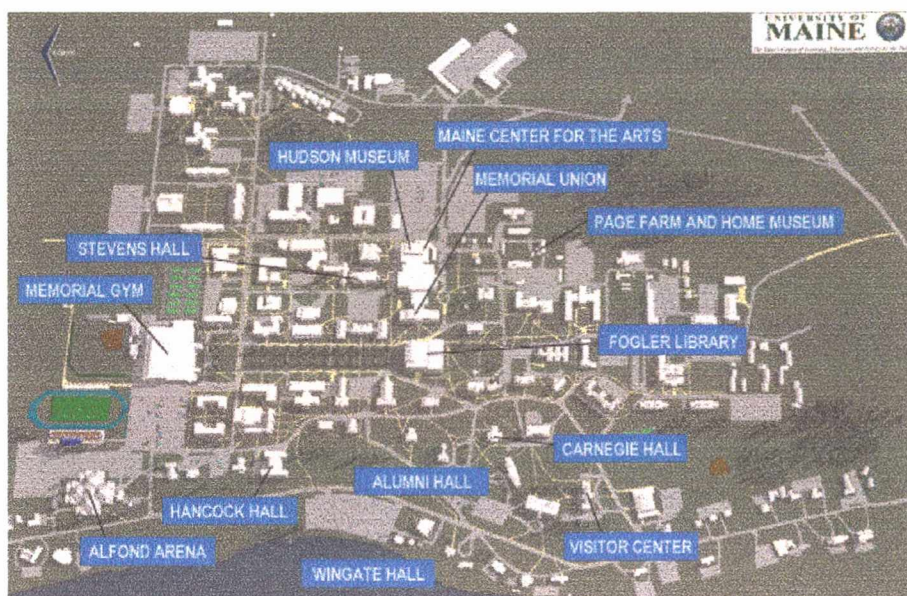


Figura 19: Tour sobre o Campus Universitário de Maine
 Fonte: <http://www.umaine.edu/Locator/CampusTour/tour1.htm>

Além disso, está disponível para impressão em um dos *sites* da Universidade, o mapa do Campus Universitário, o Mapa dos estacionamentos e o Mapa das edificações por categorias (figura 20). Estes mapas estão em formato pdf., podendo ser impressos através do software Adobe Acrobat Reader.

O mapa dos estacionamentos apresenta uma legenda que indica as restrições quanto ao seu uso, os estacionamentos para estudantes, estacionamentos permitidos durante a noite etc...

O mapa das edificações por categorias é também legendado e conforme as cores que as edificações apresentam, indicam se são prédios administrativos, acadêmicos, para esporte ou de hospedagem.



Figura 20: Mapa geral do Campus, Mapa das edificações por categorias, Mapas dos Estacionamentos respectivamente, da Universidade de Maine.

3.7 UNIVERSIDADE DE CAPE TOWN - ÁFRICA

A Universidade de Cape Town, situada numa província da África do Sul, é formada por cinco Campus Universitários: Campus Superior, Médio e Baixo Campus, Campus da Faculdade de Medicina, *Hiddingh Campus* e *BreakWater Campus*.

Todos os Campus apresentam, na *homepage* da Universidade, um pequeno esquema de sua localização com as direções a serem tomadas para se chegar à Universidade (figura 21).

A partir deste esquema o usuário terá acesso a uma fotografia aérea do Campus (figura 22), na qual ele poderá escolher sobre a foto o local que deseja conhecer. Deste modo, será aberta uma fotografia referenciando os nomes das edificações. (figura 23)

No entanto, a Universidade de Cape Town não apresenta nenhum tipo de informação adicional a respeito das edificações.

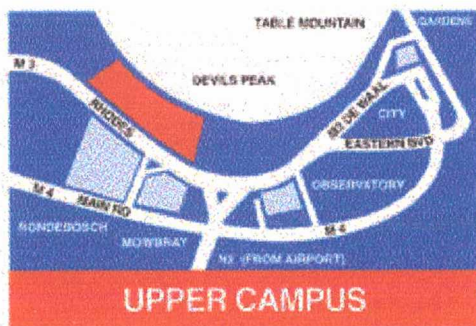


Figura 21: Mapa simplificado do Campus Superior da Universidade de Cape Town – África (Campus em vermelho)

<http://www.uct.ac.za/index.html>



Figura 22: Fotografia do Campus Superior da Universidade de Cape Town

Fonte: <http://www.uct.ac.za/index.html>



Figura 23: Fotografia aérea referenciada com os nomes das edificações do Campus Superior da Universidade de Cape Town
 Fonte: <http://www.uct.ac.za/index.html>

3.8 UNIVERSIDADE DE VIENA - ÁUSTRIA

A Universidade de Viena (Áustria) apresenta em seu *site*, informações gerais e específicas sobre o seu Campus através de um mapa interativo, onde pela movimentação do mouse sobre pontos existentes neste mapa são apresentadas informações referentes ao Campus.

Através de uma legenda conhece-se o significado das cores destes pontos: os pontos vermelhos, indicam noções gerais e explicações sobre o Campus; os pontos azuis, são os serviços oferecidos no Campus, a parte administrativa e casa de hóspedes e os pontos verdes indicam informações sobre a malha viária (figura 24).

Portanto, o usuário terá através deste mapa noções gerais do Campus, como nomes das edificações e localização dos serviços oferecidos.

Alguns destes pontos georeferenciados apresentam *hyperlinks*, levando o usuário a outra página da Internet com informações mais específicas a respeito de alguns departamentos, cursos, serviços, etc.

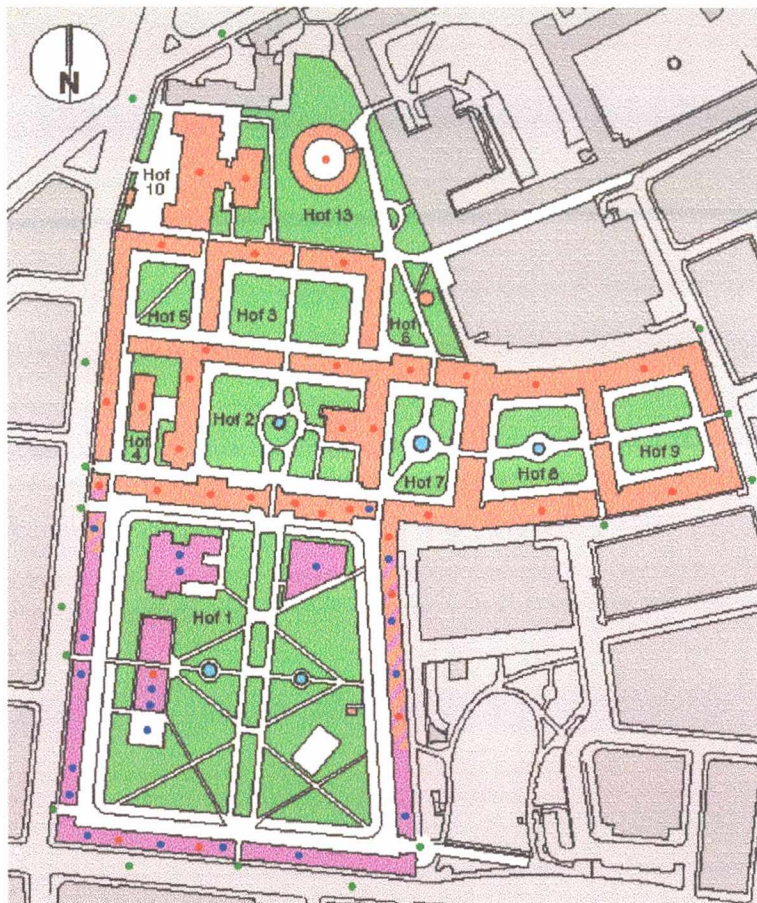


Figura 24: Mapa do Campus Universitário da Universidade de Viena, com referenciamento de informações.

Fonte: <http://www.univie.ac.at/universitaetscampus/>

3.9 UNIVERSIDADE DO ESTADO DE ARKANSAS – EUA

A Universidade do Estado de Arkansas apresenta dentro da sua *homepage* um mapa tridimensional simplificado do seu Campus para que os usuários obtenham informações referentes ao mesmo (figura 25).

Clicando sobre o lado oeste ou leste deste mapa, será aberto um mapa com números sobre as edificações com uma legenda indicando os nomes dos prédios do Campus (figura 26).

A partir deste mapa legendado, o usuário terá acesso a informações com maiores detalhes sobre cada prédio do Campus, além de uma imagem fotográfica do mesmo e outros *hyperlinks* para departamentos de cursos que funcionam nestes prédios, serviços ou outros setores.

O Campus da Universidade de Arkansas também poderá ser conhecido através de um passeio virtual que o site oferece, no entanto, este passeio não apresenta muitas possibilidades ao usuário, sendo apenas imagens sequenciais dos prédios do Campus sem nenhuma informação complementar.



Figura 25: Mapa tridimensional da Universidade do Estado de Arkansas
Fonte: <http://www.astate.edu/>

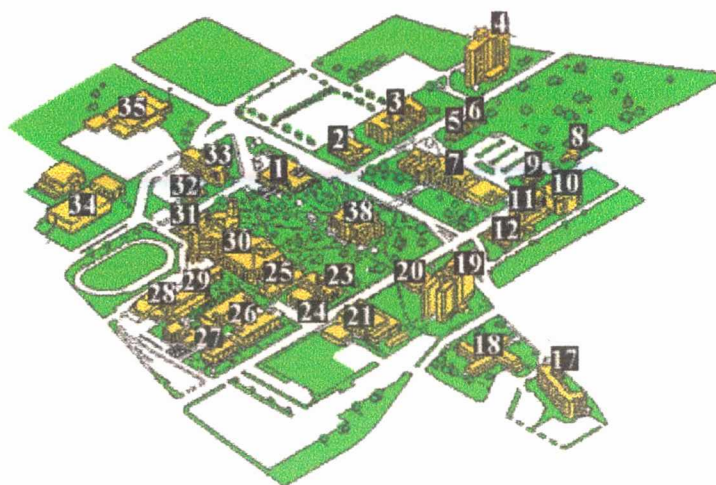


Figura 26: Mapa do lado oeste do Campus da Universidade de Arkansas

3.10 UNIVERSIDADE DE MINAS GERAIS – BRASIL

O Campus Universitário da UFMG poderá ser conhecido através de um mapa do seu Campus, não interativo, apresentado com seus prédios desenhados em 3D (figura 27).

Este mapa é mostrado dentro da *homepage* da Universidade num *link* chamado “Conheça o Campus”. As edificações estão numeradas e a partir destes números é apresentada uma legenda com os nomes das edificações.

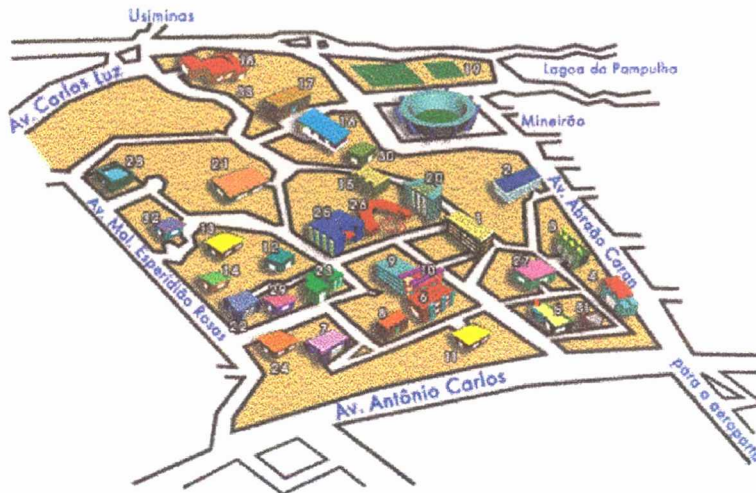


Figura 27: Mapa não interativo do Campus da Universidade Federal de Minas Gerais
Fonte: <http://www.ufmg.br>

Outra possibilidade que a *homepage* da Universidade oferece é um passeio virtual, onde é mostrado um mapa com os lugares possíveis de serem conhecidos a partir de fotos. Deste modo, o usuário poderá clicar sobre os locais indicados e uma imagem será mostrada (figura 28). No entanto, nenhuma informação adicional ou *link* é oferecido.

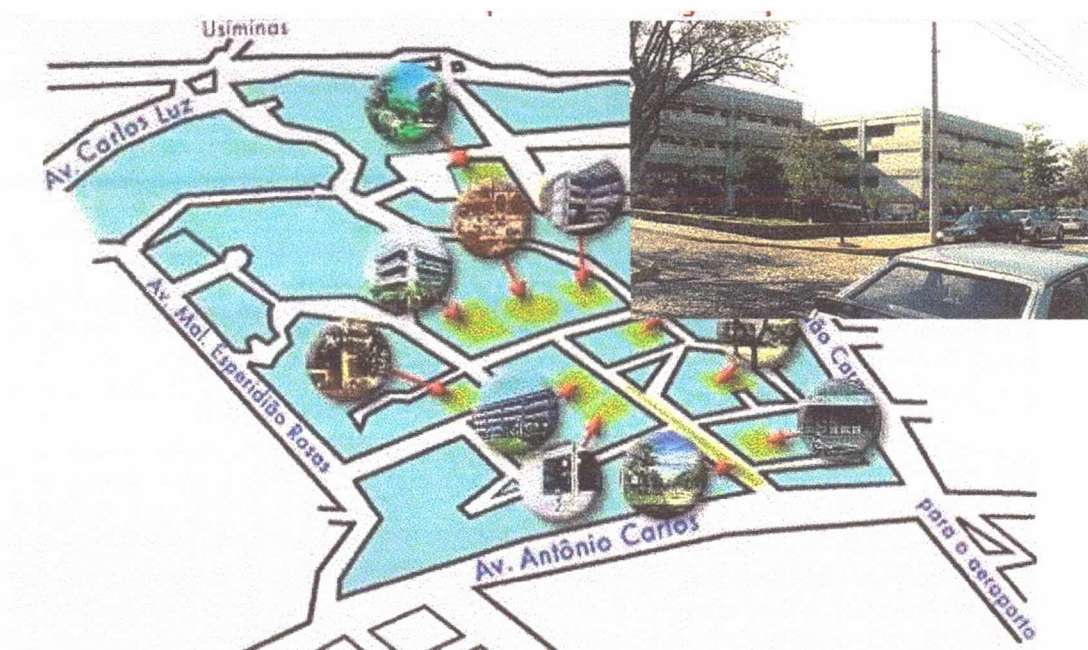


Figura 28: Tour virtual sobre o Campus da UFMG com uma imagem do Instituto de Ciências Exatas para visualização

3.11 UNIVERSIDADE DE BRISTOL – REINO UNIDO

O mapa do Campus da Universidade de Bristol apresentado em sua *homepage* é composto por quadriculas formadas por letras no eixo horizontal e números no vertical (figura 29)

A identificação dos prédios da Universidade é feita a partir de uma legenda com cada nome das edificações que compõem o Campus, seu número sobre o mapa e o código de localização da edificação formada por uma letra e um número.

O usuário poderá também clicar sobre qualquer área do mapa e aproximá-lo para adquirir maior detalhamento do mapa (figura 30), no entanto, informações adicionais descritivas não são apresentadas.

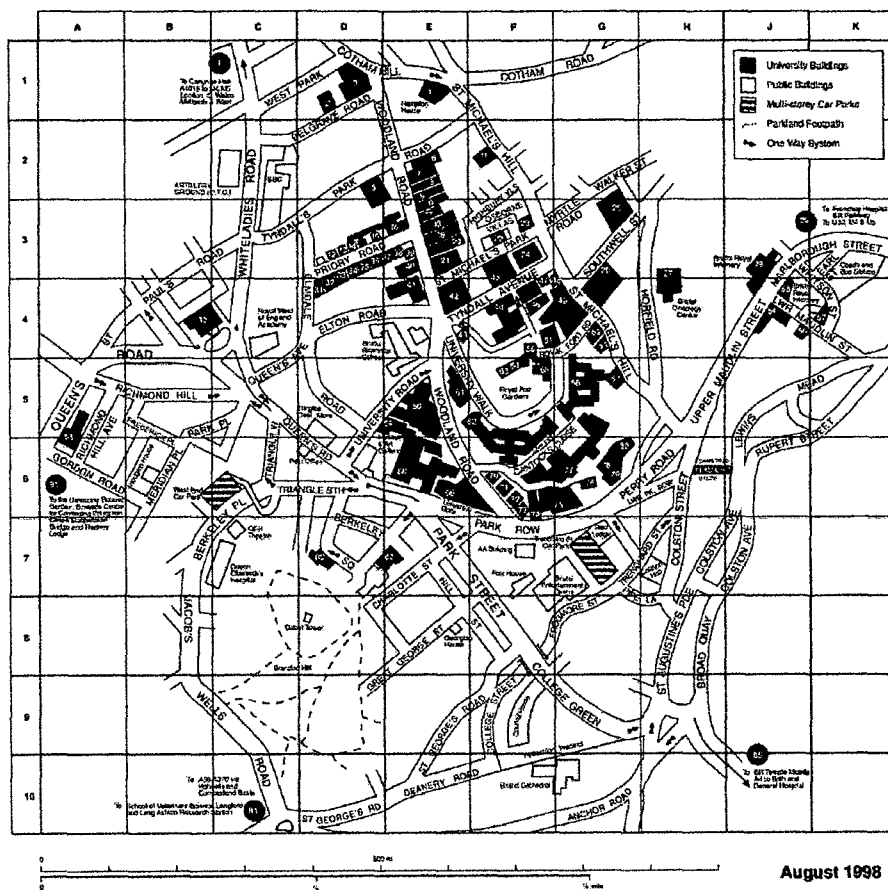


Figura 29: Mapa do Campus da Universidade de Bristol – Reino Unido
 Fonte: <http://www.bris.ac.uk/>

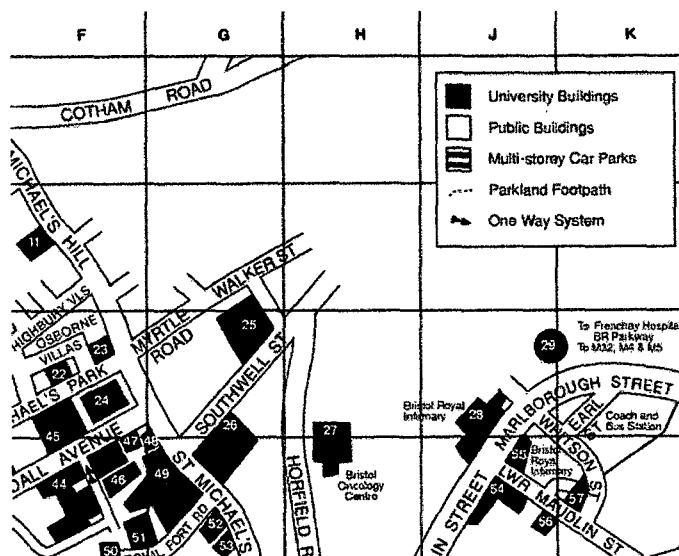


Figura 30: Exemplo de uma área do Campus aproximada para maior detalhamento

3.12 UNIVERSIDADE DE ADELAIDE – AUSTRÁLIA

A Universidade de Adelaide é composta por 4 Campus (Campus North Terrace, Roseworthy, Waite e Thebarton). Cada Campus é apresentado na homepage da Universidade através de três tamanhos de mapas, definidos como mapa pequeno, médio e grande. Os mapas pequenos apresentam uma visão geral do Campus, enquanto os chamados mapas grandes, fornecem detalhes com índice alfabético das edificações principais. Os mapas são legendados, indicando os estacionamentos, restaurantes, telefones públicos, as principais entradas das edificações, escala métrica, lugares que permitem a entrada de cadeira de rodas, etc.

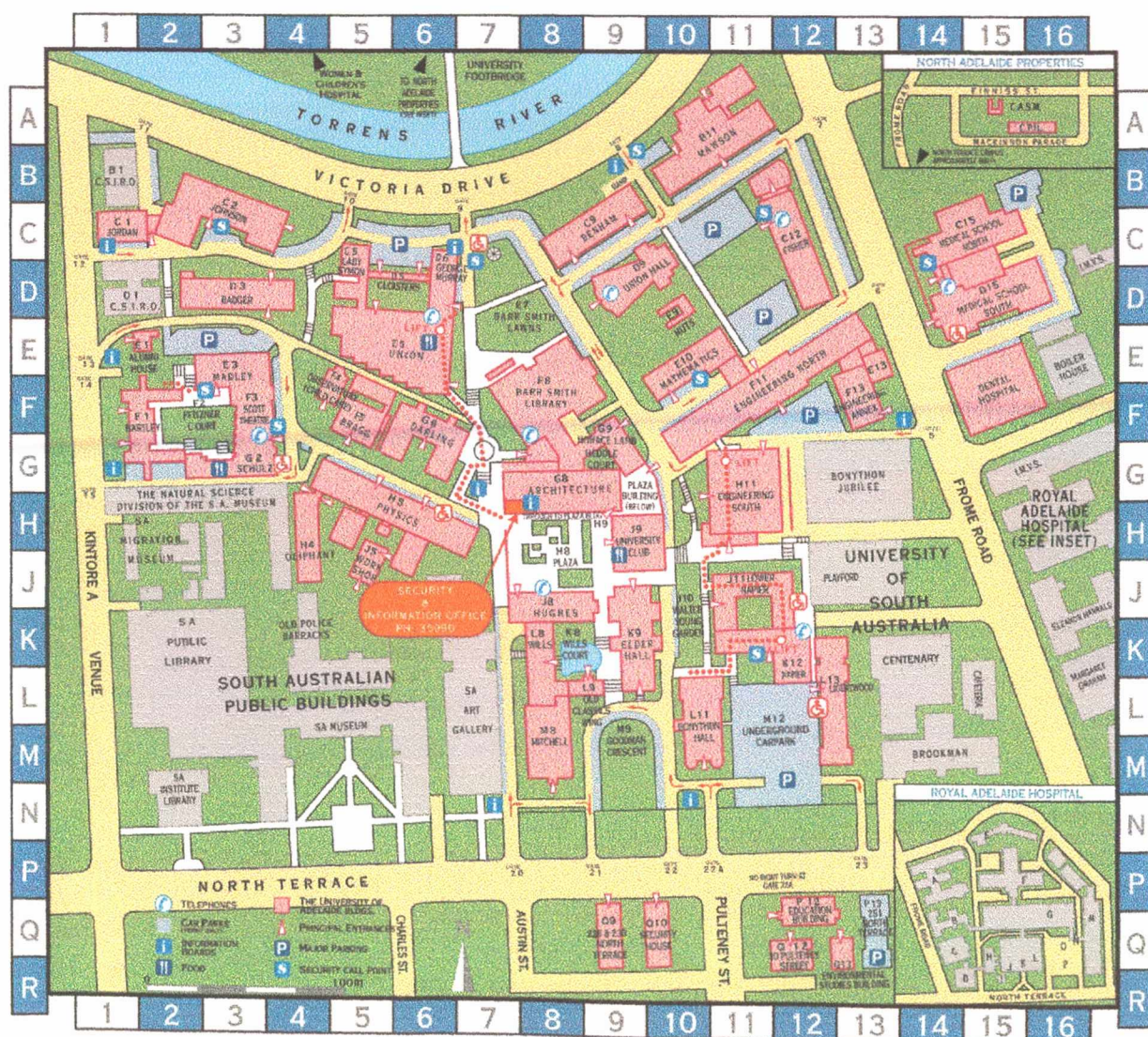


Figura 31: Mapa grande do Campus da Universidade de Adelaide (Austrália).

3.13 PONTÍFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RS - BRASIL

A Universidade Católica do Rio Grande do Sul, apresenta no seu site na Internet um mapa interativo do Campus, com poucas informações gráficas (figura 32), porém de fácil entendimento. Neste mapa estão representadas as edificações do Campus e os estacionamento para os professores, alunos e servidores. Na mesma página da Internet segue uma legenda com o nome das edificações e movendo o mouse sobre os prédios são relacionados *hyperlinks*, para a obtenção de maiores detalhes dos departamentos de ensino e reitoria.

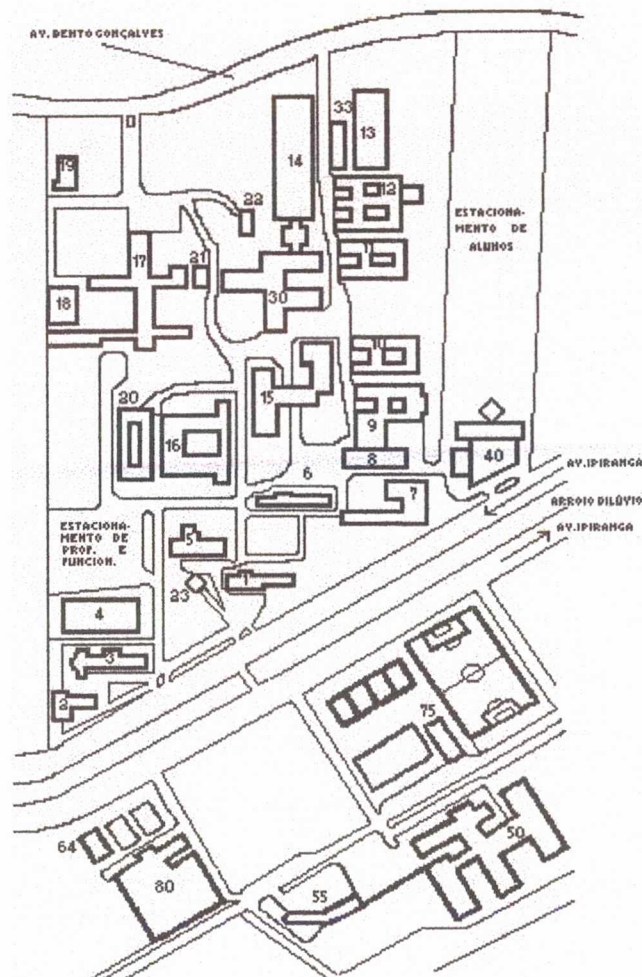


Figura 32: Mapa interativo do Campus da Universidade Católica do RS - Brasil

3.14 UNIVERSIDADE DE ANDERSON - EUA

Através de um mapa interativo, as pessoas interessadas em conhecer o Campus da Universidade de Anderson (EUA), podem obter informações facilmente. O mapa é um desenho simplificado do Campus (figura 33), onde com o movimento do mouse sobre o mapa, surge sobre os prédios do Campus um símbolo vermelho, orientando que pode ser obtido informações complementares sobre estas edificações. Com um clique sobre estes sinais, é aberta rapidamente uma foto com o nome do prédio e com dois cliques é aberta outra página com um texto explicativo fornecendo maiores detalhes, além de outras fotos. Estas mesmas informações podem ser adquiridas clicando diretamente sobre a legenda que segue abaixo do mapa do Campus.

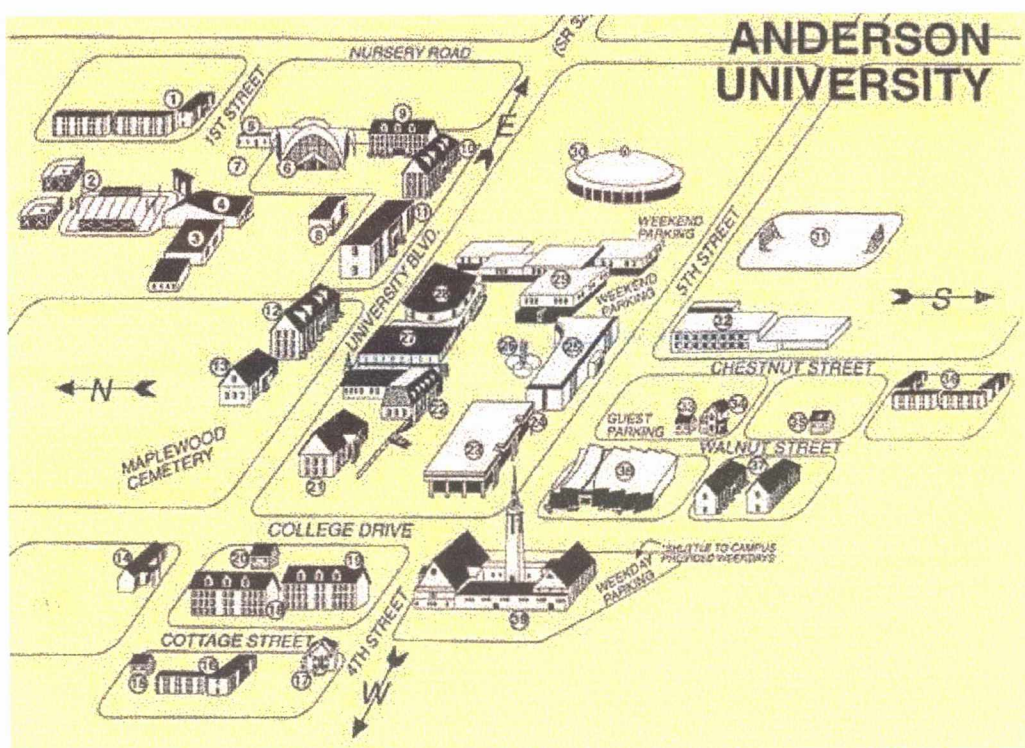


Figura 33: Mapa do Campus da Universidade de Anderson (EUA)

Fonte: www.anderson.edu/welcome/mapa/index.htm

3.15 UNIVERSIDADE DE BAKER - EUA

Os usuários que desejarem conhecer o Campus da Universidade de Baker (EUA) através de sua *homepage*, poderão ter acesso a um mapa simplificado do Campus, que não apresenta uma boa composição visual, dificultando o entendimento das informações representadas.

Pode-se obter detalhes do Campus movendo o mouse sobre este mapa, neste caso, é aberta uma nova página da Internet, fornecendo detalhes dos setores que funcionam dentro do prédio. O usuário pode também localizar espacialmente neste mapa uma determinada edificação, escolhendo-a pelo seu nome numa legenda, deste modo é mostrado o mesmo mapa, com um círculo em destaque ao redor da edificação solicitada (figura 34).

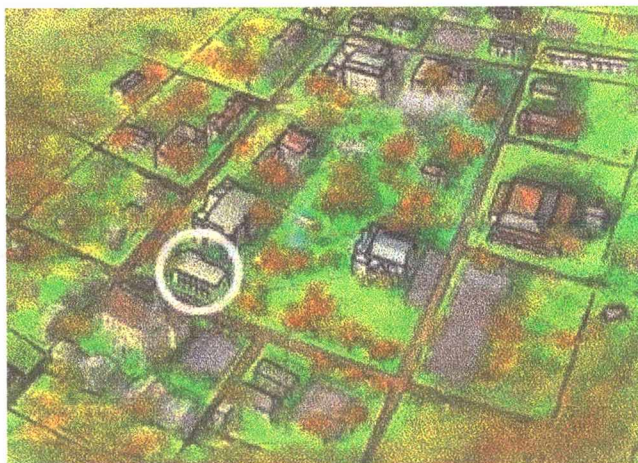


Figura 34: Mapa do Campus da Universidade de Baker (EUA), circulando a edificação selecionada

Fonte: www.bakeru.edu/_htm

3.16 UNIVERSIDADE DO ESTADO DE DAKOTA – EUA



Figura 35: Mapa do Campus da Universidade do Estado de Dakota (EUA)
 Fonte: www.dsu.edu/index4.html

O mapa acima (figura 35) mostra o Campus da Universidade do Estado de Dakota (EUA), que é fornecido na homepage desta Universidade. O mapa apresenta as edificações do Campus identificando-as com seus nomes e também o sistema viário. As pessoas interessadas em conhecê-lo através da Internet, podem mover o mouse sobre este mapa e clicar sobre os prédios para obter fotografias dos mesmo e maiores informações.

3.17 OUTRAS UNIVERSIDADES PESQUISADAS

Nesta pesquisa foram considerados como algum tipo de Sistema de Informações de Campus, as Universidades que apresentavam informações gráficas do Campus, além de oferecer informação descritivas a respeito do mesmo.

As outras Universidades pesquisadas que não foram encontradas informações espaciais a respeito do Campus foram:

- a) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – Brasil
- b) Universidade de Athena – USA
- c) Universidade de Bologna – Itália
- d) Universidade de Buenos Aires – Argentina
- e) Universidade de Coimbra – Portugal
- f) Universidade de Geneva – França
- g) Universidade de Glasgow – Escócia - Grã-Bretanha
- h) Universidade de Liège – Bélgica
- i) Universidade de Melbourne – Austrália
- j) Universidade de Namur - Bélgica
- k) Universidade de Santiago de Compostela – Espanha
- l) Universidade de Santiago do Chile – Chile
- m) Universidade de São Paulo – Brasil
- n) Universidade de Tel Aviv – Israel
- o) Universidade do Porto – Portugal
- p) Universidade Federal de Alagoas
- q) Universidade Federal de Pernambuco
- r) Universidade Federal do Paraná - Brasil
- s) Universidade Federal do Rio de Janeiro
- t) Universidade Federal do Rio Grande Do Sul – Brasil
- u) Universidade Nacional de Cuyo – Argentina
- v) Universidade Nacional de La Plata – Argentina
- w) Universidade de Buenos Aires – Argentina
- x) Universidade Nacional da Austrália – Austrália
- y) Universidade de Cambridge – EUA

- z) Universidade de Akita – Japão
- aa) Universidade pública do leste de Tennessee – EUA
- bb) Universidade Liverpool John Moores – Reino Unido
- cc) Universidade de Mansfield – EUA
- dd) Universidade Metropolitan Leeds – Reino Unido
- ee) Universidade pública de Midwestern – EUA

3.18 ANÁLISE FINAL DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES DE CAMPUS PESQUISADOS

É evidente que não se pode esperar muito pelos Sistemas de Informações de Campi Universitários disponíveis através da Internet. Os sistemas encontrados estão distantes do ideal, mas não podem ser desprezados, já que o objetivo destas Universidades não é apresentar um sistema completo e sim fornecer informações básicas aos usuários interessados.

Além disso, sistemas que apresentam mapas mais complexos e detalhados tendem a sobrecarregar a rede, não cumprindo o papel de transmitir informações, pois geralmente fazem com que os usuários não permaneçam no site.

Um dos desafios crescentes para as Instituições que trabalham com informações geográficas é a publicação destes dados na Internet. O aumento no tempo de respostas a consultas à Internet repercute em aplicações geográficas, já que estas dependem de altas taxas de transmissão, uma vez que arquivos gráficos, tanto no formato vetorial quanto raster, chegam a ter milhões de bytes.

Um dos Sistemas de Informações mais interessante pode ser considerado o da Universidade do Arizona, onde o usuário pode interagir com um mapa do Campus, visualizando diferentes mapas temáticos, de acordo com a seleção de layer desejados. E os mapas a serem compostos, oferecem várias informações do espaço geográfico do Campus, como: as edificações, ciclovias, linhas e pontos de ônibus, áreas de esporte, zonas em construção, laboratórios, etc. Além disso, pode-se focalizar detalhadamente a

informação, ampliando a imagem na tela (através do sistema de *zoom in*) para obter maior número de detalhes.

Deste modo, as informações são imediatamente acessíveis e o aplicativo utilizado para compor os mapas temáticos é facilmente compreendido e com informações significativas para os usuários.

Os leitores do sistema não devem tentar resolver um enigma complicado e sim deixar-se guiar por sua própria intuição e pela lógica de representação.

A maioria dos Sistemas de Informações encontrados são compostos de um mapa do Campus, apresentando pouco rigor cartográfico, onde se tem as principais edificações do Campus e algum tipo de símbolo sobre as mesmas, referenciando maiores detalhes da edificação escolhida. Quando o usuário clica sobre estes símbolos é levado para outra página da Internet, através de uma ligação hyperlink. A maioria das informações obtidas são em relação aos cursos, setores, departamento existentes dentro de cada prédio, mas não foram encontradas informações espaciais das edificações.

A Universidade de Michigan foi a única em que foi encontrado uma planta individual de cada edificação, além de detalhar o número de andares, a localização e existência de elevadores, acesso para portadores de deficiência física e a entrada principal do prédio. Os prédios mais importantes do Campus também foram restituídos em 3D estando disponível para visualização.

O Sistema de Informação da Universidade de Karlsruhe pode ser considerado inovador na área de SIC's em 3D, mas na realidade não está funcionando de acordo com o objetivo principal do projeto. O modelamento tridimensional mapeado com textura realística acrescido do banco de dados descritivos, gerou arquivos grandes, tornando lenta a manipulação, mesmo com computadores de alta velocidade, isto considerando o acesso interno, dentro da Universidade. Acesso externo, aqui do Brasil, por exemplo, não foi possível.

Além disso, para a descrição geométrica dos objetos 3D foi utilizada a linguagem VRML, que principalmente pelo fato da *Netscape* ou da *Microsoft* não incluírem a recepção da VRML em seus *browsers*, o usuário tem que instalar um *plugin* necessário para esta linguagem.

Deve-se salientar que o SIC de Karlsruhe é um projeto de pesquisa, desenvolvido numa tese de doutorado, ainda não implementado na Universidade.

Um fato que deve ser considerado é que existem diferenças no sentido de que alguns usuários estão mais familiarizados com o uso do computador do que outros e diferenças de níveis de conhecimento do conteúdo apresentado num aplicativo.

Neste sentido, existem usuários mais familiarizados com o conteúdo transmitido no aplicativo do que outros que necessitam antes obter informações consideradas básicas. Essas diferenças são pontos importantes a serem considerados, pois as mesmas são requisitos determinantes para as tomadas de decisões dos projetistas durante o processo de projeto da interface com o usuário.

Por exemplo, para o Sistema de Informação do Campus em 3D de Karlsruhe é necessário que se instale um *plug-in* necessário para a visualização e manipulação do cenário virtual, condicionando o usuário a entender de *download* de arquivos. Além disso, existe um outro detalhe para que o sistema de Karlsruhe funcione: o *browser* a ser utilizado tem que ser o *Netscape* numa versão antiga, nem sempre encontrada.

Em relação ao tempo de resposta que dificultam o uso de aplicações geográficas na Internet, uma esperança para minimizar com este problema, é o advento da Internet 2, que segundo os esforços dos desenvolvedores desta tecnologia, significará serviço mais rápido e garantido.

4 PROPOSTA DE UM MODELO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES 3D DO CAMPUS DA UFSC

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A Universidade Federal de Santa Catarina está localizada na Ilha de Santa Catarina, no bairro Trindade, próxima aos bairros Córrego Grande, Pantanal, Serrinha e Carvoeira, distando 7 km do centro de Florianópolis.

Com mais de um milhão de metros quadrados, o Campus da UFSC se assemelha a uma mini-cidade dentro de Florianópolis. Possui alojamentos, centro desportivo, bares, bancos, bibliotecas, prefeitura, editora, hospital, farmácia, teatro, museus, centros de ensino, centro de convivência e uma série de outras benfeitorias necessárias ao desenvolvimento das atividades universitárias.

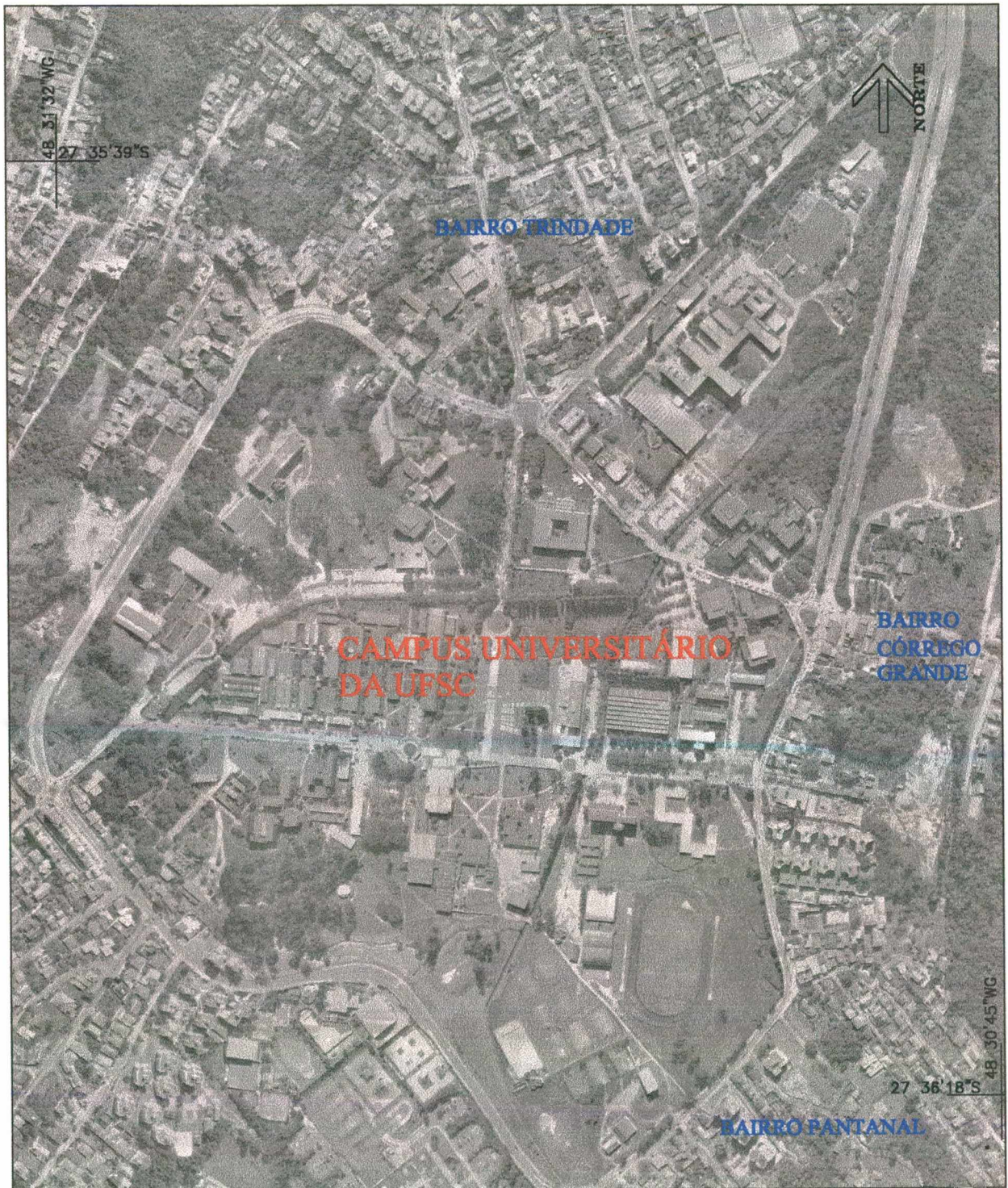
4.1.1 Histórico da UFSC

Em 11 de fevereiro de 1932 foi criada a Faculdade de Direito, iniciando assim, o ensino superior no Estado de Santa Catarina. A partir desta Faculdade, outras foram surgindo em prédios espalhados pela cidade de Florianópolis.

Em 18 de dezembro de 1960, foi criada a UFSC através da Sanção da Lei nº 3.849, reunindo as Faculdades de Direito, Medicina, Farmácia, Odontologia, Filosofia, Ciências Econômicas, Serviço Social e Escola de Engenharia Industrial.

Através da doação à União pelo Governo do Estado da fazenda “Assis Brasil”, localizada no Bairro da Trindade, iniciou-se a construção do Campus.

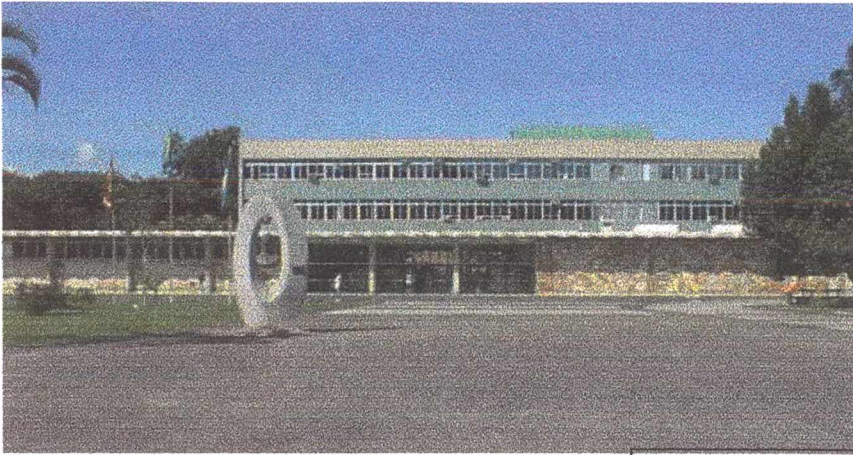
Finalmente, com o Decreto nº 64.824 de 15 de julho de 1969 foram extintas as Faculdades e a Universidade obteve sua atual estrutural didática e administrativa.



Fonte: Ortofoto Digital, elaborada a partir do voo de 1994 pela Empresa Estácio.

Escala Gráfica:
50 0 50 100 m

Figura 36: Localização da Área de Estudo



Reitoria da UFSC



Hospital Universitário



Biblioteca Central

Figura 37: Imagens do Campus da UFSC



Centro de Convivência



Templo Ecumênico

Figura 38: Imagens do Campus da UFSC.

4.1.2 Números da UFSC no Ano de 1999

Atualmente, o Campus Universitário compreende uma área total de 1.000.000 m², sendo que 302.827 m² de área construída.

Cerca de 28.000 pessoas fazem parte da UFSC, sendo que 2.953 são servidores técnicos-administrativos, 23.636 alunos matriculados e 1660 professores.

São 38 cursos de Graduação, 73 cursos de pós-graduação (52 de Mestrado e 21 de Doutorado), não incluindo os de especialização.

No último vestibular, foram inscritos 29.977 candidatos, sendo oferecidas 3.671 vagas distribuídas entre os cursos de graduação, resultando num índice de 8,2 candidatos por vaga.

No ano passado foram distribuídas 1559 bolsas para alunos de graduação, sendo distribuídas 422 bolsas de monitoria, 405 de Iniciação Científica, 150 de Extensão, 373 de Treinamento e 209 de Estágio.

Atualmente, 178.000 pessoas participam de projetos de extensão voltados à comunidade, tais como atividades didáticas para a terceira idade, atividades desportivas, educação infantil, ensino médio e atendimento psicológico, entre outros. Na área da saúde, no ano passado, foram atendidas 113.835 mil pessoas na emergência do Hospital Universitário (HU), enquanto a Clínica Odontológica recebeu 49.101 pacientes no ano.

No Restaurante Universitário, em 1999, foram consumidas 433.000 e vendidas 399.981 refeições.

A Biblioteca Central tem 264.606 livros, 2.389 periódicos e uma frequência média diária de 3.400 visitantes.

A UFSC conta hoje com um computador para cada 15 alunos, além de todos os professores e alunos terem acesso livre e discado (de suas residências) à Internet.

4.2 LEVANTAMENTOS FOTOGRAMÉTRICOS

4.2.1 Levantamentos com a câmera Pentax PAMS 645

Através do Convênio existente entre o Laboratório de Fotogrametria da UFSC e o Instituto de Fotogrametria da Universidade de Karlsruhe, veio para o Brasil em agosto de 1998, a geodesta Heide Heckmann que deu início aos levantamentos fotogramétricos dos prédios do Campus com a câmara métrica analógica Pentax PAMS 645.

A edificação escolhida para ser modelada com textura foto-realística, obtida a partir da fotogrametria digital, foi o prédio do Hospital Universitário (figura 39).

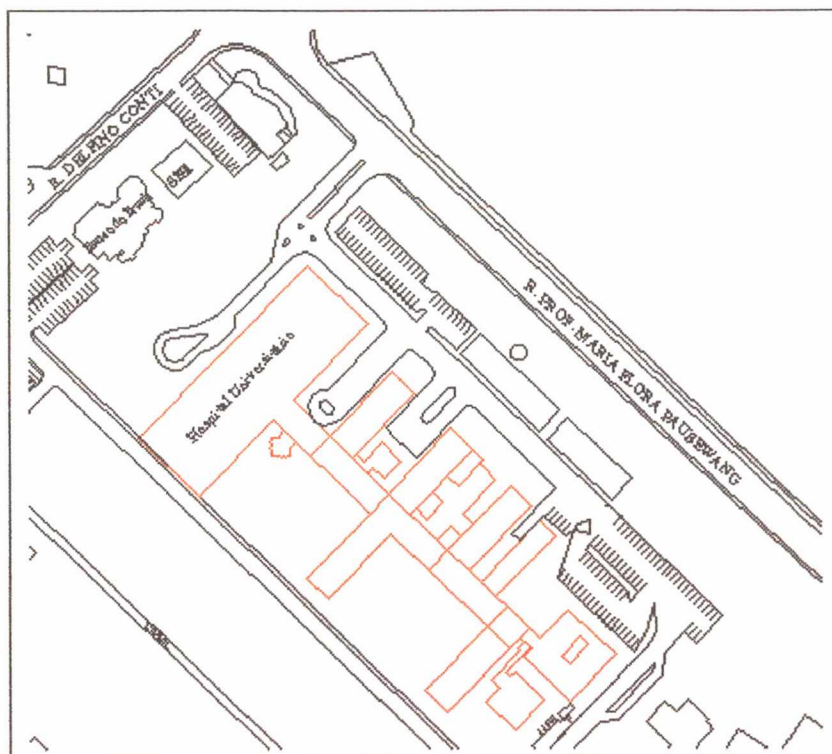


Figura 39: Área do Campus da UFSC a ser modelada com textura realística

A câmara Pentax PAMS 645 é uma câmara métrica de médio formato (56x41,5mm) (figura 40) controlada por um microprocessador. O filme utilizado é o Ektachrome 64, tamanho 220 em rolo (30 exposições por rolo).



Figura 40: Câmera métrica Pentax PAMS 645

As fotografias foram tomadas perpendicularmente a cada fachada das edificações, tentando encobrir cada fachada numa só fotografia (figura 41). Caso existam fachadas longas, pode-se tomar várias fotos sucessivas, e posteriormente, editar as imagens, unindo-as para a montagem de uma fachada única, em um software de edição de imagens.

É recomendável que se escolha dias com pouca luminosidade solar, evitando-se assim a presença de sombras nas imagens.

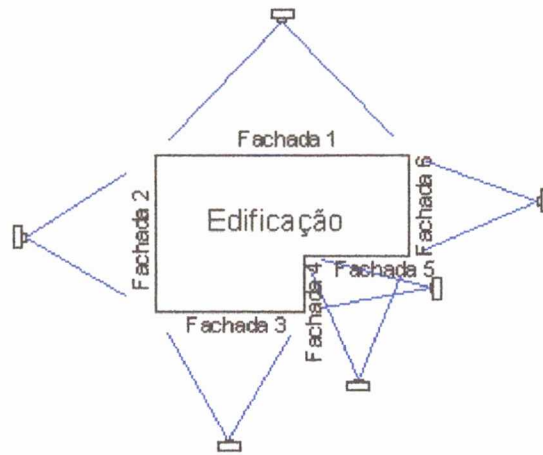


Figura 41: Exemplo da posição das tomadas das fotografias

Juntamente com a tomada das fotografias, foi tomado uma medida horizontal de cada fachada fotografada. Estas medidas horizontais servirão para corrigir a geometria da imagem posteriormente, através do *software* MicroStation Descartes.

De posse dos diapositivos revelados, iniciou-se a *digitalização* das imagens, que é o processo de transformação das fotografias para meio digital, sendo utilizado para o scanner ScanMaker 45t da Microtek. As imagens são digitalizadas no formato TIFF, sendo que cada imagem neste formato ocupou de 3 a 7 MB de memória.

4.2.2 Levantamentos com a câmera digital Olympus C-820L

Após o levantamento fotogramétrico do prédio do HU com a câmera Pentax, continuou-se o levantamento do Campus com a câmera digital C-820L da Olympus.

As imagens foram tomadas do mesmo modo descrito com a câmera Pentax, onde foram escolhidas a edificação da farmácia do SESI e do Banco do Brasil.

Este processo de obtenção de textura foto-realística, onde é tomada uma única foto perpendicular a cada fachada só terá bons resultados visuais se os limites geométricos dos prédios forem com contornos retos e sem muitos detalhes como no caso do HU e na farmácia do SESI do Campus.

Caso a edificação apresente suas fachadas com muitos detalhes arquitetônicos, elementos salientes da fachada e um contorno geométrico complexo (figura 42), como no caso da agência do Banco do Brasil no Campus, o resultado não será bom.

Portanto, após uma análise visual nas imagens das fachadas do Banco do Brasil, principalmente a fachada principal, descartou-se possibilidade do uso destas imagens para a geração de textura foto-realística.

Nestes casos, melhores resultados seriam obtidos utilizando um software de restituição fotogramétrica, como o *Photomodeler*; no entanto, levará mais tempo para a tomada das fotos, além do tempo de restituição.



Figura 42: Limite geométrico simples da farmácia Sesi e complexo do Banco do Brasil no Campus Universitário.

As câmaras digitais apresentam a grande vantagem de não existir o processo de revelação do filme, otimizando a etapa de *scannerização*. As imagens já são gravadas em meio digital, num dispositivo muito pequeno chamado “*flashcard*”.

As câmaras digitais são fáceis de carregar e permitem que sejam descartadas fotos mal tiradas, não desperdiçando memória do cartão; no entanto, apresentam a desvantagem de terem ainda pouca resolução quando comparadas com as câmaras que utilizam filme.

Conforme o objetivo do trabalho, pode-se escolher a resolução desejada. Neste caso, foi escolhido a maior resolução permitida pela câmara, ou seja, modo de alta qualidade (HQ: 1024x768 pixels). Utilizando o modo de resolução padrão da câmara (SQ), o número de imagens armazenadas no cartão aumenta, diminuindo, no entanto, a resolução das imagens (SQ: 640x480 pixels).

A tabela 2 mostra o número mínimo de imagens gravadas conforme a capacidade de memória dos cartões a serem utilizados na câmara. A Olympus aceita cartões SmartMedia 3.3 V de memória de 2MB, 4MB ou 8MB.

				Capacidade de Memória		
				Cartão 2 MB	4 MB	8 MB
Selecionada a partir da câmara	Resolução			30	60	120
	SQ			10	20	40
	HQ	Selecionada a partir do computador	1	4	8	16
	2					

Tabela 2: Número mínimo de imagens gravadas conforme a capacidade de memória do cartão

Fonte: Manual da câmara Olympus

O modo HQ (alta qualidade) apresenta um número maior de pixels do que SQ (qualidade normal). Enquanto o número de pixels é o mesmo em HQ1 e HQ2, HQ1 utiliza uma taxa de baixa compressão, o qual produz um maior número de fotos, permanecendo as imagens de alta qualidade.

Foi utilizado cartão de 8MB para armazenar as imagens tomadas com a câmara digital, permitindo que fossem tomadas em torno de 16 fotografias por vez, no modo de alta qualidade.

De posse das imagens armazenadas no cartão da câmara digital, estas são transferidas para o computador através de um cabo que faz esta conexão, utilizando um *software* da Olympus. Cada fotografia no modo de alta qualidade demora em torno de 3 a 4 minutos para transferir para o computador.

4.2.3 Compreendendo os formatos de arquivos JPEG e TIFF

A câmara digital da Olympus armazena as imagens em formato JPEG (Joint Photographic Group), na extensão .jpg. JPEG define ao mesmo tempo um formato de arquivo e uma tecnologia de compressão. Durante a compressão JPEG, algumas informações referentes à imagem são descartadas, o que explica porque o processo é chamado de compressão com perda.

Segundo BOUTON & BOUTON(1995), o esquema JPEG não afeta os componentes da escala de cinza, mas tende a nivelar as variações de matizes em uma foto.

Esse é um processo razoavelmente seguro, pois na verdade o olho humano só consegue ver um dado momento uma quantidade limitada de informações sobre matizes

diferentes. Ao reduzir a quantidade total de matizes únicos, a compressão JPEG consegue criar um arquivo bastante semelhante ao original, mas com uma grande economia de espaço.

Para a etapa de edição das imagens, onde poderá ser utilizado software como o Paint Shop Pro ou o Adobe Photoshop, as fotografias poderão estar no formato JPEG. No entanto, para a correção geométrica das imagens, onde será utilizado o software *Microstation Descartes*, as imagens deverão estar somente no formato TIF.

O formato TIF (Tagged Image File) foi criado para ser o método mais versátil para imagens contendo canais de cores (BOUTON & BOUTON, 1995). Uma das vantagens de usar esse formato é a portabilidade, ou seja, permite que a imagem seja lida por diversas plataformas e sistemas. No entanto, os arquivos TIF por incorporarem um cabeçalho específico, torna-os maiores e mais complexos que outros formatos.

Portanto, as imagens tomadas com a câmara Pentax, após sofrerem o processo de correção geométrica, devem ser convertidas para o formato JPEG para ocuparem menos espaço de memória, e para esta conversão, pode ser utilizado o software Paint Shop Pro ou Adobe Photo Shop.

4.3 EDIÇÃO DAS IMAGENS DIGITAIS

As condições de obtenção das fotografias nem sempre são consideradas adequadas para o trabalho. Além das variáveis naturais como o tempo (nuvens, sol), tem-se objetos físicos que podem prejudicar as imagens, como: carros, árvores, pessoas, ou qualquer outro objeto que esteja obstruindo a fachada de cada edificação.

O ideal é a obtenção de fotos em que todas as fachadas recebam a mesma intensidade de luz solar; imagens em dias nublados, mas com bastante claridade, também podem ser ideais.

Além disso, também deve ser avaliado a intensidade do movimento de veículos e pedestres sobre o Campus, sendo recomendado tirar as fotos em horários com menos movimento na Universidade como nos finais de semana.

Como nem sempre é possível trabalhar nas melhores condições, as imagens devem ser melhoradas para que possam ser utilizadas como texturas realísticas das edificações.

Nesse caso, pode-se realçar as imagens utilizando recursos de brilho e contraste em software de edição de imagens como o Paint Shop Pro e Adobe Photoshop. Através destes mesmos *softwares* pode-se editar as imagens, retirando objetos não desejados sobre as fotografias.

Como exemplo, tem-se a fachada dos fundos da farmácia do SESI no Campus universitário, sendo a primeira imagem original, com uma vegetação obstruindo uma das esquadrias e a segunda imagem já editada (figura 43). Perceber a edição feita na janela esquerda da imagem, onde foi retirado a vegetação existente e feito uma cópia da janela da direita, invertendo a posição da iluminação interior para dar um efeito real.

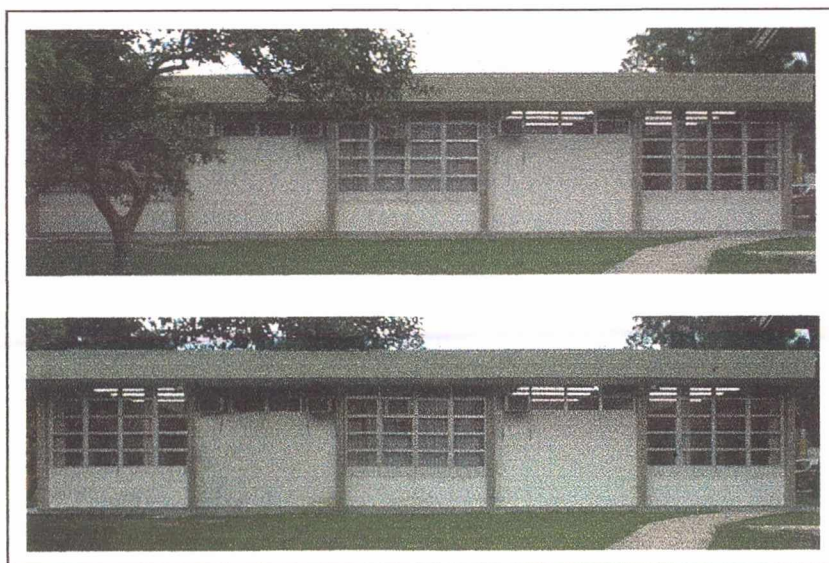


Figura 43: Imagem dos fundos da farmácia do SESI original e editada.

4.4 CORREÇÃO GEOMÉTRICA DAS IMAGENS

Com a inclinação da câmara para que seja fotografada toda a fachada é ocasionada uma distorção geométrica nas imagens, sendo mais perceptível em prédios altos, como as fachadas do Hospital Universitário, por exemplo.

Portanto, nesta fase do trabalho, é necessário efetuar a correção geométrica das imagens, utilizando para isso, o módulo *Descartes* que faz parte da plataforma do *software* MicroStation.

Juntamente com a tomada das fotografias, foi tomada uma medida horizontal de cada fachada fotografada, realizada com fita métrica. Esta medida é a distância horizontal em metros entre dois pontos que posteriormente sejam visíveis nas imagens.

O MicroStation Descartes permite que sejam feitos vários tipos de transformações geométricas, sendo que nesse caso é escolhido a retificação projetiva, que utiliza quatro pontos conhecidos da imagem para fazer a correção geométrica.

Portanto, tem-se dois pontos conhecidos através da medida horizontal e mais dois pontos verticais, através do levantamento aproximado da altura de cada edificação.

O *software* Descartes faz uma correlação da imagem original com a nova imagem que será gerada através destes 4 pontos conhecidos e das distâncias entre eles.

Este processo de retificação foi feito para que todas as arestas das fachadas fiquem ortogonais e possam posteriormente sofrer um “recorte” retangular das fachadas.

Como exemplo, na figura 44, tem-se primeiramente a imagem original da fachada do HU, onde percebe-se a distorção geométrica existente na fachada; e a próxima imagem já corrigida geometricamente através do Descartes e também já “recortado” os excessos da imagem, utilizando ferramentas apropriadas do *software* Paint Shop Pro, estando apta para ser usada como textura foto-realística.

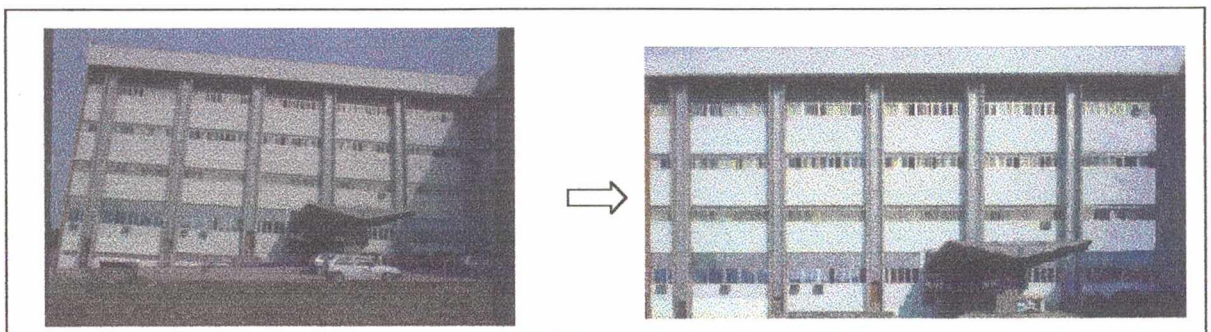


Figura 44: Imagem original de uma fachada do HU e a imagem resultante da correção geométrica e do “recorte” dos excessos para ser utilizada como textura.

4.5 LEVANTAMENTO DAS ALTURAS DAS EDIFICAÇÕES DO CAMPUS

A base cartográfica digital do Campus oferece os dados planimétricos (X, Y) das edificações, enquanto que a altura (Z) pode ser determinada por várias maneiras: através das plantas de cada edificação obtida na prefeitura da Universidade; calculando com base nas sombras de fotografias aéreas; através de GPS; contando o número de andares e multiplicando por 3 metros, ou outros métodos.

Nesse caso, obteve-se através do ETUSC (Escritório Técnico Administrativo da UFSC) uma planta do Campus discriminando suas edificações pelo número de pavimentos. Portanto, multiplicamos por 3m cada pavimento para obter uma altura aproximada de cada edificação. É evidente que este método apresenta pouca precisão, no entanto, para o fim a que se destina pode ser utilizado sem problemas.

4.6 MODELAMENTO TRIDIMENSIONAL DO CAMPUS

Para se obter arquivos que possam ser visualizados em ambiente VRML, ou seja, com extensão .wrl, pode ser utilizado o *software 3DstudioMax* ou o *software Microstation*, pois ambos possibilitam a conversão para esta linguagem (figura 45).

Portanto, pode-se iniciar o modelamento tridimensional do Campus em um dos *softwares* que permite a geração de arquivos tridimensionais como o *AutoCad* e o *Microstation*. Como a base cartográfica digital do Campus já estava no formato do *AutoCad*, iniciou-se os trabalhos neste *software*.

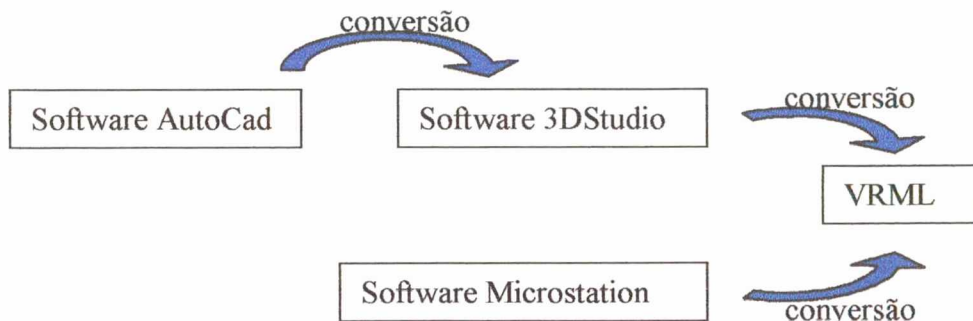


Figura 45: Esquema de conversão de arquivos para a linguagem VRML

4.6.1 Modelamento 3D utilizando o software AutoCad

Os modelos sólidos tridimensionais das edificações sem textura realística foram primeiramente gerados através do *software AutoCad* (executados através do comando “*extrude*”), a partir de uma projeção ortogonal do terreno plano, usando a altura das edificações como a distância das projeções.

Em cada face das edificações foi aplicado um textura de cor sólida através do comando “*hatch*”. A figura 46 mostra uma parte do Campus onde foi realizado este processo de geração de sólidos. Os blocos das edificações foram criados com cores diferentes conforme o número de andares.

Com este procedimento, o resultado não foi satisfatório, pois foi gerado um arquivo muito pesado e difícil de ser manipulado.

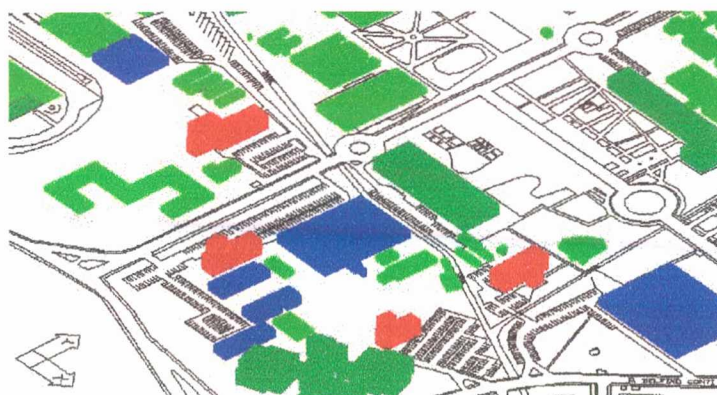


Figura 46: Edificações do Campus com textura de cor sólida gerada no Software AutoCad

A próxima etapa foi exportar o arquivo do AutoCad para o 3Dstudio para que então este último pudesse converter para a linguagem VRML. Nesta fase, descobriu-se então que para a conversão do AutoCad para o 3Dstudio era somente necessário a existência das linhas de contorno dos volumes das edificações não necessitando de nenhuma textura prévia, já que o próprio *software* realiza textura nos objetos modelados em 3D de uma maneira mais eficiente, ocupando menos memória.

Deste modo, exportou-se do *AutoCad* para o *3Dstudio* somente a base cartográfica digital do Campus juntamente com os blocos das edificações.

O método mais eficiente de exportação de objetos 3D para o *3Dstudio* é pelo comando “*3Dsout*”, que gera arquivos 3DS, transformando os sólidos 3D do *AutoCad* (que são equações matemáticas) em faces tridimensionais.

Nos processos de conversão de arquivos, nem sempre as informações são exportadas de maneira integral, sem perdas de informação. Neste caso, os elementos do arquivo no *AutoCad* deveriam ser transformados em faces 3D (exceto os sólidos gerados com o comando “*extrude*”) para que recebessem textura no *3Dstudio*.

Como este procedimento não foi realizado na base cartográfica do Campus, pois seria muito trabalhoso e não ofereceria bons resultados, a mesma não pode ser convertida para o *3Dstudio*.

Percebe-se na figura 47 que somente os blocos das edificações do Campus puderam ser exportadas para o *3Dstudio*, pelo fato descrito anteriormente.

Portanto, todo o trabalho executado de modelamento 3D até este ponto, não pode ser utilizado.

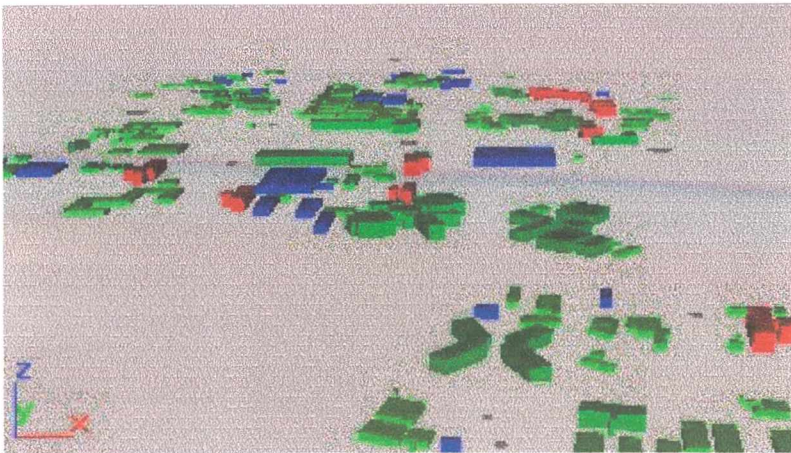


Figura 47: Edificações do Campus exportadas para o *3Dstudio* sem a base cartográfica

O ideal é que fosse utilizado algum *software* existente no mercado de modelagem digital do terreno, e fosse construído uma superfície, a partir das curvas de nível do Campus, mostrando as características tridimensionais do terreno do Campus.

Partiu-se então, para o outro modo de obtenção de arquivos VRML, através do *software MicroStation*.

4.6.2 Modelamento 3D utilizando o software MicroStation

Utilizando a ferramenta “Place Shape” foi gerada uma superfície plana com textura colorida para cada edificação, com as seguintes especificações: área da edificação: sólida e tipo de preenchimento: opaco (figura 48).

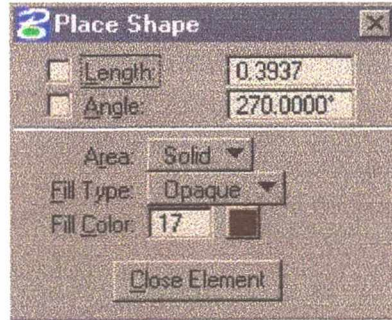


Figura 48: Comando “Place Shape” do software Microstation.

Com a ferramenta de construção de objetos 3D (“Construct Surface of Projection”) foi criando um bloco em 3D com textura sólida, com as seguintes especificações: tipo do bloco: sólido e distância: altura das edificações (figura 49).

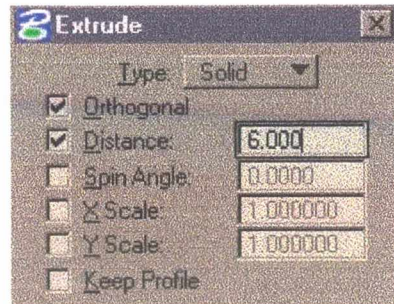


Figura 49: Comando “Extrude” do software MicroStation

O objeto em 3D está apto a ser exportado para o ambiente VRML (figura 50)

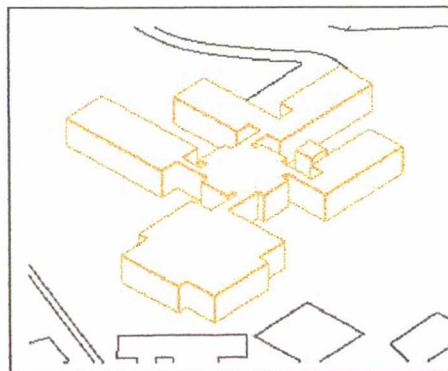


Figura 50: Bloco 3D de uma edificação do Campus que está apta para ser exportada para a linguagem VRML.

Usando o comando de exportação “*Export VRML World*”, uma edificação por vez é exportada, criando um arquivo .wrl. Após várias tentativas na versão do *Microstation SE 95* sem sucesso, utilizou-se a versão mais recente do software, *Microstation* com Java 98 (figura 51)

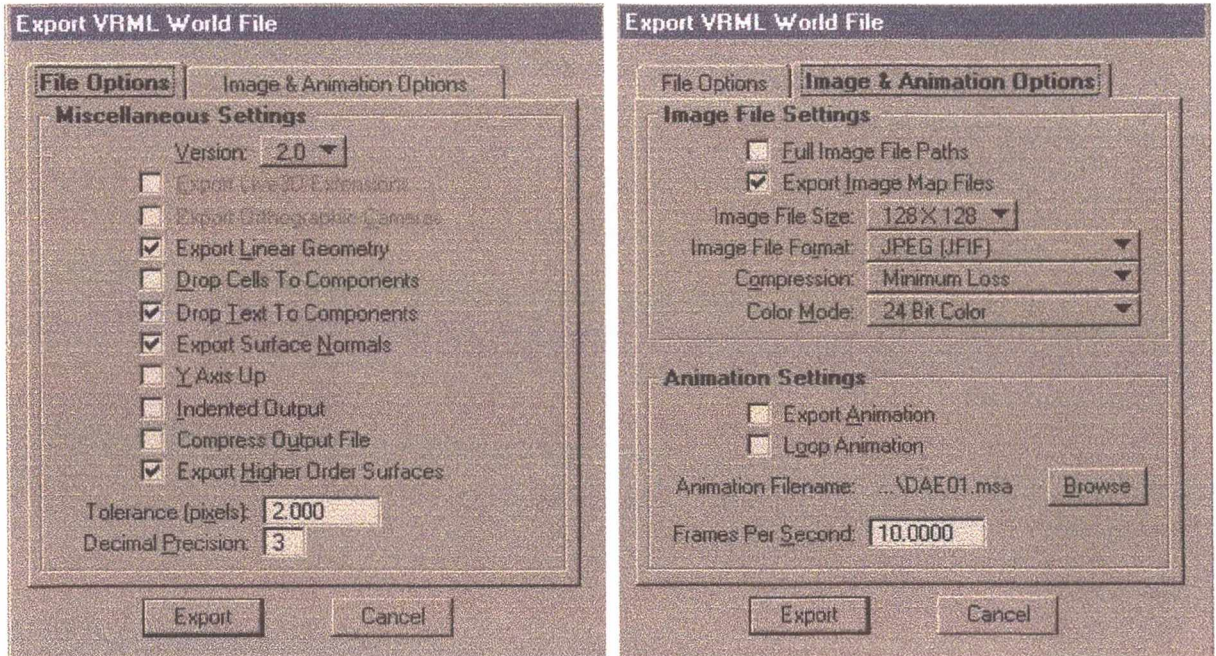


Figura 51: Comando de exportação de arquivos do Microstation para a linguagem VRML

Nas edificações que receberam textura foto-realística foram primeiramente gerados blocos geométricos 3D como descrito nos procedimentos acima e posteriormente mapeados com texturas obtidas das imagens digitais.

Deste modo, as texturas foto-realísticas foram inseridas uma a uma na base cartográfica digital em ambiente Microstation, rotacionando-as 90° para que mapeassem o local das fachadas das edificações e exportadas uma por vez para a VRML.

4.7 ESTRUTURA DO ARQUIVO VRML

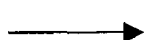
O arquivo VRML pode ser escrito em qualquer editor de textos como o Wordpad, Bloco de Notas ou Word. Primeiramente, deve ser digitado o cabeçalho do

programa VRML, que tem por função identificar o código e o número da versão de VRML.

Todos os comentários do arquivo devem conter no início da linha o caracter #, que indica que nesta linha será escrito algum comentário sobre o comando a ser executado.

Abaixo é exemplificado a estrutura do arquivo principal VRML que gerou o Campus virtual.

```
#VRML V2.0 utf8
```



Cabeçalho do programa

```
WorldInfo{ título "Sistema de Informação  
# do Campus de Karlsruhe"}
```

```
# Criado por Heide Heckmann e
```

```
# alterado por Ana Paula Zanette #
```

Comentários

```
Background {
```

```
    groundAngle    [0 1.5, 1.57 3 ]
```

```
    groundColor    [0.149802 0.8 0.24608
```

```
                  0.174249 0.82 0.187362,
```

```
                  0.467223 0.82 0.445801,
```

```
    ]
```

```
    skyAngle       [ 0 ,1.57 2 3]
```

```
    skyColor       [0.467223 0.82 0.445801,]
```

```
}
```

Definição da cor de fundo da paisagem, neste caso foi definido um tom de verde.

```

DEF Front
Viewpoint
{
position 1137.415500 1025.692500 30152.50
orientation 0.00000 0.00000 1.00000 0.00
fieldOfView 0.049990

description "UFSC Topo" }

```

Definição dos
pontos de vistas do
mundo VRML

```

Inline { url "ufsc4.wrl "}
Inline { url "hospital/buildings.wrl "}
Inline { url "hu153d.wrl "}
Inline { url "hu163d.wrl "}

```

Aqui são incluídos os
arquivos VRML que
foram convertidos do
Microstation

O comando “Inline” serve para que se inclua um arquivo *VRML* dentro de outro arquivo. Neste caso, como foram gerados vários arquivos VRML (cada fachada e cada edificação 3D gerou um arquivo), estruturou-se um arquivo principal e dentro dele foram incluídos todos os outros através do comando “Inline”. O arquivo a incluir pode estar em qualquer *URL* válido.

4.8 VISUALIZAÇÃO E ANÁLISE DO AMBIENTE VIRTUAL DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO

A situação atual do modelo de Sistema de Informações o Campus em 3D proposto para o UFSC, apresenta o prédio do HU modelado com a textura realística, enquanto os demais foram gerados blocos tridimensionais sem textura real. Outros prédios do Campus foram levantados fotogrametricamente, no entanto, as imagens ainda não foram editadas para que fossem implantadas na base cartográfica digital e posteriormente fossem convertidas para o ambiente VRML.

Portanto, o resultado final do Campus virtual é apresentado nas imagens seguintes:

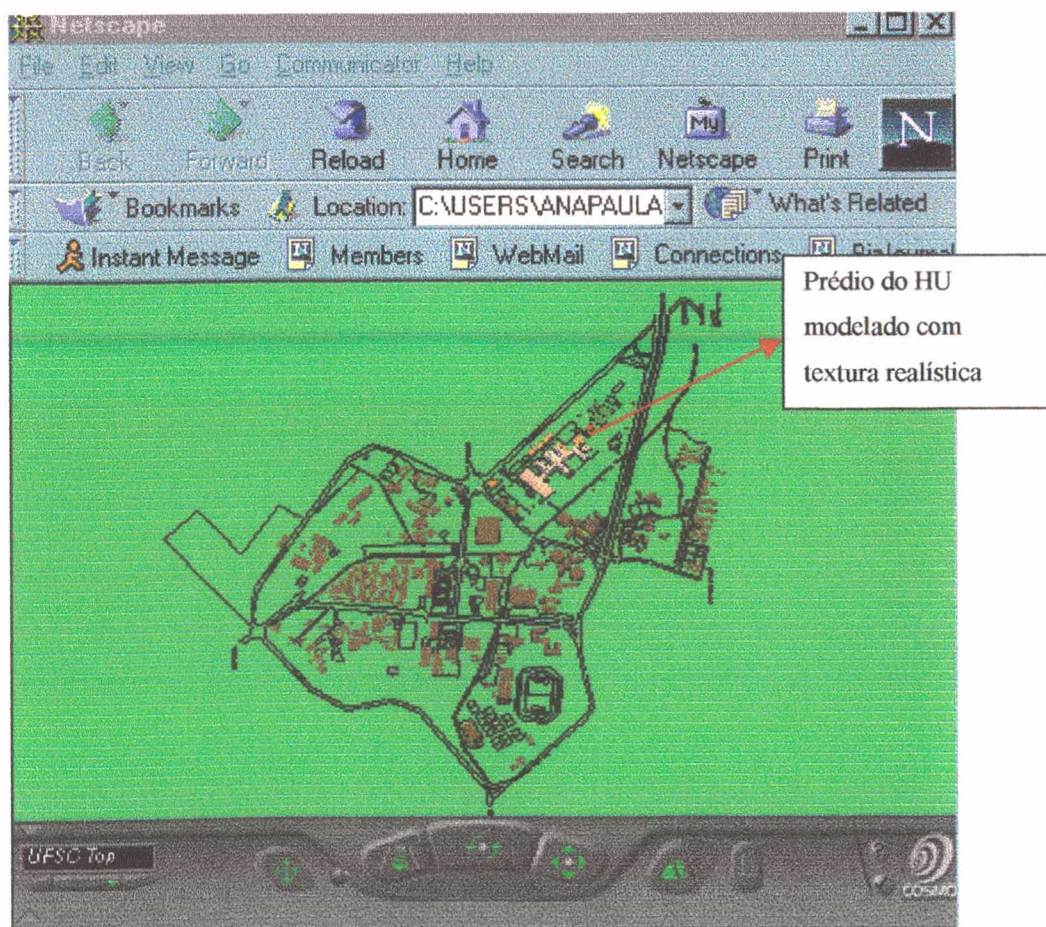


Figura 52: Vista geral do cenário virtual do Campus universitário

A figura 52 mostra uma visão geral do Campus virtual, indicando o prédio do HU que foi modelado com textura foto-realística. A porção da base cartográfica contendo as ruas, passeios e interior das parcelas que não foram transformadas em faces tridimensionais não puderam receber nenhum tipo de textura, resultando num cenário pouco representativo da realidade.

No entanto, caso a base fosse transformada em faces 3D, resultaria em uma base plana, o que não acontece na realidade, já que o terreno do Campus é irregular.

O ideal é que fosse utilizado um dos *softwares* existentes no mercado de modelamento digital do terreno, implementando a partir das curvas de nível do Campus, uma base cartográfica que vem mostrar as características tridimensionais da superfície.

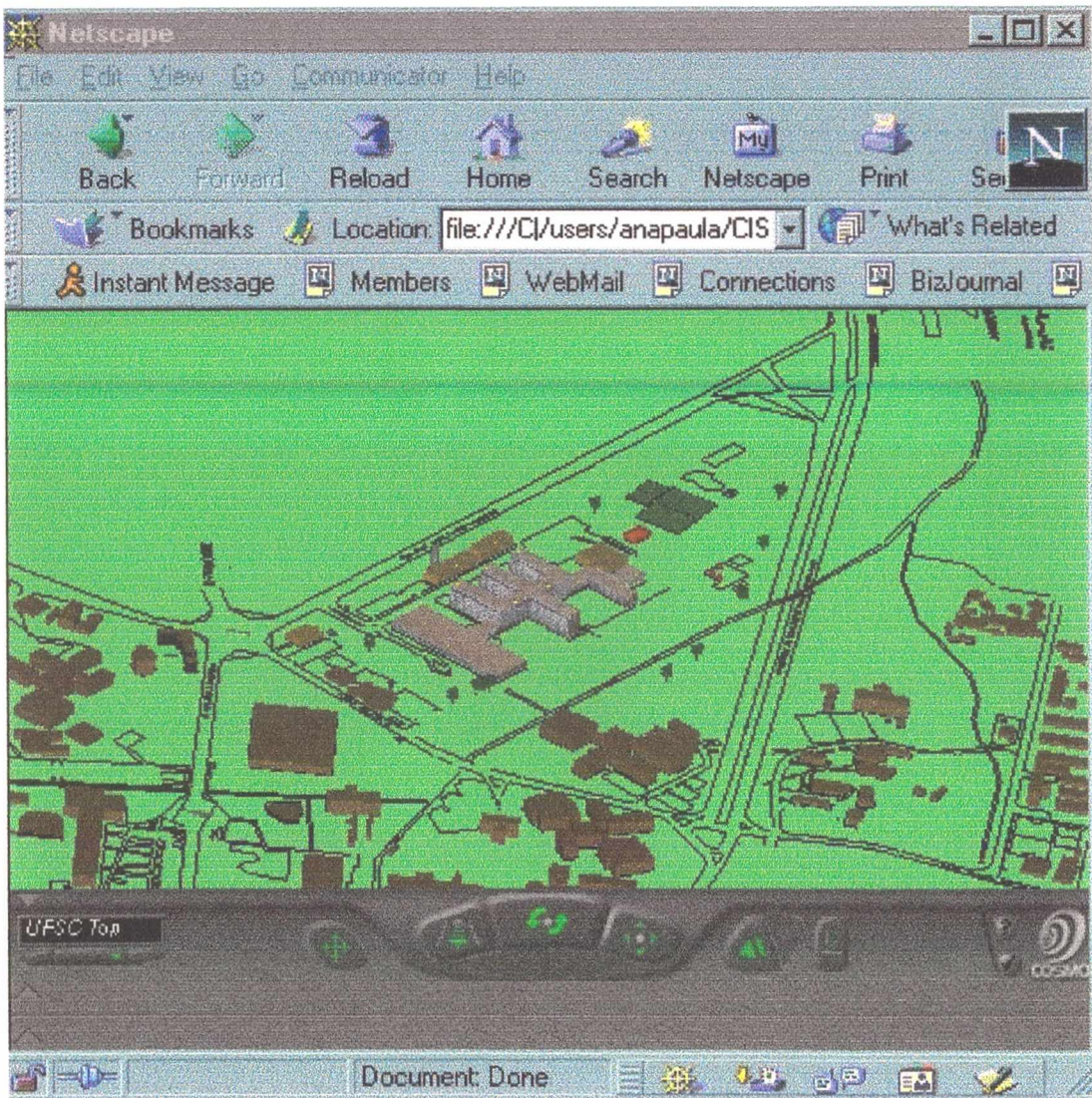


Figura 53: Vista do Hospital Universitário modelado com textura foto-realística.

A figura 53 apresenta uma visão aproximada do prédio do HU, tornando visível umas das potencialidades do padrão VRML, que é a visualização da cena virtual a partir de infinitos pontos.

A figura 54 apresenta o Hospital Universitário modelado com texturas obtidas a partir da fotogrametria digital. Comparando com as edificações que não receberam mapeamento foto-realístico (figura 55), percebe-se a importância do uso desta tecnologia para a construção do modelo tridimensional resgatando o aspecto visual das edificações.

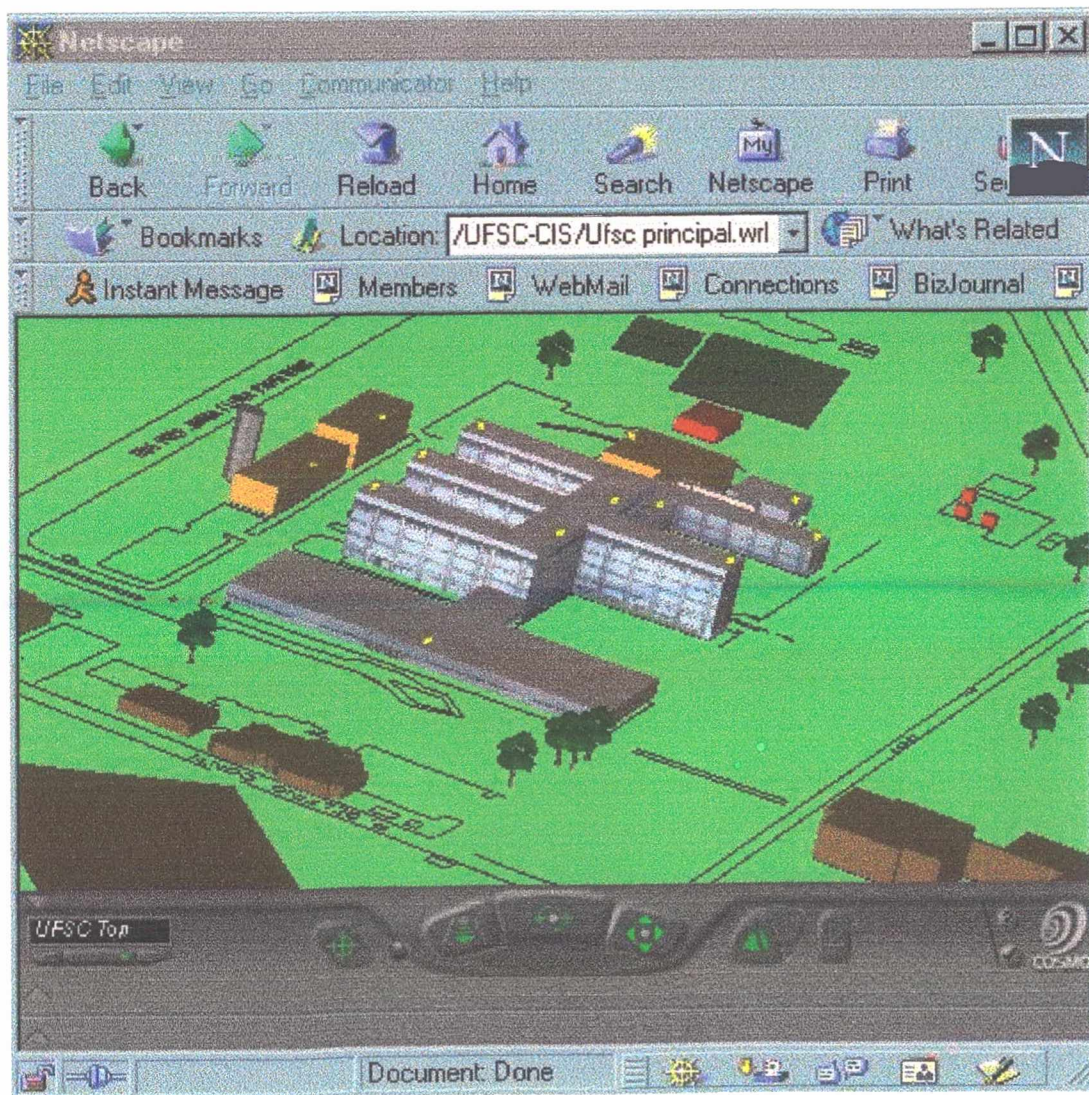


Figura 54: Vista aproximada do Hospital Universitário

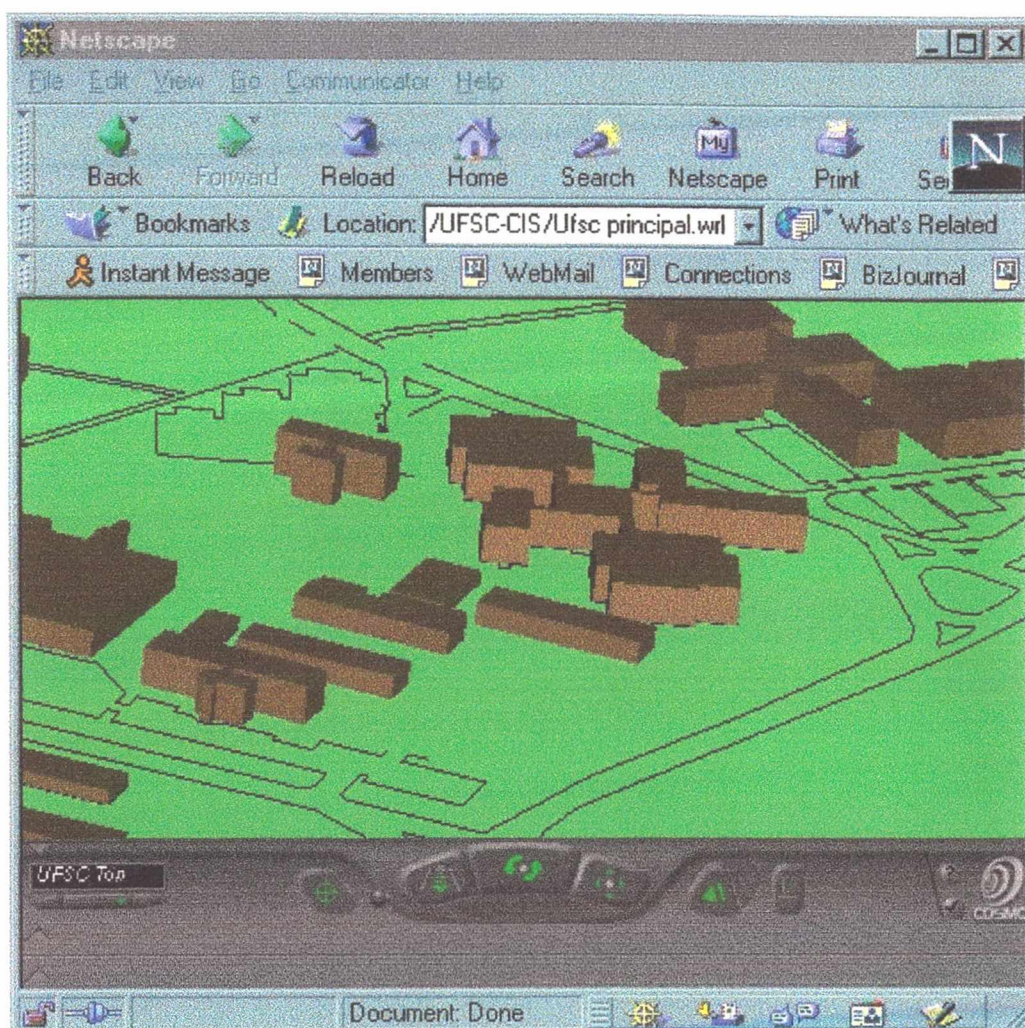


Figura 55: Edificações do Campus sem mapeamento com textura realística

Como o intuito do projeto é gerar um ambiente virtual do Campus retratando a aparência visual das edificações para que posteriormente sejam associadas informações a respeito das mesmas, o resultado final obtido a partir da fotogrametria digital foi considerando muito bom.

Neste caso é mais importante a aparência das imagens das fachadas o mais próximo do seu estado atual do que a acurácia das suas feições geométricas.

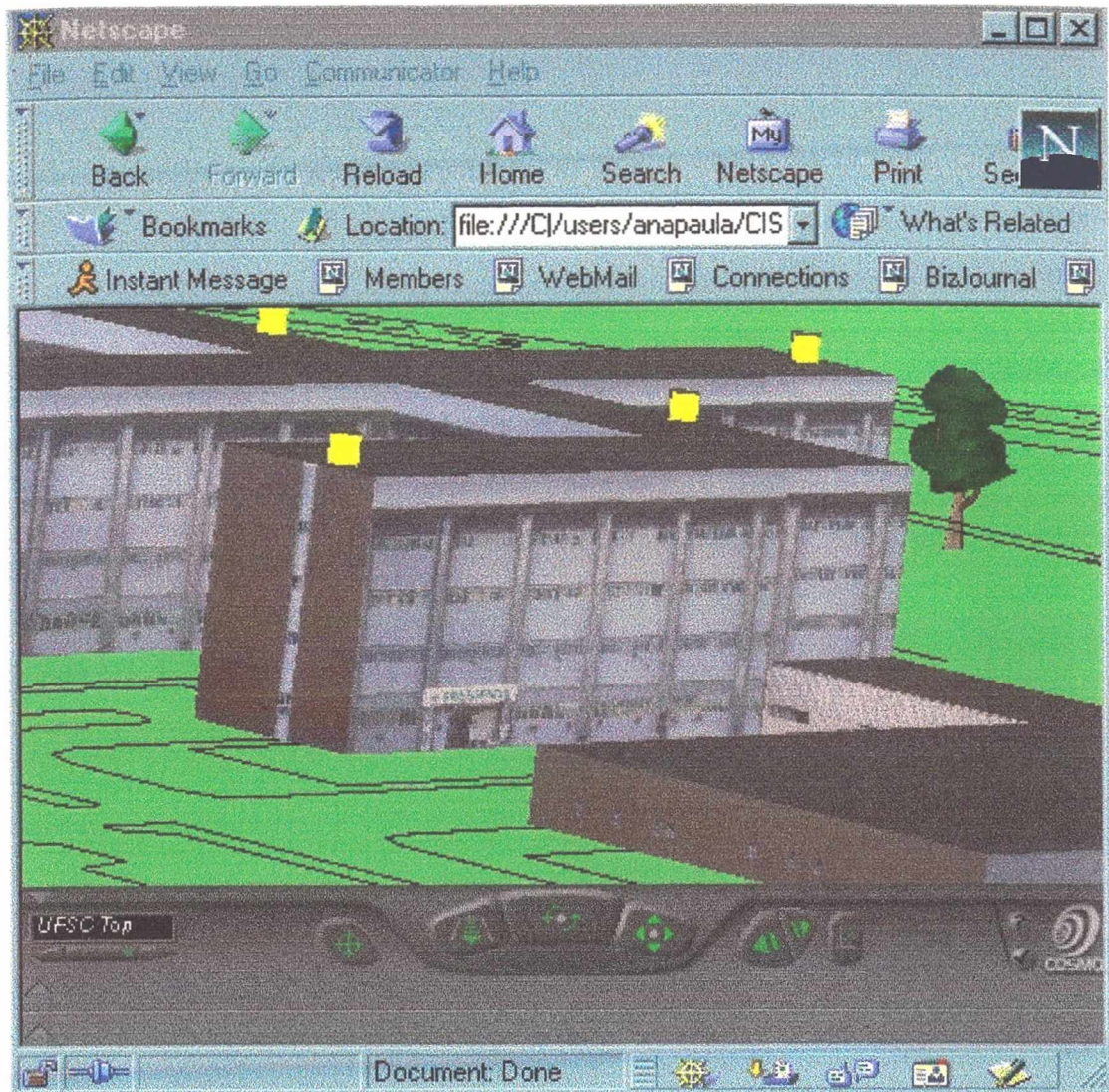


Figura 56: Vista da fachada da emergência do HU

O próximo passo para gerar um Sistema de Informações será elaborar *links* sobre as edificações para que possa ser georeferenciadas informações a respeito da mesma.

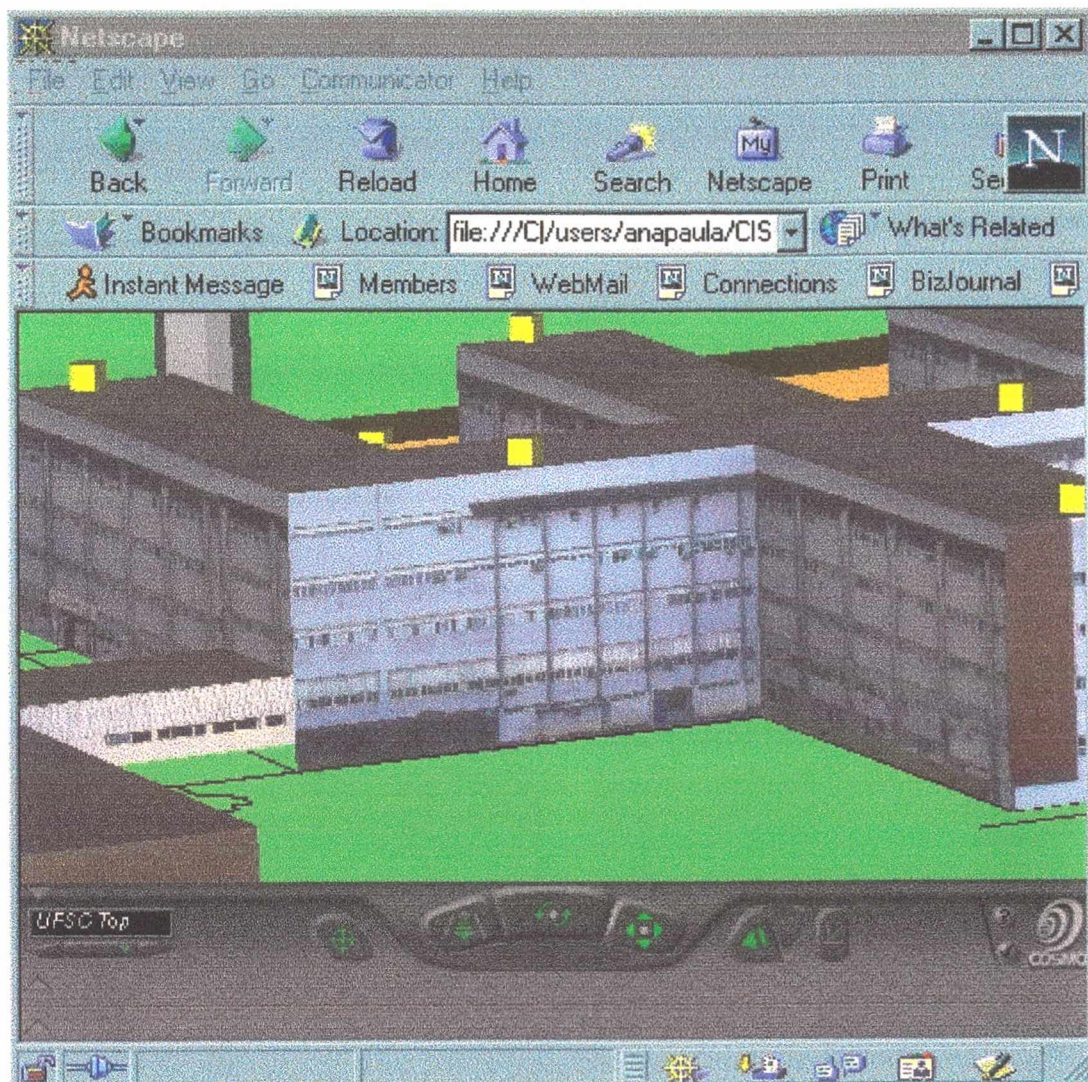


Figura 57: Perceber o símbolo amarelo sobre uma das fachadas do Hospital Universitário

A figura 57 mostra um dos prédios do Hospital Universitário onde foi construído um objeto (símbolo) sobre a fachada. A partir de um comando de programação permitido a partir da VRML, chamado “Anchor” cria-se uma referência (*link*) de um objeto com outro URL, ou seja, quando se clica sobre este objeto, o *browser* “carrega” um documento especificado no URL.

Este documento poderá conter informações descritivas a respeito da edificação como por exemplo: setores que ali funcionam, salas de aulas, laboratórios, professores, etc.

Portanto, o modelo tridimensional do Campus está apto para ser georeferenciado.

5 ANÁLISE DA PROPOSTA DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO EM 3D PARA O CAMPUS DA UFSC

Analisando a proposta de implementação de um Sistema de Informação em 3D para a UFSC, evidencia-se o seu potencial diante da maioria dos projetos internacionais e nacionais pesquisados na Internet, considerando que não existe projeto similar nacional e quando estiver implementado e disponível na Web, será mais sofisticado e completo que os sistemas apresentados em muitos países do mundo.

A linguagem VRML não se mostra completamente eficiente para gerar um Sistema de Informação, pois permite somente a pesquisa de informação sobre algum objeto da cena, através da sua seleção com o mouse, ou seja, obtendo informação a partir do objeto selecionado. A VRML não permite que se procure por algum objeto específico na cena VRML.

Em um Sistema de Informação completo deve-se ter duas maneiras de pesquisa interativa dentro do sistema: seja obtendo informação a partir de algum objeto selecionado ou procurando objetos que satisfaçam a solicitação específica. Neste caso, a linguagem VRML permite somente o primeiro tipo de pesquisa, pois esta já está implementada dentro da especificação da linguagem.

O usuário poderá obter informação a respeito do objeto selecionado a partir de *hyperlinks* para outras páginas HTML. A segunda classe de pesquisa que procura por um objeto específico na cena VRML não é implementada dentro desta linguagem, sendo uma das desvantagens do padrão VRML. Neste sentido, uma solução é o uso dos recursos de outras linguagens de programação como Java com auxílio da VRML.

Em relação ao uso da fotogrametria digital para o modelo tridimensional do Campus, deve-se levar em conta que para este projeto, a necessidade maior é do aspecto visual das edificações, com imagens que retratem a situação atual das fachadas, onde o aspecto da precisão geométrica das feições pode ser considerado secundário.

Portanto, tomando-se somente uma fotografia de cada fachada como foi realizado neste trabalho, otimiza-se bastante o tempo de obtenção de textura foto-realística, mas o resultado, em relação a geometria, não será tão fiel, comparando com a utilização de um software específico de restituição fotogramétrica, como o *PhotoModeler*.

Um ponto a ser analisado é em relação a base cartográfica digital a ser utilizada que deve ser de qualidade e confiável, pois não adianta iniciar um trabalho tão importante como um Sistema de Informação, sobre dados inicialmente errados e comprometidos.

A base cartográfica digital utilizada para este trabalho apresenta erros geométricos confirmados em trabalhos realizados no Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (seja pelo GTIMóveis ou através da dissertação de mestrado de Eder Silva, cujo título: “Um Método Híbrido para a Elaboração da Base Geométrica de um Sistema de Informações Cadastrais”).

Salienta-se a importância de se ter a textura foto-realística para a compreensão do ambiente virtual, ou seja, uma forma de aumentar o realismo do cenário. Apenas o bloco das edificações sem a textura real, não permite a compreensão do cenário completamente, oferecendo uma noção do volume construído das edificações.

Também, percebe-se a necessidade de se ter um modelo digital do terreno do Campus para a geração de um cenário virtual com uma sensação o mais próxima possível da realidade da área.

Outro aspecto importante é que, no caso de um Sistema de Informações disponível através da Internet, será necessário uma análise cuidadosa das informações que estarão disponíveis, pois os excessos poderão sobrecarregar a rede, tornando-se um problema.

Na rede mundial de computadores, um elemento importante a ser considerado é o tempo de resposta à consulta a uma página da Internet. Portanto, arquivos gráficos que demoram para serem “carregados”, podem desprender a atenção dos usuários, levando-os a desistência de visualização da página.

É claro, que um Sistema de Informação de Campus em 3D, gerará arquivos grandes e que podem se tornar lentos para explorar em tempo real; no entanto, os planejadores e administradores do Campus, poderão ter uma ferramenta de exploração

interativa da área em questão, permitindo visualização do cenário virtual em infinitas vistas, possibilitando uma melhor observação dos dados.

Para um aluno será que é necessário ter um Sistema de Informações do Campus em 3D, que além da necessidade de instalação de um *plug-in* necessário para a visualização pode demorar alguns minutos para o tempo de resposta das imagens?

Esta resposta vai depender do seu interesse em aguardar para desfrutar das potencialidades do VRML, que tornam-se visíveis quando comparadas com imagens bidimensionais. Nas imagens em 2D a cena é estática, oferecendo somente uma opção de visualização, enquanto com VRML é permitido a visualização da cena de infinitos pontos, e ainda, obter informações destes pontos.

Aos usuários em geral, pode ser que um sistema em 2D com informações básicas possa satisfazer suas necessidades. No entanto, tratando-se de uma análise da área em relação a paisagem circundante, estado de conservação das edificações, estruturas construtivas empregadas, efeitos de iluminação e sombreamento provocado pelas edificações, um Sistema de Informações do Campus em 3D, com certeza, contribuirá para um melhor entendimento da área, oferecendo aos planejadores, informações decisivas no processo de tomada de decisão.

Em contraste, um Sistema de Informações em 2D que proporcione interatividade com os usuários pode ser muito importante também. Dentro do contexto de um SIC, um mapa interativo serve como uma interface visual conveniente para o armazenamento das informações em um nível de detalhes encontrados no meio ambiente, mas que podem ser visualizadas somente as informações julgadas necessárias naquele momento.

Outro ponto importante, é que com o advento da Internet 2, muitos usuários estão esperançosos que seja minimizado o problema do tempo de resposta que dificultam o uso de aplicações geográficas na Internet. Segundo os desenvolvedores desta tecnologia, será oferecido um serviço mais rápido e garantido.

Não levando em consideração se o Sistema de Informações é bidimensional ou 3D, o mais importante é que forneça informações básicas de que os gestores necessitam em suas tomadas de decisão, integrando os diferentes dados, nos diversos setores, a fim de dar suporte ao processo de administração.

A partir do funcionamento de um Sistema de Informação de Campus, isto é, depois de implantado, as informações nele contido, acabará influenciando a tomada de

decisão. Este fato atribui-se basicamente, à capacidade que a informação tem de reduzir a incerteza das condições ambientais onde o Campus está inserido.

Neste sentido, pode-se ter disponível um Sistema de Informações do Campus mais detalhado para a administração da Universidade, que pode ser aplicado no planejamento e tomada de decisão referente ao espaço físico do Campus e outro com informações básicas aos usuários em geral (alunos, professores, visitantes e servidores) que estaria disposto na Internet.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 CONCLUSÕES

Através da pesquisa realizada na Internet verificou-se que os Sistemas de Informações de Campi das diversas Universidades pesquisadas estão distantes de serem considerados ideais; no entanto, a maioria, cumpre com sua função principal que é a de transmitir informações a respeito do Campus.

Apesar de na maioria dos casos serem somente informações bidimensionais, alguns dos sistemas pesquisados, oferecem opções para a visualização gráfica desde um mapa global do Campus até a focalização detalhada de informações mais importantes.

Com a globalização, as fronteiras geográficas não existem mais e a concorrência tornou-se mais acirrada, aumentando a exigência dos consumidores por serviços mais sofisticados.

Apresentação dinâmica e foto-realística de dados espaciais que tem natureza tridimensional logo serão requisitadas em demanda frequente, assim como o acesso individual a grandes bases de dados tornar-se-ão rotina.

Neste sentido, verificou-se que a proposta de um Sistema de Informação em 3D do Campus da UFSC, utilizando os recursos da fotogrametria digital é bastante inovadora, considerando que além da Universidade de Karlsruhe, não se encontrou nenhum outro projeto semelhante no Brasil e em outros países.

Constatou-se também, que o modelo tridimensional do Campus com a textura foto-realística é de fundamental importância para a compreensão do cenário virtual, para que futuramente seja gerado um Sistema de Informação do Campus em 3D, que além de fornecer informações úteis aos usuários interessados, permita aos planejadores do

Campus, analisar de uma forma completa o espaço físico do Campus, servindo como referencial para o plano diretor do Campus.

Verificou-se que é possível realizar o levantamento fotogramétrico das edificações do Campus com muita rapidez, desde que seja utilizado o processo descrito neste trabalho para obtenção de texturas foto-realísticas, principalmente, se for utilizado a câmara digital.

Deve-se salientar que as imagens resultarão em texturas foto-realísticas de boa qualidade, em edificações com fachadas retas, como no caso do Hospital Universitário. Este fato foi uma das dificuldades encontradas no decorrer do projeto. Fachadas com reentrâncias e muitos detalhes podem ser restituídas em um *software* específico de restituição fotogramétrica, como o *Photomodeler*, que oferecerá um resultado mais fiel à realidade; no entanto, levará muito mais tempo para se obter a textura.

Cada edificação deve ser analisada isoladamente, antes de iniciar os trabalhos fotogramétricos, de modo a verificar a possibilidade do uso deste processo de obtenção de textura.

O projeto foi desenvolvido com equipamentos e *softwares* de fácil acesso e manipulação aos profissionais com conhecimento técnico básico na área, dispensando altos custos e pessoal especializado.

Para a implantação de um Sistema de Informação de Campus em uma Instituição, como uma Universidade, é necessário que exista uma equipe multidisciplinar, composta por profissionais de várias áreas como: arquitetos, engenheiros, geógrafos, administradores, técnicos em computação, advogados, entre outros. Assim, será produzido um sistema completo e útil para os diferentes setores da Universidade.

Quando implementado, o SIC em 3D da UFSC poderá contribuir substancialmente para a divulgação da Universidade em âmbito nacional e internacional.

6.2 RECOMENDAÇÕES

A seguir, serão relatadas algumas recomendações de forma a contribuir para que este projeto não termine neste ponto e sim possa ser aperfeiçoado.

a) Quanto ao levantamento das informações descritivas a serem referenciadas no modelo virtual:

A próxima etapa na implementação do Sistema de Informações do Campus em 3D será o referenciamento de informações ao modelo virtual. Sugere-se então, que seja analisado e estudado quais os dados do Campus que serão transformados em informações úteis para o Sistema de Informações; para isto, pode ser realizado uma pesquisa nos vários setores e departamentos do Campus, dos estudantes aos professores, procurando definir quais as informações básicas que os mesmos desejariam obter deste sistema.

b) Quanto ao levantamento fotogramétrico:

Recomenda-se que se continue os levantamentos fotogramétricos das edificações do Campus, utilizando a câmara digital, já que os dados são transferidos diretamente para o computador; deste modo, não se perde tempo com revelação, resultando numa maior praticidade e economia.

Outro fato a ser considerado, é que se obtém uma boa resolução (1024x768 pixels) com esta câmara, considerando que para o objetivo proposto, é necessário somente o aspecto visual das fachadas.

Recomenda-se escolher dias com pouca luminosidade solar, evitando-se assim, a presença de sombras nas imagens.

Outro cuidado a ser tomado é em relação ao movimento de veículos e pedestres no Campus; neste caso, deve-se optar por horários em que o movimento é menos intenso, como nos finais de semana ou antes do início das aulas.

c) Quanto ao armazenamento das imagens no computador:

Sugere-se que seja criada uma pasta para cada edificação do Campus levantada fotogrametricamente e dentro desta, criada uma pasta para cada imagem das fachadas fotografadas. Deste modo, será fácil a organização posterior dos arquivos digitais que serão gerados em diferentes formatos.

Por exemplo, uma imagem de uma fachada, gerará um arquivo com formato JPEG proveniente do *software* de edição das imagens, um arquivo .dgn do *software MicroStation* e um arquivo .wrl obtido da conversão para VRML.

e) Quanto a base cartográfica digital:

Recomenda-se que seja utilizado algum dos *softwares* existentes no mercado, de modelamento digital do terreno, gerando a partir das curvas de nível do Campus, uma superfície que demonstre as características tridimensionais da superfície do Campus.

Além disso, sugere-se que se melhore o aspecto da base cartográfica, colocando texturas semelhantes à realidade no interior das parcelas, ruas, passeios e caminhos do Campus.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAM SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING. *Manual of photogrammetry.* Fourth Edition. Virginia: Falls Church, 1980. 1187 p., p. 01-173.

BÄHR, H. P.; RENUNCIO, L. E.; LANDES, S.; LOCH, C.; SIMON, L., BRAGA, I. C. *Documentation of Brazilian Historical Towns: High Tech at Low Cost.* IN: XVIIth Symposium CIPA, ANAIS em CD, Recife/Olinda, 1999.

BARRY, Michael; BUTCHER, Shirley. *Mimplmentation of GIS at the University of Cape Town: a model for tertiary education institutions.* ITC Journal. 1998- 3/4.

BOOCHS, Frank; GARNICA, Carsten; WOLTER, Frank. *Determination e Interactive Visualization of 3D Objects.* IN: Symposium Real-Time na Dynamics Analysis - ISPRS. Volume 32, part 5, pg. 316-22. Hakodate/Japão, 1998.

BOURDAKIS, Vassilis. *Virtual Reality: A Communication Tool For Urban Planning.* Centre for Advanced Studies in Architecture, University of Bath, U.K. [online] Disponível na Internet URL: <http://fos.bath.ac.uk/vas/papers/CAAD-TNDC/>. Artigo capturado em março de 2000.

BOURTON, Gary D.; BOURTON, Barbara. *Adobe Photoghop 3 – Técnicas Avançadas.* Tradução: Pedro Cesar de Conti. Editora Berkeley Brasil. São Paulo, 1233 pg, 1995.

BRENNER, Claus; HAALA, Norbert. *Rapid Acquisition of Virtual Reality City Models From Multiple Data Sources.* IN: Symposium Real-Time na Dynamics Analysis - ISPRS. Volume 32, part 5, pg. 323-30. Hakodate/Japão, 1998.

CÂMARA G.; MEDEIROS J. S. *Geoprocessamento para Projetos Ambientais.* Tutorial 1996

CANDEIAS, A. L. B.; PACHECO, A. da P.; PORTUGAL, J. L.; ROMÃO, V. M. C. *Base de Dados para SIG Ambiental.* Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC. Florianópolis- SC. 1998.

CENTER.VRML. *A história do VRML.* [online] Disponível na Internet. URL: <http://www.geocities.com/MotorCity/4630/fr-story.html>. Artigo capturado em outubro de 1998.

- COELHO, Alexandre H.; ZANETTE, Ana Paula; MARTINS, Jani Mara.** Fotogrametria à Curta Distância Aplicada à Tomada de Dados em Estudos com Restituição Digital de Precisão. Anais do CONEA (Congresso Nacional de Engenharia de Agrimensura), Criciúma, 1999.
- COOPER, M. A. R.; ROBSON, S.** *Teory of Close-Range Photogrammetry.* IN: K. B. Atkinson (Edit.). Close Range Photogrammetry and Machine Vision. Scotland: Whittles Publishing. P. 18-51. 1996.
- DALLAS, R. W. A.** *Architectural and Archaeological Photogrammetry.* IN: K. B. Atkinson (Edit.). Close Range Photogrammetry and Machine Vision. Scotland: Whittles Publishing. P. 283-302. 1996.
- DAMASCENO JR; Américo.** *Aprendendo VRML 2.0.* [online] Disponível na Internet. URL: <http://www.dmu.com/cvr.html>. Artigo capturado em março de 2000.
- DODGE, Martin; DOYLE, Simon; SMITH, Andy; FLEETWOD, Stephen.** *Toward the Virtual City: Virtual Reality & GIS for Urban Planning.* CASA(Centro de Análise Espacial Avançado, UCL (Universidade Londres). [online] Disponível na Internet. URL: <http://www.casa.ucl.ac.uk/vr/cities.htm>. (1998). Artigo capturado em março de 1999.
- DORFFNER, Lionel.** *Using Photo0models as a Baseis for na Interactive Three-Dimensional Information System.* IN: XVIIth Symposium CIPA, ANAIS em CD, Recife/Olinda, 1999.
- DOWMAN, I. J.** *Fundamentals of Digital Photogrammetry.* IN: K. B. Atkinson (Edit.). Close Range Photogrammetry and Machine Vision. Scotland: Whittles Publishing. P. 52-77. 1996.
- DUARTE, Décio Glaucius.** *Uma Introdução á Realidade Virtual e a Modelagem Geométrica de Mundos Virtuais em VRML.* Anais da II Oficina de Multimídia e Geoprocessamento. Pelotas – RS,1999.
- EL-HAKIN, S. F; BERARDIN, J.A.; GOLDIN, G.; BOULANGER, P.** *Two 3-D Sensors for Environment Modeling and Virtual Reality: Calibration and Multi-View Registration.* IN: Xviiith Internacional Society For Photogrammetry And Remote Sensing Congress, Anais, Viena, Volume 31, part B5, pg. 140-46,1996.
- FRYER, J. G.** *Introduction.* IN: K. B. Atkinson (Edit.). Close Range Photogrammetry and Machine Vision. Scotland: Whittles Publishing. P. 1-7. 1996.
- GRUEN, A.** *Development of Digital Methodology and Systems.* IN: K. B. Atkinson (Edit.). Close Range Photogrammetry and Machine Vision. Scotland: Whittles Publishing. P. 178-104. 1996.
- GRÜN, A.** *Report of diverse IDPRS comissions at the Washington Congress.* In: INTERNACIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING CONGRESS, 17, 1992, Washington, D. C. Proceedings. Washington, D. C.: ISPRS, 1992. P. 154-157.

- HECKMANN, H.; OLIVEIRA, F. H.; LOCH, C.** *Photogrammetric Experience Exchange Between Brazil na Germany*. IN: XVIIth Symposium CIPA, ANAIS em CD, Recife/Olinda, 1999.
- HIRSCHBERG, Urs.** *Object-Oriented Data-Integration Between Digital Architectural Photogrammetry and CAAD*. IN: XVIIIth INTERNACIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING CONGRESS, ANAIS, Viena, Volume 31, part B5, pg. 237-43,1996.
- KUBO, Sachio; YAN, Wanglin; YONEMURA, Masahiro; WATANABE, Nobuya.** *Development of a Photo-Realistic Digital Photogrammetry System*. IN: XVIIth Symposium CIPA, ANAIS em CD, Recife/Olinda, 1999.
- LANDES, Steffen.** *Design and Implementation of a Web-Based 3D Campus Information System for the University of Karlsruhe*. Anais. In: INTERNATIONAL SYMPORIUM ON REAL-TIME IMAGING AND DYNAMIC ANALYSIS, june/1998, Hakodate. Proceedings: Hakodate: ISPRS, 1998-a.
- LANDES, Steffen.** *Impact on 3D Modelling From The Design of a WEB-Based 3D Information System*. Anais. COBRAC 98 - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC. Florianópolis- SC. 1998-b.
- LANDES, Steffen.** *Funktionalität des internet basierten 3D-Campus-Informationssystems der Universität Karlsruhe (CISKA)*. Tese de Doutorado defendida na Universidade de Karlsruhe – Alemanha, 1999.
- LOCH, C. & LAPOLLI, E. M.** *Elementos Básicos da Fotogrametria e sua Utilização Prática*. Florianópolis, UFSC, 1994. 87 p.
- MARTINS, J. M.** *A Fotogrametria Terrestre no Auxílio a Projetos de Recuperação do Patrimônio Histórico*. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997.
- OBLEBY, Cliff.** *How Real is Your Reality? Verisimilitude Issues na Metadata Standards for the Visualisation of Cultura Heritage*. IN: XVIIth Symposium CIPA, ANAIS em CD, Recife/Olinda, 1999.
- PEIPE, Jürgen.** *High Resolution Digital Cameras in Architectural Photogrammetry..* IN: XVIIth Symposium CIPA, ANAIS em CD, Recife/Olinda, 1999.
- PHILIPS, J.** *A Restituição Digital para Fins de Documentação Geométrica de Monumentos e Objetos Industriais*. IN: XVII Congresso Brasileiro de Cartografia, ANAIS, Salvador, 1995.
- PINHO, M.; KIRNER, C.** PUC-RS e UFScar-SP. *Uma Introdução à Realidade Virtual*. [online] Informação obtida na Internet URL: <http://www.inf.pucrs.br/~pinho/RV/tutrv.htm>. Artigo capturado em outubro de 1998.
- POLLO, Luís Fernando.** *Sofwtare para Geração Automática de Modelos 3D em VRML*. Trabalho de Graduação, Curso de Informática, UFSM. Santa Maria – RS, 1997.

- POMASKA, Günter.** *Automated Processing of Digital Image Data in Architectural Surveying.* IN: Symposium Real-Time na Dynamics Analysis - ISPRS. Volume 32, part 5, pg. 637-42. Hakodate/Japão, 1998.
- POMASKA, Günter.** *Fist Experiences With the New Digital Camera Rollei D7 Metric.* IN: XVIIth Symposium CIPA, ANAIS em CD, Recife/Olinda, 1999.
- RENUNCIO, Luiz E.** *Integração do Cadastro Técnico Multifinalitário a SIG's visando a implantação de um reservatório para abastecimento de água no município de Cocal do Sul – SC.* Dissertação de Mestrado defendida na Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de mestre em Eng. Civil. 203 pg. Florianópolis, agosto, 1995.
- RENUNCIO, L. E.** *A Low-Cost Documentation and Retrieval System of Distributed Data Sets for a Historical Town in Brazil.* Tese de Doutorado. Instituto de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto – IPF. Universidade de Karlsruhe, Alemanha, 104p, 2000.
- ROBINSON, A. H.; MORRISON, J. L.; MUEHRCRE, P. C.; KIMERLING, A. J.; GUPTILL, S. C.** *Elements of Cartography.* 6ª edição, 674 pg, EUA, 1995.
- ROSE, Carla.** *Aprenda em 14 dias Fotografia Digital.. Ed. Campus., 1998.*
- SHIODE, Narushige.** *An Outlool for Urvan Planning in Cyberspace: Toward the Construction of Cyber cities With the Application of Unique Characteristics of Cyberspace.* CASA(Centro de Análise Espacial Avançado, UCL (Universidade Londres). [online] Disponível na Internet URL: <http://www.casa.ucl.ac.uk/publications/birkbeck/vrcity.html>. (1997) Artigo capturado em março de 1999.
- TEIXEIRA, Amandio Luiz de Teixeira.** *A Situação Brasileira dos Sistemas de Informação Geográfica.* Revista CADesign, pg 74, ano 4, nº 42, 1998.
- TEMPFLI, Klaus.** *3D Topographic mapping for urban GIS.,* American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. ITC Journal. 1998 – 3/4.
- WESTPHAL, Fabíola S.** *A Fotogrametria Digital como Ferramenta ao Planejamento Urbano.* Dissertação de Mestrado - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1999.
- WESTPHAL, Fabíola S.; RENUNCIO, Luiz Ernesto; LOCH, Carlos.** *A Fotogrametria Digital como Ferramenta ao Planejamento Urbano.* COBRAC 98 - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC. Florianópolis- SC. 1998.