

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**MODELAGEM DE UM BANCO DE DADOS PARA A
IMPLANTAÇÃO DE UM SIG PARA SUPORTE AO PLANO DE
DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL DA UFSCar**

Valéria Irlinda Pádua Sartini Fonseca

São Carlos – SP

2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**MODELAGEM DE UM BANCO DE DADOS PARA A
IMPLANTAÇÃO DE UM SIG PARA SUPORTE AO PLANO DE
DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL DA UFSCar**

Valéria Irlinda Pádua Sartini Fonseca

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

São Carlos – SP

2004

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

F676mb

Fonseca, Valéria Irlinda Pádua Sartini.

Modelagem de um banco de dados para a implantação de um SIG para suporte ao plano de desenvolvimento institucional da UFSCar / Valéria Irlinda Pádua Sartini. -- São Carlos : UFSCar, 2004.

122 p.

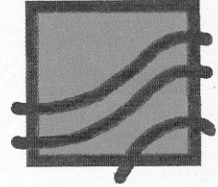
Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

1. Planejamento urbano. 2. Sistemas de informação Geográfica. 3. Geoprocessamento. 4. Modelo de dados Geo-OMT. I. Título.

CDD: 711 (20^a)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana
C. P. 676 – 13.560-970 – São Carlos – SP
Fone/FAX: (16) 260-8295
e-mail: ppgeu@power.ufscar.br
home-page: www.ufscar.br/~ppgeu



FOLHA DE APROVAÇÃO

VALÉRIA IRLINDA PÁDUA SARTINI FONSECA

Dissertação defendida e aprovada em 07/04/2004
pela Comissão Julgadora

Prof. Dr. Sergio Antonio Röhm
Orientador (DECiv/UFSCar)

Prof. Dr. Ricardo Ernesto Schaal
(STT-EESC/USP)

Prof. Dr. Segundo Carlos Lopes
(DECiv/UFSCar)

Prof. Dr. Ioshiaqui Shimbo
Presidente da CPG-EU

Dedico esta dissertação ao meu querido esposo Homero e as minhas amadas filhas Carina e Natália.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Sérgio Antônio Röhm, meu orientador, pela valiosa oportunidade que me concedeu, pela sua orientação, pela confiança a mim depositada e pela preciosa consideração e amizade demonstradas.

Ao Prof. Fernando Renier Gibotti da Silva e ao Prof. Thiago Simonato Sanches, da FAIMI – Faculdade Integrada de Mirassol, pelas valiosas informações, sugestões e colaborações na modelagem dos dados, além da preciosa consideração e amizade demonstradas.

Ao Prof. Dr. Segundo Carlos Lopes, pelas sugestões e informações prestadas e pela amizade sempre demonstrada.

Ao Prof. Dr. Archimedes Azevedo Raia Junior pelas sugestões no exame de qualificação e pela amizade.

Ao Prof. Dr. José Alberto Quintanilha, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo pela oportunidade de participar de seu grupo de discussão sobre modelagem de dados espaciais, o que foi de grande valia.

Ao Eng. Rogério Fortunato Junior, prefeito do *Campus* da UFSCar, pelas informações e pelo Organograma da estrutura administrativa da Universidade.

Ao Arquiteto Francisco Alexandre S. Martins e a Arquiteta Elizabeth Salvador, do Escritório de Desenvolvimento Físico pelas informações fornecidas e pela atenção dedicada.

Aos funcionários e responsáveis pela Divisão de Serviços Gerais (DiSG), Divisão de Manutenção (DiMan), Setor de Vigilância e Segurança e Setor de Combate a

incêndios do *Campus* da UFSCar e PROVAC DRIM, pela atenção e informações fornecidas.

A CAPES, pela bolsa oferecida durante parte do período do curso.

Aos colegas de turma da pós-graduação, pelo convívio durante o período do mestrado e que frutificou em novas amizades.

Ao meu querido esposo, Homero, pelo incentivo, apoio, dedicação dispondo parte de seu tempo e conhecimento profissional durante a realização do curso e por todos os momentos em que esteve ao meu lado.

As minhas queridas filhas Carina e Natália, por toda paciência, carinho, incentivo que me proporcionaram e pela compreensão durante minhas ausências.

Aos meus pais, Raul e Rosa, pela minha formação e educação como pessoa e por todo apoio, amor, carinho e compreensão durante todos estes anos de minha vida.

Aos meus sogros, Homero e Olinda, pelo apoio as minhas filhas nas minhas ausências.

Finalmente, porém mais importante, a Deus pela minha existência, por iluminar o meu caminho e por me proteger e dar forças para vencer os obstáculos que surgiram durante o curso .

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Técnicas envolvidas no Geoprocessamento	6
FIGURA 2 Estrutura geral de um Sistema de Informações Geográficas.....	8
FIGURA 3 Características de em Sistema de Informações Geográficas.....	10
FIGURA 4 Representação vetorial e matricial de um mapa temático.....	14
FIGURA 5 Níveis de especificação de aplicações geográficas	19
FIGURA 6 Fluxo de informações administrativas.....	35
FIGURA 7 Localização, limites do <i>Campus</i> da UFSCar em São Carlos, SP.....	43
FIGURA 8 Ocupação da área urbanizada do <i>Campus</i>	48
FIGURA 9 Evolução da área construída da UFSCar entre 1996 e 2000.	50
FIGURA 10 Estrutura administrativa do <i>Campus</i> da UFSCar.	52
FIGURA 11 Organograma da Prefeitura Universitária da UFSCar.....	55
FIGURA 12 Recorte das Áreas de estudo.....	60
FIGURA 13 Situação das Áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente.....	61
FIGURA 14 Zoneamento do <i>Campus</i>	62
FIGURA 15 Sistema Viário atual projetado do <i>Campus</i> da UFSCar.	63
FIGURA 16 Stencil OMT-G do software Visio 2000.	71
FIGURA 17 Diagrama de Temas para modelagem do SIG, <i>Campus</i> da UFSCar.....	93
FIGURA 18 Meta Modelo Parcial para a modelagem do SIG, <i>Campus</i> UFSCar.	95
FIGURA 19 Modelo Geo-OMT para implantação de um SIG para a UFSCar.	99

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Crescimento da infra-estrutura do <i>Campus</i> da UFSCar.	51
TABELA 2 Exemplo de correspondência entre os níveis de especificação.	73
TABELA 3 Áreas e tipos de pisos a serem limpos. <i>Campus</i> da UFSCar, em 2002.	78
TABELA 4 Tabela de categorias resultante da modelagem para o SIG- parte 1.	105
TABELA 5 Tabela de categorias resultante da modelagem para o SIG- parte 2.	106
TABELA 6 Tabela de categorias resultante da modelagem para o SIG - parte 3.	107

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Geoprocessamento	3
2.2	Sistemas de Informações Geográficas – SIG	6
2.2.1	Definição.....	6
2.2.2	Escala de trabalho	11
2.2.3	Formas de representação	12
2.2.4	Aplicações do SIG	15
2.3	Modelagem de dados geográficos	15
2.3.1	Modelos de dados semânticos	22
2.3.2	Modelos de dados geográficos	24
2.3.3	Modelo Geo-OMT	25
2.4	Planejamento Urbano.....	27
2.5	Geoprocessamento no Planejamento Urbano.....	30
2.6	SIG em aplicações urbanas	32
2.7	Aplicação do SIG em <i>Campi</i> Universitários	36
2.7.1	Experiências em Universidades nos EUA.....	37
2.7.2	Experiências em Universidades no Brasil.....	39
3	OBJETO DE ESTUDO	41
3.1	Área de estudo.....	41
3.2	Breve Histórico do <i>Campus</i> da UFSCar	43
3.2.1	O Plano de Desenvolvimento Físico	44
3.2.2	Relação <i>Campus</i> / Cidade	45
3.2.3	Implantação Física da UFSCar.....	46
3.3	Características do <i>Campus</i> e sua evolução.....	47
3.4	A administração do <i>Campus</i>	51
3.4.1	Propostas da Prefeitura Universitária.....	56
3.4.2	O Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI.....	57
4	MATERIAIS E MÉTODOS	64
4.1	Materiais	64
4.2	Método	64

4.2.1	Nível do Mundo Real.....	65
4.2.2	Nível Conceitual	69
4.2.3	Nível de Representação.....	70
4.2.4	Nível de Implementação	73
5	RESULTADO DA MODELAGEM E DISCUSSÃO.....	74
5.1	Nível Mundo Real.....	74
5.1.1	Avaliação das necessidades pela metodologia adaptada do NCGIA.....	74
5.1.2	Avaliação das necessidades pela análise do PDI da UFSCar.....	81
5.2	Nível Conceitual	91
5.2.1	Diagrama de Temas.....	92
5.2.2	Meta modelo parcial.....	94
5.3	Nível de Representação.....	97
5.3.1	Escala de trabalho	97
5.3.2	Modelo de banco de dados Geo-OMT para o <i>Campus</i> da UFSCar.....	98
5.3.3	Tabela de Categorias	103
6	CONCLUSÃO.....	108
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109

RESUMO

O *Campus* da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar possui uma população de mais de oito mil usuários. Nos últimos anos, passou por uma grande expansão da sua área urbanizada gerando uma demanda maior no planejamento, gerenciamento e controle de diversas instalações e serviços existentes na Universidade. As informações sobre o *Campus* estão armazenadas em diferentes departamentos e o rápido crescimento de sua área física construída faz com que os administradores necessitem de dados atualizados sobre o *Campus*. Portanto, neste trabalho foi elaborada a modelagem de um banco de dados espacial para a implantação de um Sistema de Informações Geográficas - SIG para o *Campus* da UFSCar. O SIG, é uma ferramenta capaz de armazenar, manipular e analisar os dados em bases de dados espaciais integradas possibilitando sua atualização periódica. O método empregado neste trabalho foi baseado no processo de modelagem de dados geográficos do qual foram empregados três níveis de abstração. No primeiro nível de abstração, Mundo Real, foi feita uma pesquisa para avaliação das necessidades de informações dos setores administrativos e uma avaliação das propostas do Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI, da UFSCar. Para atender o segundo nível de abstração, Conceitual, foi criado um Diagrama de Temas e um meta modelo Parcial. No terceiro nível de abstração, Representação, foi criado o modelo de dados geográficos conforme a notação do Modelo Geo-OMT, modelo orientado a objetos e uma tabela de Categorias para implementação do modelo.

ABSTRACT

The Campus of the Universidad Federal de Sao Carlos - UFSCar involves around eight thousand people in higher education and research. In the last years, the urbanized area of the Campus increased very fast. This great expansion generated a larger demand in planning, administration and controls of several facilities and services in the University. The information about the Campus is stored in different departments and the fast growth of its built area did with that the administrators need faster system to update those data. So, in this work it was developed a spatial database modeling for the implementation of a Geographical Information System - GIS to the UFSCar Campus. GIS is a tool able to store, to manipulate and to analyze data enabling periodic updating. The method used in this work was based on spatial database modeling. Three levels of modeling were applied. In the first level (Real World), it was made a research to evaluate the needs of information of the administrative sections and another research to evaluate the proposals of the Plano de Desenvolvimento Institucional (Plan for Institutional Development) - PDI, of UFSCar. In the second level (Conceptual), it was created a Diagram of Themes and a Partial Meta Model. In the third level (Representation), the spatial database model was created using the Geo-OMT's notation Model.

1 INTRODUÇÃO

O *Campus* da UFSCar, em São Carlos, possui uma população com mais de oito mil usuários e vem passando, há vários anos, por uma grande expansão de sua área urbanizada gerando uma demanda no gerenciamento e controle de diversas instalações e serviços existentes na Universidade.

O rápido crescimento da área física construída do *Campus* da UFSCar tem feito com que os administradores necessitem de dados atualizados mais rapidamente a respeito das áreas construídas, dos sistemas de infra-estrutura urbana, das áreas verdes, do sistema viário, etc. No entanto, as informações sobre o *Campus* estão armazenadas em diferentes departamentos de forma isolada e independente, o que certamente prejudica a eficiência do processo de atualização das informações.

O gerenciamento do *Campus* da UFSCar utiliza-se de informações sobre serviços e equipamentos urbanos que possuem um posicionamento geográfico definido. Portanto, os administradores e funcionários dos diversos setores administrativos usam e necessitam de informações espaciais, entre outras.

A necessidade de organização dessas informações espaciais, bem como sua manutenção, propicia o aparecimento de iniciativas com a finalidade de otimizar e ampliar o gerenciamento das informações. Um exemplo dessas iniciativas é a utilização de Sistemas de Informações Geográficas - SIG.

Os Sistemas de Informações Geográficas possuem ferramentas que contribuem com a melhoria do planejamento e do gerenciamento físico do *Campus* devido à facilidade de acesso às informações, à redução da duplicação de informações, à organização da coleta de

dados, à facilidade de analisar as informações espaciais, à organização e aperfeiçoamento da manutenção das informações, etc.

Essas facilidades e capacidades mencionadas a respeito dos SIGs podem, muitas vezes, gerar grandes expectativas em relação a sua utilização, entretanto, segundo RODRIGUES (1997), “Um sistema de informações geográficas pode ser tão bom quanto o modelo de dados subjacente, que reflete os entes e relações estruturadas de maneira a atender à funcionalidade desejada”. Portanto, a modelagem dos dados dever ser feita de forma adequada e previamente à implantação de um SIG. Ainda, segundo este mesmo autor, “O mal crônico de projetos SIG é o descaso pela modelagem de dados”.

Desta forma, o processo de modelagem de dados, quando bem conduzido, aumenta as chances de sucesso do SIG, facilita o processo de implantação, racionaliza o acesso e o uso dos dados e informações, assim como a expansão do banco de dados e a sua integração com outros bancos de dados criados para aplicações distintas. A modelagem de dados pode diminuir possíveis surpresas desagradáveis em relação ao funcionamento do sistema.

A modelagem do banco de dados envolve definições de como os dados serão simbolizados graficamente (exemplo: cor, tamanho, símbolo), como será a estrutura dos arquivos gráficos e não gráficos, como os diretórios dos arquivos serão organizados e nomeados. Deve também ser definido como o projeto será subdividido geograficamente, como serão apresentados os produtos do SIG (mapas, formatos de relatórios) e quais tipos de restrições de segurança e administração serão impostas dentro destes arquivos de acesso.

O propósito da modelagem de dados é especificar o modelo, é assegurar de que os dados foram identificados e descrito com completo rigor, ou seja, de forma a não existir ambigüidade. O modelo dos dados é então formalmente especificado por entidades, atributos e todos os relacionamentos entre as entidades dentro do SIG.

Assim, este trabalho tem como objetivo, elaborar a modelagem de um banco de dados espacial para a implantação de um SIG no *Campus* da UFSCar, em São Carlos. Com este trabalho pretende-se contribuir com um primeiro passo do processo de construção de um sistema de informações geográficas que sirva como ferramenta de suporte e gestão ao Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI, que se encontra em desenvolvimento na universidade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica será iniciada por conceitos de Geoprocessamento e em seguida abordará temas como Sistemas de Informações Geográficas (SIG), Planejamento Urbano, o uso de Geoprocessamento e SIG em aplicações urbanas e em *Campi* Universitários do exterior e do Brasil, incluindo e enfatizando o Campus da UFSCar, objeto deste estudo.

2.1 Geoprocessamento

Uma das primeiras menções, no Brasil, ao termo Geoprocessamento foi encontrada em RODRIGUES (1987). Segundo este autor, Geoprocessamento “é o conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento, e uso de sistemas que as utilizam”.

Outras definições e menções ao termo Geoprocessamento são relatadas por ROSA e BRITO (1996), “conjunto de tecnologias utilizadas na coleta e no

tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diferentes níveis de sofisticação.” Estes autores relatam que o Geoprocessamento permite o relacionamento, tratamento e a análise entre as informações alfanuméricas existentes num banco de dados cadastral e as informações cartográficas (mapas digitais) contidas num banco de dados gráfico, desde que estas informações estejam georreferenciadas espacialmente no território.

Segundo ROCHA (2000), Geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta de dados. Sua principal ferramenta representada pelo SIG, não cumprirá suas funções se não existirem dados disponíveis e em condições de serem utilizados.

O Geoprocessamento oferece inúmeras aplicações, mas, o importante para um futuro usuário desta tecnologia é identificar, com precisão, qual dessas aplicações atenderá sua necessidade. Se esta identificação for feita de maneira precisa e de comum acordo com o pessoal técnico, o administrador poderá, então, tornar o sistema viável.

O uso de Computação Gráfica permite a implementação de ferramentas que auxiliam no estudo da topografia de áreas modeladas. Tais ferramentas são viáveis em plataformas de baixo custo com alto grau de precisão e interatividade.

As técnicas envolvidas na implementação destas ferramentas são conhecidas pelas áreas de Processamento de Imagens, Modelagem Geométrica e Visualização. O Processamento de Imagens auxilia nas fases de aquisição e identificação dos modelos, a área de Modelagem Geométrica permite a criação e tratamento de modelos geométricos dos objetos adquiridos, e a área de Visualização fornece ao usuário final imagens destes modelos. Uma aplicação com as características

descritas anteriormente depende de componentes de *hardware* e poderão requerer o uso de processadores gráficos de alto desempenho, grandes quantidades de memória, além de periféricos especiais para entrada e saída das informações para permitir soluções eficientes. Aqui estão incluídos os profissionais que trabalham com Processamento Digital de Imagens, Cartografia Digital e Sistemas de Informações Geográficas. Apesar de diferentes, estão intimamente relacionadas e muitas vezes são complementares, usando os mesmos equipamentos, mas programas diferentes.

Na atualidade, a utilização do Geoprocessamento tem ênfase como uma ferramenta de modelagem e análise, o que permite demonstrar os agentes que interferem na formação do espaço e suas implicações, como por exemplo, na configuração urbana.

Segundo CÂMARA e DAVIS (1999), se onde é importante para seu negócio, então geoprocessamento é sua ferramenta de trabalho.

De acordo com DAVIS (1996), assim como toda introdução de novas tecnologias, o Geoprocessamento, em processo de gestão e planejamento, tende a causar vários impactos. Isto ocorre pelo fato de provocar mudanças em procedimentos, métodos, atitudes, devendo ser uma implantação gradual e cuidadosa, onde os objetivos almejados sejam de curto, médio e longo prazo. Sobre isso RODRIGUES (1997) recomenda o seguinte caminho: Pensar grande e implantar pequeno, ou seja, conceber e modelar um sistema abrangente imaginando como ele será no futuro. Desenvolver e implantar inicialmente pequenos componentes para os quais existem recursos e que terão resultado comprovado.

A Figura 1, oriunda de FATOR GIS (2001), mostra de forma resumida, porém ilustrada, as várias técnicas que compõe o Geoprocessamento. Como se pode

evidenciar, o conjunto de técnicas relacionadas ao tratamento da informação espacial, está agrupado em:

- 1) técnicas de coleta de dados;
- 2) técnicas de armazenamento de dados;
- 3) técnicas tratamento e análise de dados e
- 4) técnicas de uso integrado dos dados.



FIGURA 1 Técnicas envolvidas no Geoprocessamento
Fonte : Fator GIS (2001).

Desta forma, os Sistemas de Informações Geográficas - SIG, também conhecidos como GIS, do inglês, “Geographic Information System”, estão classificados como técnicas de uso integrado de dados.

2.2 Sistemas de Informações Geográficas – SIG

2.2.1 Definição

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), são uma ferramenta computacional para geoprocessamento que surgiram, segundo TEIXEIRA (1992), na

década de 1960, no Canadá, onde foi criado o primeiro sistema a reunir as características básicas de um SIG, o Canadian Geographic Information System. Posteriormente, foram desenvolvidos o New York Land Use and Natural Resources Information, em 1967 e o Minnesota Land Management Information System, em 1969.

Nas décadas seguintes ocorreram muitos avanços consideráveis no campo da informática o que barateou muito o preço dos equipamentos fazendo com que os SIGs tomassem a direção da popularização. A computação gráfica também avançou bastante e foram criados os sistemas AM/FM (Automated Mapping / Facilities Managements) e também os CADs (Computer Aided Designs) que têm auxiliado os SIGs na parte de desenho e digitalização de mapas e cartas. Vale ressaltar que SIG e CAD são ferramentas diferentes. O CAD é mais apropriado para desenho digital e não para o processamento e análise de dados espaciais georreferenciados.

Segundo ROCHA (2000), um Sistema de Informação Geográfica (SIG) difere dos demais sistemas, AM/FM, pela sua capacidade de estabelecer relações espaciais entre elementos gráficos. O SIG é o sistema mais adequado para análise espacial de dados geográficos.

Esta capacidade que o SIG tem de estabelecer relações espaciais entre os elementos gráficos, é conhecida como **Topologia**, ou seja, o estudo genérico dos lugares geométricos, com suas propriedades e relações.

Nos SIGs, todas as entidades de um mapa estão correlacionadas a um sistema de coordenadas geográficas.

A Figura 2, mostra a Estrutura geral de Sistemas de Informação Geográfica.

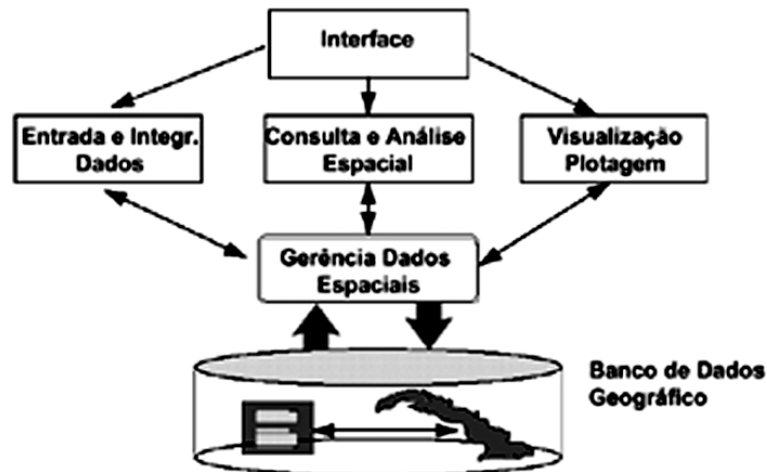


FIGURA 2 Estrutura geral de um Sistema de Informações Geográficas.
Fonte: CÂMARA (1996).

Numa visão abrangente, pode-se indicar que um SIG tem os seguintes componentes:

- Interface com usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de consulta e análise espacial;
- Visualização e plotagem;
- Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

Estes componentes se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo ao usuário, a *interface homem-máquina* define como o sistema é operado e controlado.

No nível intermediário, um SIG deve ter mecanismos de processamento de dados espaciais (*entrada, edição, análise, visualização e saída*). No nível mais

interno do sistema, um sistema de gerência de bancos de dados geográficos oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos.

O conceito básico sobre SIG é de que esta técnica permite a utilização de sistemas informatizados para armazenamento e manipulação de dados georreferenciados, ou seja, com um identificador de posição na Terra (coordenadas geográficas: latitudes e longitudes), que tenham sido gerados a partir de Sistemas de Posicionamento Global – GPS, Levantamentos Topográficos, Sensoriamento Remoto, Fotografia Aérea ou de outra maneira. O cruzamento de planos de informação (mapas) entre si como, por exemplo, topografia, solos, geologia, climatologia, hidrografia etc, bem como a consulta e análise cadastral, torna esta técnica de extrema utilidade para análises espaciais em muitas ciências e áreas do conhecimento.

Nos Sistemas de Informações Geográficas, as características em termos de estruturas de dados, modelos de banco de dados e sistemas análise, são diversas. Mesmo possuindo habilidades diferentes, existem alguns módulos presentes na maioria destes programas, como mostra a Figura 3.

Estes módulos são:

- Sistema de aquisição e conversão dos dados;
- Banco de dados espaciais e de atributos;
- Sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD);
- Sistema de análise geográfica;
- Sistema de processamento de imagens e
- Sistema de modelagem digital do terreno.

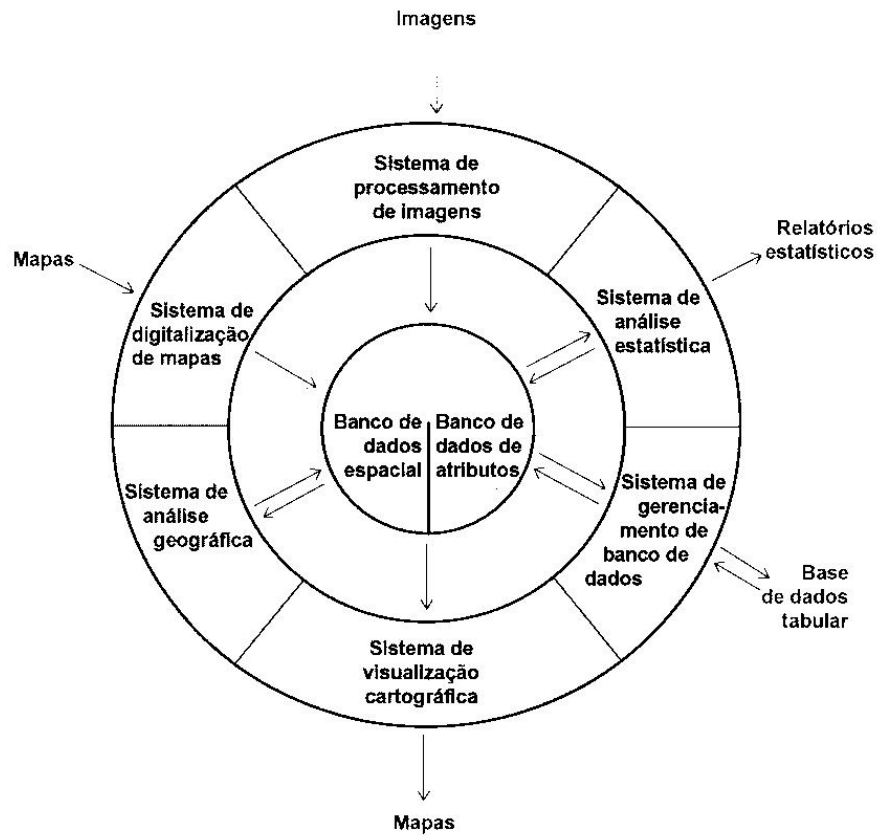


FIGURA 3 Características de em Sistema de Informações Geográficas.
Fonte: EASTMAN, (1998).

Um Sistema de Informação Geográfica possui quatro componentes: hardware e sistema operacional, software de aplicação (SIG), dados e profissionais, sendo que estes necessitam estarem equilibrados para um funcionamento satisfatório.

Resumidamente, o hardware pode ser de qualquer tipo de plataforma computacional, como computadores pessoais e Workstation.

Os dados geográficos são fundamentais para o SIG e os profissionais são importantes, pois têm a função de implementar e utilizar o sistema.

Para ROCHA (2000), o SIG é um sistema com capacidade para aquisição, armazenamento, tratamento, integração, processamento, recuperação, transformação, manipulação, modelagem, atualização, análise e exibição de informações digitais georreferenciadas, topologicamente estruturadas, associadas ou não a um banco de dados alfanuméricos.

Segundo BORGES (1999), como conceitos chaves para o SIG, pode citar-se a **Entidade**, como um fenômeno do mundo real que não é subdividido em fenômeno da mesma classe (ex: uma rua, um poste); os **Atributos** são características de descrição definida de uma entidade (ex: composição da rua, do poste) e **Valor do Atributo** que é uma qualidade ou quantidade atribuída a um atributo (ex: de cimento, de areia).

2.2.2 Escala de trabalho

Segundo ROCHA (2000), a escala de trabalho a ser adotada, visando qualquer trabalho de Geoprocessamento, deve possibilitar a visão global de área e ser uma escala que permita integrar e relacionar dados de diferentes naturezas para estudar a área como um todo. Este autor apresenta os seguintes níveis:

-Nível global: escalas de 1:2.500.000 a 1:100.000, recomendáveis para recursos ambientais, mudanças climáticas;

-Nível regional: escalas de 1:250.000 a 1:100.000, recomendáveis para zoneamento (planejamento, monitoramento e gestão ambiental), florestais (desmatamento e reflorestamento), agriculturas, mapas geológicas;

-Nível Intermunicipal: escalas de 1:100.000 a 1:50.000, seriam recomendáveis para gestão ambiental de bacia hidrográfica, estudos de planejamento de transporte, hidrológicos;

-Nível municipal: escalas de 1:50.000 a 1:10.000, seriam recomendáveis para gestão de municípios (planos diretores, planejamento urbano), saneamento, transporte, agricultura;

-Nível local: escalas de 1:10.000 a 1:2000 seriam recomendáveis para a gestão de municípios (planos diretores, planejamento, cadastro urbano-IPTU), saneamento, transporte, redes de concessionárias de Serviço Público.

Assim, com base nestas informações a escala de trabalho a ser utilizada no SIG do *Campus* deverá ser investigada e será adotada aquela que for compatível com as necessidades do *Campus* da UFSCar.

2.2.3 Formas de representação

Os dados são responsáveis por três quartos do tempo de dedicação para o desenvolvimento de um sistema. Mesmo sendo um elemento importante e valioso, os dados geralmente não estão disponíveis na forma adequada ou não se encontram atualizados.

Os dados no SIG podem ser divididos em dois grandes grupos:

a) dados gráficos, espaciais ou geográficos, que descrevem as características geográficas da superfície e

b) dados não gráficos, alfanuméricos ou descritivos, que descrevem os atributos destas características.

Os Sistemas de Informação Geográfica possuem atributos alfanuméricos além dos dados geométricos e espaciais. Os atributos alfanuméricos são associados com elementos gráficos. Geralmente, os dados alfanuméricos e os dados gráficos são armazenados em bases separadas.

ANTENUCCI et al. (1991), cita que os SIGs mantêm relações entre os dados gráficos e não gráficos. Uma forma comum de associar ambos os dados é armazenar identificadores ou chaves de ligação simultaneamente com cada conjunto de elementos gráficos e não gráficos. A base de dados de um SIG é formada por três aspectos fundamentais: dados espaciais, dados de atributo e dados temporais, sendo que os mesmos devem ser considerados para que não haja uma representação errônea da realidade.

Dados espaciais são quaisquer tipos de dados que descrevem fenômenos aos quais estejam associadas algumas dimensões espaciais. Eles consistem em informações do meio físico coletado de diferentes maneiras podendo ser representados nos formatos vetoriais e raster.

Os dados espaciais são obtidos através de sensores aerofotogramétricos, receptores de satélites, GPS, medições topográficas, etc. A fonte dos dados espaciais é relacionada com o tipo do projeto SIG, escala e precisão requerida.

Os dados espaciais no SIG podem ser representados através de duas formas distintas: Forma Vetorial e Matricial (Raster).

Vetorial: Os mapas são compostos de pontos, linhas e polígonos. No SIG feições são representadas por pares de coordenadas (x, y ou longitude e latitude). Os pontos são representados por apenas um par de coordenadas e as linhas e polígonos por uma seqüência de pares. As coordenadas dos vetores gráficos são sempre representadas como únicas ou uma série x, y coordenada.

Matricial ou Raster: Esta representação é feita como uma malha quadriculada regular. Sobre esta malha é construído o elemento a ser representado através de um conjunto uniforme de células chamadas de “pixels”. A cada célula,

atribui-se um código referente ao atributo. O espaço é representado como uma matriz $P(m,n)$, onde m são as colunas e n as linhas, sendo que cada célula possui um número de linha e coluna.

A Figura 4 mostra os Modelos de dados vetoriais e raster, respectivamente.

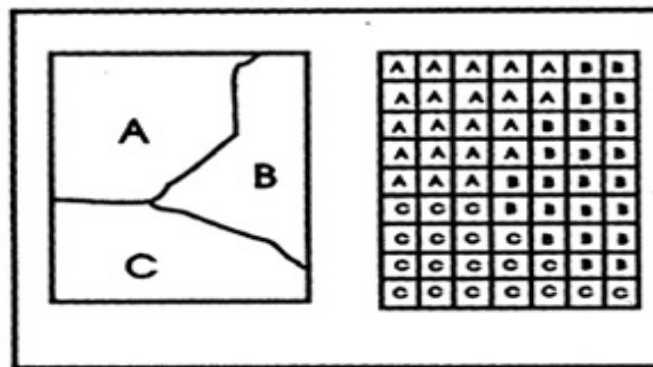


FIGURA 4 Representação vetorial e matricial de um mapa temático
Fonte : CÂMARA e MEDEIROS (1998).

Os dados alfanuméricos são subdivididos em dois grupos:

a) atributos dos dados espaciais: fornecem informações descritivas das características de algum dado espacial. Estão ligados aos elementos espaciais através de geocódigos, que estão armazenados tanto nos registros alfanuméricos como nos espaciais.

b) atributos georreferenciados: são dados onde a preocupação é apenas georreferenciar algumas características específicas. São armazenados e gerenciados em registros separados.

2.2.4 Aplicações do SIG

Nos Sistemas de Informação Geográfica, suas aplicações podem ser encontradas em diversos setores devido suas abrangências. Na área pública, encontram-se as áreas de educação, saúde, transportes, segurança pública, tributação, infraestrutura urbana, planejamento. Nas áreas de prestação de serviços, encontram-se as áreas de atuação de concessionárias, por exemplo, as que envolvem as redes de energia elétrica, abastecimento de água, esgotamento sanitário e pluvial e telecomunicações.

Dentro da área de transportes, por exemplo, a aplicação de SIG pode ser dividida em duas áreas, como aplicações voltadas ao planejamento e simulação do funcionamento do sistema viário e meios de transporte, públicos e privados e as para a prestação de serviços apoiados na rede viária, tais como planejamento de rotas de entregas e distribuição de produtos. Em ambos os casos, são importantes as informações sobre a malha viária e sobre o traçado das vias.

Um exemplo de aplicação na área de gerenciamento de uma rede de esgotos sanitários, incluindo os tipos de análises, como as de conectividade a jusante e a montante, registros de pontos de conserto e recuperação de vazamentos, verificação de vazão e planejamento para eliminação de pontos de lançamento em redes pluviais e em cursos d'água, podem ser realizados a partir do momento em que se tem uma estrutura dos dados da rede.

2.3 Modelagem de dados geográficos

Um dos elementos mais importantes para o desenvolvimento de um SIG é a escolha e utilização correta dos dados. A forma dos dados é crítica para toda a modelagem de banco de dados e o sucesso das análises executadas num sistema. A

qualidade dos resultados produzidos nas análises de SIG e suas aplicações implicam na qualidade dos dados utilizados. Os dados de SIG podem ser obtidos dentro de vários formatos de diferentes fontes. A avaliação das necessidades a serem desenvolvidas dentro da aplicação do SIG deverá basear-se em qualidade, escala e nível de perfeição.

Segundo RODRIGUES (1990), na elaboração da modelagem de dados, a definição das necessidades de informação, ou seja, aquelas que são relevantes para o propósito da aplicação, correspondem ao estabelecimento de quais aspectos do mundo real interessa e é possível observar.

A finalidade das informações a serem utilizadas na modelagem dos dados é também um fator importante a ser definido. Assim algumas perguntas devem ser respondidas e documentadas, como as seguintes:

- Qual a finalidade do sistema?
- Quais serão as aplicações neste sistema?
- Os usuários foram consultados e eles opinaram?
- Quais os componentes lógicos do sistema?
- Qual a precisão e confiabilidade destes dados?
- A fonte é confiável e precisa?
- Quem atualizará as informações e como serão atualizadas?

A resposta a estas perguntas será utilizada na modelagem da base de dados. A partir da modelagem de dados, obter-se-á o modelo de dados.

Para BORGES (1999), um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser utilizados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados. O modelo busca sistematizar o entendimento que é desenvolvido a respeito de objetos e fenômenos que serão representados em um sistema informatizado. Os objetos

e fenômenos reais, no entanto, são complexos demais para permitir uma representação completa, considerando os recursos à disposição dos sistemas gerenciadores de bancos de dados (SGBD) atuais. Desta forma, é necessário construir uma abstração dos objetos e fenômenos do mundo real, de modo a obter uma forma de representação conveniente, embora simplificada, que seja adequada às finalidades das aplicações do banco de dados.

O *National Center for Geographic Information and Analysis*, NCGIA (1988), relata que na proposta da *Standards Planning and Requirements Committee da American National Standards Committee* são definidos três níveis básicos de abstração, pelos quais um banco de dados pode ser visto:

- Nível externo ou visão: descreve as visões de cada usuário sobre o banco de dados. O importante ao usuário é obter respostas satisfatórias as suas questões, não sendo necessário ter conhecimento de onde os dados estão armazenados fisicamente.
- Nível conceitual: neste nível os dados são armazenados e descrevem-se quais são os relacionamentos entre eles. São feitas as análises dos requisitos, os levantamentos dos dados, as representações das informações relevantes e regras para a utilização dos dados. É a fase onde o Modelo de dados é elaborado.
- Nível interno ou físico: neste nível é feita a descrição de como os dados são armazenados. A implementação física do banco de dados depende do Modelo Lógico escolhido no nível conceitual.

Para CÂMARA et al. (1996), são quatro níveis de abstração utilizada nas aplicações geográfica:

- Nível do mundo real: contém os fenômenos geográficos a serem representados como, rios, cidades e vegetação;
- Nível conceitual: oferece um conjunto de conceitos formais para modelar as entidades geográficas, em um alto nível de abstração. Este nível determina as classes básicas (contínuas e discretas) que serão criadas no banco de dados;
- Nível de representação: as entidades formais definidas no nível conceitual (classes de campos e objetos), são associadas às classes de representação espacial. As diferentes representações geométricas podem variar conforme a escala, a projeção cartográfica escolhida ou a visão do usuário. O nível de representação não tem correspondente na metodologia tradicional de banco de dados já que aplicações convencionais raramente tratam o problema de múltipla representação.
- Nível de implementação: define padrões, formas de armazenamento e estruturas de dados para implementar cada tipo de representação.

A Figura 5 mostra os níveis de especificação de aplicações geográficas.

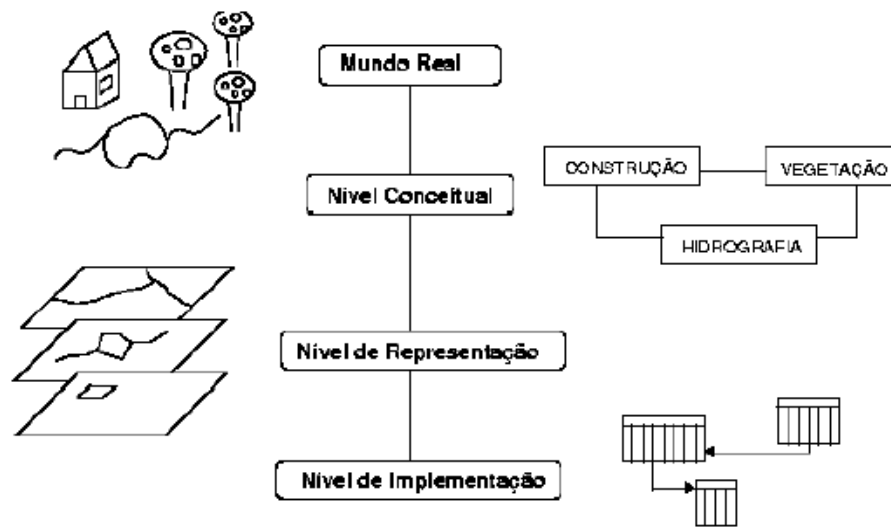


FIGURA 5 Níveis de especificação de aplicações geográficas
Fonte : CÂMARA et al. (1999).

O Projeto Conceitual é uma etapa importante para a construção do banco de dados do SIG, onde a estruturação de dados deve ser bem definida para não gerar informações ineficientes. As vantagens da utilização do Projeto Conceitual estão em uma melhor compreensão pelo usuário leigo, pois o problema é exposto graficamente, por não estar vinculado a nenhum SGBD, possui independência de detalhes na implementação; compatibilidade com qualquer estrutura de dados (é capaz de migrar de um SGBD relacional para um orientado a objetos e possui estabilidade frente a mudanças de implantação). De acordo com CÂMARA (1999), citando Lisboa¹, a divisão em níveis de abstração, torna evidente que a dicotomia entre visão de campos (enxerga o espaço geográfico como uma superfície contínua, sobre a qual variam os fenômenos a serem observados segundo diferentes distribuições) e visão de objetos (representa o espaço geográfico como uma coleção de entidades distintas e

¹ Lisboa, F. J. **Modelos conceituais de dados para sistemas de informações geográficas**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1997. EQ – 12.

identificáveis) é considerada nos níveis conceitual e de representação, e a dicotomia entre estruturas vetoriais e matriciais é uma questão essencial ao nível de implementação. A comparação entre os níveis de Especificação de aplicações geográficas e as etapas de projeto de banco de dados leva a compreender que cada etapa do projeto de um banco de dados geográfico é mais complexa que as respectivas etapas do projeto de um banco de dados convencional.

A modelagem conceitual constitui uma etapa fundamental no desenvolvimento e implantação de sistemas de informações geográficas. Recentemente alguns trabalhos demonstram esta importância e destacam modelos para domínios específicos. GIBOTTI (2000) propõe a modelagem de dados do cadastro técnico multifinalitário urbano para fins de SIGs urbanos. Em sua proposta apresenta um modelo conceitual que serve como base para a integração de outros modelos com finalidades específicas como, por exemplo, redes. CRUZ (1994) apresenta modelos conceituais de redes (água, esgoto, telefonia e energia elétrica) para a implantação de SIGs. Os modelos desenvolvidos por GIBOTTI (2000) e CRUZ (1994) podem ser integrados subsidiando a implantação de aplicações urbanas.

Para que um sistema de informação seja bem sucedido, ele depende da qualidade da transposição de entidades do mundo real e suas interações para um banco de dados informatizado. A abstração de conceitos e entidades existentes no mundo real é uma parte importante para a criação de sistemas de informação, pois é uma ferramenta que auxilia na compreensão do sistema.

De acordo com a necessidade de compreensão e representação das diversas entidades de interesse do sistema de informação e suas interações, cada um

destes componentes pode ser visualizado em diferentes níveis de complexidade e detalhe.

Existem vários tipos de modelos, como o infological que possui descrições orientadas aos usuários e o datalogical cuja principal preocupação é a representação no computador. Os modelos podem ser classificados em: modelos de dados conceituais, modelos de dados lógicos e modelos de dados físicos.

Os modelos de dados lógicos descrevem a estrutura de um banco de dados apresentando um nível de abstração mais próximo das estruturas físicas de armazenamento de dados. Os modelos de dados relacionais, também chamados de modelos de redes e hierárquico, são implementados diretamente por vários sistemas gerenciadores de banco de dados (SGBD) existentes comercialmente. Os modelos de dados conceituais são os mais adequados para capturar a semântica dos dados e, conseqüentemente, para modelar e especificar as suas propriedades, além de descrever a estrutura de um banco de dados em um nível de abstração independente dos aspectos de implementação. Como exemplos, cita-se o modelo de Entidade-Relacionamento, o modelo funcional, o modelo binário e os modelos orientados a objetos. Os modelos de dados físicos são utilizados para descrever as estruturas físicas de armazenamento.

Conforme CÂMARA et al.(1999), a modelagem orientada a objetos não obriga o armazenamento em um SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) orientado a objetos, mas simplesmente visa dar ao usuário maior flexibilidade na modelagem incremental da realidade.

Os objetos geográficos se adaptam bem aos modelos orientados a objetos divergindo, por exemplo, do modelo de dados relacional que não se adapta aos

conceitos de dados espaciais. Os usuários têm que artificialmente transferir seus modelos mentais para um conjunto restrito de conceitos não espaciais.

São quatro os modelos de dados mais utilizados como base para as extensões geográficas: Modelo Entidade-Relacionamento (ER), Modelo IFO (*Is-a Functional Objects*), OMT (*Object Modeling Technique*), OOA (*Object – Oriented Analysis Method*). A diferença entre os Modelos, está em suas características e nos construtores dos seus Fluxogramas de dados, (ou seja em suas notações).

2.3.1 Modelos de dados semânticos

De acordo com BORGES (1999), estes modelos de dados foram desenvolvidos com o objetivo de facilitar esquemas de projetos de banco de dados com altos níveis de abstrações para modelagem de dados, independente do software ou hardware a ser utilizado. Eles devem possuir as seguintes características:

- Expressividade: o modelo deve distinguir diferentes tipos de dados, relacionamentos e restrições;
- Simplicidade: o modelo deve ser simples o bastante para que os usuários possam entendê-lo e utilizá-lo devendo possuir uma estrutura simples;
- Minimalidade: o modelo deve consistir num pequeno número de conceitos básicos, que são distintos e ortogonais em seu significado;
- Formalidade: o modelo deve ter seus conceitos formalmente definidos e interpretação única: cada esquema deve ser interpretado de forma inequívoca.
- Interpretação única: Cada esquema deve ser interpretado de forma inequívoca.

Conforme BORGES (1999), citando Navathe² um modelo semântico deve também suportar os seguintes conceitos de abstração:

- Agregação: é um conceito abstrato de construção de um objeto agregado a partir de objetos componentes. O relacionamento entre o objeto agregado e os componentes é descrito como “é-parte-de”. De forma simplificada, uma agregação é usada, por exemplo, para agregar atributos, ou seja, um objeto é definido pelo conjunto dos atributos que o descreve;
- classificação e instanciação: classificação é o processo de abstração no qual objetos similares são agrupados dentro de uma mesma classe. Uma classe descreve as propriedades comuns ao conjunto de objetos. As propriedades podem ser estáticas (estruturais) ou dinâmicas (comportamentais). A maioria dos modelos semânticos representa apenas as características estáticas das entidades, enquanto que as propriedades dinâmicas são representadas nos modelos orientados a objetos. O relacionamento existente entre o objeto e a sua classe é denominado “é_membro_de” ou “é_instância_de” significando que cada objeto é uma instância da classe;
- generalização / especialização: a generalização é um processo de abstração no qual um conjunto de classes similares é generalizado em

² Navathe, S. B. Evolution for data modeling for databases Communications of the ACM, v.35, n.9, p.112-123. 1992.

uma classe genérica (superclasse). A especialização é o processo inverso, onde a partir de uma determinada classe mais genérica (superclasse) são detalhadas classes mais específicas (subclasses). As subclasses possuem algumas características que as diferem da superclasse. O relacionamento entre cada subclasse e a superclasse é chamado de “é_um” (is_a). As subclasses automaticamente herdam os atributos da superclasse ;

- identificação: cada conceito abstrato ou objeto concreto tem identificadores únicos .

Esses conceitos de abstração têm sido utilizados em diferentes combinações e em diferentes graus nos modelos de dados semânticos. De acordo com BORGES (1999), citando Navathe³, o modelo orientado a objetos é um modelo similar aos modelos semânticos, podendo também ser considerado um modelo semântico que possui adicionalmente herança de propriedades e métodos que modelam o comportamento dos objetos. Eles possuem, também, construtores para a definição de objetos complexos, o que possibilita a representação de aplicações em áreas consideradas não convencionais.

2.3.2 Modelos de dados geográficos

Os modelos ER, OMT, IFO, considerados modelos de dados semânticos e orientados a objetos, são utilizados para a modelagem de aplicações geográficas.

³ Navathe, S. B. Evolution for data modeling for databases Communications of the ACM, v.35, n.9, p.112-123. 1992.

Os modelos de dados para as aplicações geográficas têm necessidades adicionais, tanto com relação à abstração de conceitos e entidades, quanto ao tipo de entidades representáveis e seu inter-relacionamento.

Existem diversas propostas, focalizadas em ampliar os modelos criados para aplicações convencionais como Geo OOA, MODUL-R, IFO, Geo-OMT para aplicações geográficas. Mas, antes de adotar qualquer um destes modelos, é importante observar os níveis de abstração dos dados geográficos, os requisitos de um modelo de dados geográficos e finalmente, se o que se pretende modelar poderá ser claramente representado no modelo escolhido.

2.3.3 Modelo Geo-OMT

O Modelo Geo-OMT é a extensão do Modelo OMT convencional onde foram introduzidas primitivas geográficas aumentando a sua capacidade semântica e assim proporcionando uma melhor aproximação do modelo mental do espaço a ser modelado e o modelo de representação normalmente utilizado.

Segundo BORGES & DAVIS (1999), o Modelo Geo-OMT é baseado em Classes, Relacionamentos e Restrições de integridade espaciais.

O modelo Geo-OMT trabalha no nível conceitual/representação e suas classes básicas são: Classes Georreferenciadas e Classes Convencionais . Através dessas classes são representados os três grandes grupos de dados (contínuos, discretos e não-espaciais) encontrados nas aplicações geográficas, proporcionando assim, uma visão integrada do espaço modelado, o que é muito importante na modelagem principalmente de ambientes urbanos.

Uma Classe Georreferenciada descreve um conjunto de objetos que possuem representação espacial e estão associados a regiões da superfície da terra, representando a visão de campos e de objetos.

Uma Classe Convencional descreve um conjunto de objetos com propriedades, comportamento, relacionamentos, e semântica semelhantes, e que possuem alguma relação com os objetos espaciais, mas que não possuem propriedades geométricas. Um exemplo desse tipo de classe é a que define os proprietários de imóveis cadastrados para fins de tributação (IPTU), e que possuem relação de propriedade com os lotes e edificações presentes no banco de dados geográfico.

As características do Modelo Geo-OMT são as seguintes:

- Segue o paradigma de orientação a objetos suportando os conceitos de classe, herança, objeto complexo e método;
- Representa e diferencia os diversos tipos de dados envolvidos nas aplicações geográficas, fazendo uso de uma representação simbólica que possibilita a percepção imediata da natureza do dado, eliminando assim, a extensa classe de hierarquias utilizada para representar a geometria e a topologia dos objetos espaciais;
- Fornece uma visão integrada do espaço modelado, representando e diferenciando classes com representação gráfica (georreferenciadas) e classes convencionais (não-espaciais), assim como os diferentes tipos de relacionamento entre elas;
- Caracteriza as classes em contínuas e discretas, utilizando os conceitos de “visão de campos” e “visão de objetos”;
- Representa a dinâmica da interação entre os vários objetos, explicitando tanto as relações espaciais como as associações simples;

- Representa as estruturas topológicas “todo-parte” e de rede;
- Formaliza as possíveis relações espaciais, levando em consideração a forma geométrica da classe;
- Traduz as relações topológicas e espaciais em restrições de integridade espaciais;
- Representa os diversos fenômenos geográficos, utilizando conceitos natos que o ser humano tem sobre dados espaciais;
- Possibilita a representação de múltiplas visões de uma mesma classe geográfica, tanto baseada em variações de escala, quanto nas várias formas de se perceber o mesmo objeto no mundo real;
- É de fácil visualização e entendimento, pois utiliza basicamente os mesmos tipos construtores definidos no modelo OMT;
- Não utiliza o conceito de camadas e sim o de níveis de informação (temas), não limitando o aparecimento de uma classe geográfica em apenas um nível de informação.

2.4 Planejamento Urbano

Planejamento Urbano é organizar um conjunto de ações que objetive a adequação do ambiente urbano à manutenção e melhoria da qualidade de vida. É peça fundamental no ordenamento das cidades e na política de desenvolvimento dos municípios. Para um desenvolvimento sustentável é fundamental desenvolver um planejamento integrado entre os aspectos físico-territorial e o meio ambiente.

Segundo ROLNIK (1990), o Planejamento deve ser mais do que um modelo de “boa cidade” deve ser algo vivo, um local institucional onde sejam

explicitadas as contradições e as diferenças resultantes dos vários agentes sociais. Todos devem conhecer e se apropriar do planejamento.

No Brasil, a distribuição da população, em meados dos anos 60, era de aproximadamente 70% vivendo nas áreas rurais e 30% vivendo em áreas urbanas. Nas últimas três décadas esta situação inverteu-se totalmente. Atualmente, a maior parte da população concentra-se nas áreas urbanas e o processo de urbanização brasileira foi um dos mais rápidos do mundo.

O processo de urbanização trouxe conseqüências devido ao crescimento populacional acentuado.

Como cita FERRAZ (1996), as tentativas de se implantar algum tipo de planejamento urbano no Brasil, sempre ocorreram de forma independente e isolada em cada município. Alguns, principalmente as grandes metrópoles, implantaram um conjunto de leis com o objetivo de disciplinar o seu crescimento já explosivo, mas distante de ser uma política de planejamento urbano.

FERRAZ (1996), citando PORTO et al.⁴, relata que os motivos que levaram os municípios e principalmente as grandes cidades a um crescimento desordenado, foram: a proliferação de loteamentos implantados em condições técnicas insatisfatórias; ocupação de áreas impróprias; ocupação extensa e adensada dificultando a construção de canalizações e eliminando áreas de armazenamento.

⁴ Porto, R. et al. **Drenagem urbana**. In: TUCCI, C. E. M., org. Ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS/ EDUSP/ ABRH, 1993. Cap. 21, p.805 – 847.

O aumento populacional e a conseqüente ocupação de novos espaços conduzem à expansão e à alteração da estrutura urbana e portanto, à transformação qualitativa e quantitativa do espaço habitado.

Segundo MILITÃO & CARVALHO (1996), o crescimento rápido e desordenado das áreas urbanas, principalmente nas metrópoles e cidades de médio porte, gera grande pressão sobre as administrações municipais as quais nem sempre conseguem desenvolver a infra-estrutura necessária frente à velocidade do crescimento urbano. A procura por soluções que realmente auxiliem na resolução dos problemas das áreas urbanas passa, inevitavelmente, pelo planejamento urbano.

Uma das dificuldades do planejamento urbano, face à intensa urbanização, refere-se à falta de informações sobre o monitoramento contínuo do espaço urbano no âmbito espacial e temporal. Estas figuram como importante instrumento para a análise das tendências de crescimento, das alterações ocorridas na expansão urbana e também para a compreensão da estrutura urbana que é reflexo da história de uma sociedade.

Dados e informações disponíveis para a administração, quando existentes, estão representados em mapas e de forma não sistematizada. Para a elaboração de estudos de implementação de melhorias urbanas, análises e gerenciamento, há a necessidade de se analisar várias informações e manipular diversos mapas.

A carência de informações confiáveis e de fácil acesso, além do tempo gasto para realizar a análise dos dados, são fatores cada vez mais importantes para a otimização da tomada de decisão.

Assim, o Geoprocessamento pode ser uma excelente ferramenta de apoio.

2.5 Geoprocessamento no Planejamento Urbano

Conforme PEREIRA & CARVALHO (1999), nos Estados Unidos a fase pioneira do Geoprocessamento, dos anos 50 até 1975, foi caracterizada por esforços individuais, pela falta de dados digitais e pelos projetos que superavam as possibilidades computacionais da época.

Foi no final dos anos 80, que o Geoprocessamento tornou-se uma área de conhecimento bastante aceita nos Estados Unidos, sendo que seu reconhecimento científico ocorreu com a criação do *National Center for Geographic Information and Analysis* - NCGIA, fundado pela *National Science Foundation*, baseada na cooperação entre as universidades: Califórnia (Santa Bárbara), Maine e New York (Buffalo).

No Brasil, algumas aplicações foram iniciadas baseadas em modelos dos anos 70, como o projeto de Porto Alegre - METROPLAN, Recife – FIDEM e São Paulo - PRODAM, os quais eram voltados para gestão cadastral urbana geocodificada.

Foi nos anos 90, que a implantação do Geoprocessamento em atividades de gestão e planejamento urbano no Brasil realmente cresceu. Como exemplos da implantação destes sistemas de Geoprocessamento no Brasil desta época do final dos anos 80 e início dos anos 90, podem ser mencionados os projetos de Belo Horizonte, Santo André e Curitiba.

Na atualidade, pode-se considerar fundamental a utilização do Geoprocessamento como ferramenta de modelagem e análise o que permite demonstrar os agentes que interferem na formação do espaço e suas implicações na configuração urbana.

A implantação de um Sistema de Geoprocessamento, na área municipal, deve ser vista como uma busca da eficiência das atividades técnicas e administrativas.

Assim como toda introdução de novas tecnologias, o Geoprocessamento em processo de gestão e planejamento, tende causar impactos na organização municipal. Isto ocorre pelo fato de provocar mudanças em procedimentos, métodos, atitudes, devendo ser uma implantação gradual e cuidadosa, onde os objetivos almejados sejam de curto, médio e longo prazo DAVIS (1996).

Segundo MILITÃO & CARVALHO (1996), o crescimento desordenado das cidades está, cada vez mais, revelando a necessidade de ferramentas que auxiliem no Planejamento Urbano e no Monitoramento da Infra-estrutura Básica. O planejamento urbano é feito não só em novas cidades, mas também em cidades em processo de crescimento. O monitoramento da infra-estrutura básica acompanha o nível de consumo de serviços públicos como a eletricidade e o saneamento nas áreas modeladas, permitindo realizar estudos para expansão destes serviços.

A tecnologia hoje não é um obstáculo para a adoção de Geoprocessamento para apoio ao planejamento e gestão urbana. Pode-se dizer que no Brasil um dos problemas a ser solucionado para o uso do Geoprocessamento em urbanismo é a falta de dados e de treinamento técnico.

De acordo com ALMEIDA (1994), as aplicações de um sistema de Geoprocessamento para Prefeituras Municipais, devem ser compatíveis com os seus objetivos. Podem ser citados alguns destes objetivos: aperfeiçoar e agilizar o atendimento ao contribuinte; controlar e gerenciar a quantidade e qualidade dos serviços públicos e comunitários; praticar uma política tributária justa e igualitária; desenvolver e implantar ações de planejamento urbano a partir do real conhecimento da estrutura físico-territorial de seu município; controlar e gerenciar áreas inundáveis e de preservação ambiental.

2.6 SIG em aplicações urbanas

O *Campus* da UFSCar, objeto de estudo para este estudo, assemelha-se a um município de pequeno porte, pois ambos possuem dificuldades parecidas nas áreas de administração, de planejamento, de expansão do espaço físico e infra-estrutura, buscando sempre melhorias a sua população.

Para HASENACK & WEBER (1998), uma das ferramentas do geoprocessamento que auxiliam no Planejamento Urbano é o SIG (Sistemas de Informações Geográficas) que pode ser entendido como um conjunto de aplicativos para coletar, armazenar, recuperar, transformar e representar visualmente dados espaciais, textuais e estatísticos a eles relacionados. A aplicação de SIG em países desenvolvidos tem demonstrado sucesso no ambiente urbano. No Brasil, atualmente existem iniciativas da utilização do SIG em administrações municipais.

Para DAVIS (1999), existem aplicações de SIG em praticamente todas as áreas de atuação do poder público no município, bem como nas atividades relacionadas à oferta e à prestação de serviços à população. Na área pública, destacam-se áreas como educação, saúde, transportes, segurança pública, tributação, licenciamento de atividades, meio ambiente, infra-estrutura urbana, planejamento, e outras.

Na área de prestação de serviços, destacam-se as áreas de atuação das concessionárias, envolvendo redes de energia elétrica, abastecimento de água, esgotamento sanitário e pluvial, e telecomunicações, bem como a prestação de serviços baseada na rede de circulação viária, em atividades como coleta e distribuição de produtos.

O SIG utilizado no gerenciamento e planejamento urbano fornece suporte para muitas funções de decisão, sobretudo na análise e na execução política dos

problemas, uma vez que técnicos planejadores e administradores possuem a responsabilidade de prover informações selecionadas para a comunidade que usufruirá os resultados das decisões, no monitoramento do crescimento urbano, na definição das tendências de expansão e na identificação de agentes que interferem no processo de crescimento.

Dentre os benefícios que um SIG traz ao planejamento urbano, pode citar-se: a criação de banco de dados georreferenciados para todos os setores da municipalidade, estabelecendo uma fonte universal que relaciona todos os aspectos urbanos, técnicos, sociais e econômicos; facilidade na atualização permanente das informações armazenadas, executadas pelos órgãos componentes, possibilitando ao mesmo tempo o acesso de interessados a consultas e análises; a partir da estruturação adequada de dados georreferenciados, possibilita a agregação e desagregação de informações ao nível de lote, quadra, bairro ou de qualquer área desejada, de forma imediata e precisa; cobrança e atribuição de impostos; serviços de saúde; a imediata reprodução de plantas cartográficas, cadastrais e de mapas temáticos para todos os usuários, com igual nível de atualização e de confiabilidade e a seleção das camadas temáticas de informações conforme interesse do usuário.

Segundo TEIXEIRA et al. (1992), a respeito do cadastro urbano este pode ser inteiramente armazenado nos Sistemas de Informação Geográfica facilitando o cálculo de taxas de impostos, tornado-os mais eficientes e condizentes com a realidade.

Para HUXHOLD (1991), as principais funções organizacionais de uma Prefeitura, não são diferentes das desenvolvidas por uma empresa privada. Assim, as principais funções de um órgão público ou privado são:

-Nível operacional: a política governamental e técnica produzem e distribuem produtos ou serviços que afetam diretamente ao público. Exemplo: distribuição de água, saneamento básico, lançamento de impostos, coleta de lixo;

-Nível de gerenciamento: a formulação de ações políticas, orçamentos, leis, programas, são formuladas. São definidos os planos de ação e são gerenciados os recursos utilizados;

-Nível de política de ação: neste nível, a política de ação é estabelecida, os orçamentos são aprovados e as leis e normas são decretadas.

Estes níveis podem ser demonstrados através de uma pirâmide, como mostra a Figura 6, onde as informações manipuladas no nível operacional são utilizadas pelos que estabelecem as políticas para iniciar planos e programas, sendo que estes enviam para os administradores que irão transformá-las em ações a serem executadas no nível operacional.

Então, conclui-se que as políticas, os planos e programas dependem da precisão, compreensão e atualização da informação.

Os SIGs podem, na maioria das vezes, eliminar redundâncias de registros de todos os mapas de informações, armazenando as informações em uma única base de dados, sendo esta corrigida apenas uma vez, com resultados iguais para todos os usuários. Esta correção é refletida sobre todos os mapas que contém informações.



FIGURA 6 Fluxo de informações administrativas.
Fonte: HUXHOLD (1991).

Segundo KITAGAWA (1994), as administrações devem estar equipadas com uma estrutura operacional bastante eficaz para conseguir detectar as necessidades da comunidade e priorizá-las, segundo visões emergenciais, de prevenção, de manutenção e de melhoramento.

SCHWEDER (1994), afirma que para que uma administração seja eficaz, são necessárias informações sobre suas características físicas, sociais, culturais e econômicas. Sem estas informações, o trabalho de administração fica baseado apenas em hipóteses prejudicando o processo administrativo e o planejamento urbano.

Segundo RASO (1994), em função da necessidade de acesso e manutenção de grandes volumes de dados dos mais variados tipos, criou-se uma demanda por sistemas de gerenciamentos mais eficientes, induzindo empresas de todo o mundo e de todos os portes, investirem pesadamente na tecnologia do SIG.

Para CALIJURI & RÖHM, (1995), na engenharia urbana, os SIGs são úteis no controle e análise das seguintes áreas de estudo e aplicação:

- Serviços de transportes e arruamentos;
- Equipamentos urbanos;

- Uso e ocupação do solo;
- Cadastro imobiliário gráfico;
- Escolas;
- Hospitais e postos de saúde;
- Áreas de lazer;
- Áreas de proteção ambiental e;
- Redes de infra-estrutura urbana (água, esgoto, pavimentação, iluminação pública, telefonia, etc.).

GIBOTTI & RÖHM, 1999, citam que dentre os vários conceitos que procuram definir a tecnologia SIG, pode-se destacar que o sistema de informações geográficas incorpora técnicas de computação gráfica, gerenciadores de banco de dados gráficos e atributos, processamento de imagens digitais e rotinas de análise para aplicações específicas. Estes componentes, em conjunto, permitem tratar os dados de forma integrada, desde sua coleta, armazenamento, processamento, manipulação e análise, possibilitando a extração de grande quantidade de informações consistentes que auxiliarão no processo de tomada de decisão.

Com base nas citações de aplicações de SIG em ambientes urbanos, observa-se que esta ferramenta pode ser também uma ferramenta de grande auxílio para *Campi* Universitários.

2.7 Aplicação do SIG em *Campi* Universitários

A utilização de SIG como ferramenta de auxílio para administração de informações geográficas de *Campus* Universitários é uma experiência utilizada no exterior e no Brasil.

No exterior podemos citar como exemplos: a Universidade do Arizona, a Universidade de Berkley, Universidade de Idaho, Universidade da Geórgia, nos Estados Unidos. No Brasil podemos citar como exemplos: a Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) e a própria UFSCar.

2.7.1 Experiências em Universidades nos EUA

2.7.1.1 Universidade do Arizona

O principal objetivo da criação do SIG foi o desenvolvimento automático do sistema para gerenciamento das informações sobre os recursos físicos do *Campus* e também promover um apropriado acesso para esta informação.

Este sistema é constituído pelos dados de atividades dos departamentos existentes que permite a distribuição controlada e apropriada das informações entre eles.

Para a distribuição dos dados e suas aplicações foi necessário estabelecer níveis centralizados e requerimentos comuns para a participação dos departamentos, além da coordenação básica de padrões de software, hardware, e aplicações integradas para garantir a funcionalidade do sistema.

Algumas atividades que foram aprimoradas através da implantação do sistema foram:

- Planejamento e análises administrativas: o SIG tem a facilidade de permitir a análise do ambiente espacial, com a capacidade de estabelecer relacionamentos espaciais entre feições dos mapas, que são armazenados no banco de dados. Possui o potencial de responder diretamente a questões sobre a utilização do espaço, além de relacionar várias

populações do *Campus* facilmente interpretadas e representadas, através das análises mais eficientes.

- Facilidades de análises administrativas / operacionais: o SIG pode ser utilizado como ferramenta para o gerenciamento de facilidades através do armazenamento no banco de dados. É possível descrever precisamente num mapa a informação que é necessária, além de atualizá-la de forma fácil e rápida. O sistema é utilizado para a realização de serviços de manutenção e também no gerenciamento de riscos e em situações de emergência.

- Mapeamento temático: são referentes a criação de mapas com ênfase em características específicas de uma determinada área. O mapeamento temático é particularmente bem utilizado para representar informações complexas num formato que seja de fácil compreensão. Todos mapas temáticos são elaborados sobre alguns tipos de base de dados que possui sentido dentro de um contexto geográfico, como exemplo um mapa mostrando o posicionamento de todos os locais de estacionamento.

- Gerenciamento de registros: registros, como desenhos de como foram construídos, informações de parcelamento, dados úteis e a facilidade de uso dos dados podem ser efetivamente armazenados e recuperados para serem utilizados no SIG e documentos importantes receberam proteção contra deterioração.

2.7.1.2 Universidade da Califórnia

Na Universidade da Califórnia, em Davis, o SIG foi utilizado para o mapeamento das redes de infra-estrutura, das construções e para auxiliar na definição das rotas de policiamento do *Campus*.

Alguns dos principais usuários do sistema da UCD são:

- Departamentos do *Campus*,
- Serviços de saúde,
- Engenharia civil, geografia e geologia,
- Serviços ambientais, segurança,
- Serviços de manutenção,
- Escritório de planejamento e orçamento e
- Corpo de bombeiros do *Campus*.

2.7.2 Experiências em Universidades no Brasil

2.7.2.1 Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC-PR

A PUC-PR desenvolveu o sistema para georreferenciar o *Campus* Universitário onde ela mantém as informações de uma base de dados, que permite pesquisas sobre o que for necessário e disponível ao universo de usuários. Possibilita também auxiliar no seu controle interno (localização de professores, funcionários, equipamentos e etc) e de usuários que por ventura queiram conhecer o *Campus* .

2.7.2.2 Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

Na UFSCar foi desenvolvida uma dissertação onde o SIG foi utilizado para caracterização e análise ambiental do *Campus*. O trabalho foi o realizado por PAESE (1997), que converteu mapas e cartas temáticas analógicas do *Campus*, como

mapas pedológicos, hidrografia, cobertura vegetal e uso do solo para o formato digital através dos Sistemas de Desenho Computadorizado - CAD e Sistemas de Informações Geográficas - SIG. O objetivo deste projeto foi a caracterização ambiental da área do *Campus*.

O foco do trabalho de PAESE (1997) foi a identificação dos padrões das unidades de paisagem das áreas urbanizadas e não urbanizadas, forneceu informações que podem ser utilizadas para as análises de planos de ocupação da área física e para o estabelecimento de uma política ambiental para a Universidade.

Outro resultado do trabalho realizado por PAESE (1997), foi à confecção de material educativo e informativo, direcionado aos diversos grupos sócio-culturais (alunos, professores, funcionários, administradores e pessoal externo), com o objetivo de fomentar novas atitudes nas ações e participações desses atores sociais para o aprimoramento da consciência sobre a preservação do sistema ambiental do *Campus*.

Outro trabalho realizado utilizando-se técnicas de SIG foi de NOGUEIRA (1998), que estudou a morfologia urbana e o fluxo de pedestres no *Campus* da UFSCar, fornecendo subsídios para um planejamento e reorganização da configuração espacial mais adequada aos pedestres.

Não foram encontrados trabalhos de modelagem de dados voltados para um SIG do *Campus* da UFSCar, nem mesmo modelos de dados nos trabalhos que envolveram um SIG em aplicações específicas para o *Campus* da UFSCar, como mencionados anteriormente. Por este motivo e dada a importância da modelagem de dados para o SIG, como identificado nesta revisão, foi escolhido para este trabalho o tema “Modelagem de um banco de dados para um SIG para o *Campus* da UFSCar”.

Como método da modelagem o Modelo Geo-OMT foi escolhido para este trabalho, pois as aplicações em áreas urbanas tendem a ser complexas, abordando um grande número de entidades geográficas e relacionamentos. Também por este modelo fornecer uma visão integrada do espaço modelado, representando e diferenciando classes com representação gráfica (georreferenciados) e classes convencionais (não-espaciais), assim como os diferentes tipos de relacionamento entre elas. De forma geral, o modelo Geo-OMT é considerado indicado e com boa capacidade de representar as particularidades dos dados geográficos mantendo maior clareza e facilidade de representação, segundo BORGES (1997).

3 OBJETO DE ESTUDO

3.1 Área de estudo

A área em estudo é o *Campus* da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, localizado no entorno da área urbana da cidade de São Carlos, SP, situado entre as coordenadas 21°58' e 22° 00' de latitude sul e 047°51' e 047°52' de longitude oeste, com área física total de 645 ha e distante 235 Km da capital do estado de São Paulo.

O Sistema de Projeção adotado é o UTM, referenciado ao elipsóide do SAD 69. A área do objeto de estudo se encontra no fuso 23, meridiano central 45° W.

No interior da área física do *Campus*, estendendo-se na direção Norte-Sul, encontra-se o Parque Ecológico Municipal A. T. Vianna, de propriedade e gerido pela prefeitura municipal de São Carlos. O *Campus* da UFScar é limitado ao Sul pela Rodovia Washington Luiz; a Oeste, em alguns trechos, pela Rodovia Thales de Lorena

Peixoto; e a Leste, pela Estrada Municipal Guilherme Scatena que atravessa trechos do campus como mostra a Figura 7.

Segundo PAESE (1997), a área atual do *Campus* era ocupada pela Fazenda Trancham, desapropriada pela Prefeitura Municipal de São Carlos através da Lei nº 6085 de 19 de fevereiro de 1969. A Escritura da Instituição da UFSCar data de 26 de abril do mesmo ano. Entretanto, em decorrência de pendências judiciais que envolveram o processo de desapropriação, a posse do imóvel ocorreu somente no segundo semestre do ano de 1969.

O *Campus* da UFSCar possui dois *Campi*, sendo que o inicial localiza-se na cidade de São Carlos, onde se encontra a administração da Universidade e estão concentrados 24 dos 25 cursos de graduação além de programas de pós-graduação entre mestrado (17) e doutorado (11) e outro na cidade de Araras, ambos no Estado de São Paulo.

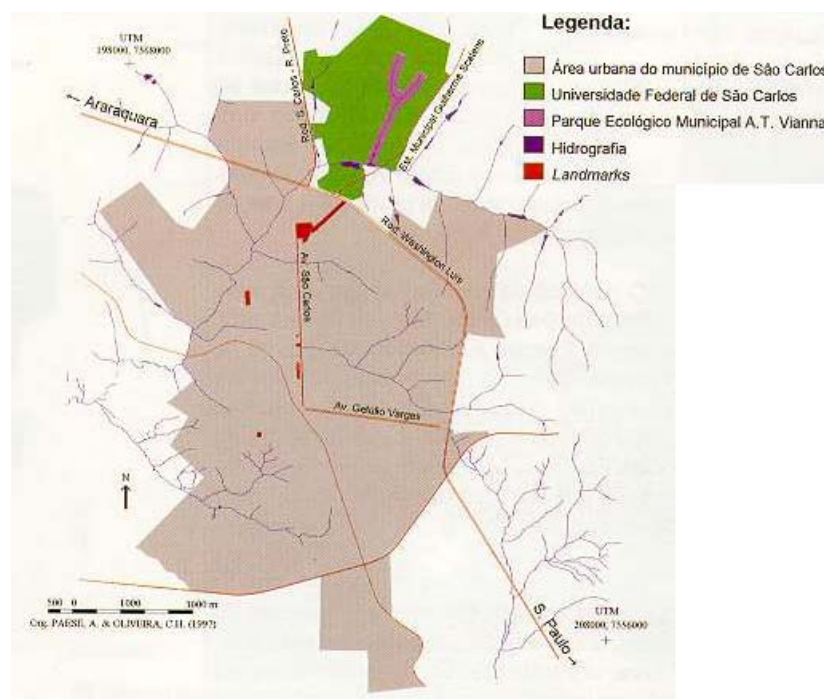


FIGURA 7 Localização, limites do *Campus* da UFSCar em São Carlos, SP.
Fonte: PAESE (1997).

A UFSCar é uma instituição pública de ensino superior, vinculada ao Ministério da Educação (MEC) a qual iniciou suas atividades letivas em 1970, recebendo os primeiros 96 alunos para os cursos de Engenharia dos Materiais (primeiro da América Latina) e Licenciatura em Ciências. Atualmente, estudam na UFSCar cerca de 6500 alunos, sendo 5000 na graduação e 1500 na pós-graduação, matriculados em um dos 25 cursos de graduação ou em uma das 35 opções em pós-graduação, sendo 17 cursos de mestrado, 12 em doutorado e 6 de especialização.

3.2 Breve Histórico do *Campus* da UFSCar

A partir de 1968 o Brasil passou por uma Reforma Universitária, incentivando a implantação de novos centros de estudos profissionalizantes. O âmbito físico-espacial mais adequado para essas instituições foi caracterizado como *Campus*. A partir de então, as Instituições de Ensino Superior (IES), tentaram assimilar uma nova realidade administrativa e acadêmica quando então foram implantados os *Campi* Universitários, que surgiram da aquisição de glebas próximas das cidades de médio porte, onde seriam implantadas.

A UFSCar foi criada em 1968 dentro deste contexto da Reforma Universitária e iniciou suas atividades em 1970 numa área de 645 ha localizada, no município de São Carlos, SP.

Assim, com a criação do *Campus* houve, provavelmente, a intenção de elaborar alguns documentos que fizessem referência ao desenvolvimento e ocupação da área, pois, pesquisando-se alguns dos arquivos da UFSCar, foram encontradas

publicações como o Plano Preliminar da UFSCar, o Plano Físico - Estudo Preliminar e o Plano de Desenvolvimento Físico, elaborados a partir da década de 1970, conforme citados a seguir.

3.2.1 O Plano de Desenvolvimento Físico

Segundo LUCINI (1985), um Plano Físico Diretor não tem condições, por si só de definir uma política de implantação e crescimento físico da Universidade. Pelo contrário, este deve ser parte de uma política de desenvolvimento global, servindo como um elemento regulador orgânico do crescimento do *Campus*, em constante estudo e renovação de diretrizes. Portanto, um Plano Físico Diretor é uma primeira hipótese de materialização de uma dinâmica programada para o desenvolvimento físico-orgânico da Instituição.

LUCINI (1985), mostra uma síntese dos conceitos que serviram de embasamento para a definição do Plano Diretor da UFSCar, em 1976, sendo parcialmente implantado nos anos seguintes. Ainda, segundo este autor, a implantação e o crescimento físico da UFSCar ocorreu em duas etapas simultaneamente, conforme a seguir:

A primeira teve início com as atividades administrativas e docentes, em 1970. As instalações já existentes, da antiga Fazenda Tranchan, foram adaptadas para a Universidade e foram feitas várias melhorias na infra-estrutura. Até fins de 1976, várias construções foram executadas na Área Sul devido ao aumento no número de matrículas e cursos. Vários Planos Diretores Físicos foram elaborados na época, mas não efetivados.

Os objetivos gerais dos estudos realizados pelo setor físico-territorial na etapa de desenvolvimento físico foram:

- a) Definir um plano preliminar de organização física para o *Campus*;
- b) Estudar uma estratégia de desenvolvimento progressivo da implantação, caracterizando etapas de construção para projetos futuros;
- c) Fornecer elementos básicos de localização de funções e usos para o desenvolvimento de planos específicos referentes a equipamentos técnicos como: sistema de abastecimento, esgoto, captação de água pluvial, energia elétrica, pavimentação e telefone;
- d) Adaptação das construções, utilizando-se as já existentes.

A segunda etapa (em meados de 1976), define-se a partir da criação, na UFSCar, da Assessoria de Planejamento, que até outubro deste mesmo ano, elaborou um Plano Físico Preliminar. Este Plano caracterizou uma sistemática de ocupação urbana do Campus, dando diretrizes às construções e projetos que foram realizados desde aquele momento.

A parte da execução das obras ficou a cargo da Divisão de Obras e Manutenção, que possuía oficinas próprias e que realizavam todo o serviço de construção minimizando a quantidade de licitações, o que resultou em uma economia de recursos financeiros e possibilitou maior crescimento e desenvolvimento de obras.

3.2.2 Relação *Campus* / Cidade

Segundo LUCINI (1985), o *Campus* que, inicialmente, encontrava-se isolado da cidade, transformou-se num direcionador de crescimento urbano, tendo sido assimilado, em médio prazo, pela estrutura urbana. A área do *Campus* deveria ser “permeável”, ou seja, um território aberto às funções da cidade, em relação ao sistema viário, ao sistema de transportes, infra-estrutura e serviços. O entendimento do *Campus*

como parte integral da cidade levaria ao reconhecimento da importância social da UFSCar, o que levaria a um intercâmbio real entre ambas incentivando o desenvolvimento de atividades culturais, esportivas, de extensão, etc.

3.2.3 Implantação Física da UFSCar

Segundo LUCINI (1985), levando-se em consideração as condições de desenvolvimento acadêmico e dos recursos necessários e disponíveis, foi definida a área para a Implantação da expansão física da UFSCar:

Definiu-se como alternativa, expandir a área urbanizada da UFSCar para o Setor Norte e concomitantemente, organizar e melhorar o Setor Sul já existente. Entretanto havia uma barreira natural contra a expansão para o Setor Norte que eram o lago e seu vale. A alternativa encontrada foi à tentativa de integrar o lago e seu vale como parte da paisagem atuando como centro e confluência de atividades de vivência e complementares, conectando os setores acadêmicos e administrativos. Essa conexão ocorreu através da “Espinha Sul – Norte”, interligando os núcleos acadêmicos e complementares como o Restaurante Universitário, Biblioteca, Centro Cultural etc. A “Espinha” representava uma estrutura funcional com atividades hierarquizadas, por tipo, densidade e localização, garantindo a inter-relação de uso intenso, integrando áreas verdes, de lazer e de recreação, onde deveria ocorrer a circulação de pedestres.

O sistema viário ficou definido como periférico à área urbanizada, aproveitando-se os limites e divisas do *Campus*, sendo que assim que terminado, deveria fechar um circuito de mão dupla. O sistema de pedestre teria pouca interferência nesta fase da implantação, mas possibilitaria o acesso do transporte público e o estacionamento junto aos diversos edifícios.

3.2.3.1 Produção do Espaço da UFSCar

Segundo LUCINI (1985), para a implantação do *Campus*, a UFSCar contava com duas unidades: Assessoria de Planejamento (ASPLAN) e Divisão de Obras e Manutenção (DOM).

A ASPLAN era diretamente ligada ao gabinete do Reitor e continha uma equipe de engenheiros e arquitetos e setores de apoio técnico e administrativo, os quais determinavam as diretrizes de implantação física. A Divisão de Obras e Manutenção, também ligada à Reitoria era um órgão executivo responsável pela execução de todas as obras dentro do Campus, desde levantamentos topográficos até instalações especiais.

MARTINS (1986), estudou o processo de produção do espaço construído na UFSCar, analisando o sistema de execução de obras por administração direta e o sistema industrializado. Concluiu que o primeiro sistema, apesar de ter a possibilidade de redução nos custos, não garantia por si só uma economia tranqüila e contínua pelo fato de que é irregular e descontínua a entrada de recursos, enquanto no segundo as vantagens seriam em relação à continuidade no fluxo de recursos, maior rapidez na execução das obras, menor exigência de se manter equipes de trabalho e maior segurança no estabelecimento de prazos e custos.

3.3 Características do *Campus* e sua evolução

O *Campus* da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar foi escolhido como objeto de estudo, pois possui estrutura e necessidades semelhantes a de um município pequeno.

Conforme o Relatório de Gestão – 1996/2000, UFSCAR (2000) a área física do *Campus* está dividida em área urbanizada (29,10 %) e não urbanizada (70,90

%). A área urbanizada é composta de edificações destinadas ao ensino, administração, biblioteca, teatro, agências bancárias, lanchonetes, praça de esportes, estacionamentos, vias de acesso, além de jardins e gramados que caracterizam o perfil da área urbana de uma cidade. Estima-se que o número de pessoas que utilizam o *Campus* é de aproximadamente oito mil, entre alunos de graduação, pós-graduação, docentes e funcionários.

Na área urbanizada estão instalados 27 departamentos e três centros: de Ciências Exatas e Tecnologia (CCET), de Ciências Biológicas e Saúde (CCBS) e de Ciências Humanas (CCH), conforme mostra a Figura 8.

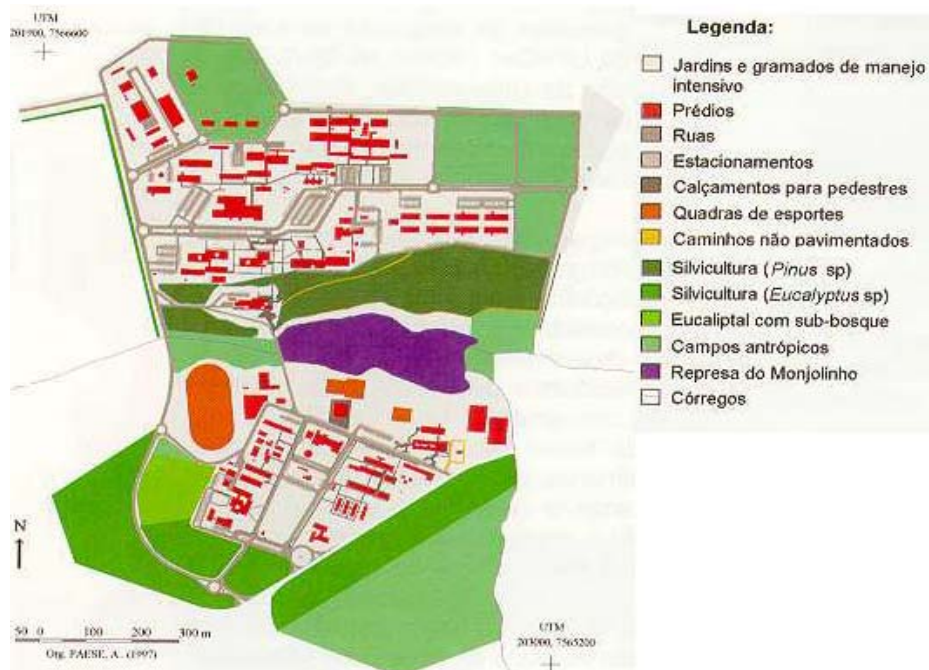


FIGURA 8 Ocupação da área urbanizada do *Campus*.
Fonte: PAESE (1997).

Nas áreas não urbanizadas, correspondentes a 82,20% da área total do *Campus* encontram-se áreas com reflorestamento e também de preservação, sendo que em sua maior extensão está a produção de *Eucalyptus sp.*

Na área de estudo a variação altimétrica é de aproximadamente 75m, sendo que cota mais baixa está situada entre 815 e 820m e a cota mais alta situada entre 890 e 895m em relação ao nível do mar. A área urbanizada está situada nas altitudes menores que vão de 815 a 865m (PAESE, 1997).

Dentro da área do *Campus* atravessam os córregos do Monjolinho (com cotas altimétricas de 815 a 820 m) e do Fazzari cuja nascente está localizada na Universidade.

No relevo do *Campus*, predominam terrenos com relevo suave ondulado (362,34 ha) ou de relevo plano que não são suscetíveis à erosão. As áreas com relevo fortemente ondulado somam 16,72 ha, correspondendo a apenas 2,59% da área total da Universidade distribuídos próximos aos córregos e represas. Apesar da pequena extensão relativa, são áreas de grande risco de erosão e devem ser consideradas em projetos de ocupação de expansão física da Universidade. PAESE (1997).

Conforme LORANDI et al., 1988, a pedologia do *Campus* da UFSCar é definida pelas classes de solos Latossolo Vermelho Amarelo Álico (LVa), com 321,29 ha ou 49,96% da área total do *Campus*, Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (LVd) que representam 296,17 ha ou 46,06% da área, Latossolo Vermelho Escuro Eutrófico (LEe) aparecem em 11,46 ha ou 1,78% e Gley Pouco Húmico Álico (HGPa) representando 7,56 ha ou 1,18%.

Segundo PAESE (1997), foram encontradas como cobertura do solo: Jardins e gramados 30,60 %, ruas asfaltadas 9,32 %, edificações 7,21 %, *Pinus sp* 7,32

%, Eucaliptus 12,27 % e Campos antrópicos 21,14 %, todos correspondentes à área urbanizada do *Campus*.

Nos últimos dez anos, o *Campus* passou por um crescimento acelerado de sua área construída, conforme mostra a Figura 9, aumentando significativamente o volume de informações a serem armazenadas e gerenciadas.

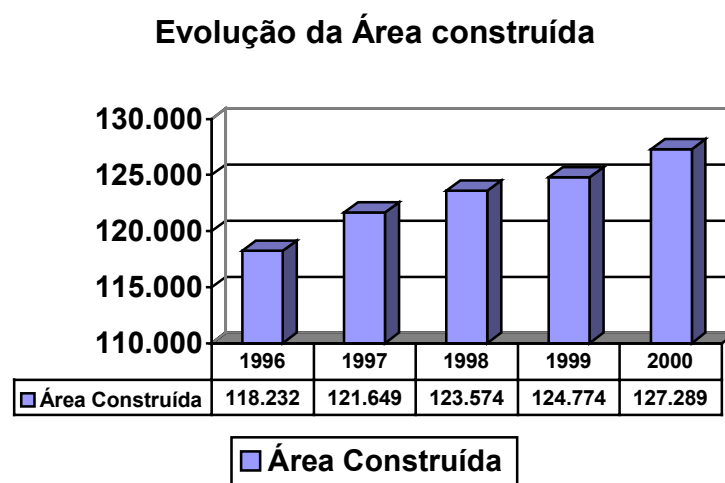


FIGURA 9 Evolução da área construída da UFSCAR entre 1996 e 2000.
Fonte: UFSCAR (2000).

Há no *Campus*, assim como nas cidades, dificuldades no controle da atualização das informações de infra-estrutura urbana, sendo que estas, devem ser precisas para que haja maior eficiência no planejamento e também no controle das necessidades atuais e futuras.

O controle das informações de infra-estruturas e das áreas físicas construídas, do *Campus*, contribuirá para minimizar o desperdício de recursos e possibilitará em melhorias na qualidade de vida da população universitária.

A grande velocidade de crescimento da área construída e do aumento da demanda pela utilização das redes de infra-estrutura tornou a administração do *Campus* da UFSCar mais complexa, como mostrado na Tabela 1.

TABELA 1 Crescimento da infra-estrutura do *Campus* da UFSCar.

INFRA-ESTRUTURA	UNIDADE	ANO				
		1996	1997	1998	1999	2000
Canalização de água potável	Metros	12.662	12.997	14.271	14.386	14.479
Consumo de água potável	m ³ /d	820	856	854	860	872
Rede de esgoto	m ³ /hora	9.955	10.161	10.561	10.678	10.756
Rede de águas pluviais	Metros	5.835	6.177	6.263	6.313	6.408
Capacidade energia elétrica	KVA	3.934	4.272	4.935	5.963	6.358
Sistema de iluminação	Ptos de luz	408	426	607	634	669
Área para estacionamento	m ²	50.152	51.819	52.669	53.552	53.552
Área de circulação pedestre	m ²	7.800	8.052	10.668	11.126	11.245

Fonte: UFSCAR (2000).

3.4 A administração do *Campus*

A Figura 10 mostra a Estrutura administrativa do *Campus* da UFSCar, onde as políticas, os planos e as atividades principais são formulados e coordenados pelos órgãos superiores: Conselho Universitário, Conselho de Ensino e Pesquisa e Reitoria. Atualmente a administração do *Campus* utiliza informações geográficas.

O setor administrativo do *Campus* da UFSCar é subordinado à Reitoria e a Prefeitura Universitária – PU, é um destes setores. A Figura 11 mostra o organograma organizacional da PU. Pode-se verificar que estão subordinadas à PU, a Divisão de Manutenção (DiMan); Divisão de Serviços Gerais (DiSG); a Divisão de Fiscalização de obras (DiFO) e o Departamento de Engenharia Elétrica e Telefonia através de unidades como o Escritório de Desenvolvimento Físico (EDF) e a outras.

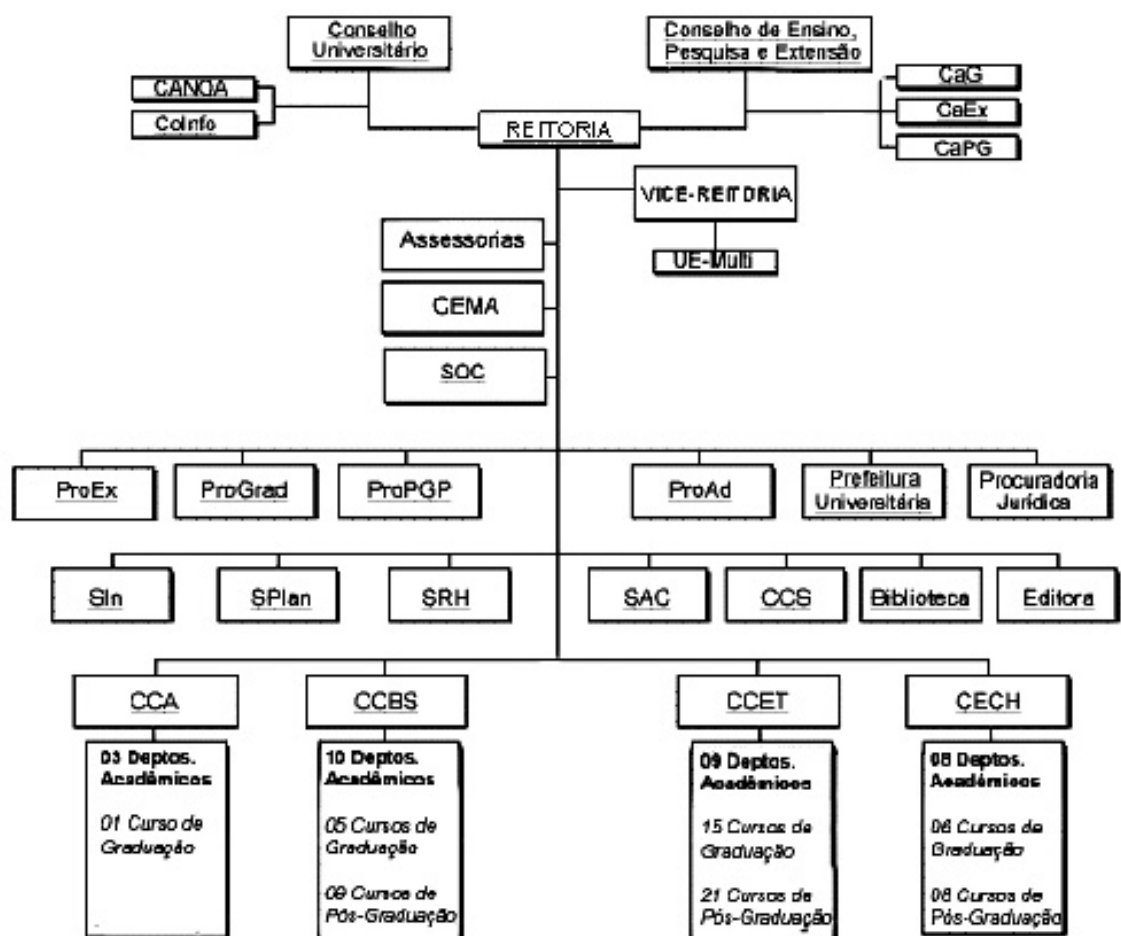


FIGURA 10 Estrutura administrativa do *Campus* da UFSCar.
Fonte: <http://www.ufscar.br/portugues/reitoria/pu/index.htm#PU>.

A Prefeitura Universitária – PU tem como principal função garantir as condições infra-estruturais do *Campus*, elaborar o orçamento da Prefeitura e os

submeter à CANOA (Comissão para Assunto de Natureza Orçamentária e Administrativa). Promove estudos de projetos especiais para melhoria das infra-estruturas, edificações e projetos institucionais, visando à obtenção de recursos extra-orçamentários gerenciando os serviços das unidades integrantes da PU.

A Secretaria de Administração e Finanças - SAF realiza o gerenciamento dos recursos e efetivação das compras de suprimentos e equipamentos, necessários às atividades de todas as unidades da Prefeitura Universitária.

Uma das funções do Departamento de Engenharia elétrica e telefonia são elaborar projetos de elétricos e orçamentos, auxiliar as ações de manutenção da infraestrutura elétrica de baixa e média tensão e fiscalizar serviços na área de eletricidade no *Campus*.

O setor de vigilância é responsável pela segurança do *Campus* sendo que suas funções são: de sistematização do controle de acesso ao *campus*, com implantação de sistema cadastral; a implantação de sistema de circuito fechado de televisão – CFTV, nos acessos do *Campus* para registro e auxílio no caso de ocorrências; a priorização ao tráfego de pedestres, com aumento dos roteiros e interligações, incluindo sinalização indicativa; a segurança no trânsito com intensificação da sinalização vertical e horizontal e o plano de renovação da frota de veículos.

Atualmente, para a execução das obras de expansão da Universidade são contratadas firmas terceirizadas onde os projetos são elaborados pelo EDF e fiscalizados pelo DiFO. Para o caso de pequenas reformas de edificações, infra-estrutura, manutenção corretiva, a execução do trabalho é realizada por funcionários do quadro da Universidade através do DiMan.

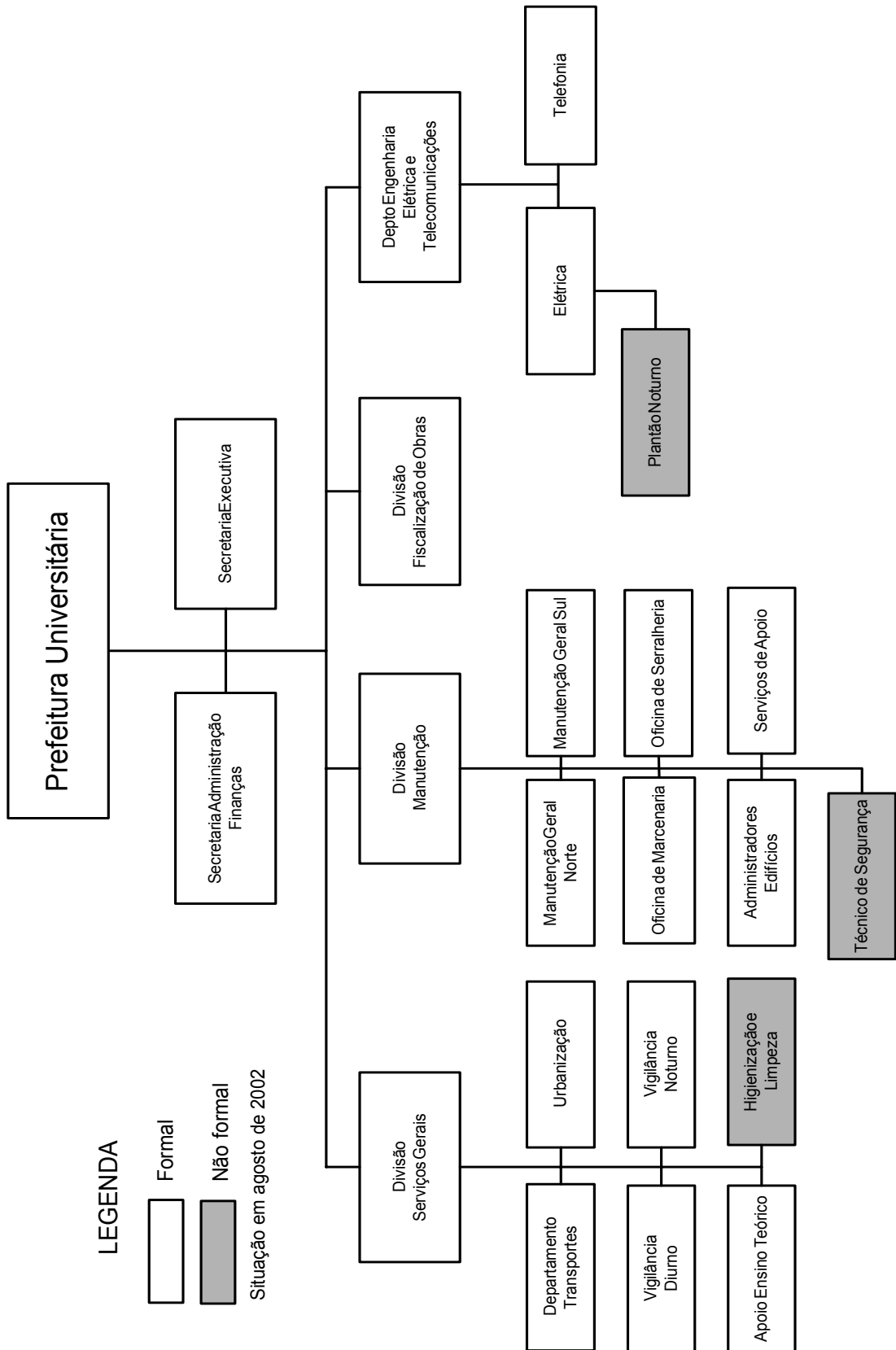


FIGURA 11 Organograma da Prefeitura Universitária da UFSCar. Fonte: Prefeitura Universitária (2002).

3.4.1 Propostas da Prefeitura Universitária

As propostas para a gestão da Prefeitura Universitária do *Campus* da UFSCar são as seguintes, conforme HOMEPAGE-PU (2004), no seguinte endereço na Internet: <http://www.ufscar.br/portugues/reitoria/pu/index.htm#PU>

3.4.1.1 Plano de Manutenção Preventiva e urbanística

- Ampliação das rotinas de manutenção preventiva de edificações;
- Implementação de ações com o objetivo de aumentar a garantia de acessibilidade de pessoas portadoras de necessidades especiais no *Campus*;
- Controle sistemático dos sistemas infra-estruturais;
- Implementação de ações de racionalização do consumo e conservação de energia;
- Programa de Uso Racional da Água – PURA;
- Execução de manutenção preventiva em sistemas de refrigeração de ambientes, em consonância com legislação pertinente;
- Execução de normalização para tarefas e requisição de serviços, de forma a facilitar os serviços e seu controle;
- Recuperação do conjunto de quadras esportivas externas e sistemas de iluminação ;
- Aumento dos serviços de conservação de gramados e recuperação paisagística.

3.4.1.2 Sistemas infra-estruturais

- Melhorias na rede de distribuição de energia elétrica de média tensão (12KV), com instalação de disjuntor a vácuo na cabine de entrada de energia em substituição do disjuntor antigo, ampliação da rede e instalação de chaves de manobra, visando aumento da confiabilidade do sistema;
- Promover estudos de sistemas de recirculação de água em conjunto com diversos pesquisadores, com objetivo de reduzir o consumo de água;
- Recondicionamento e reposicionamento de transformadores;
- Ampliação da Central Telefônica, contratação de troncos digitais, locação de central informatizada para o *campus* de Araras e serviços de *frame-relay* entre os *campi* permitindo assim ligações ramal-ramal entre São Carlos e Araras.

3.4.1.3 Cursos de Capacitação

- Capacitação de eletricitas com cursos de quadros de comando e proteção de circuitos de potência;
- Capacitação dos condutores de veículos com cursos de direção defensiva ;
- Cursos de segurança do trabalho e combate a incêndios.

3.4.2 O Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI

Em 2002, houve a criação do Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI, com o objetivo de balizar o futuro que a UFSCar almeja e quer construir para si e

proporcionar melhorias em suas atividades. Desde então, foram realizados eventos (como, por exemplo, fóruns de discussão e seminários de planejamento) com o objetivo de obter diferentes informações sobre a UFSCar. Estas informações foram levantadas através da aplicação de questionários, entrevistas e outras formas de consulta à comunidade.

As diretrizes que foram discutidas e algumas ainda em discussão, buscam o desenvolvimento do *Campus*, no tocante aos aspectos acadêmico, físico, ambiental e organizacional, por meio de amplo processo participativo sobre os quais a Universidade tem ação de análises e decisões.

Conforme, MACEDO et al (2002), o Plano de Desenvolvimento Físico procura estabelecer parâmetros que orientam os processos de ocupação dos campi e a distribuição de espaço. A perspectiva de crescimento do espaço físico da UFSCar exige uma análise das reais necessidades de cada Unidade de Ensino, bem como uma clara definição da forma de ocupação da área de expansão dos campi. É importante que haja um processo permanente de planejamento, no qual o armazenamento de informações (acompanhamento das atividades administrativas e acadêmicas, além das informações cadastrais das edificações e infra-estrutura) torna-se fundamental para a tomada de decisões. Dentro do Plano de Desenvolvimento Institucional -PDI, o grupo de trabalho sobre os aspectos físicos vem tratando de algumas questões prioritárias, relacionadas neste documento para que sejam discutidas e avaliadas.

Assim, diante do exposto por MACEDO et al (2002); diante do afirmado por CÂMARA e DAVIS (1999), “se onde é importante para seu negócio, então geoprocessamento é sua ferramenta de trabalho”; diante do afirmado por RODRIGUES (1997), “Um sistema de informações geográficas pode ser tão bom quanto o modelo de

dados subjacente, que reflete os entes e relações estruturadas de maneira a atender à funcionalidade desejada”; baseado na revisão bibliográfica deste trabalho , onde não foram encontrados trabalhos de modelagem de dados voltados para um SIG do *Campus* da UFSCar, nem mesmo modelos de dados nos trabalhos que envolveram um SIG em aplicações específicas para o *Campus* da UFSCar, e dada a importância da modelagem de dados para o SIG, como identificado na revisão, é que foi escolhido para este trabalho o tema “Modelagem de um banco de dados para implantação de um SIG para suporte ao Plano de Desenvolvimento Institucional da UFSCar”.

Portanto este trabalho visa atender às diretrizes relacionadas ao desenvolvimento físico da Universidade, tema este em discussão no Plano de Desenvolvimento Físico –PDI.

A título de ilustração dos temas e análises espaciais as Figuras 12, 13, 14 e 15, mostram, respectivamente, as Áreas de estudo, a Situação atual das ARL - Áreas de Reserva Legal, das APP - Áreas de Proteção Permanente, o Zoneamento do Campus, o Sistema Viário atual do *Campus* da UFSCar dentro das propostas do PDI – Plano de Desenvolvimento Institucional.

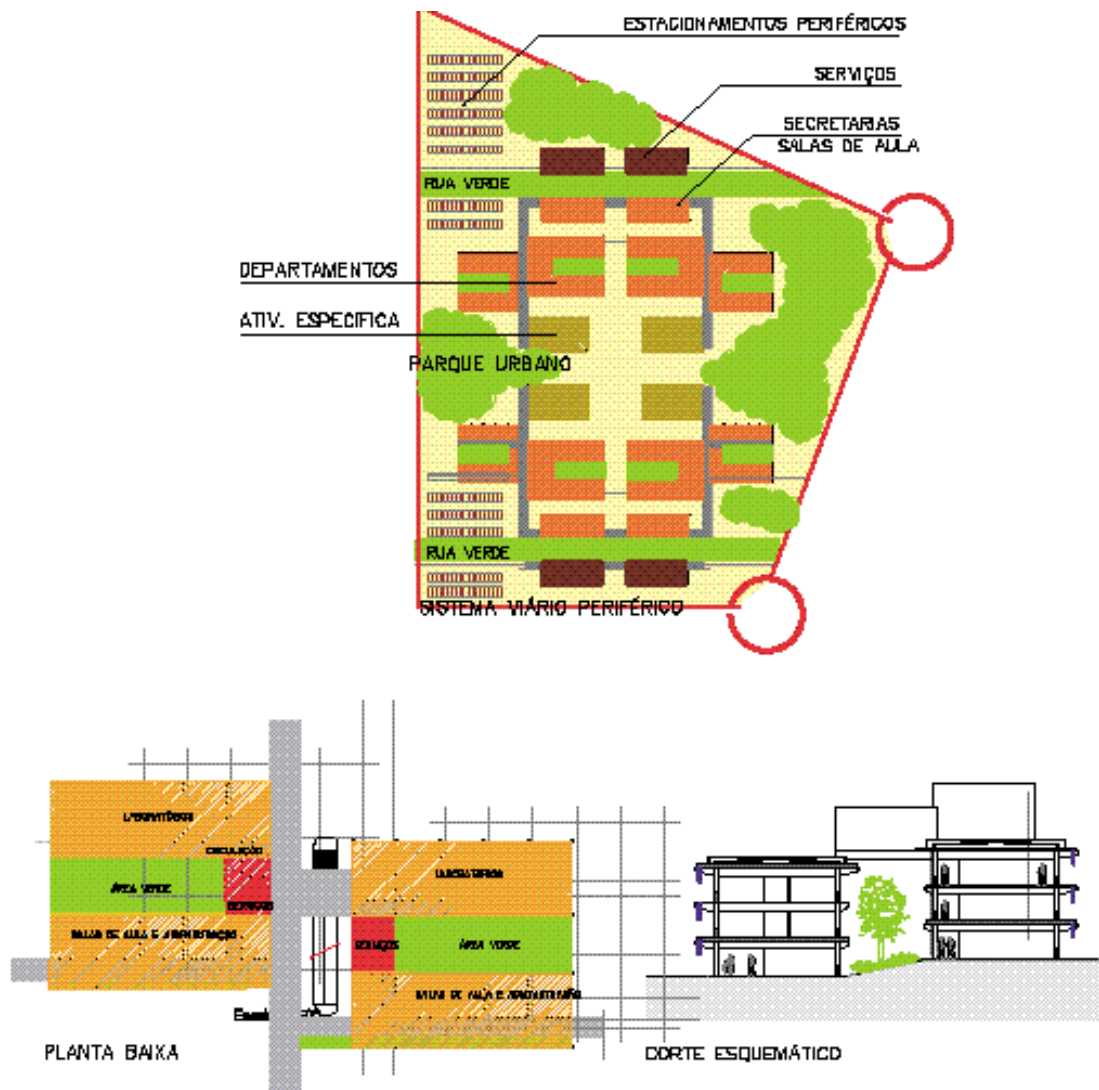


FIGURA 12 Recorte das Áreas de estudo.

Fonte: http://www.Ufscar.br/pdi2002/plantas_PDI_2003.zip

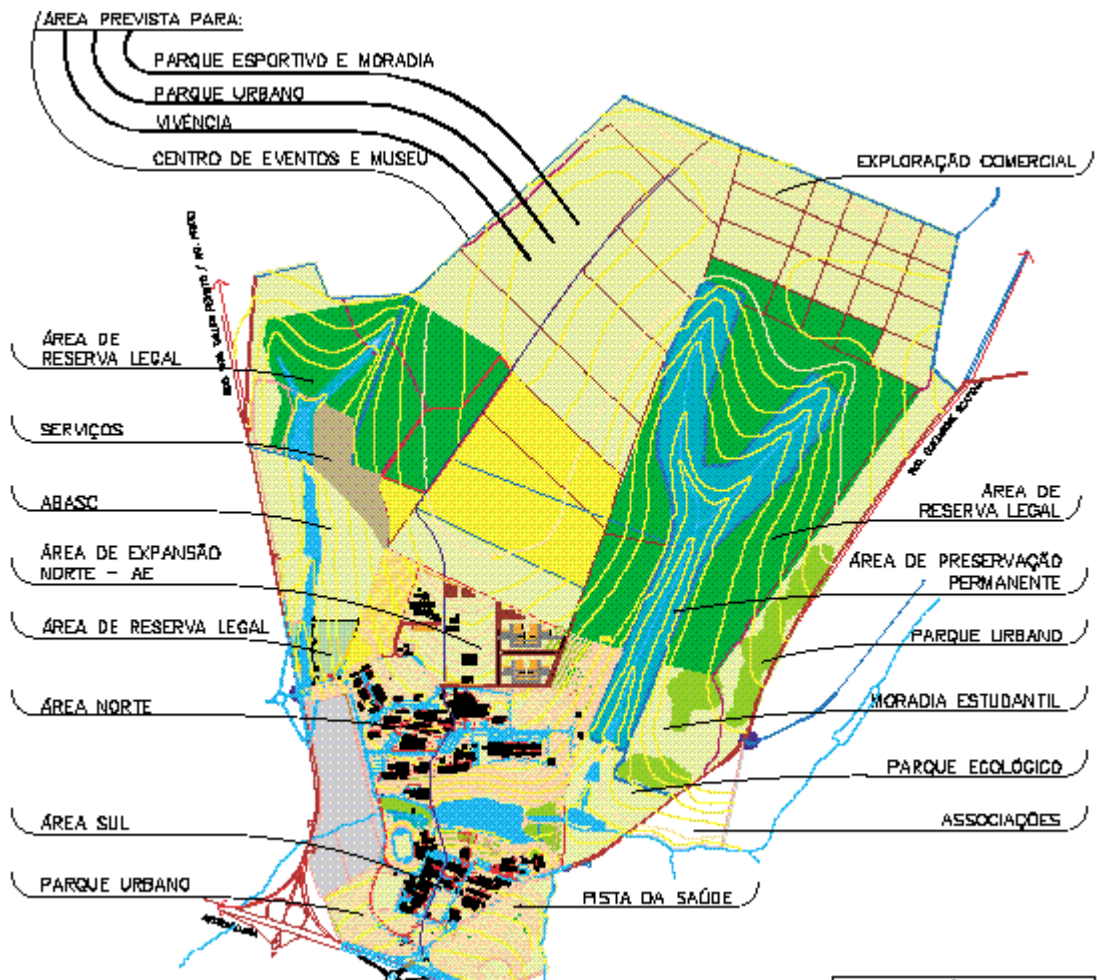


FIGURA 13 Situação das Áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente.
 Fonte: http://www.ufscar.br/pdi2002/plantas_PDI_2003.zip

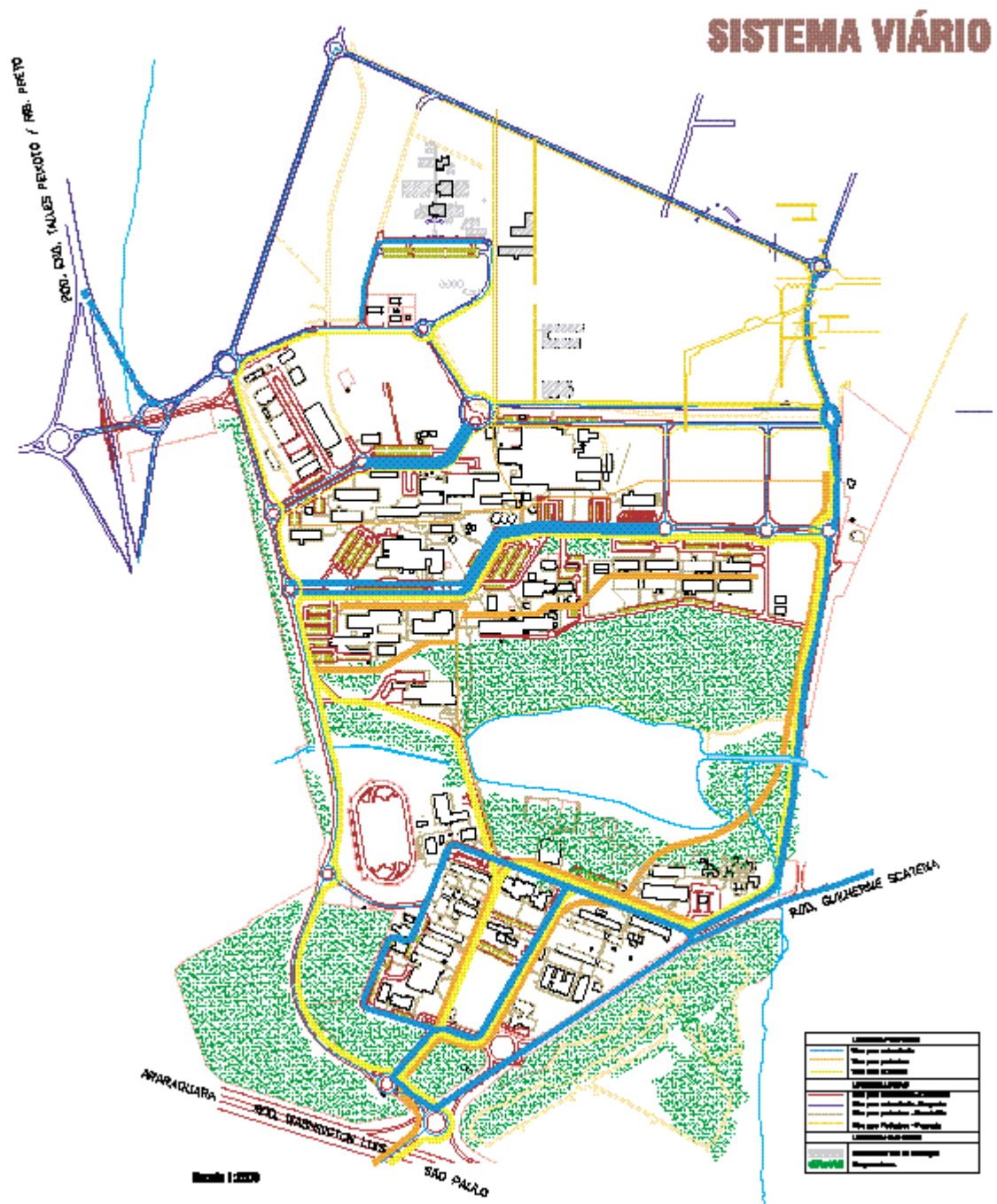


FIGURA 15 Sistema Viário atual projetado do *Campus* da UFSCar.
 Fonte: http://www.Ufscar.br/pdi2002/plantas_PDI_2003.zip

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado um microcomputador IBM PC compatível, com processador Pentium III, 700 MHz, com 256 Megabytes de memória RAM, com disco rígido de 30 Gigabytes, placa de vídeo de 32 Megabytes.

O sistema operacional utilizado foi o Microsoft Windows XP profissional. Para a edição da dissertação serviu-se do software Microsoft Office XP profissional e para a edição do modelo de dados para o SIG foi utilizado o Microsoft Visio 2000 com um *Stencil* OMT-G desenvolvido especialmente para o modelo Geo-OMT por Karla Albuquerque de Vasconcelos Borges conforme descrito em BORGES (1997).

Foram utilizados ainda materiais, tais como documentos, mapas e planilhas não publicados, contendo informações a respeito do *Campus* da UFSCar.

4.2 Método

O método empregado neste trabalho procurou seguir o processo de modelagem de dados geográficos conforme descrito por CÂMARA et al. (1996), detalhado a seguir e referenciado na revisão bibliográfica. A partir deste, procurou-se aplicar os três primeiros níveis de abstração.

No primeiro nível de abstração (Mundo Real) foi utilizada, de forma adaptada, a primeira etapa da metodologia de modelagem de dados (avaliação das necessidades) descrita pelo *National Center for Geographic Information and Analysis* -

NCGIA da Universidade de Buffalo dos EUA, NCGIA (1988). Outra fonte de informações nesta etapa foi uma avaliação das propostas e diretrizes do Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI, da UFSCar.

Para atender o segundo nível de abstração (Conceitual) foi criado o Diagrama de Temas e o Meta Modelo Parcial, conforme o modelo do Geo-OMT.

No terceiro nível de abstração (Representação) foi criado o modelo de dados geográficos conforme a notação do Modelo Geo-OMT, de BORGES (1997) através do *Stencil* Geo-OMT no software Microsoft Visio 2000 e a Tabela de Categorias.

4.2.1 Nível do Mundo Real

Este nível de abstração foi desenvolvido em duas partes, a saber:

A primeira parte constituiu-se em utilizar, de forma adaptada, a primeira etapa da metodologia de modelagem de dados do NCGIA (1988), que diz respeito à avaliação das necessidades de informações.

A segunda parte constituiu-se de uma pesquisa e estudo do Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI, da UFSCar, com conseqüente avaliação das propostas e diretrizes que poderiam ser auxiliados por um SIG.

4.2.1.1 Avaliação das necessidades pela metodologia adaptada do NCGIA

Segundo a metodologia do NCGIA (1988) uma das principais etapas da modelagem dos dados é a avaliação das necessidades. Este é o primeiro passo para que a implementação de um SIG seja bem sucedida dentro de uma Instituição.

A avaliação das necessidades de informações foi realizada, então com o propósito de satisfazer a abstração do nível do Mundo do Real.

Dentro desta avaliação foi identificado o funcionamento dos diversos setores da Universidade e quais são suas necessidades de informações, pois estas refletirão quais poderão ser atendidas por um SIG. Para tanto foram realizadas pesquisas e entrevistas com os setores administrativos do *Campus* da UFSCar através da aplicação de um conjunto de formulários e questionários previamente testados, que foram aplicados conforme as etapas descritas a seguir.

ETAPA 1: Levantamento prévio das atribuições de cada setor administrativo que se pretendia avaliar. Este levantamento foi feito a partir das informações contidas nas páginas da Internet destes setores e das informações contidas em documentos e publicações da UFSCar. Para se cumprir esta etapa, foi elaborado e preenchido um formulário (vide anexo 1) onde foram listadas as atribuições oficiais de cada setor administrativo.

ETAPA 2: Realização de entrevistas individuais com os funcionários de cada setor. Para cumprir esta etapa procurou-se reunir o maior número de funcionários do setor pesquisado para uma breve explicação sobre o propósito do trabalho e sobre o que é um SIG. Na entrevista individual foi aplicado o formulário da ETAPA 1, previamente elaborado quando foi mostrado ao funcionário, com o intuito de verificar quais das atribuições listadas eram de sua responsabilidade ou de responsabilidade do seu setor. Em seguida foi aplicado o questionário da ETAPA 2.

ETAPA 3: Identificação das aplicações. Para cumprir esta etapa foi preenchido o formulário da ETAPA 3 (Anexo 3), que foi elaborado a partir de uma adaptação da identificação de aplicações contidas na metodologia do NCGIA (1988).

Durante entrevista individual com os funcionários de cada setor procurou-se identificar quais das aplicações listadas no formulário faziam parte do

trabalho do entrevistado ou do seu setor. Assim, foi anotado na coluna SETOR a sigla correspondente ao setor. Para cada aplicação identificada foi assinalado na coluna TIPO, o número do tipo de aplicação correspondente, conforme a seguir, onde:

1) Consulta e Visualização: Pressupõe que será realizada uma consulta específica na base de dados geográficos com critérios de seleção e será obtida uma resposta correspondente, geralmente de natureza geográfica. Exemplo: mostre um mapa de localização das edificações construídas a partir de 1999.

2) Análise de mapas: Pressupõe o uso das capacidades analíticas do SIG para a definição de relacionamentos entre mapas ou planos de informações (*layers*) com dados espaciais. Pressupõe, também, a sobreposição de um mapa sobre outros mapas para a determinação de características específicas de um determinado local. Exemplo: combinação do mapa de cobertura do solo com o mapa de áreas com possibilidade de inundação para visualizar áreas edificadas com potencial de inundação.

3) Modelagem espacial: Pressupõe o uso de modelos espaciais ou outro método de análise numérica para calcular outros valores de interesse. Pressupõe a possibilidade de predição ou previsão de resultados a partir de uma decisão ou um conjunto de decisões ou modificações nos valores testados no modelo. Exemplo: o cálculo do fluxo de veículos num sistema viário.

4) Visualização de mapas: Neste caso pressupõe apenas uma visualização geral de mapas a partir da base de dados geográficos. Exemplo: visualização do mapa pedológico.

5) Outros: Outros casos que não sejam contemplados pelos 4 itens anteriores.

Em seguida deve-se preencher o valor referente à frequência com que esta aplicação será utilizada.

ETAPA 4: Seleção das aplicações por setor. A partir do preenchimento do formulário da ETAPA 3, foram selecionadas as aplicações com potencial para serem beneficiadas por um SIG e indicado quais os subsetores responsáveis. Assim, estas foram transcritas para o formulário da ETAPA 4 gerando um novo formulário para cada setor. Portanto, foram preenchidos quatro formulários referentes aos seguintes setores: Prefeitura Universitária (PU), Escritório de Desenvolvimento Físico (EDF), Divisão de Serviços Gerais (DiSG), Divisão de Manutenção (DiMan). Vale lembrar que o DiSG e o DiMan estão subordinados à Prefeitura Universitária.

ETAPA 5: Detalhamento das atividades técnicas. Nesta etapa foram feitas entrevistas com os funcionários dos subsetores, quando foi explicado sobre o propósito do trabalho e em seguida, procurou-se obter informações detalhadas a respeito da função e atribuição de cada um com o intuito de verificar como o SIG poderia auxiliar no seu trabalho.

Assim foram feitas entrevistas com os funcionários dos seguintes subsetores: Combate a incêndios subordinado ao DiMan. Urbanização, Segurança e Vigilância, subordinado ao DiSG. Foi também entrevistada a empresa PROVAC DRIM devido ao fato de ser uma firma terceirizada contratada pelo DiSG para a realização de serviços de limpeza e higienização do *Campus*.

4.2.1.2 Avaliação das necessidades pela análise do PDI da UFSCar

O PDI busca definir as diretrizes que a administração da Universidade pretende para o desenvolvimento da UFSCar, para os próximos anos no tocante aos

aspectos acadêmico, físico, ambiental e organizacional, por meio de amplo processo participativo.

Para este trabalho foi dada ênfase ao aspecto do desenvolvimento físico do *Campus*. O método de avaliação das necessidades consistiu-se em estudar, analisar e avaliar as propostas e diretrizes definidas no PDI – Plano de Desenvolvimento Institucional da UFSCar e a partir destas selecionar as atividades que poderiam ser auxiliadas ou beneficiadas por um SIG.

4.2.2 Nível Conceitual

A modelagem no Nível conceitual constitui numa etapa fundamental no desenvolvimento e implantação de sistemas de informações geográficas. Neste nível são definidos os temas que irão compor o modelo do banco de dados.

Nesta etapa do projeto foram desenvolvidos o Diagrama de Temas e o Meta Modelo para o *Campus* da UFSCar, conforme descrito por BORGES, (1997), para posteriormente ser executada a modelagem dos dados através do modelo Geo-OMT.

4.2.2.1 Diagrama de Temas

Foi construído um Diagrama de Temas para representar o espaço modelado, neste caso o *Campus* da UFSCar.

O método para construção de um Diagrama de Temas consiste, segundo BORGES (1997), em introduzir um diagrama como forma de visualizar os diversos níveis de informação abrangidos por uma aplicação geográfica, fornecer uma visão holística do ambiente da aplicação e auxiliar na compreensão da abrangência do projeto georreferenciado. O uso de temas pode auxiliar a modelagem subdividindo-a em partes.

A notação utilizada para representar um tema consiste em englobar, com um polígono, as classes pertencentes a um mesmo tema. Dentro do polígono deverá constar o nome que identifica o tema.

O diagrama de temas deve começar com o tema que identifica o espaço modelado e a partir dele uma hierarquia é desenvolvida, dos temas mais abrangentes aos temas específicos. O termo abrangente significa abrangência geográfica, como se fossem camadas no sentido geográfico de distribuição sobre a terra, onde ao mesmo tempo coexistem vários temas de igual importância. Os temas nos níveis inferiores do diagrama necessitam da existência de pelo menos alguns dos temas que estão nos níveis superiores. Cada tema é representado por um retângulo contendo seu nome. A ligação hierárquica entre os temas é feita através de uma linha contínua.

4.2.2.2 Meta Modelo

O Meta Modelo é um modelo que representa o próprio modelo. Este está relacionado ao nível conceitual e de representação e suas classes básicas são as Classes Georreferenciadas e as Classes Convencionais. Os três grandes grupos de dados encontrados nas aplicações geográficas (contínuos, discretos e não espaciais) são representados através destas classes permitindo assim uma visão mais integrada do espaço modelado.

Para este projeto foram consideradas apenas as Classes Georreferenciadas e estas foram divididas em classes do tipo Geo-objeto e Geo-campo.

4.2.3 Nível de Representação

Neste Nível as entidades definidas no Nível Conceitual (classes de campos e objetos), foram associadas às classes de representação espacial. Foram

consideradas duas grandes classes de representações geométricas: Representação Vetorial e Representação matricial.

O método de desenvolvimento da modelagem do banco de dados geográfico e a construção do modelo seguiram o Modelo Geo-OMT, conforme descrito em BORGES (1997). A apresentação gráfica (visual) dos dados e dos seus atributos foi realizada utilizando-se o *Stencil* OMT-G, no software Microsoft Visio 2000 (Figura 16), produzido por Karla Albuquerque de Vasconcelos Borges.

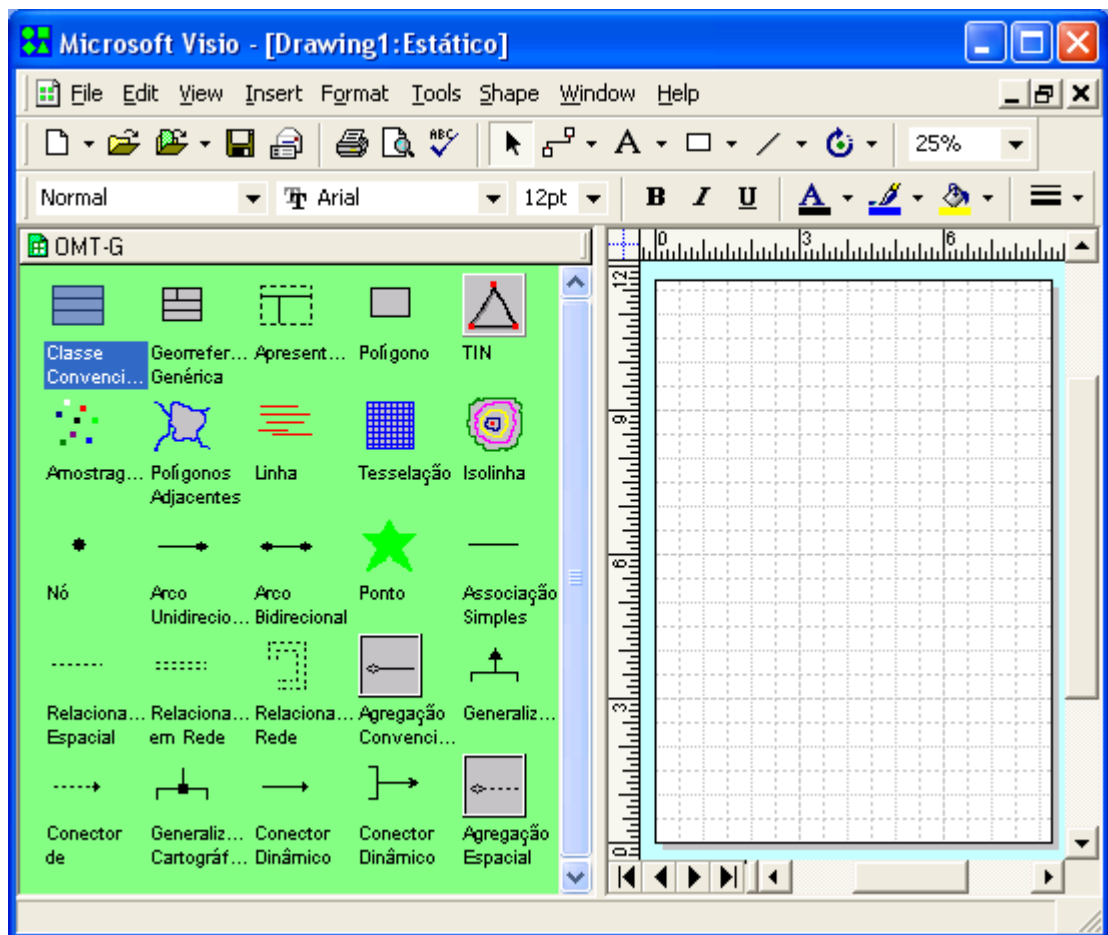


FIGURA 16 Stencil OMT-G do software Visio 2000.

Após a produção do modelo Geo-OMT, deve-se construir uma tabela onde são inseridos os Modelos e suas respectivas Categorias, Planos de Informação (PI), Atributos ou Classes temáticas.

O conceito de Categoria agrupa dados de mesma natureza no banco de dados, definindo uma classe de dados. Cada categoria é sempre associada a um único modelo de dados e poderá conter inúmeros Planos de Informações em diferentes projetos no mesmo banco.

Um conjunto de objetos que tem características básicas em comum forma um Plano de Informação (PI). Cada PI está associado a uma Categoria e conseqüentemente refere-se a um único modelo de dados (Temático, Numérico ou Imagem, se for dado do tipo campo; Rede ou Cadastral (mapas de objetos), se for um dado do tipo Objeto com seus atributos descritivos.

Para a Categoria do modelo **Imagem** refere-se a dados provenientes de sensoriamento remoto em formato matricial. Exemplos: imagens TM/LANDSAT, SPOT, NOAA, fotografias aéreas transformadas em imagens digitais através de “scanners”; Categoria do modelo **Numérico** refere-se a dados que possuem uma variação contínua de seus valores numéricos em função de sua posição na superfície. Exemplos: altimetria; Categoria do modelo **Temático** refere-se a dados que classificam uma posição geográfica quanto a um determinado tema. Ex: pedologia, cobertura do solo, hidrografia, declividade, etc (Observação: Apenas para o **Modelo Temático** deve-se proceder à criação de **Classes Temáticas**); Categoria de dados do modelo **Objeto** refere-se à especialização de um tipo de objeto geográfico. Exemplo: zonas, quadras, lotes, edificações, estacionamentos; Categoria do modelo **Cadastral** refere-se aos mapas que contêm a representação de determinado tipo de objeto. Exemplo: divisa;

Categoria do modelo **Rede** refere-se aos dados geográficos que possuem relações de fluxo e conexão entre os inúmeros elementos que se deseja representar e monitorar. Ex: sistema viário.

Para compreender melhor a relação entre os diferentes níveis do modelo, a Tabela 2 contém alguns exemplos de entidades do mundo real e suas correspondentes no modelo para o *Campus* da UFSCar.

TABELA 2 Exemplo de correspondência entre os níveis de especificação.

Nível do Mundo real	Nível Conceitual	Nível de Representação
Cobertura do solo	Geo-Campo/Temático	Matriz de números
Altimetria	Geo-Campo/Numérico	Grade triangular
Lotes	Geo – objeto	Polígonos

4.2.4 Nível de Implementação

É neste nível da modelagem que ocorre a implementação dos dados coletados através das entrevistas com os setores administrativos, ou seja, é quando as decisões concretas de programação são determinadas, baseadas em considerações como desempenho, capacidade do equipamento e tamanho dos dados.

Para este projeto este nível não foi realizado. Os níveis anteriores citados foram desenvolvidos para que este trabalho pudesse trazer colaboração à administração do *Campus* da UFSCar para fins de planejamento e também para auxílio a outros estudos posteriores da Universidade com enfoque no desenvolvimento físico da Instituição.

A implementação do modelo de dados espacial num Sistema de Informações Geográficas pode ser realizada a partir da tabela de categorias.

5 RESULTADO DA MODELAGEM E DISCUSSÃO

Aqui estão apresentados os resultados do trabalho. Basicamente a apresentação está subdividida de acordo com o método empregado no processo de modelagem de dados geográficos, ou seja, os três primeiros níveis de abstração.

No primeiro nível de abstração (Mundo Real) estão apresentados os resultados da avaliação das necessidades que foi adaptado da primeira etapa da metodologia de modelagem de dados do NCGIA (1988). Também estão apresentados os resultados da avaliação das propostas do Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI, da UFSCar.

No segundo nível de abstração (Conceitual) estão apresentados o Diagrama de Temas e o Meta Modelo Parcial, que foram elaborados conforme o modelo do Geo-OMT.

No terceiro nível de abstração (Representação) está apresentado o modelo de dados geográficos conforme a notação do Modelo Geo-OMT, de BORGES (1997) através do *Stencil* OMT-G do software Microsoft Visio 2000.

5.1 Nível Mundo Real

Aqui estão apresentados os resultados da aplicação do conjunto de questionários e formulários para a avaliação das necessidades de informações pelos setores administrativos e também os resultados do estudo e da pesquisa das propostas e diretrizes do PDI, conforme consta na metodologia deste trabalho.

5.1.1 Avaliação das necessidades pela metodologia adaptada do NCGIA

As informações adquiridas através das entrevistas com os setores administrativos, EDF, DiSG e DiMan da UFSCar para levantamento das necessidades e

suas atribuições estão apresentadas abaixo. Estas atribuições levantadas são reais, ou seja, são as atribuições mais relevantes informadas pelos próprios setores, independentes das atribuições que constam nos diversos documentos da Universidade.

5.1.1.1 Escritório de Desenvolvimento Físico – EDF

O EDF tem como responsabilidade coordenar as atividades que visam a elaboração de estudos, planos e projetos para o desenvolvimento físico do *Campus* definindo possibilidades e limites no crescimento das atividades.

As principais atribuições do Escritório de Desenvolvimento Físico são: elaborar estudos de viabilidade e alternativas de adequação e expansão do espaço físico em função da disponibilização dos recursos financeiros, institucionais ou de unidades específicas; coordenar e encaminhar a elaboração de projetos executivos terceirizados; assessorar todas as unidades acadêmicas administrativas e demais órgãos da Universidade no que se refere à organização do espaço físico e seus aspectos técnicos, bem como assessorar as divisões da Prefeitura Universitária no que diz respeito aos trabalhos desenvolvidos por esta unidade e / ou terceirizados; manter atualizado o cadastro de bens imóveis do *Campus*; garantir o relacionamento com os demais setores da Prefeitura Universitária e da Universidade, no sentido de proporcionar o atendimento rápido das solicitações e viabilizar suas atividades; coordenar, analisar e aprovar os projetos complementares de estrutura, projetos de elétrica e hidráulica e de instalações especiais necessárias; acompanhar o Departamento de Obras e Fiscalização (DIFO) da Prefeitura da Universidade, auxiliando na fiscalização das obras em execução.

Para expansão da área física do *Campus*, são contratadas firmas especializadas sendo que o EDF elabora os projetos e o DIFO executa-os.

5.1.1.2 DiSG – Divisão de Serviços Gerais

A Divisão de Serviços Gerais – DiSG, é responsável pela limpeza, conservação e higienização do *Campus* : como varrição de ruas, estacionamentos, áreas internas e externas das edificações, coleta de papéis e outros resíduos das lixeiras, grades, boca de lobo; execução, supervisão e a fiscalização do atendimento à comunidade universitária de transportes de pessoas e cargas; implantação, conservação e manutenção de parques, gramados e jardins; manutenção do sistema de telefonia; administração da frota de veículos da UFSCar e administração do setor de vigilância do *Campus* .

Ao DiSG estão ligadas às divisões da UFSCar , como mostra o Organograma da Figura 11 sendo este setor responsável pela coordenação dos serviços terceirizados dos dois Campi (Araras e São Carlos).

O setor de urbanização, que também está ligado ao DiSG, é responsável pelas podas e remoção das árvores, retirada das folhas secas, tocos de plantas, manutenção dos jardins e gramados. A Universidade contrata através de firmas terceirizadas apenas cinco jardineiros: dois para as atividades na Zona Norte, dois para a Zona Sul e um para os jardins da Biblioteca. Alguns departamentos, contratam seu próprio jardineiro, como é o caso, por exemplo, do Departamento de Materiais e o Departamento de Biologia.

A manutenção das áreas verdes das rotatórias é realizada pelos funcionários do próprio quadro da Universidade.

A PROVAC DRIM é uma empresa de serviços contratada pelo DiSG para a execução da limpeza do *Campus* da UFSCar. A firma conta com um total de aproximadamente sessenta e um funcionários trabalhando na Universidade.

Cada espaço físico do *Campus* é setorizado: banheiros, corredores, sala de professores. Somente os Departamentos da Engenharia Civil e o da Física possuem funcionários do quadro da UFSCar. É feito um contrato entre a UFSCar e a PROVAC DRIM através de uma planilha. Esta planilha possui os locais a serem limpos, as frequências da limpeza (semanal, mensal, anual), os tipos de limpeza (pisos, paredes, vidros) sendo feito um rodízio entre os funcionários. Neste contrato é feita uma previsão das áreas a serem limpas e a distribuição da limpeza.

A função da PROVAC é da varrição das ruas, passarelas, estacionamentos, áreas externas das edificações, limpeza das áreas internas das edificações (piso, vidros, esquadrias, paredes). Coleta de papéis e outros resíduos das lixeiras, grades, boca de lobo, escadarias.

O trabalho é dividido entre os funcionários pelo sexo, onde os homens fazem a limpeza geral externa das ruas, galerias e bueiros, calçadas, escadarias, passarelas, estacionamentos, gramados (coleta de papéis e outros resíduos) e as mulheres executam a limpeza interna das edificações: salas de aulas, área administrativa, laboratórios, biblioteca, ginásio, vestiário, sanitários, corredores, salas dos professores, restaurantes, salas de vídeo, anfiteatro, auditório, teatro, ambulatório, almoxarifado, gráfica, editora, oficinas, creche, guaritas de vigilância. Os serviços femininos são de lavar, aspirar pó, varrer, espanar, encerar, remover sujeira pesada, passar pano úmido.

Segundo a gerência da empresa terceirizada, o total das áreas onde são executados os serviços de limpeza são:

- Ruas: 77000 m²;
- Estacionamentos: 52000 m²;

- Circulação de pedestres: 8000 m²;
- Parque esportivo: 27000 m²;
- Gramados: 180000 m² ;
- Bueiros: 50 unidades.

Ainda, segundo a gerência, as áreas informadas e conseqüentemente contratadas pela Universidade referem-se à situação do ano de 1997. Certamente a área física da UFSCar que necessita limpeza sofreu acréscimos desde então.

Sobre a limpeza das paredes e vidros, o valor estipulado no contrato não especifica a metragem, pois não há um levantamento destas áreas. A limpeza dos vidros é semestral. Já as paredes de alvenaria e divisórias a limpeza é feita anualmente.

A informação obtida a respeito dos tipos de pisos para limpeza está na Tabela 3 a seguir.

TABELA 3 Áreas e tipos de pisos a serem limpos. *Campus* da UFSCar, em 2002.

TIPOS DE PISOS	ÁREA (M ²)
Paviflex	42215
Granilite	16726
Cerâmico	2757
Cimento	5045
Carpete	2485
Madeira	2534
Granito	2044
Plurigoma	1529
Sintético	1215
TOTAL	75820

Fonte: PROVAC DRIM (2002).

O setor de vigilância e segurança do *Campus*, conta com um total de quarenta e um trabalhadores dos quais trinta e dois são contratados através de firmas terceirizadas e nove fazem parte do quadro de funcionários da Universidade.

A vigilância é 24 horas, com turnos de 6 horas. Os trinta e dois funcionários estão distribuídos da seguinte forma por jornada de serviço: dezoito funcionários no período diurno, com turnos de 12 horas e quatorze funcionários no período noturno, também com turno de 12 horas.

O *Campus* possui dois veículos e três motocicletas. Um dos carros transita na Área norte e outro na Área Sul, trafegando 24 horas cada um deles. As motocicletas também trafegam uma na Área norte e outro na Área sul e a terceira no período noturno.

Há ainda duas motocicletas da firma terceirizada, trafegando 12 horas cada uma delas sendo que o percurso é uma para a Área sul e a outra no Cerrado (Horto).

A guarita de entrada (portaria), não é da responsabilidade da vigilância, sendo que estes funcionários são contratados da Universidade.

5.1.1.3 DiMan – Divisão de Manutenção

A Divisão de Manutenção – DiMan, é responsável pela realização da manutenção do sistema viário, elétrico e hidráulico do *Campus*, reformas e conservações prediais; manutenção da rede de combate a incêndios. As pequenas reformas dentro da Universidade são realizadas por funcionários que fazem parte do quadro da UFSCar os quais são ligados ao DiMan.

O DiMan possui as seguintes seções: Serviço de Manutenção Geral (SMG): realiza serviços de manutenção em instalações de água e esgoto, galerias

pluviais, guias, pinturas prediais, pequenas reformas; Serviço de Administração de Edifícios (SeAEd): este setor possui interface com os outros setores da DiMan, atuando também em caráter preventivo e são receptores às requisições junto aos edifícios; Serviço de Manutenção Elétrica (SeEl): realiza a manutenção elétrica no *Campus* como a manutenção da rede de média tensão, manutenção nas chaves de barramento, novas redes externas, iluminação, e projetos especiais e Serviço de Móveis e Serralheria (SeMS): onde é realizada a construção e manutenção dos móveis do *Campus*.

O Setor de combate a incêndios passou a pertencer ao DiMan a partir de junho de 2002 quando o DeSMT foi extinto. A este Setor ficaram definidas as funções conforme a seguir.

Aos Técnicos de Segurança: um dos técnicos ficou lotado ao DiMan para fiscalização de serviços e equipamentos de segurança individual e coletiva, recarga de extintores, manutenção de hidrantes, iluminação de emergência e especificação e outro técnico ficou lotado junto ao sistema de controle de resíduos, incumbindo-se da gerência dos resíduos sólidos e radioativos gerados nos *Campi*, tanto da sua coleta, transporte, armazenamento, processamento e destino final.

A manutenção dos extintores é anual através de contrato da Universidade com firma terceirizada. É função deste Setor, o controle da manutenção dos extintores e também da sinalização de segurança do trabalho (iluminação de emergência). Sobre a manutenção foi identificado que ocorrem trocas de extintores entre os departamentos sem que haja a devida atualização das informações no Setor responsável, o que prejudica o controle destes equipamentos.

Foi identificado nesta fase de busca de informações, através da avaliação das necessidades dos setores administrativos que as principais dificuldades encontradas

para a obtenção de dados foram: 1) a falta de atualização dos dados dentro de vários setores administrativos do *Campus* e 2) o desconhecimento sobre a ferramenta de SIG no que diz respeito ao formato dos dados, sua capacidade de armazenamento, controle e análise de dados espaciais.

A partir da avaliação das necessidades dos vários setores administrativos foram selecionadas as atividades que poderiam ser beneficiados pela utilização de um SIG. Desta forma tais atividades foram contempladas a compor à modelagem de dados.

5.1.2 Avaliação das necessidades pela análise do PDI da UFSCar

A seguir estão apresentadas as diretrizes do Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI que foram selecionadas e analisadas a partir da documentação do Plano. Após a análise de toda documentação decidiu-se restringir o estudo apenas às diretrizes relacionadas com o desenvolvimento físico do *Campus*, já que o objetivo da modelagem de dados está relacionado ao planejamento físico do *Campus* da UFSCar.

As diretrizes selecionadas estão transcritas a seguir e a análise da possível integração da diretriz no modelo está na seqüência. Apesar da preocupação em identificar quais as diretrizes que poderiam ser beneficiadas por um SIG, nem todas diretrizes foram eleitas para integrar o modelo, pois há falta de clareza em algumas delas o que dificultou a análise.

5.1.2.1 Diretrizes de ocupação dos campi

Diretriz 1 “Compatibilizar a necessidade de destinar áreas para a expansão urbana dos *campi*, em função das demandas acadêmicas de médio e longo prazo, com a preservação das áreas existentes com

vegetação nativa ou em regeneração e aquelas com potencial paisagístico”.

Modelagem: Utilizar as Categorias: Divisa, Zonas e Cobertura do solo (áreas com restrição à ocupação), observando-se em cada uma delas os seus atributos sendo que estes poderão responder às necessidades do planejamento. Por exemplo: A área, os perímetros da divisa e das zonas são importantes para se saber onde e quanto o Campus pode ser expandido e para a cobertura do solo deve ser analisado o tipo destas vegetações, quais são de Reserva Legal, quais os locais de jardim e gramados a serem preservados e cultivados.

Diretriz 2 “Promover o adensamento do Campus, de modo a diminuir o impacto da expansão urbana e proporcionar maior” urbanidade “para o espaço construído, oferecendo à comunidade maiores possibilidades de convivência.”

Modelagem: Utilizar as categorias Zonas, Quadras e Edificações com seus atributos como áreas, perímetros, tipos e funções, é possível ser feito o estudo da expansão urbana proporcionando a maior urbanidade do espaço construído e para oferecer maior “urbanidade” ao espaço construído, também as informações da categoria Cobertura do solo são necessárias para a identificação das áreas de vegetação para evitar-se o menor impacto possível às áreas verdes.

Diretriz 3 “Garantir áreas reservadas para o crescimento das unidades e para a implantação de parques e jardins.”

Modelagem: Utilizar as categorias Cobertura do solo, Quadras e Edificações. Pode se conhecer estas áreas disponíveis próximas das unidades já existentes para a implantação de parques e jardins.

Diretriz 4 “Compatibilizar a expansão urbana com a preservação de área para expansão das Áreas de Reserva Legal (ARL).”

Modelagem: Utilizar as categorias Cobertura do solo, Quadras e Edificações, considerando as áreas com potencial para expansão urbana.

Diretriz 5 “Proporcionar um ambiente urbano rico e diversificado em suas edificações.”

Modelagem: Utilizar as categorias Edificações com seus atributos, tais como, tipos e funções são identificados as áreas mais apropriadas para cada tipo de setor (ensino, administrativo) e suas funções proporcionando um ambiente urbano mais adequado a sua população.

5.1.2.2 Zoneamento – *Campus* de São Carlos

Diretriz 6 “Implantar as ações de expansão física em São Carlos no sentido Norte, com ocupação do extremo norte do *Campus*.”

Modelagem: Utilizar as categorias Divisas, Zona Norte, Edificações. É possível identificar as áreas para a implantação da expansão física do *Campus*, porque dentro destas categorias é possível obterem-se as áreas e perímetros e com a categoria Cobertura do solo, a identificação dos tipos de vegetação e outras que possam ser acrescentadas.

Diretriz 7: Assegurar a criação do “corredor do cerrado” (na expansão), ampliando a área de Reserva Legal e proporcionando a interligação no sentido Leste-Oeste entre as duas áreas de Reserva (deixando apenas passagens ecologicamente cuidadas para veículos e pedestres).

Modelagem: Utilizar as categorias Cobertura do solo, Zonas. É possível a criação do “corredor do cerrado”, pois possuem os mesmos atributos citados no item 6.

Diretriz 8 Implantar, no longo prazo, todas as áreas acadêmicas no setor Norte do *Campus*, para possibilitar uma maior interação entre as áreas acadêmicas e facilitar deslocamentos, com a seguinte configuração: Área Sul – extensão e outros; Área Norte – CCET, Biologia, Saúde e CECH; Área Extremo Norte – Parque Esportivo, Centro de Eventos, Vivência e Moradia Estudantil.

Modelagem: Utilizar as categorias Zonas e Edificações, pois através dos atributos: áreas das Zonas; tipos, funções e áreas das Edificações é possível atender esta diretriz. A Figura 14 mostra o Zoneamento do Campus com as diretrizes traçadas no PDI.

5.1.2.3 Diretrizes gerais de urbanização e infra-estrutura

Diretriz 9: Incorporar o conceito de execução “plena”, com implantação de edifícios e sua infra-estrutura de redes elétricas, água, esgoto, águas pluviais, lógicas e telefone, sistemas de segurança, entorno, acessos principais e secundários, indispensáveis para o funcionamento de todo o conjunto edificado.

Modelagem: Utilizar as categorias: Quadras, Edificações, Vias de acesso, Pedologia, Hidrografia, Declividade. A modelagem poderá atender parte desta proposta do PDI. Com os atributos (áreas, perímetro, tipo) e classes temáticas (declividade e tipos de solos) das categorias Quadras, Edificações, Pedologia, Hidrografia e Declividade, pode-se atender a implantação de edifícios. Porém para a infra-estrutura de redes elétricas, água, esgoto, águas pluviais, lógicas e telefone, a modelagem é complexa e feita por tipo de serviço o que pode ser modelado no futuro. Para atender os sistemas de segurança, entorno, acessos principais e secundários as classes temáticas (vias internas, vias principais, vias secundárias) da categoria Vias de acesso poderá auxiliar nesta proposta.

Diretriz 10 “Incorporar padrões de acessibilidade, conforme a legislação atual, desde a infra-estrutura viária até as edificações.”

Modelagem: Utilizar as categorias: Quadras, Edificações, Vias de acesso, Pedologia, Hidrografia, Declividade, a modelagem para atender esta proposta do PDI, como no item 9.

Diretriz 11 “Incorporar uma perspectiva ambiental que compatibilize edificações e a vegetação”.

Modelagem: Utilizar as categorias: Edificações e Cobertura do solo, será possível atender esta diretriz pois permite analisar as áreas para a construção de edificações buscando-se manter ao máximo a vegetação para proporcionar um ambiente urbano mais adequado.

Diretriz 12 “Implantar equipamentos urbanos (passarelas, estacionamentos de bicicletas e motos, pequenas praças e ambientes de vivência)”.

Modelagem: Utilizar as categorias: Quadras e Mobiliário urbano (estacionamentos de bicicletas, lixeiras, bancos de jardim, telefones público, caixas de correio), pois dentro das Quadras Norte ou Sul encontram-se distribuídos os equipamentos urbanos para atender a população.

Diretriz 13 “Determinar áreas de expansão para os serviços já existentes: lanchonetes, livraria/papelaria e restaurante, junto aos principais eixos de circulação de pedestres”.

Modelagem: Utilizar as categorias: Quadras e Mobiliário Urbano (estacionamentos de bicicletas, lixeiras, bancos de jardim, telefones público, caixa de correio), como citado no item anterior.

Diretriz 14 “Promover um adensamento na implantação das edificações do Campus, resguardando, porém, um índice mínimo a ser estabelecido para as áreas verdes e condições de crescimento dos departamentos construídos.”

Modelagem: Utilizar as categorias: Quadras, Edificações e Cobertura do solo, pois informações sobre perímetros das quadras e edificações possibilitarão os estudos de expansão do Campus, respeitando-se as áreas de vegetação nativa, gramados e outros tipos de cobertura do solo para que os mesmos não sejam extintos ou danificados.

Diretriz 15 “Estabelecer, no *Campus* de São Carlos, eixos de circulação de pedestres no sentido Leste-Oeste, incorporados nas edificações. Onde não houver essa possibilidade, implantar passarelas cobertas que proporcionem o sombreamento e proteção dos principais percursos.”

Modelagem: Utilizar as categorias: Zonas, Quadras, Edificações, Vias de acesso. Conhecidas as áreas das quadras e das edificações, as quais pertencem as zonas, assim como as distâncias entre as edificações é possível atender a esta diretriz pois estas passarelas ligarão os departamentos através de eixos de circulação de pedestres. A categoria Vias de acesso irá auxiliar quando se tratar da classe temática Passeios.

Diretriz 16 “Criar” Parques Urbanos “, que serão ocupados predominantemente por áreas verdes, mas que poderão abrigar equipamentos urbanos de lazer e esportivos”.

Modelagem: Utilizar a categoria Cobertura do solo e suas classes temáticas: vegetação de cerrado, jardins, gramados, campos antrópicos, parque urbano e também os mobiliários urbanos como abrigo de bicicletas e motos, bancos de jardim, lixeiras que estão distribuídos nas quadras do *Campus*. Ainda dentro da modelagem deve ser criada a Área da Saúde que é uma área de lazer que pertence à Universidade.

5.1.2.4 Sistema viário principal

Diretriz 17 “No *Campus* de São Carlos, no curto prazo, utilizar os acessos à Universidade pela rodovia Washington Luís, pela rodovia de Ribeirão Preto e pela rodovia Guilherme Scatena (Babilônia).”

Modelagem: Utilizar as informações contidas na categoria Vias de acesso e sua classe temática, vias principais, bem como a categoria cobertura do solo para o planejamento.

Diretriz 18 “Viabilizar, no *Campus* de São Carlos, no médio e longo prazo, o acesso nas proximidades do Parque Ecológico.”

Modelagem: Utilizar as categorias: Vias de acesso para identificar a localização das vias existentes no *Campus*. Tendo-se as Zonas Norte, Sul e a Divisa podem ser determinados em qual local deve-se implementar o acesso ao Parque Ecológico.

5.1.2.5 Sistema viário interno

Diretriz 19 “Implantar vias perimetrais e vias em anéis de circulação interna, para diminuir o trânsito de veículos no interior do *Campus*.”

Modelagem: Utilizar as categorias: Vias de acesso, estacionamentos (perímetros, áreas, quantidade de vagas).

Diretriz 20 “Implantar circulações de pedestres tratadas paisagisticamente, com pequenas praças e equipamentos urbanos e, quando for o caso, com cobertura”.

Modelagem: Utilizar as categorias: Vias de acesso, Mobiliários urbanos, Quadras e Edificações. Para as Vias de acesso, utilizam-se os passeios do *Campus* e também a implantação de mais locais de circulações de pedestres. Os mobiliários urbanos estão distribuídos em pequenas praças, como por exemplo, bancos de jardim,

telefones públicos, lixeiras. E quando for o caso de circulações cobertas, os atributos das categorias Quadras e Edificações, podem ser utilizados.

Diretriz 21 “Implantar ciclovias ao longo das vias, retirando estacionamentos”.

Modelagem: Utilizar as categorias: Vias de acesso, classe temática: vias internas e Estacionamentos (área, perímetro).

Diretriz 22 “Implantar bolsões de estacionamentos, de forma que o usuário não ande mais do que 300 metros”.

Modelagem: Utilizar as categorias: Quadras, Vias de acesso (vias internas) e Estacionamentos (número de vagas e perímetro). Esta diretriz pode ser atendida com operações de buffer.

Diretriz 23 “Incentivar o uso do transporte coletivo para o acesso às áreas urbanizadas dos *campi*, com o objetivo de diminuir o fluxo de automóveis e a crescente demanda por estacionamentos”.

Modelagem: Utilizar as categorias: Zonas, Quadras, Vias de acesso e o Mobiliário urbano: pontos de ônibus para incentivar o uso do transporte coletivo para o acesso às áreas urbanizadas dos *campi*. Para diminuir o fluxo de automóveis e a crescente demanda por estacionamentos, utilizar as categorias: Zonas, quadras, estacionamentos (área, número de vagas). A Figura 15 mostra o sistema viário atual do *Campus* da UFSCar.

5.1.2.6 Diretrizes gerais de edificação

Diretriz 24 “Planejar ou adaptar as edificações segundo a qualificação das atividades desenvolvidas na Universidade (desde as convencionais até as mais especializadas), possibilitando harmonizar os requerimentos da especialização do espaço com alternativas arquitetônicas e custo”.

Modelagem: Utilizar as categorias: Pedologia, Quadras, Edificações, Hidrologia, Vias de acesso, Declividade. É possível planejar-se as edificações. Isto porque com a Pedologia, se conhece o tipo de solo da região em estudo, a declividade para saber-se onde há maior ou menor inclinação dos terrenos. Com a hidrologia é possível ter-se os locais de cursos ou corpos d’água e assim não se construir próximos a estes locais para se evitar inundações. As informações sobre as Quadras são importantes para se conhecer onde poderão ser construídas estas edificações. Quais são as áreas destas edificações que serão possíveis dentro destas quadras. Finalmente, as vias de acesso que são importantes de serem analisadas, pois elas são necessárias para se chegar a estas edificações. No caso de adaptações das edificações, as categorias para estudo são as Quadras, as Edificações e as Vias de acesso.

Diretriz 25 “Integrar edifícios com sistema de circulação de pedestres”.

Modelagem: Utilizar as categorias Quadras, Edificações e Vias de acesso (passeios) se consegue a integração dos edifícios.

Diretriz 26 “Otimizar o uso dos edifícios com relação a seus espaços, infra-estrutura e todos os tipos de instalações”.

Modelagem: Utilizar a categoria Edificações, e seus atributos como área, perímetro, funções de cada departamento destas edificações e os tipos das mesmas.

5.1.2.7 Diretrizes operacionais

Diretriz 27 “Tratar de forma vinculada, quando da implantação de edificações, as diretrizes gerais para edificações com as diretrizes gerais para urbanização e infra-estrutura”.

Modelagem: Utilizar as categorias: Divisa, Zonas, Quadras e Edificações. É possível atender as diretrizes para urbanização e infra-estrutura, pois são conhecidos os atributos (área, perímetro, tipo, função) destas categorias necessários para atender esta proposta.

Com a análise destas diretrizes foi possível estabelecer uma relação com a modelagem e verificar como estas poderiam ser modeladas. Desta forma, foi possível prever como estas diretrizes serão integradas ao modelo, de forma a atender-se às propostas e às diretrizes do Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI.

Mais adiante se encontram as Tabelas de Categorias, que incorporam muitas das propostas e diretrizes aqui analisadas, buscando-se, assim, as repostas que o SIG poderá oferecer às perguntas dirigidas ao SIG e conseqüentemente auxiliar no planejamento e administração do *Campus* da UFSCar.

5.2 Nível Conceitual

Nesta etapa do trabalho o resultado foi a elaboração do Diagrama de Temas e do Meta Modelo Parcial de dados contendo as informações coletadas através das entrevistas com os setores administrativos da universidade e a partir das diretrizes do PDI selecionadas e as que poderiam ser integradas ao modelo e que fossem consideradas necessárias para o auxílio da gestão do *Campus*.

5.2.1 Diagrama de Temas

De acordo com a descrição da metodologia adotada nesta etapa do trabalho, o modelo Geo-OMT utiliza o Diagrama de Temas como forma de visualizar os diversos níveis de informação envolvidos em uma aplicação geográfica. O uso de temas auxilia, também, na subdivisão da modelagem em partes.

Para a construção do Diagrama de Temas (Figura 17) iniciou-se com o tema Divisa do *Campus*, pois é este que identifica o espaço modelado.

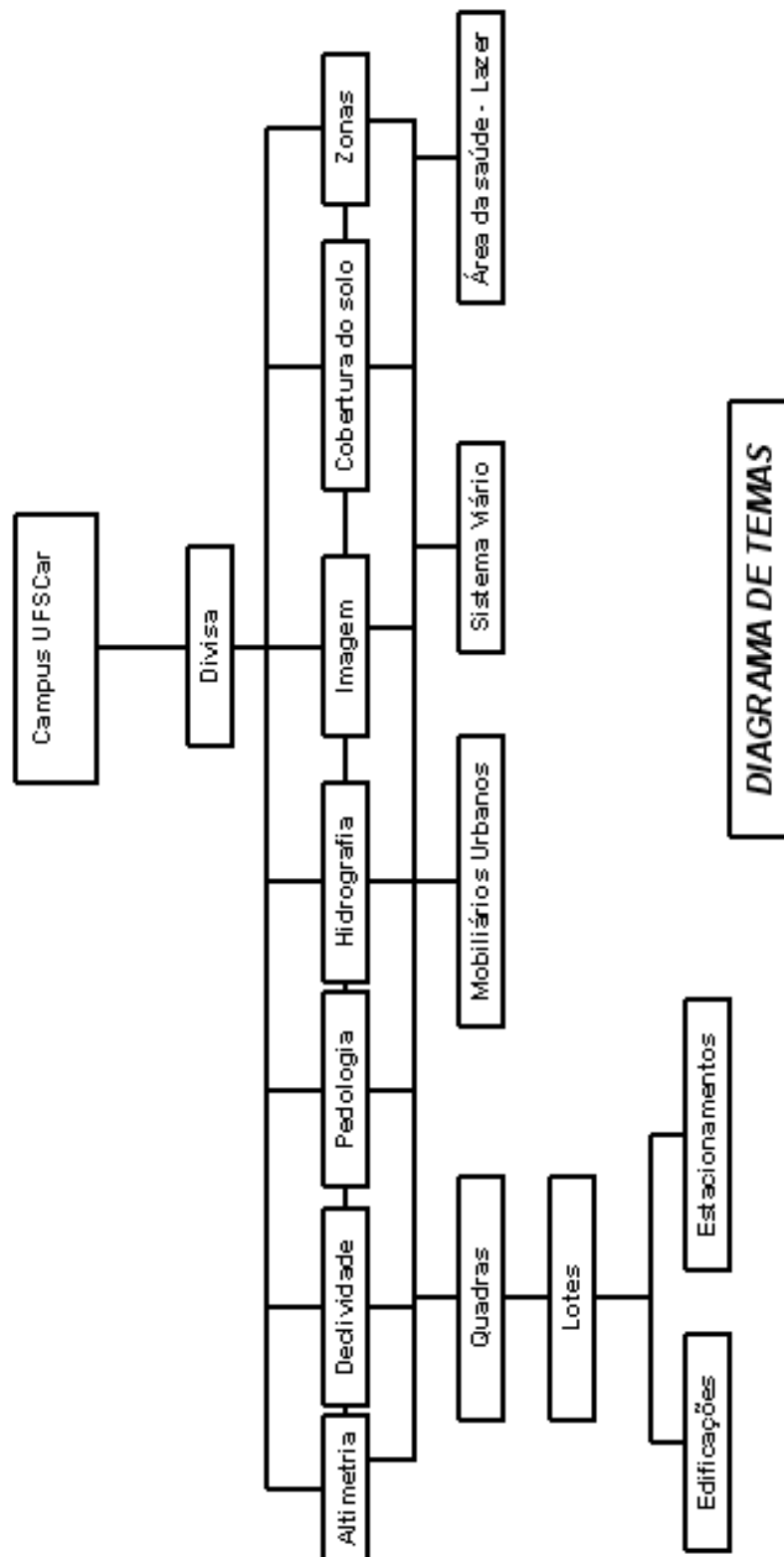


FIGURA 17 Diagrama de Temas para modelagem do SIG, *Campus* da UFSCar.

Os temas criados na seqüência da montagem do Diagrama de Temas foram: a Altimetria, a Declividade, a Pedologia, a Hidrografia, a Imagem, a Cobertura do solo e as Zonas. Estes temas estão assim posicionados pois são hierarquicamente subordinados ao tema Divisa na estrutura do diagrama. Isto se deve ao fato do tema Divisa ter sido criado como primeiro tema no espaço modelado.

O tema Quadras está ligado aos temas Altimetria, Declividade, Pedologia, Hidrografia, Imagem, Cobertura do solo e Zonas.

O mesmo tipo de hierarquia ocorre com o tema Lotes, que está ligado no tema Quadras e conseqüentemente com os temas Edificações e Estacionamentos que estão ligados ao tema Lotes.

O Tema Mobiliário urbano é um tema que está presente no espaço modelado e está distribuído nas Quadras. Portanto, é um tema que pela hierarquia a ser seguida deve aparecer somente depois de criado o tema Quadras para que existam no modelo.

O Sistema Viário e a Área de Lazer são temas que estão contidos nas Quadras e que por sua vez estão contidas em todos os outros temas do modelo: Divisa, Altimetria, Declividade, Pedologia, Hidrografia, Imagem, Cobertura do solo e Zonas.

A Figura 17 mostra o Diagrama de Temas construído para a modelagem do banco de dados para um SIG do *Campus* da UFSCar.

5.2.2 Meta modelo parcial

Para a elaboração do Meta Modelo Parcial (Figura 18) foram utilizadas as informações obtidas através das entrevistas com os setores administrativos da UFSCar, na avaliação das necessidades, mais as informações resultantes da análise das propostas e diretrizes do PDI e o Diagrama de temas.

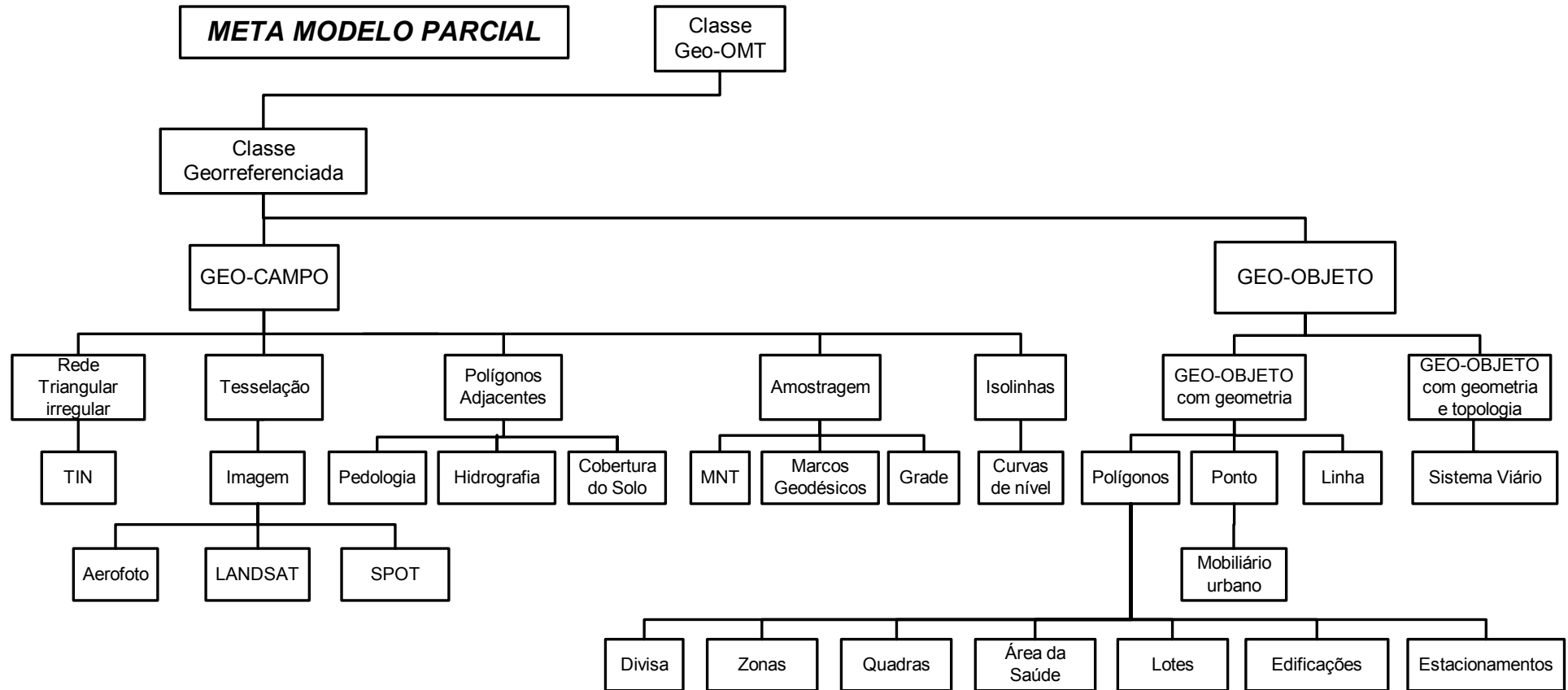


FIGURA 18 Meta Modelo Parcial para a modelagem do SIG, *Campus UFSCar*.

A estrutura das classes básicas do modelo Geo-OMT são as Classes Georreferenciadas e as Classes Convencionais.

Para a modelagem do banco de dados para o SIG da UFSCar, foram adotadas as Classes Georreferenciadas que estão representadas em classes do tipo Geo-campo e Geo-objeto. Cada categoria e modelo de categoria foram classificados dentro destas classes de acordo com a visão campo e objeto.

O Modelo Geo-OMT possui cinco classes do tipo Geo-campo, conforme a seguir. Tais representações podem ser visualizadas na figura 16, na metodologia do trabalho:

- Isolinhas;
- Polígonos Adjacentes;
- Tesselação;
- Amostragem;
- Rede Triangular Irregular (TIN)

Para este trabalho, a classe Isolinhas foi escolhida para representar as curvas de nível. A classe Polígonos Adjacentes foi escolhida para representar a Pedologia, a Hidrografia e a Cobertura do solo. A classe Amostragem foi escolhida para representar os marcos geodésicos, MNT (Modelo Numérico de Terreno) e Grade. As imagens, tais como as do satélite SPOT e LANDSAT, bem como as Fotografias aéreas digitais foram representadas pela classe Tesselação.

O Modelo Geo-OMT possui duas classes do tipo Geo-objeto em suas definições, a saber:

- Geo-objeto com Geometria
- Geo-objeto com Geometria e Topologia

Para este trabalho, a Divisa, as Zonas, as Quadras, a Área da Saúde, os Lotes, as Edificações e os Estacionamentos foram representados como polígonos, portanto no Meta Modelo estão ligados a Polígonos. Por sua vez Polígonos está ligada a sub classe Geo-objeto com Geometria., que por sua vez está ligado à classe Geo-objeto.

Os Mobiliários urbanos, que são telefone público, caixa de correio, bancos de jardim, caixa eletrônico, etc, estão representados como pontos, subordinados, também, a Classe Geo-objeto com Geometria.

Para o Sistema Viário, adotou-se a representação de Geo-objeto com Geometria e Topologia, onde as mãos de direção das vias de acesso e os cruzamentos foram representados pelas subclasses linha Uni-direcionada, Bi-direcionada e nó, respectivamente.

A Figura 18 mostra a representação do Meta Modelo Parcial para a modelagem de dados para a implantação de um SIG para o *Campus* da UFSCar.

5.3 Nível de Representação

5.3.1 Escala de trabalho

Com base nas informações obtidas no levantamento das necessidades e que constam nos itens anteriores, a escala de trabalho a ser utilizada no SIG do *Campus* pode ser a do Nível local, ou seja, de 1:10.000 a 1:2000 por se tratar de um SIG destinado a apoiar atividades de planejamento e gestão tais como as aplicações citadas por ROCHA (2000), a saber: planos diretores, planejamento, cadastro urbano, saneamento, transporte, etc. Neste caso, a utilização de fotografias aéreas satisfaz as necessidades das aplicações. Também o uso de imagens de satélites como as do SPOT, IKONOS e QUICKBIRD, podem atender aplicações nas escalas entre 1:5000 a

1:10.000, pois as resoluções espaciais destas imagens são de 2,5m, 1m e 0,6m, respectivamente.

Para as aplicações que requerem menos detalhes, pode-se utilizar escala escalas de 1:50.000 a 1:10.000, que ROCHA (2000) recomenda para aplicações no Nível municipal, ou seja, para gestão de municípios (planos diretores, planejamento urbano), saneamento, transporte, agricultura etc. Assim, pode ser incluído no modelo imagens de satélite como o LANDSAT ou CBERS, cujas resoluções espaciais de suas imagens são de 30 m e 20 m, respectivamente.

5.3.2 Modelo de banco de dados Geo-OMT para o *Campus* da UFSCar

A partir do Diagrama de Temas e do Meta Modelo Parcial, a próxima etapa do trabalho foi a construção do Modelo Geo-OMT (Figura 18) através da modelagem do banco de dados geográficos utilizando-se o Modelo Geo-OMT procurando atender às propostas das diretrizes do Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI e às necessidades de informações levantadas junto a administração do *Campus* da UFSCar, conforme apresentado anteriormente.

O software utilizado para a realização da representação gráfica desta modelagem foi o Microsoft VISIO 2000, ao qual foi adicionado um “Stencil” OMT-G produzido por BORGES (1997).

A primeira representação dentro da modelagem do banco de dados do *Campus* da UFSCar foi a Divisa por ser o tema mais abrangente do espaço modelado.

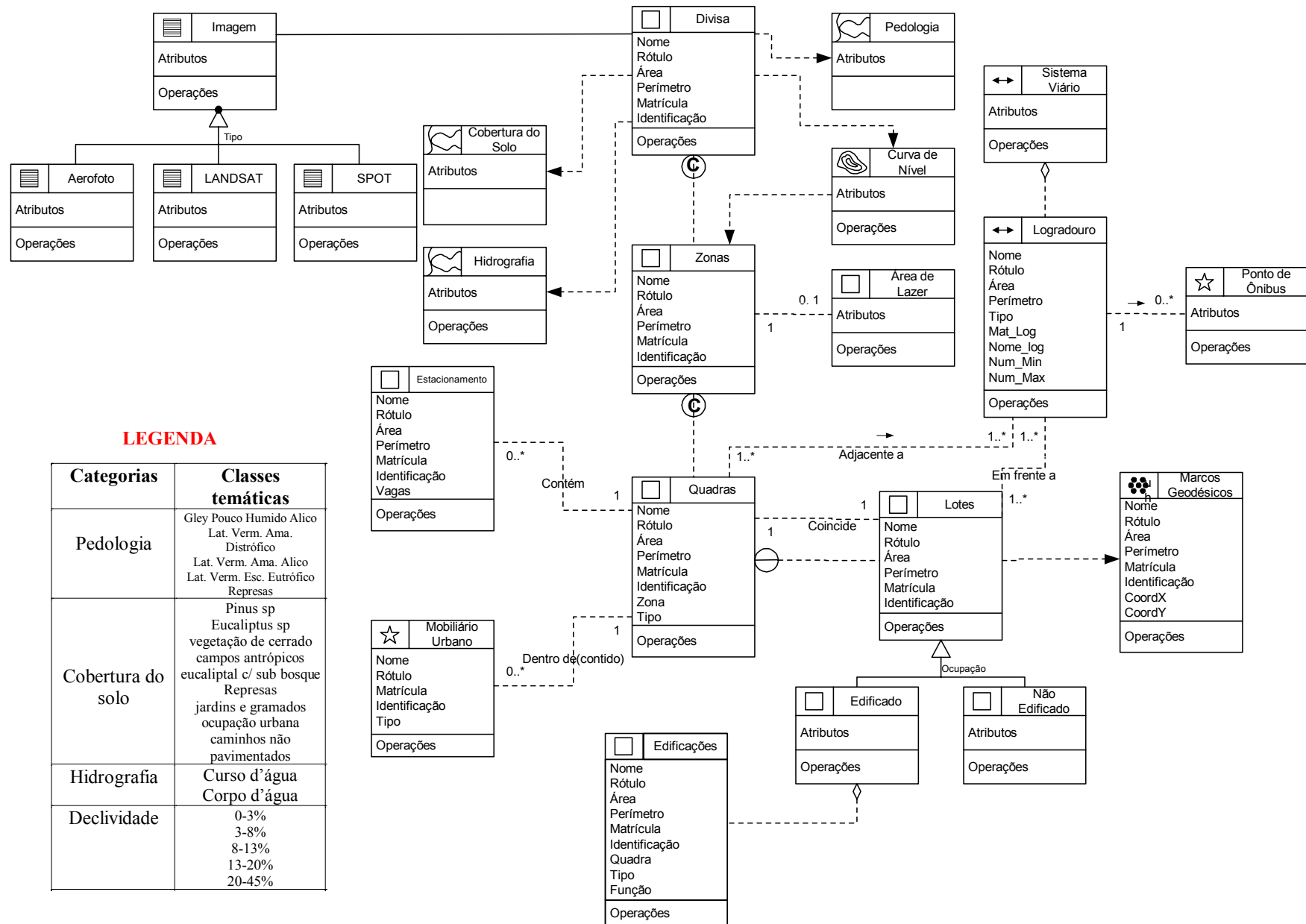


FIGURA 19 Modelo Geo-OMT para implantação de um SIG para a UFSCar.

A partir da Divisa do *Campus*, a modelagem foi desenvolvida de acordo com as outras classes, categorias e atributos pertencentes ao estudo. Foram considerados também todos os relacionamentos espaciais e não espaciais do espaço modelado.

Na modelagem de dados um dos problemas que pode ocorrer, é que muitas vezes os relacionamentos do modelo de dados e alguns fenômenos do mundo real não são levados em consideração.

Para a modelagem de dados neste trabalho foram considerados os relacionamentos entre as classes representadas pelo Modelo Geo-OMT, como a seguir:

- associações simples;
- relações topológicas de rede;
- relações espaciais;
- cardinalidade.

Todas as relações espaciais foram representadas por linhas pontilhadas conforme o modelo Geo-OMT. A hierarquia espacial é um caso particular de relações espaciais que no caso da modelagem em estudo, este tipo de relacionamento ocorreu entre a Divisa com: a Pedologia, Cobertura do solo, Hidrografia e as Curvas de nível. Assim como entre os Lotes e os Marcos geodésicos, conforme mostra a Figura 19.

O relacionamento entre a Divisa e as Zonas, é do tipo *contém*, pois dentro da Divisa existem duas Zonas, Zona Norte e Zona Sul. O mesmo ocorre entre as Zonas e Quadras, onde as Zonas *contém* Quadras.

Há relacionamentos que foram caracterizados pela cardinalidade, conforme as definições descritas no Modelo Geo-OMT, BORGES (1997). As cardinalidades podem ser observadas entre:

-Estacionamentos e as Quadras: uma quadra pode conter zero ou muitos estacionamento. Já um estacionamento pode estar presente em apenas uma única quadra.

-Quadras e o Mobiliário urbano: uma quadra pode conter zero ou muitos mobiliários urbanos. Já um mobiliário urbano só pode estar contido dentro de uma única Quadra.

-Quadras e os Lotes: Uma Quadra está subdividida em lotes e um Lote coincide sempre com uma Quadra e vice-versa.

-Quadra e Logradouro: uma Quadra está adjacente a um ou vários Logradouros e um Logradouro está adjacente a uma ou várias Quadras.

-Logradouro e Lote: Um Logradouro está *em frente a* um Lote e um Lote está *em frente a* um Logradouro.

-Logradouro e Ponto de ônibus: Um ponto de ônibus possui apenas um Logradouro. Já os Logradouros podem possuir nenhum ou vários Logradouros.

-Zona e Área de Lazer: Uma Zona pode ter nenhuma ou uma Área de Lazer e Área de Lazer está em apenas uma Zona. Vale ressaltar que a Área de Lazer em questão trata-se da chamada Área da Saúde , mais conhecida como Pista da Saúde.

A Generalização / Especialização é outra forma de representar o relacionamento entre as superclasses e subclasses. Este tipo de representação pode ser observado nesta modelagem, para superclasse Lotes e suas subclasses Edificado e Não Edificado.

Para a superclasse Imagem e suas subclasses Aerofoto, LANDSAT e SPOT, também é observada a Generalização .

Como uma Generalização pode ser especificada como total ou parcial, na elaboração da modelagem do banco de dados para o *Campus*, para a superclasse Lotes a representação foi de um triângulo vazado demonstrando a restrição da disjunção devido à ocupação entre as subclasses. Para a superclasse Imagem a representação foi um triângulo vazado com um ponto em seu ápice demonstrando a totalidade desta superclasse com os tipos de suas subclasses.

Outra forma de associação entre os objetos é a Agregação onde um deles é considerado composto por outros.

Na modelagem deste trabalho a Agregação pode ser observada entre a classe Logradouro e o Sistema Viário e também das classes Edificações com os lotes edificadas. Por ser uma agregação entre Classes Georreferenciadas, a linha de representação deve ser pontilhada.

Nestes dois casos acima citados, o Logradouro “é-parte-de” do Sistema Viário e as Edificações são também “é-parte-de” dos lotes edificadas.

A agregação espacial “Todo-Parte”, impõe restrições de integridade espacial no que diz respeito à existência do objeto agregado e dos sub-objetos. É subdividida em:

-contém

-subdivisão espacial

- união espacial.

Por exemplo, para se representar que as Zonas estão contidas na Divisa, foi necessário utilizar à estrutura *contém* para mostrar o relacionamento entre estas pois pela hierarquia dos temas a Divisa é mais abrangente do que a Zona. Obviamente, Zona é mais específico do que Divisa. Para a representar que as Quadras estão contidas nas

Zonas e que as Quadras são subdividas em lotes, foi utilizada a representação *subdivisão espacial*.

Durante a construção do modelo de dados geográfico pelo Geo-OMT, utilizando o “Stencil”OMT-G , no software Microsoft VISIO 2000, encontrou-se uma dificuldade para representar o relacionamento de agregação espacial “Todo-Parte”, *contém*, porque o “Stencil” OMT-G não tinha disponível esta representação, que pode ser visualizada na Figura 18 entre as Classes Divisa e Zonas e também entre Zonas e Quadras. A mesma dificuldade ocorreu para representar o relacionamento de agregação espacial “Todo-Parte”, *subdivisão espacial*, que pode ser visualizado na Figura 19 entre as classes Lotes e Quadras. Para resolver este problema houve a necessidade de se criar aqueles símbolos separadamente e inserí-los no modelo.

Ainda, uma outra opinião a respeito do uso deste modelo, pode-se comentar que apesar de facilidade de visualização que sua notação pode proporcionar, conforme comentado anteriormente, ele não é de tão fácil utilização. Talvez esta opinião possa ter sido influenciada pela complexidade do Modelo Geo-OMT ou pelo software adotado, Visio 2000.

A Figura 19 mostra o Modelo Geo-OMT produzido pela modelagem do banco de dados para a implantação do SIG para suporte ao PDI do *Campus* da UFSCar..

5.3.3 Tabela de Categorias

Após a produção do modelo Geo-OMT, foi construída uma tabela onde foram inseridos os modelos e suas respectivas categorias, Planos de Informação (PI), Atributos ou Classes temáticas conforme as Tabelas 4, 5 e 6 adiante.

A construção da tabela foi então o resultado final do trabalho, ou seja o somatório de todas as etapas da metodologia aqui utilizada.

As tabelas podem ser utilizadas para a implementação do modelo num software de Sistema de Informações Geográficas.

TABELA 4 Tabela de categorias resultante da modelagem para o SIG- parte 1.

MODELO	CATEGORIA	PI	ATRIBUTOS	CLASSES
Cadastral	Cadastro Campus	Divisa Zonas Quadras Edificações Lotes Estacionamentos		
	Mobiliário Urbano	Mobiliário Urbano		
Imagem	Landsat Spot Foto Aérea	Data Data Data		
MNT	Altimetria	Curva de Nível MNT grd MNT tin		
Temático	Urbanização	Urbanização		urbanizado não urbanizado
	Lazer	Pista da Saúde		Pista da Saúde
	Pedologia	Pedologia		Gley Pouco Humido Alico Lat. Verm. Ama. Distrófico Lat. Verm. Ama. Alico Lat. Verm. Esc. Eutrófico Represas
	Hidrografia	Hidrografia		Curso d'água Corpo d'água
	Cobertura do solo	Coberturas		Pinus sp Eucaliptus sp vegetação de cerrado campos antrópicos eucaliptal c/ sub bosque Represas jardins e gramados ocupação urbana caminhos não pavimentados
	Declividade	Declividade		0-3% 3-8% 8-13% 13-20% 20-45%
Rede	Rede de Logradouros	Vias Internas		

TABELA 5 Tabela de categorias resultante da modelagem para o SIG- parte 2

MODELO	CATEGORIA	PI	ATRIBUTOS	CLASSES
Objeto	Divisa		Nome Rótulo Área Perímetro Matrícula Identificação	
	Zonas		Nome Rótulo Área Perímetro Matrícula Identificação	
	Quadras		Nome Rótulo Área Perímetro Matrícula Identificação Zona Tipo	
	Edificações		Nome Rótulo Área Perímetro Matrícula Identificação Quadra Tipo Função	
	Lotes		Nome Rótulo Área Perímetro Matrícula Identificação	

TABELA 6 Tabela de categorias resultante da modelagem para o SIG - parte 3.

MODELO	CATEGORIA	PI	ATRIBUTOS	CLASSES
Objeto	Estacionamentos		Nome Rótulo Área Perímetro Matrícula Identificação Vagas	
	Marcos geodésicos		Nome Rótulo Área Perímetro Matrícula Identificação Coord X Coord Y	
	Mobiliário Urbano		Nome Rótulo Área Perímetro Matrícula Identificação Tipo	
	Logradouros		Nome Rótulo Área Perímetro Tipo Matrícula: Mat_Log Nome_Log Num_Min Num_Max	
	Intersecções		Nome Rótulo Área Perímetro Identificação Tipo: cruzamento rotatória	

6 CONCLUSÃO

Este trabalho é considerado um primeiro passo no longo caminho a ser percorrido para a implantação, bem sucedida, de um Sistema de Informações Geográficas para auxiliar nas tarefas de planejamento, administração e gerenciamento do *Campus* de São Carlos da UFSCar, visando o desenvolvimento da expansão física da Universidade.

De forma sucinta, as principais contribuições que este trabalho pode oferecer à Universidade e a comunidade é:

1) O levantamento e a avaliação das necessidades de informações elaboradas junto aos setores administrativos do Campus da UFSCar em São Carlos que servem de subsídio para o SIG.

2) O levantamento das diretrizes do Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI, que podem ser auxiliadas por um SIG em sua implementação e execução, visando o desenvolvimento da expansão física no que tange o planejamento da expansão da área física, ocupação, ampliação e melhorias na infra-estrutura, aprimoramento do sistema viário do *Campus*, etc.

3) A descrição do processo de modelagem, um Diagrama de Temas, um Meta Modelo Parcial e uma primeira aproximação do modelo de dados espacial, gerado através do modelo Geo-OMT para representar as aplicações voltadas para o desenvolvimento da área física do *Campus*.

4) A produção de Tabelas de Categorias onde estão inseridos os modelos e suas respectivas categorias, Planos de Informação (PI), Atributos ou Classes temáticas que podem ser utilizadas para a implementação do modelo gerado num software de Sistema de Informações Geográficas.

Outras contribuições oriundas deste trabalho podem ser comentadas:

As principais dificuldades encontradas para a obtenção de dados na avaliação das necessidades dos setores administrativos foram:

1) A falta de atualização dos dados dentro dos vários setores administrativos do *Campus*,

2) O desconhecimento sobre a ferramenta de SIG no que diz respeito ao formato dos dados, sua capacidade de armazenamento, controle e análise de dados espaciais.

A respeito do uso deste modelo Geo-OMT, pode-se relatar que apesar de facilidade de visualização que sua notação pode proporcionar, este não é de tão fácil utilização, pois há muitos elementos envolvidos na representação. Talvez esta opinião possa ter sido influenciada pela complexidade do Modelo Geo-OMT ou pelo software adotado, Visio 2000.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. L. P. O Geoprocessamento em Lajeado – RS O caminho da modernidade, In: **Congresso e Feira para usuário de Geoprocessamento. Anais** Curitiba: Editora Sagres, 1994. p.81-90.

ANTENNUCCI, J. C. et al. **Geographic Information Systems: A Guide to the Technology**. New York: Van Nostrand Reinold, 1991.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas** : Aplicações na Agricultura. Brasília: Embrapa, 1998. p. 434.

BORGES, K. A. V. Modelagem de dados geográficos. In: CÂMARA, G. et al. **Fundamentos de Geoprocessamento**. Belo Horizonte: 1999. p. 64 – 147.

BORGES, K. A. V. **Modelagem de dados geográficos**: Uma Extensão do Modelo OMT para Aplicações Geográficas.1997.119 p.(Dissertação de mestrado . Área de

concentração : Tecnologias da Informação)- Escola de governo – Fundação João Pinheiro , Belo Horizonte.

CÂMARA, G., CASANOVA, M., HEMERLY, A, MAGALHÃES, G., MEDEIROS, C. **Anatomia de Sistemas de Informações Geográficas**.Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP, 1996.194p.

CÂMARA. G.; DAVIS C. Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica. **Fundamentos de Geoprocessamento**. Belo Horizonte. 1999. p 32 – 64.

CALIJURI, M. L.; RÖHM, S. A.: **Sistemas de Informações Geográficas**. Viçosa: Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, 1995. 34p.

CRUZ, C. B. M. **Modelagem de entidade urbana e sua aplicação em Sistemas de Informação Geográfica**. Rio de Janeiro, 1994. 161 p. Dissertação (Mestrado em Ciências, Sistemas e Computação). IME, Instituto Militar de Engenharia.

DAVIS, B. E. **Geographic Information Systems: A Visual Approach**, Santa Fe: On Word Press, 1996. 374 p.

DAVIS, C. **Aplicações urbanas de SIG**. Fundamentos de Geoprocessamento. Belo Horizonte: 1999. p. 186 – 210.

EASTMAN, J. R. **IDRISI for Windows. Versão 2**. Porto Alegre: Editora Heinich Hasenack e Eliseu Weber, 1998. p.229

FATOR GIS. **Geoprocessamento.definições técnicas** Disponível em <http://www.fatorgis.com.br>. Acesso em 16 dez.2001.

FERRAZ, F. F. B. **Aplicação de SIG em estudo de área urbana de Piracicaba sujeita à inundação**. 1996. (Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura) CENA, Piracicaba.p.97

GALINDO, R.; ROZA, D. O GEO nas prefeituras. **Infogeo**, Curitiba, 2(8): 38-9, julho, agosto. 1999.

GIBOTTI, F. R.; ROHM, S. A. SIG aplicado ao planejamento urbano. In: **Congresso Nacional de Engenharia de Agrimensura – CONEA, VIII.**, 1999, Criciúma – Santa Catarina. **Anais...** Criciúma: FENEA, 1999.

GIBOTTI, F. R. **Modelagem de Dados do Cadastro Técnico Multifinalitário Urbano para fins de Sistemas de Informações Geográficas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). UFSCar, Universidade Federal de São Carlos – São Carlos (2000). 143 p.

HASENACK, H. ; WEBER, E. (1998) **Derivação de novas informações cadastrais para o planejamento urbano através do GIS**. Disponível em <http://www.fatorgis.com.br/geoproc/define_tecn.htm> Acesso em: 10 dez.2001.

HOME PAGE PU – UFSCar. **Organograma da Prefeitura Universitária**. Disponível em: <<http://www.ufscar.br/portugues/reitoria/pu/index.htm#PU>>. Acesso em: 02 out.2002.

HUXHOLD, W. E. **An Introduction to Urban Geographic Information Systems**. New York: Oxford University Press, 1991.p. 337.

KITAGAWA, N. et al. Integração de sistemas de informações geográficas com sistemas de tributação municipal. In: **Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC, I.. Anais**. Florianópolis: UFSC , 1994.

LUCINI, H. C. **Plano de desenvolvimento fisco, Universidade Federal de São Carlos** (Conceitos básicos). São Carlos, UFSCar, 1985.

MACEDO, A. C., ZIMBRES P., MARTINS F. A. S. **Plano de Desenvolvimento Institucional**. Disponível em: <http://www.ufscar.br/pdi2002/seminariofiscos.pdf>. Acesso em 02 dez 2003.

MARTINS, F.A. S. **O processo de Produção do Espaço construído**. (O caso da UFSCar). São Carlos, UFSCar, 1986.

MILITÃO , J. O ; CARVALHO, P. P. Uma metodologia para posicionamento de prédios em terrenos acidentados. In: **IX SIBGRAPI. 1996. Anais**. p. 227-34.

NCGIA, National Center for Geographic Information and Analysis. **GIS Development Guide**. Buffalo: NCGIA, 1988 . V.1 104 p.

NOGUEIRA, A .D. **Morfologia urbana através da sintaxe espacial e do fluxo de pedestres no território universitário**: O Campus da Universidade Federal de São Carlos. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - UFSCar, São Carlos.

PAESE, A. **Unidades da Paisagem (Biótipos) do Campus da UFSCar, Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais**, São Carlos UFSCar, , 1999.

PEREIRA, G.C.; CARVALHO, S. C.; O Uso de SIG em Planejamento Urbano nas grandes cidades brasileiras, In: **V Congresso e Feira para usuários de Geoprocessamento da América Latina. Salvador, 1999 Anais**. Curitiba: Fator GIS., 1999.

RASO, E. O. M. et. al. Projeto do SIG na COPASA - MG. In: **Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC, I. Anais**. Florianópolis : UFSC, 1994.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento – Tecnologia Transdisciplinar**. Juiz de Fora: Edição do autor, 2000. p. 220.

RODRIGUES, M. Introdução ao Geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, I, 1990, São Paulo. **Anais**. São Paulo:EPUSP/LABGEO, 1990 pg 1-26.

RODRIGUES, M. Constatações sobre projetos SIG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, IV, 1997, São Paulo. **Anais**. São Paulo:EPUSP/LABGEO, 1997 pg 629-36

ROLNIK, R. **O desafio da gestão urbana na próxima década. Teoria & Debates**. Disponível em : <http://www.fpabramo.org.br/td/d09/td09_cidades.htm> Acesso em: 09/mar. 1990 .

ROSA, R. ; BRITO, J. L.S. **Introdução ao Geoprocessamento**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia , 1996. 104p.

SCHWEDER, S. R.; SILVA, S.; Loch, C. O cadastro técnico e a administração municipal. In: **Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC, I. Anais**. Florianópolis: UFSC., 1994.

TEIXEIRA, A.L.M; MORETI E.; CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica**. Rio Claro: Edição de Autor, 1992. 80p

UA. **Creating a Campus-wide Geographic Information System. University of Arizona**. Disponível em :< <http://134.50.15.112/Research/techpg/campus.htm>.> Acesso em 12/02/2000.

UCD. **Campus Maps**. University of California at Davis. Disponível em :
<<http://www.pplant.ucdavis.edu/mech/engsvc/gis/gis.htm>.> Acesso em 10 mar 2000.

UFSCAR. **Relatório de Gestão – 1996/2000**. São Carlos: Suprema, 2000. 66p.

UFSCAR. **Plano de Desenvolvimento Institucional**. Disponível em:
http://www.ufscar.br/pdi2002/plantas_PDI_2003.zip. Acesso em 05 jan 2004

UFSCar. **Plano de Desenvolvimento Físico da UFSCar**. Disponível em:
<http://www.ufscar.br/pdi2002>. Acesso em 25 jan 2004.

ANEXO 1

ANEXO 2

AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES DE INFORMAÇÃO	
ETAPA 2: Entrevista	SETOR/
ENTREVISTADO:	
ELABORADA POR:	
Instruções: explicar sobre o propósito do trabalho e sobre o que é um SIG numa reunião com todos os funcionários do setor. Em seguida, aplicar este questionário individualmente aos funcionários. Mostrar o formulário da Etapa 1 para o funcionário entrevistado .	

OBS: Assinalar, na coluna SIM /NÃO do formulário da ETAPA 1, de acordo com a resposta do entrevistado.

- 1) As atribuições listadas no Formulário ETAPA 1, referentes ao seu trabalho e ao seu setor estão corretas?
- 2) Há necessidade acrescentar, retirar ou corrigir alguma das atribuições?
- 3) O seu setor ou o seu trabalho diário é conflitante, duplicado ou complementar com algum outro setor da instituição? Caso positivo, listar abaixo.
- 4) Quais informações são importantes para facilitar o seu trabalho diário?
- 5) O quê já tem informatizado no seu trabalho diário?
- 6) O quê é feito manualmente?
- 7) Baseado nas explicações do que é o SIG, em que você considera que esta ferramenta poderia auxiliar, melhorar ou facilitar o seu trabalho diário?

ANEXO 3

AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES DE INFORMAÇÃO				
ETAPA 3: Identificação de aplicações			SETOR/	
ENTREVISTADO:				
ELABORADA POR:				
Instruções: Preencher o formulário com a sigla do Setor. Selecionar o tipo de aplicação: 1) Consulta e Visualização; 2) Análise de Mapas; 3) Modelagem espacial. 4) Visualização de mapas; 5) outro. Preencher com a frequência de ocorrência.				
No.	NOME DA APLICAÇÃO	SETOR	TIPO	FREQUENCIA
1	Questão de zoneamento		1 2 3 4 5	n/dia
2	Telefones de informação ao cliente		1 2 3 4 5	n/dia
3	Mapa de extinção de incêndio		1 2 3 4 5	n/dia
4	Mapa de distrito de combate incêndio		1 2 3 4 5	n/ano
5	Mapa resumo de crimes		1 2 3 4 5	n/mês
6	Mapa despacho de patrulha		1 2 3 4 5	n/dia
7	Mapa resumido de reclamação		1 2 3 4 5	n/dia
8	Mapa desenvolvimento de subdivisão		1 2 3 4 5	-
9	Mapa com fichas de questão		1 2 3 4 5	n/dia
10	Uso da terra/ Valor da terra		1 2 3 4 5	n/ano
11	Mapa de avaliação de Valor		1 2 3 4 5	n/ano
12	Mapa de queixa		1 2 3 4 5	n/ano
13	Mapa de comparação de Valor		1 2 3 4 5	-
14	Mapa de áreas desocupadas		1 2 3 4 5	n/ano
15	Mapa de rede de água e esgoto		1 2 3 4 5	n/mês
16	Mapa Perfil Hidrológico		1 2 3 4 5	n/ano
17	Análise do Fluxo sistema de esgoto		1 2 3 4 5	n/ano
18	Mapa de reparos de emergência		1 2 3 4 5	n/ano
19	Mapa de Drenagem de água de chuva		1 2 3 4 5	n/ano
20	Mapa de teste do fluxo de incêndio		1 2 3 4 5	n/ano
21	Mapa de facilidades		1 2 3 4 5	n/ano
22	Mapa de zoneamento		1 2 3 4 5	n/dia
23	Mapa de inundação		1 2 3 4 5	n/dia
24	Alojamento estudantil		1 2 3 4 5	n/ano
25	Mapa da área de controle de mosquito		1 2 3 4 5	n/ano
26	Plano Aprovação Processo local		1 2 3 4 5	n/ano
27	Mapa de Dados de censo		1 2 3 4 5	n/ano
28	Mapa de densidade da população		1 2 3 4 5	n/ano
29	Inventário de Uso de terra		1 2 3 4 5	n/ano
30	Projeção de espaço de varejo		1 2 3 4 5	n/ano
31	Escritório de projeção de Espaço		1 2 3 4 5	n/ano
32	Mapa de volume de tráfego		1 2 3 4 5	n/ano
33	Outras		1 2 3 4 5	

ANEXO 4

ANEXO 5

AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES DE INFORMAÇÃO	
ETAPA 5: Detalhamento das atividades técnicas.	SETOR
ENTREVISTADO:	SUBSETOR
ELABORADA POR:	
Instruções: explicar sobre o propósito do trabalho. Em seguida, entrevistar o responsável pela função e detalhando suas atribuições.	