

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E
TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO

Anna Karla Trajano de Arruda

ANÁLISES ESPACIAIS DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
EM UM SISTEMA DE GEOINFORMAÇÕES

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, área de concentração Sistemas de Geoinformação, defendida e aprovada no dia 13/06/2003.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lucilene Antunes Correia Marques de Sá

Recife
2003

A779a

Arruda, Anna Karla Trajano de .

Análises espaciais do ambiente construído em um sistema de geoinformação / Anna Karla Trajano de Arruda. - Recife : O Autor, 2003.
x, 120 folhas : il.

Inclui bibliografia, fotografias e mapas.

Dissertação (Mestrado). Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2003.

Orientador : Lucilene Antunes Correia Marques de Sá

1. Sistema de Geoinformação - Cartografia - Teses. – I. Título.

526 (CDD 21.ed.)

UFPE-CTG-Bt/2003

Candidato: Arquiteta **ANNA KARLA TRAJANO DE ARRUDA**

Título da Dissertação: **ANÁLISES ESPACIAIS DO AMBIENTE CONSTRUÍDO EM UM SISTEMA DE GEOINFORMAÇÃO**

PARECER DA BANCA EXAMINADORA

Considerando que a arquiteta ANNA KARLA TRAJANO DE ARRUDA cumpriu todos os requisitos do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, a Banca Examinadora considera a mestranda, **aprovada**.

Recife, 13 de junho de 2003.

Profª Drª **Lucilene Antunes Correia Marques de Sá (Orientadora)**

Departamento de Engenharia Cartográfica – Universidade Federal de Pernambuco

Prof Dr **Jürgen Wilhelm Philips**

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina

Profª Drª **Ana Lúcia Bezerra Candeias**

Departamento de Engenharia Cartográfica – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Drª **Terezinha de Jesus Pereira da Silva**

Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Pernambuco

DEDICATÓRIA

Há uns três anos atrás, estava vivendo este mesmo momento, escrevendo a dedicatória da minha monografia para graduação no curso de Arquitetura. Agora é a vez do mestrado.

Essa história de Tecnologia da Geoinformação começou muito antes, quando ainda estava na Arquitetura. Procurei o Prof. Portugal, que agora como amigo é Portugal, e perguntei: “Professor poderia nos emprestar uma trena? É para um trabalho de iniciação científica nas ZEIS”. Pronto, foi aí que tudo começou. Trena? Que nada! Ele nos mostrou alguns trabalhos em Geoprocessamento e...

Fui estagiar com Kleber, lá no décimo segundo andar da Prefeitura, e aos poucos aprendi a parte prática do Geoprocessamento. Aprendi a desenvolver o raciocínio espacial e conseguir ver pronta a solução para atender aos pedidos, quando chegam os trabalhos.

No dia seguinte à defesa da minha monografia, estava eu às voltas no DECART, querendo informações sobre o mestrado.

As aulas começaram. Novas disciplinas, novos professores, novos colegas, novos desafios e novas vitórias a serem conquistadas. E, aquela voz: “Vocês vão se tornar pesquisadores...”. E, tinha razão, me tornei pesquisadora. Era Prof^a Lucilene, hoje Lu, que como minha orientadora, me ensinou a andar com meus próprios pés nos caminhos da pesquisa científica.

A vocês, Portugal, Kleber e Lu, por serem os responsáveis e fazerem parte dessa minha história de paixão com a Geoinformação, dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, eu dou graças!

A Socorro, minha mamãe, Gladston, meu irmão e Maria, minha bá, agradeço o amor da família que existe entre nós, o apoio e incentivo que sempre me dão em meus projetos de vida.

A Kleber, meu colega de curso, sócio e namorado, pela solidariedade e o companheirismo em compartilhar e superar os desafios do curso, pelo sucesso da K&K (e ainda estamos apenas começando...) e pelo amor, que seja para sempre.

Aos professores, Andréa, Ana Lúcia, Verônica, Portugal e Schuler, pelos ensinamentos em sala de aula, a indicação das melhores bibliografias, a troca de idéias no corredor e por todos os momentos que me fizeram crescer e ampliar minha visão do mundo.

A Solange e Amável, pela simpatia e presteza com que sempre nos atende na secretaria.

Aos colegas de curso, pela união que foi a nossa marca em todos os momentos. E, a Lu, Stela, Janice, Érika, Lino e Silvane, por se tornarem valiosos amigos.

A Célia e Terezinha pelas contribuições a pesquisa, compartilhando comigo a idéia de aplicar novas tecnologias a favor do planejamento urbano.

A Prefeitura da Cidade do Recife, através da Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente e da Secretaria de Finanças, e a Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife, pela disponibilização dos dados necessários ao desenvolvimento desta pesquisa.

Enfim, a todos, muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO E PALAVRAS-CHAVE.....	i
ABSTRACT AND KEYWORDS.....	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE QUADROS.....	vi
LISTA DE FOTOGRAFIAS.....	vii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	viii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 - Objetivo da Pesquisa	2
1.1.1 - Objetivo Geral	2
1.1.2 - Objetivos Específicos	2
2. CARTOGRAFIA E SISTEMAS DE GEOINFORMAÇÃO.....	3
2.1 – Base de Dados Espaciais	10
2.1.1 – Aquisição de Dados Gráficos	10
2.1.2 – Aquisição de Dados Descritivos	17
2.2 – Banco de Dados para Sistemas de Geoinformação.....	20
2.3 – Análises Espaciais	22
2.4 – Interação com o Humano.....	23
2.5 – Metadados	23
3. MODELAGEM DE DADOS ESPACIAIS.....	25
4. PLANEJAMENTO URBANO E DESENHO URBANO	30
5. SIMULAÇÕES DE CENÁRIOS URBANOS.....	35
5.1 – Os Conceitos de Diagnose e Prognose.....	35
5.2 – Modelos para Simulação de Cenários Urbanos	36
6. CATEGORIAS DE ANÁLISE ESPACIAIS DO AMBIENTE CONSTRUÍDO	41
7. METODOLOGIA DA PESQUISA.....	45
7.1 – Abstração do Mundo Real	45

7.1.1 – A SEPLAM, a Diretoria Geral de Desenvolvimento Urbano e Ambiental e a Diretoria de Projetos Urbanos	45
7.1.2 – A Elaboração de Propostas e Legislações Urbanísticas	50
7.1.3 – A Lei de Uso e Ocupação do Solo 16.176/96	51
7.1.3.1 – O Zoneamento Urbano	52
7.1.3.2 – As Vias Urbanas	54
7.1.3.3 – Os Usos e Atividades Urbanas	55
7.1.3.4 – A Ocupação do Solo	55
7.2 – Conclusões da Abstração do Mundo Real	57
7.2.1 – Função Principal do Sistema Aplicativo Proposto	57
7.2.2 – Funções Globais do Sistema	58
7.2.2.1 – Dados de Entrada	58
7.2.2.2 – Dados de Saída	58
7.2.2.3 – Itens de Controle	59
7.2.2.4 – Equipamentos Computacionais	59
7.2.2.5 – Programas Computacionais	60
7.2.2.6 – Usuários do Sistema	60
7.2.2.7 – Restrições e Pressupostos do Sistema	60
7.2.2.8 – Lista de Eventos e Resultados	61
7.2.2.9 – Descrição do Sistema Aplicativo Proposto	62
7.3 – Modelo Conceitual	63
7.3.1 – Escopo do Sistema	63
7.3.2 – Diagrama de Contexto e de Fluxo de Dados	65
7.3.3 – Análise de Frequência de Frase	68
7.3.4 – Diagrama Entidade-Relacionamento	69
7.3.5 – Diagrama de Domínio Espacial	69
7.3.6 – Modelo Evento-Resposta	70
7.3.7 – Classes e Objetos	71
7.3.8 – Camada de Estruturas	73
8. VALIDAÇÃO DO MODELO FÍSICO	74
8.1 – O bairro de Boa Viagem	74
8.2 – Recursos Tecnológicos	79
8.2.1 – Equipamentos Computacionais	79
8.2.2 – Programas Computacionais	79
8.2.3 – Bases de Dados Espaciais	79

8.2.3.1 – Base de Dados Gráficos	79
8.2.3.2 – Base de Dados Descritivos	83
8.3 – Implementação: Rotinas e Customização	85
8.4 – Resultados Apresentados	93
9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
ANEXO 1 - <i>Script</i> em AVENUE, Acesso ao Sistema.....	101
ANEXO 2 – <i>Script</i> em AVENUE, Controle de Edição.....	101
ANEXO 3 – <i>Script</i> em AVENUE, Composição de Layout	102

RESUMO

ARRUDA, Anna Karla Trajano de. **Análises Espaciais do Ambiente Construído em um Sistema de Geoinformação**. Recife, 2002, 120p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco.

A pesquisa traz como contribuição científica o destaque da interdisciplinaridade entre o Urbanismo e a Cartografia. Teve como objetivo principal desenvolver um sistema aplicativo que permita a arquitetos, urbanistas e planejadores efetuar análises espaciais urbanas. Para isso, foram estudados os conceitos de Cartografia, com ênfase em Sistemas de Geoinformação – SIG, Planejamento Urbano e Desenho Urbano. Foi aplicada a metodologia de Modelagem de Dados Espaciais para a elaboração do modelo conceitual do sistema aplicativo, tendo sido, em seguida, implementado o sistema com base em SIG. O bairro de Boa Viagem, localizado na Região Metropolitana do Recife, foi território pesquisado para a validação do modelo físico. Como resultado, foi desenvolvido um sistema aplicativo em SIG, capaz de gerar mapas temáticos e modelos tridimensionais do ambiente construído.

Palavras-chave: Análises espaciais; Sistema de Geoinformação; Ambiente construído.

ABSTRACT

This research brings as scientific contribution the prominence of the interaction between the Urbanization and the Cartography. It aims at developing a application system that allows to architects, town planners and planners to make urban space analyses. For that, were studied the concepts of Cartography, with emphasis in Geographic Information Systems – GIS, Urban Planning and Urban Design. The methodology of Spatial Modelling Data was applied for the elaboration of the conceptual model of the application system. The district of Boa Viagem, located in the metropolitan area of Recife, was the territory researched for the validation of the physical model. As result, a application system was developed in SIG, intended to generate thematic maps and three-dimensional models of the built environment.

Keywords: Spatial Analyses; Geographic Information Systems; Built Environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração do mapa Aparência de Pernambuco, João Teixeira Albernaz	5
Figura 2 – Mapa Temático da Região Metropolitana do Recife	6
Figura 3 – Exemplo de um aplicativo em SIG	7
Figura 4 – Organograma dos componentes de um SIG	9
Figura 5 – Base de Dados Gráficos: estrutura vetorial	13
Figura 6 – Base de Dados Gráficos: estrutura matricial	13
Figura 7 – Representação gráfica da camada de Classes e Objetos	26
Figura 8 – Representação gráfica da camada de Atributos	26
Figura 9 – Representação gráfica da camada de Serviços	27
Figura 10 – Representação gráfica da camada de Estruturas	27
Figura 11 – Representação gráfica da camada de Assuntos	28
Figura 12 – Modelos Tridimensionais da Cidade de Toronto, criados a partir de ortofotos	33
Figura 13 – Discretização espacial dos estados do Ceará e Piauí em oito cenários distintos	38
Figura 14 – Diagrama de um modelo tradicional para simulações de uso do solo e transporte	39
Figura 15 – Cenários de Nova Iorque resultante de um modelo estatístico	40
Figura 16 – Esquematização da metodologia aplicada para a avaliação das UEDs e UEPs	44
Figura 17 – Plano figura-fundo e modelagem tridimensional, 1970	44
Figura 18 – Plano figura-fundo e modelagem tridimensional, 1997	44
Figura 19 – Organograma da Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente – SEPLAM	46
Figura 20 – Organograma da Diretoria Geral de Desenvolvimento Urbano e Ambiental – DIRBAM	47
Figura 21 – Organograma da Diretoria de Projetos Urbanos	49
Figura 22 – Classificação das Zonas Urbanas	52
Figura 23 – Mapa de Zonas de Urbanização e Diretrizes Específicas – Lei 16.176/96	53
Figura 24 – Fluxograma do Sistema Proposto para Análises Espaciais para Planejamento Urbano	64
Figura 25 – Diagrama de Contexto: Sistema de Análise Espaciais para Planejamento Urbano –SPAEE	65
Figura 26 – Diagrama de Contexto: Subsistema Operação SPAEE	66
Figura 27 – Diagrama de Contexto: Subsistema Análises Espaciais SPAEE	66

Figura 28 – Diagrama de Fluxo de Dados: Sistema de Análise Espaciais para Planejamento Urbano – SPAE	67
Figura 29 – Diagrama Entidade-Relacionamento: Sistema de Análise Espaciais para Planejamento Urbano	69
Figura 30 – Diagrama Domínio Espacial: Sistema de Análise Espaciais para Planejamento Urbano	69
Figura 31 – Classes e Objetos do Sistema de Análise Espaciais para Planejamento Urbano – SPAE	71
Figura 32 – Relacionamento de Herança	73
Figura 33 – Estrutura Generalização-Especialização Objeto Quadra	73
Figura 34 – Mapa da Divisão Político-Administrativa da cidade do Recife, 2001	74
Figura 35 – Mapa da Região Político-Administrativa 06, com destaque para o bairro de Boa Viagem, 2001	75
Figura 36 – Mapa do bairro de Boa Viagem, em destaque território de validação do modelo físico	81
Figura 37 – Caixa de diálogo para acesso aos projetos do SPAE	85
Figura 38 – Área de trabalho com visão padrão carregada com as bases espaciais	86
Figura 39 – Detalhes da barra de menus customizada para o SPAE	86
Figura 40 – <i>Menu LOCALIZAÇÃO</i>	87
Figura 41 – Caixa LOCALIZAR ativada por botão	87
Figura 42 – <i>Menu EDIÇÃO</i>	87
Figura 43 – <i>Menu ANÁLISE</i>	88
Figura 44 – Caixa ANÁLISE ativada por botão	88
Figura 45 – Visualização interativa entre a escala de análise espacial e os planos de informações	89
Figura 46 – <i>Menu 3D</i>	90
Figura 47 – Caixa 3D ativada por botão	90
Figura 48 – Visão 3D do bairro de Boa Viagem, tematizada por uso do solo	90
Figura 49 – Caixa de diálogo de Cenários 3D	91
Figura 50 – Caixa de diálogo ativada pela opção variação de parâmetros da LUOS	91
Figura 51 – Caixa de Impressão ativada por botão, seleção do tamanho do papel	92
Figura 52 – Caixa de Impressão ativada por botão, seleção da posição do papel	92
Figura 53 – <i>Layout</i> pré-formato para saída dos mapas produzidos	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de Análise de Frequência de Frase	29
Tabela 2 – Exemplo de Análise Matricial	29
Tabela 3 – Dados demográficos e do ambiente construído do bairro de Boa Viagem	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese de um Projeto Cartográfico	10
Quadro 2 – Problemas resultantes da conversão de dados do sistema CAD para o SIG	15
Quadro 3 – Relação entre documentos cartográficos e a escala convencional de produção	16
Quadro 4 – Características dos métodos de expressão para cartografia temática	17
Quadro 5 – Relações topológicas entre elementos da morfologia urbana	42
Quadro 6 – Categorias de estudo da Morfologia Urbana e variáveis para análise espacial	43
Quadro 7 – Fontes de coleta de dados para os indicadores de desenvolvimento da cidade	48
Quadro 8 – Parâmetros Urbanísticos das Zonas Urbanas do Recife	56
Quadro 9 – Lista de Eventos e Resultados	61
Quadro 10 – Resultado da Análise de Frequência de Frase	68
Quadro 11 – Modelo Evento-Resposta para o Sistema de Análise Espaciais para Planejamento Urbano – SPAE	70
Quadro 12 – Zoneamento pertinente ao bairro de Boa Viagem	76
Quadro 13 – Níveis de informação da base gráfica, topologias e identificadores	82
Quadro 14 – Campos tabelas constantes no banco de dados	84

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Igreja Nossa Senhora da Boa Viagem, 2000	77
Fotografia 2 – Edifício 14 BIS, residencial	77
Fotografia 3 – Edifícios residenciais	77
Fotografia 4 – Edifícios verticais, multifamiliares	77
Fotografia 5 – Área com vazios urbanos e baixa densidade construtiva. Fotografia aérea de Boa Viagem, 1977: entre a Rua Prof. Mário Castro e a Rua Dr. Vicente Gomes	78
Fotografia 6 – Área ocupada com edifícios acima de 4 pavimentos - aumento da densidade construtiva. Imagem satélite QUICKBIRD 2002: entre a Rua Prof. Mário Castro e a Rua Dr. Vicente Gomes	78

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
Af – Afastamentos
AFF – Análise de Frequência de Frase
AM – Análise Matricial
AOO – Análise Orientado a Objeto
ASCII – American Standard Code for Information Interchange
CA – Celullar Automata
CAD – Computer Aided Design
CADIMO – Cadastro Imobiliário
CADLOG – Cadastro de Logradouros
CAGED – Cadastro Geral de Emprego e Desemprego
CCU – Comissão de Controle Urbanístico
CIM – Carta Internacional ao Milionéssimo
CRIA – Capacidade da Rede Instalada de Água
CRIE – Capacidade da Rede Instalada de Esgoto
CSDGM – Content Standard for Digital Geospatial Metadata
DAT – Divisão de Análises e Tendências
DCS – Divisão de Coleta e Sistematização
DDINF – Divisão de Disseminação da Informação
DE – Departamento de Engenharia
DEDE – Departamento de Desenvolvimento Estratégico
DEIP – Departamento de Informações e Projeções
DGAT – Diretoria Geral de Administração Tributária
DIRBAM – Diretoria Geral de Urbanismo e Meio Ambiente
DIRCON – Diretoria Geral de Coordenação e Controle Urbano e Ambiental
DPE – Divisão de Planos Especiais
DPEU – Departamento de Equipamentos Urbanos
DPL – Divisão de Planos Normativos
DPR – Divisão de Planos Regionais
DPS – Departamento de Projetos Setoriais
DPSH – Departamento de Preservação de Sítios Históricos
DPU – Diretoria de Projetos Urbanos
DSGEO – Divisão de Serviços de Geoprocessamento
DTI – Departamento de Tributos Imobiliários

EMPREL – Empresa Municipal de Informática
GPS – Global Positioning System
HTML – HyperText Markup Language
IA – Índice de aproveitamento
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA – International Cartographic Association
ICRI – Índice de Capacidade Instalada das Redes de Infra-estrutura
ICV – Índice de Condições de Vida
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano
ISS – Imposto sobre Serviços
LIDAR – Light Detection And Ranging
LUOS – Lei de Uso e Ocupação do Solo
MAS – Multi-agent Systems
MDE – Modelo Digital de Elevação
MR – Microrregião Político-administrativa
NC-CGIA – Centro de Análises e Informações Geográficas da Carolina do Norte
PCR – Prefeitura da Cidade do Recife
PDDCR – Plano Diretor de Desenvolvimento da Cidade do Recife
PNAD – Pesquisa Nacional de Amostra Domiciliar
POO – Projeto Orientado a Objeto
RAIS – Registro Anual de Informação Social
RIBA – Real Institute Britanic Architecture
RITP – Real Institute Technical Planners
RPA – Região Político-administrativa
SAD – Sistema Geodésico Sul Americano
SEFIN – Secretaria de Finanças
SEPLAM – Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente
SGBD – Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados
SIG – Sistemas de Geoinformação
SIPCR – Sistema de Informações para o Planejamento da Cidade do Recife
SPAÉ – Secretaria de Planejamento Análises Espaciais
SSRC – Social Science Research Council
TSN – Taxa de Solo Natural
UDMS – Urban Data Management System
UED – Unidades Espaciais de Desempenho
UEP – Unidades Espaciais de Planejamento

UGGI – União Geodésica e Geofísica Internacional

UNIBASE – Unificação das Bases Cadastrais da Região Metropolitana do Recife

URB Recife – Empresa de Urbanização da Cidade do Recife

UTM – Universal Transverse Mercator

ZEA – Zonas Especiais de Aeroporto

ZEAI – Zonas Especiais de Atividades Industriais

ZEC – Zonas Especiais de Centro

ZED – Zonas de Diretrizes Especiais

ZEIS – Zonas Especiais de Interesse Social

ZEPA – Zonas Especiais de Proteção Ambiental

ZEPH – Zonas Especiais de Preservação do Patrimônio Histórico

ZUM – Zona de Urbanização de Morros

ZUP – Zona de Urbanização Preferencial

ZUR – Zona de Urbanização Restrita

1. INTRODUÇÃO

Sob a ótica da Arquitetura e do Urbanismo, planejar a cidade implica em propor ações sobre o espaço urbano - um espaço dinâmico, mutável e inconstante. São muitas decisões a tomar, concatenadas entre si pela sua natureza interdisciplinar, em que atuam uma pluralidade de profissionais tanto de caráter técnico como artístico e humanístico.

No que se refere ao caráter técnico, principalmente dentro de uma administração municipal, o Planejamento Urbano estabelece planos, programas, projetos e legislações para estruturar de forma racional e organizada os espaços urbanos, procurando condições excelentes de valorização e de estruturação do solo, dentro de um contexto adequado ao desenvolvimento humano.

O Planejamento Urbano lança mão do campo disciplinar do Desenho Urbano para a elaboração de diagnósticos do ambiente construído, que embasem a aplicação desses instrumentos. Os diagnósticos são elaborados a partir de estudos da morfologia urbana e da tipologia edificada, considerando os aspectos físico-ambientais e sócio-culturais da população.

Juntamente com dados estatísticos, registros iconográficos e a legislação vigente, os documentos cartográficos constituem fontes de informação e um dos meios mais comuns utilizados pelos arquitetos e urbanistas, na representação do espaço físico e na comunicação dos fenômenos urbanos. Isso faz com que exista uma forte relação entre o Planejamento Urbano e a Cartografia.

É comum encontrar experiências desenvolvidas com Tecnologias da Geoinformação nas Metrópoles das regiões Nordeste, Sul e Sudeste voltadas a produção de instrumentos a serem utilizados pelo Planejamento Urbano. Os Sistemas de Geoinformação - SIG tornam mais estreita a relação entre o Planejamento Urbano e a Cartografia, porque possibilitam a sistematização da grande quantidade de informações de naturezas distintas, que são necessárias às análises do espaço urbano.

A pesquisa desenvolvida constatou que, com a construção de procedimentos e rotinas, os Sistemas de Geoinformação são potencialmente eficazes, enquanto meio para a aplicação das técnicas de Desenho Urbano, utilizadas no estudo da morfologia urbana e tipologia edificada, a partir das análises espaciais em que são produzidos mapas temáticos e estudos tridimensionais de cenários urbanos.

Esta pesquisa traz como contribuição científica o destaque da interdisciplinaridade entre o Urbanismo e a Cartografia, cuja interação se fortalece através da aplicação da metodologia de Modelagem de Dados Espaciais, com base em análise orientada a objetos, que permite utilizar as fontes de informação em modelos de eventos espaciais, levando o mundo real para o meio computacional.

O trabalho apresenta a modelagem de um aplicativo baseado em SIG, para a administração municipal, com procedimentos e rotinas que permitem efetuar análises espaciais, produzir mapas temáticos e estudos tridimensionais de cenários urbanos, em que o objetivo é a otimização dos instrumentos de planejamento para intervenções urbanísticas e para o acompanhamento da dinâmica urbana.

1.1 - Objetivo da Pesquisa

1.1.1 - Objetivo Geral

Estudar modelagem de dados espaciais, visando desenvolver um sistema aplicativo com base em Sistemas de Geoinformação, que permita a arquitetos, urbanistas e planejadores efetuar análises espaciais urbanas.

1.1.2 - Objetivos Específicos

- Identificar as categorias de análises espaciais para o ambiente construído.
- Identificar as relações espaciais do ambiente construído, sob a ótica de projeto e análises de sistema.
- Empregar modelagem de dados espaciais.
- Validar o modelo desenvolvido.

2. CARTOGRAFIA E SISTEMAS DE GEOINFORMAÇÃO

De modo geral, através dos estudos geodésicos, a Cartografia lança mão de uma figura geométrica chamada elipsóide de revolução, utilizada como referência nos cálculos que fornecem subsídios para a elaboração de uma representação cartográfica, ou seja, para a projeção dos pontos ou objetos da superfície terrestre (CÂMARA, 1996).

A forma e tamanho de um elipsóide, bem como sua posição relativa ao geóide, definem o sistema geodésico (*datum* geodésico). No caso brasileiro, segundo o IBGE (1998), adota-se o Sistema Geodésico Sul Americano – SAD 69, com as seguintes características:

- elipsóide de referência – UGGI 67, União Geodésica e Geofísica Internacional, 1967, definido por semi-eixo maior $a = 6.378.160$ m e achatamento $f = 1/298,25$
- origem das coordenadas ou *datum* planimétrico:
 - estação: Vértice Chuá – MG;
 - altura geoidal: 0m;
 - coordenadas: latitude $19^{\circ}45'41,6527''$ S e longitude $48^{\circ} 06' 04,0639''$ WGr;
 - azimute geodésico para o Vértice de Uberaba $271^{\circ} 30' 04,05''$
 - origem das altitudes ou *datum* altimétrico: Imbituba – SC.

A confecção de um documento cartográfico exige o estabelecimento de um método, segundo o qual, a cada ponto da superfície da Terra corresponda um ponto do documento e vice-versa. Diversos métodos podem ser empregados para se obter essa correspondência de pontos, constituindo os chamados sistemas de projeções.

No mapeamento sistemático brasileiro é adotado o sistema UTM (*Universal Transverse Mercator*), uma projeção cilíndrica transversa secante, usado entre as latitudes 84° N e 80° S do globo terrestre. Similarmente, dividida em sessenta fusos, como o sistema UTM, tem-se a Carta Internacional ao Milionéssimo – CIM, uma representação da superfície terrestre, na projeção cônica conforme de LAMBERT, em escala de 1:1.000.000. O território brasileiro é coberto por oito fusos, conforme nomenclatura das folhas NB18 a SI25 (IBGE, 1998).

Segundo a *International Cartographic Association* – ICA (1973), Cartografia é um conjunto de operações científicas, artísticas e técnicas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e sócio-econômicos, bem como sua utilização.

Com o advento da informática e da computação, introduziu-se o uso de computadores na produção cartográfica e mudaram-se as formas de aquisição, tratamento, processamento, armazenamento e disponibilização dos documentos cartográficos. Os novos meios tecnológicos inserem a idéia de automatização da Cartografia e a sua utilização no formato digital.

Neste sentido, o ICA formulou um conceito moderno para Cartografia, enquanto organização, apresentação, comunicação e utilização da informação espacial na forma visual, digital ou tátil, que inclui os processos de preparação de dados, no emprego e no estudo de todo e qualquer tipo de mapa (Recomendação ICA/ Budapeste/ Hungria, 1989).

Para ROBINSON et al (1995) a pedra mor do mapeamento digital repousa na pertinência de obter uma informação do computador que representa, na forma digital, a informação que será mostrada no mapa. A Cartografia é vista como um processo de transferência centrada sobre uma base de dados espaciais, enquanto uma coleção de informações locais e não-locais: as feições topográficas, os atributos e os seus relacionamentos.

Nota-se então que, atualmente, a Cartografia segue uma linha evolutiva de transformações com forte influência dos avanços tecnológicos vividos pela humanidade, tendo sua gênese nas Ciências Cartográficas, em que tinha como atividade-fim a produção de documentos cartográficos analógicos (Figura 1).

Na continuidade, a Cartografia Digital com a mudança do seu ambiente de produção para o meio computacional e tendo como produto bases de dados espaciais, favoreceu significativamente o surgimento dos Sistemas de Geoinformação – SIG, que integram uma base de dados espaciais de diversas fontes (mapas, imagens de satélite, fotografias aéreas, censos, cadastros, tabelas, entre outros), permitindo a formulação de análises espaciais, para as mais diversas modelagens de dados (Figuras 2 e 3). Os SIG se baseiam no conceito de sobreposição de mapas, empregado de forma rudimentar na Cartografia Temática.

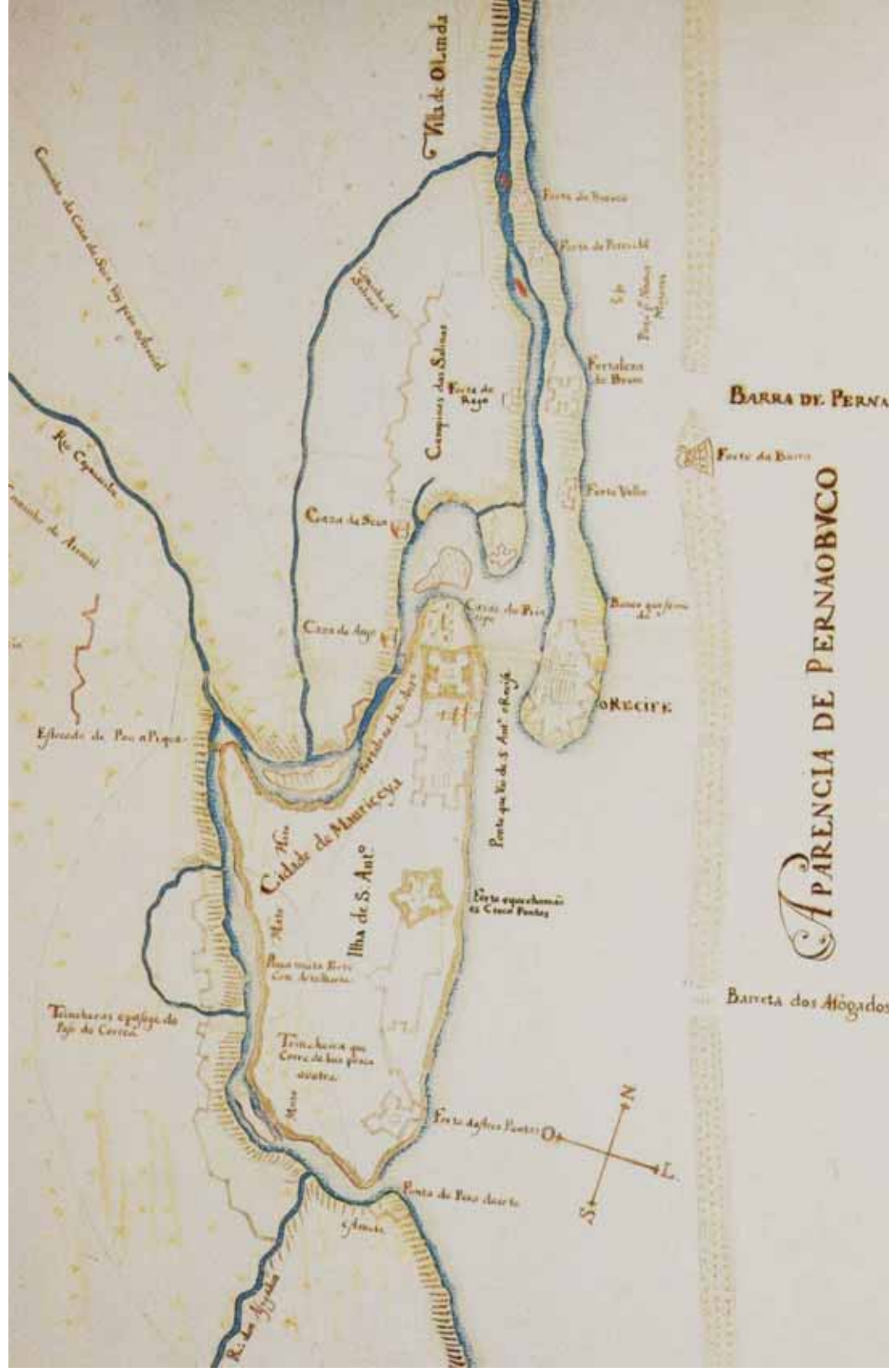


Figura 1 – Ilustração do mapa Aparência de Pernambuco, João Teixeira Albernaz
 Fonte: MAPA. Imagens da formação territorial brasileira. Bruno Furrer (org). Rio de Janeiro, 1993

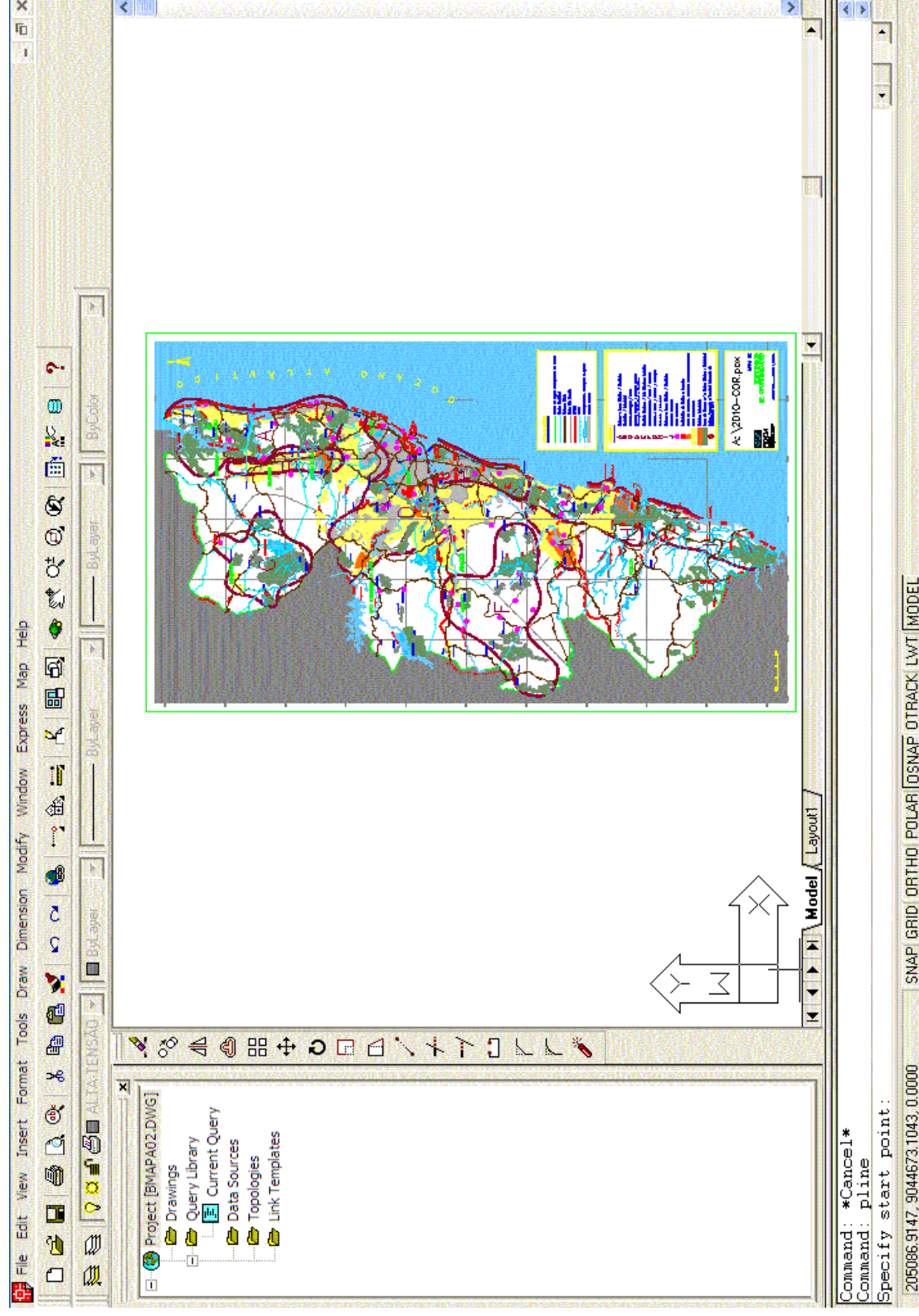


Figura 2 – Mapa Temático da Região Metropolitana do Recife
Fonte: FIDEM, 2002.

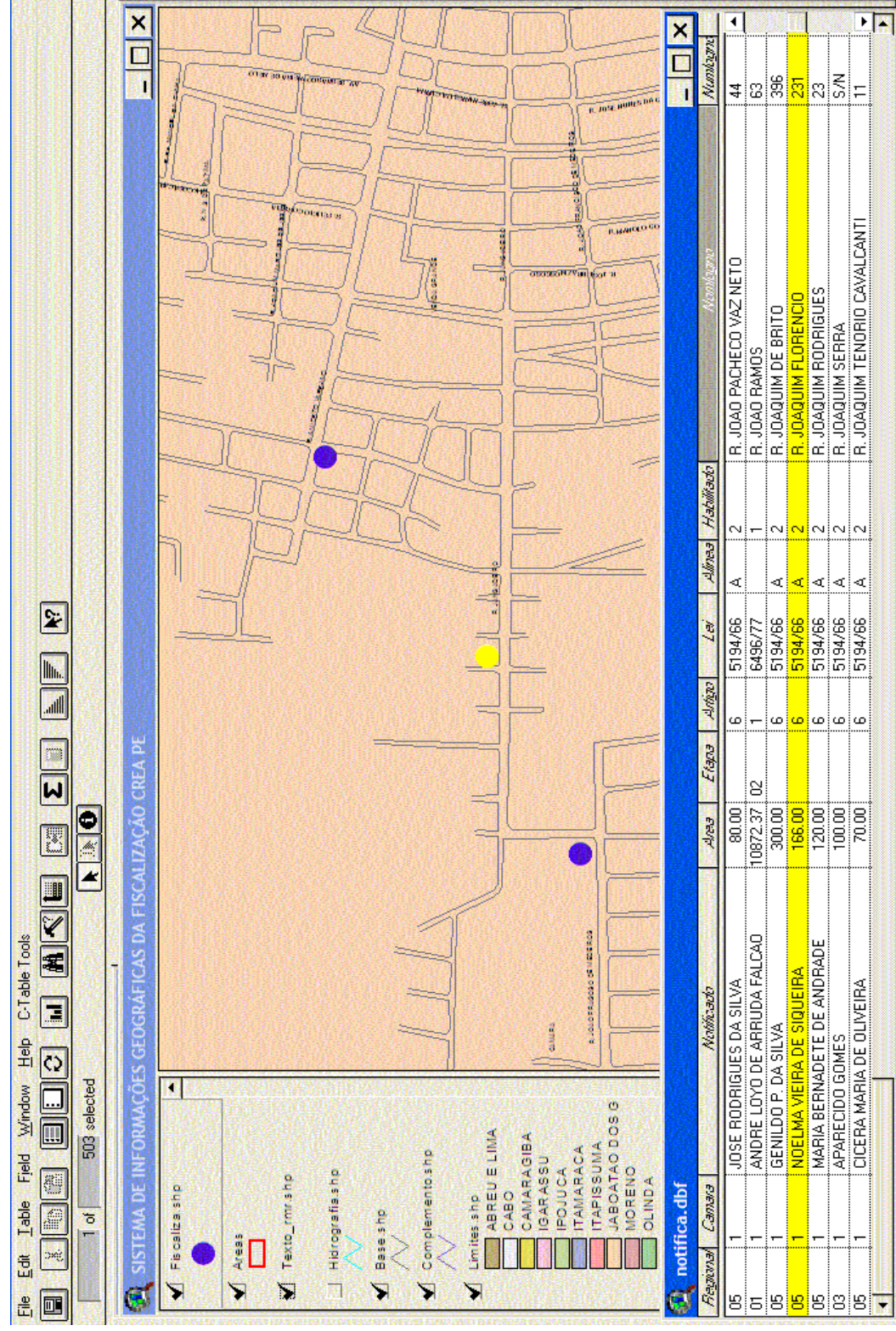


Figura 3 – Exemplo de um aplicativo em SIG
Fonte: CREA PE, 2000

Segundo ROBINSON et al (1995), as bases de dados espaciais incluem o dado de coordenadas conhecidas para desenhar um produto gráfico, e também, contém informações sobre feições topográficas e sobre as relações entre estas feições. No contexto do SIG, as feições são a soma das interpretações sobre o evento espacial e os dados espaciais são uma coleção de dados gráficos e descritivos, atributos das feições e dos seus relacionamentos.

CÂMARA et al (1996) conceitua os SIG como sistemas computadorizados compostos de equipamentos e programas computacionais, procedimentos e dados espacialmente referenciados, construídos para permitir a entrada, o gerenciamento, a manipulação, a análise e a exibição de dados, para utilização em diversas áreas de conhecimento.

BURROUGH e MCDONELL (1998) consideram o conceito de SIG como um poderoso conjunto de procedimentos e técnicas que permitam a coleta, o armazenamento, a recuperação, a transformação e a visualização de dados espaciais do mundo real para o conjunto particular de uma aplicação.

Entretanto, todos os autores citados, ressaltam que o mais importante é que as pessoas observem o mundo e percebam os fenômenos que se fixam ou mudam no espaço e no tempo, pois sua percepção influenciará em toda a análise subsequente. Ou seja, o sucesso ou o fracasso com o SIG não depende em primeira instância da tecnologia, mas da apropriação do espaço e suas interações, para a formulação do modelo.

Em ambos os conceitos apresentados, nota-se a evidência do dado espacial como partícula fundamental para o sistema. Ainda com BURROUGH e MCDONELL (1998), entende-se que um dado espacial por definição tem:

- uma posição espacial, em relação a um sistema de coordenadas conhecidas;
- atributos, informando suas características quantitativas e qualitativas;
- relações espaciais, que representam os relacionamentos entre as entidades primitivas de ponto, linha e polígono,
- e o tempo, um valor relacionado ao instante ou intervalo de ocorrência do evento analisado.

Assim pode-se afirmar que os modelos de dados espaciais são discretizados para análise e comunicação, assumindo que os fenômenos podem ser identificados univocamente, que os atributos podem ser mensurados e que o sistema de coordenadas pode ser registrado (BURROUGH e MCDONELL, 1998).

De forma geral, o conjunto de componentes de um SIG pode ser representado pela Figura 4, apresentada a seguir.

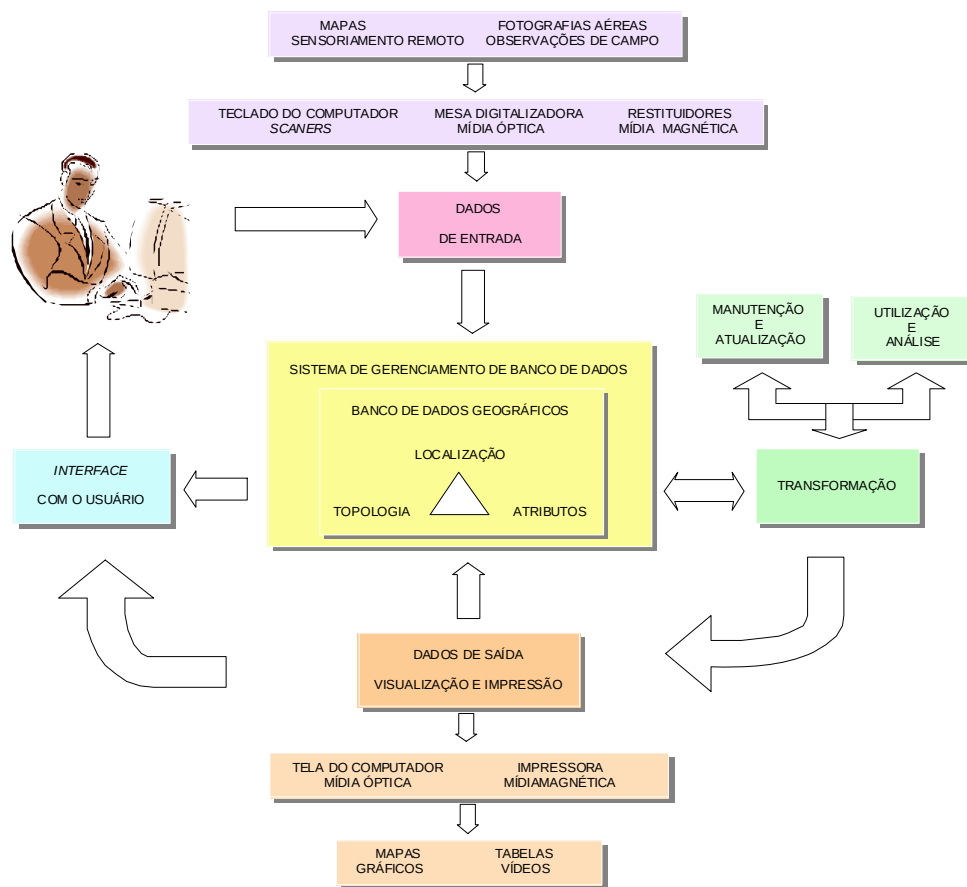


Figura 4 - Organograma dos componentes de um SIG
Fonte: BURROUGH et al (1998). Adaptado.

PRADO et al (2000) afirma que, na última década, o desenvolvimento de tecnologias de informação, como o SIG, tem oferecido oportunidades de melhorar enormemente o processo de tomada de decisões e a resolução de problemas no domínio espacial. Isto se dá em virtude das funções básicas inerentes aos SIG, como:

- as análises espaciais de eventos do mundo real, tendo como alicerce a base de dados espaciais;
- a visualização dos resultados, tanto através representação cartográfica como de tabelas, gráficos e relatórios, e
- o armazenamento, a recuperação e a atualização dos dados contidos na base de dados espaciais.

2.1 – Base de Dados Espaciais

2.1.1 – Aquisição de Dados Gráficos

Para BURROUGH e MCDONELL (1998), os dados gráficos representam feições topográficas armazenadas em estruturas vetoriais ou matriciais, enquanto que, os dados descritivos representam as características das feições topográficas.

No Quadro 1, seguindo a abordagem dada por ROBINSON et al (1995), apresenta-se uma síntese das fases de um projeto para produção de documentos cartográficos, que compõem a base gráfica dos SIG.

Quadro 1 – Síntese de um Projeto Cartográfico

FASES DO PROJETO CARTOGRÁFICO		
1. COLETA DOS DADOS CARTOGRÁFICOS		i. Levantamentos: • em documentos cartográficos existentes, • topográficos • fotogramétricos e orbitais.
2. ABSTRAÇÃO CARTOGRÁFICA	OPERAÇÕES	ii. Seleção - processo intelectual de decisão de quais classes de feições serão necessárias para servir ao propósito do documento cartográfico. iii. Generalização: • Classificação - ordem, escala e agrupamento das feições, de atributos e dos seus valores, em uma taxonomia hierarquicamente definida. • Simplificação - determinação das características importantes dos atributos das feições, eliminando-se os detalhes. • Ampliação - realce que enfatize as características importantes dos atributos. • Simbolização - processo de codificação gráfica dos dados e localização no contexto do documento cartográfico. • Indução – efetuar inferências de inter-relação entre feições que irão compor o documento cartográfico.
3. EDIÇÃO DA BASE DE DADOS CARTOGRÁFICOS		iv. Validação dos dados
4. ELABORAÇÃO DO PRODUTO FINAL		v. Formato analógico • impressos em material tipo papel ou plástico. vi. Formato digital • gravado em mídia magnética ou ótica.

Fonte: ROBINSON et al (1995)

O propósito do documento cartográfico que está sendo produzido e da sua escala, vai determinar o grau de complexidade da seleção e da generalização, uma vez que estes documentos são voltados à visualização ou à comunicação eficiente daquilo que está representado no mapa.

A redução da complexidade de uma carta deve levar em conta uma certa lógica que não comprometa a exatidão do posicionamento e dos atributos dos dados, assim pensa D'ALGE (2000) e que afirma, como regra geral, a complexidade de um mapa deve diminuir com a sua escala.

Para a entrada dos dados gráficos adquiridos, segundo PORTUGAL et al (1999), LONGLEY et al (1999), ASPRS (1996) e CROMLEY (1992), podem ser utilizadas uma ou mais das seguintes técnicas:

- Digitação via teclado – consiste em dar entrada coordenadas dos pontos (X,Y,Z), utilizando como dispositivo o teclado. Trata-se da forma mais elementar de aquisição de dados e aplicável a elaboração em vários documentos cartográficos;
- Digitalização via mesa digitalizadora – é executado pelo operador sobre a mesa digitalizadora, através do seu sistema de coordenadas retangulares, em que um cursor registra eletronicamente as coordenadas X,Y do ponto e envia-as ao computador. A coordenada Z deve ser digitada via teclado ou pode ser obtida através de um arquivo magnético. Esta forma de aquisição de dados pode ser utilizada para atualização de documentos cartográficos;
- Vetorização – caracteriza-se pela vetorização de documentos cartográficos, que encontram-se no formato analógico, empregando o equipamento escaner, ou em arquivo magnético na estrutura de dados matricial. O programa computacional usado como vetorizador tem a capacidade de determinar as coordenadas planimétricas, a partir de pontos de controle fornecidos pelo operador, sendo o dado altimétrico carregado via digitação. É mais eficiente quando se emprega o original cartográfico analógico com apenas duas cores e gerado em material resistente a deformações de temperatura. O programa computacional usado como vetorizador pode operar manualmente, semi-automatizado ou totalmente automatizado, necessitando porém, *a posteriori*, uma editoração para atingir os resultados esperados. É muito utilizada na confecção de curvas de nível;

- Restituição analítica ou digital – é obtida diretamente de aparelhos restituidores, onde os pontos são percorridos pelo operador com a marca flutuante que captura as coordenadas (X,Y,Z) e as envia por meio do registrador digital tri-axial ao computador. Esta forma de aquisição de dados é uma das mais empregadas atualmente na confecção de documentos cartográficos, gerados a partir da Fotogrametria;
- Processos automatizados de levantamento de campo – a entrada de dados pode ser feita diretamente dos aparelhos utilizados em levantamentos topográficos com uso de estações totais, ou coletados por equipamentos de levantamento por satélite, como o GPS – *Global Positioning System*, para os programas computacionais que farão a representação e a geração da área levantada. Pode-se fornecer aos programas computacionais arquivos com a descrição dos pontos coletados no levantamento já em coordenadas retangulares (X,Y,Z), bastando informar as coordenadas dos pontos de partida do levantamento.
- Sensoriamento Remoto - os dados são adquiridos por sensores orbitais que detectam variações na distribuição de energias eletromagnéticas, de diferentes comprimentos de onda, refletidas pelas entidades na superfície da Terra. O processamento da imagem consiste em: operações de restauração para remover ruídos, como, distorções radiométricas e geométricas, introduzidos na imagem obtida pelo tempo de captura e de transmissão; acentuação do contraste entre feições para realçar a interpretação visual, e por fim, classificação para interpretar os dados da imagem e para transformar os valores de reflectância em tipos de coberturas terrestres e outras características ambientais.

Na fase de abstração cartográfica, o modelo de dados espacial é armazenado sob uma estrutura vetorial ou sob uma estrutura matricial, exemplificadas nas Figuras 5 e 6. ROBINSON et al (1995), BURROUGH e MCDONELL (1998) esclarecem que, na estrutura de dados vetoriais, os eventos espaciais são organizados e descritos por entidades ou objetos, a partir das primitivas ponto, linha e área; por manchas, formadas por gradientes; ou então a partir de unidades de superfícies.

Já na estrutura de dados matricial (ou *raster*), os eventos espaciais são representados por uma matriz de células com um intervalo espacial amostral regular. As células são referidas como *pixels* (*picture element*) e a sua localização está implícita na posição (x,y) da matriz, cada célula possui um valor.

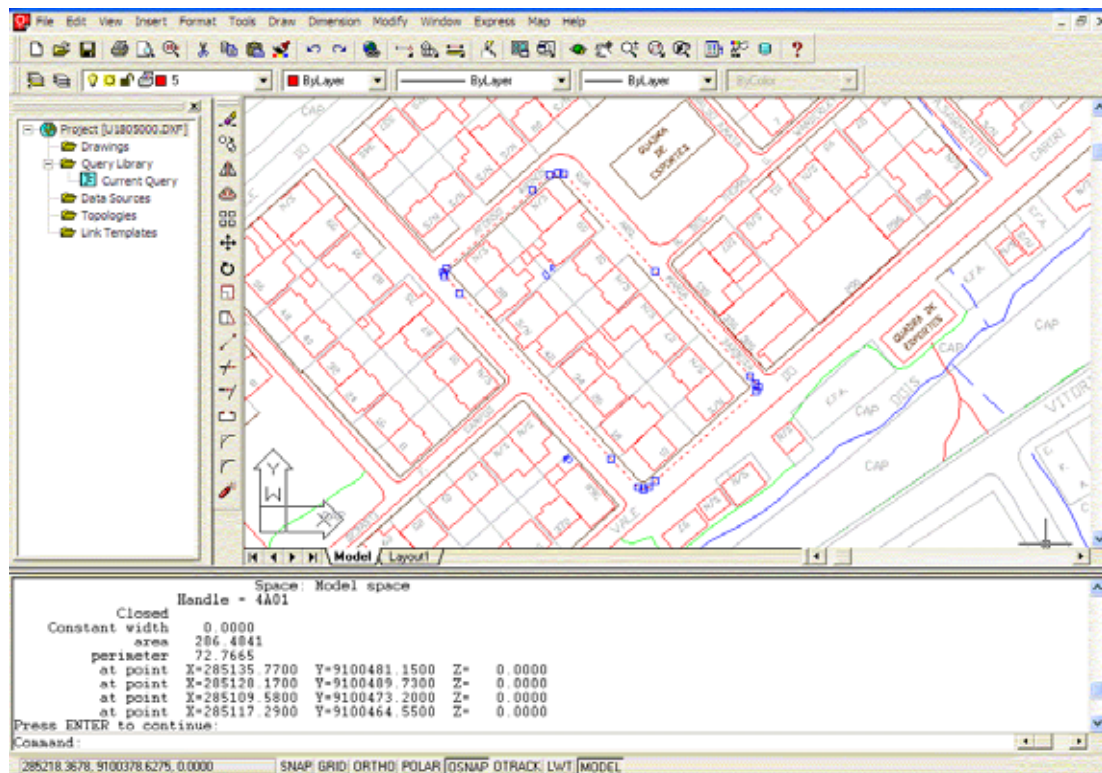


Figura 5 – Base de Dados Gráficos: estrutura vetorial
Fonte: SEPLAM/ PCR, 2002

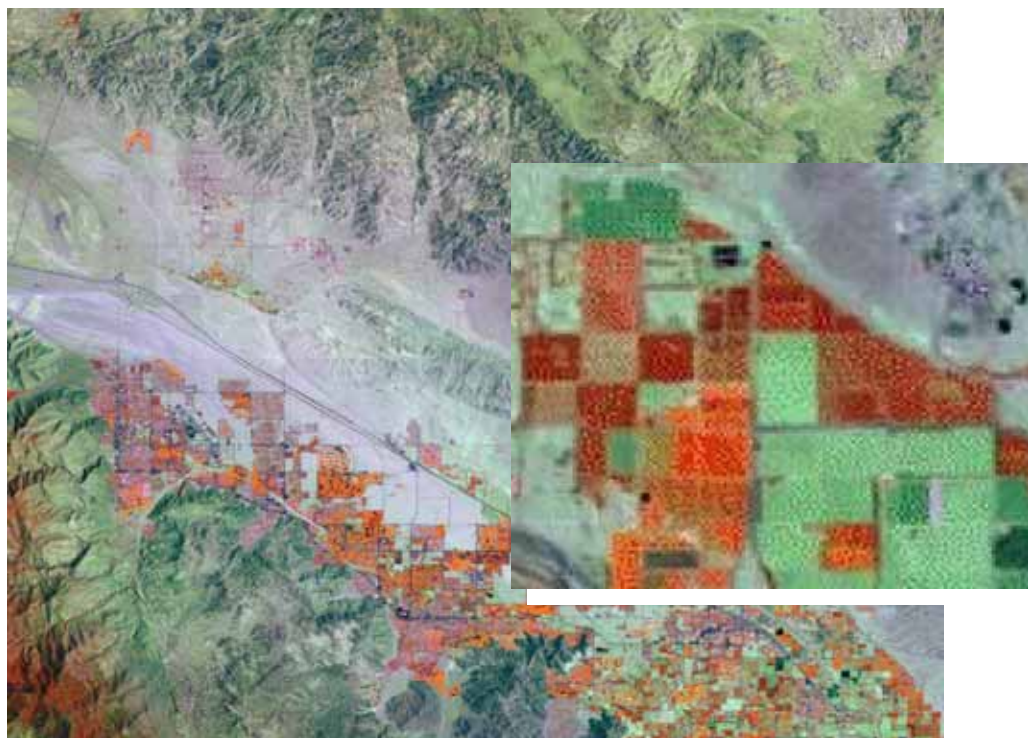


Figura 6 – Base de Dados Gráficos: estrutura matricial
Fonte: Tutorial Arcview, ESRI Inc.

É importante destacar que, os documentos cartográficos em estrutura matricial também são obtidos através de fotografias aéreas e imagens de sensoriamento remoto, enquanto fontes de dados para compilação de cartas topográficas e outros documentos cartográficos tradicionais, como os mosaicos, as ortofotos e as ortofotocartas.

Segundo ROBINSON et al (1995), os mosaicos usam apenas a parte central de cada fotografia, onde são menores as distorções geométricas. Cada fotografia é cuidadosamente recortada ao longo das feições no limite de junção entre os quadros fotográficos, para sobreposição e montagem do mosaico. Em função das distorções, a escala em um mosaico não é constante como em uma carta planimétrica, por isso não é adequada a sua utilização para realizar medições.

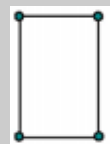
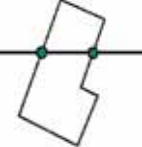
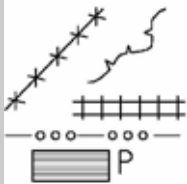
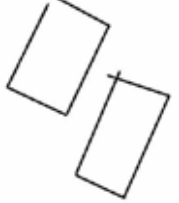
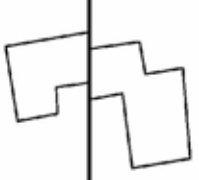
Quando as fotografias são sobrepostas apenas visualmente, combinando os quadros fotográficos, os mosaicos são chamados não-controlados. Mas, se são empregados conjuntos de pontos de controle identificados na fotografia a partir de, por exemplo, uma carta topográfica então, o mosaico é chamado de controlado.

Diferentemente dos mosaicos, as ortofotos são fotografias aéreas com correções planimétricas. A perspectiva geométrica da fotografia e os deslocamentos de relevo das ortofotos podem ser corrigidos quando são inseridas curvas de nível e pontos de referência, bem como, símbolos cartográficos e dados marginais, gera-se assim as chamadas ortofotocartas. As ortofotocartas têm todas as vantagens da imagem fotográfica com a consistência de uma boa escala e têm sido utilizadas para substituir mapas planimétricos em várias aplicações (ROBINSON et al, 1995).

Passando para a fase de edição cartográfica, as estruturas de dados vetoriais podem ser colecionados e sua geometria manipulada por programas tipo CAD (*Computer Aided Design*). DAVIS JR. (1994) chama a atenção para os problemas que podem ocorrer ao se utilizar dados gerados em CAD, convertidos para a base de dados espaciais dos Sistemas de Geoinformação, como nos exemplos apresentados no Quadro 2.

Do processo de produção cartográfica pode-se resultar vários produtos. Entre as bases de dados espaciais na estrutura vetorial, têm-se os produtos planimétricos com a representação topográfica do terreno em duas dimensões (x,y) e os produtos altimétricos que incorporam o valor correspondente a terceira dimensão (z), significando a altura ou a altitude do relevo (CROMLEY, 1992).

Quadro 2 – Problemas resultantes da conversão de dados do sistema CAD para o SIG

QUEBRA DE OBJETOS EM DIVERSAS PARTES Apesar de se visualizar apenas um objeto, o mesmo é composto por diversas partes, causado por digitalização incorreta ou erro na conversão.	
QUEBRA DE OBJETOS NA DIVISÃO CARTOGRÁFICA Os objetos convertidos que estiverem sobre os limites da divisão de folhas são divididos em pelo menos duas partes, gerando problemas de topologia.	
ERROS DE CODIFICAÇÃO EM NÍVEIS E ATRIBUTOS Os sistemas CAD, originalmente, não possuem controles que impeçam a digitalização de uma entidade inconsistente, como por exemplo, um elemento de área em um nível de símbolos (figura ao lado) ou os freqüentes erros de simbologia, em que elementos são codificados com a cor ou o tipo de linha errado.	
REFINAMENTO NA REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA EXCESSIVA Conforme a aplicação, os refinamentos de representação de entidades cartográficas, tais como hachuras ou simbologia associada a linhas podem ser feitos no SIG, simplificando a tarefa de conversão e a formação da base de dados espaciais.	
EXCESSO DE VÉRTICES O uso inadequado de dispositivos de digitalização pode ser responsável pela geração de vértices em excesso, principalmente em entidades tipo curvas de nível. Os sistemas CAD geralmente possuem recursos para correção deste problema. Alguns SIG aumentam este problema quando transformam curvas e arcos de círculo em poligonais, gerando ainda mais vértices.	
ERROS DE FECHAMENTO TOPOLÓGICO Muitas entidades, na conversão, são especificadas como elementos de área, ou seja, poligonais obrigatoriamente fechadas. Embora visualmente não sejam percebidos, podem ocorrer os chamados <i>undershoots</i> ou <i>overshoots</i>, que são fechamentos imperfeitos de elementos vetoriais.	
DESENCONTRO DE BORDAS Nos trabalhos de conversão em que uma folha é tratada de cada vez, freqüentemente aparecem diferenças ou desencontros nos limites das folhas. Além da inconsistência topológica, existe uma diferença geométrica deve ser tratada.	
TEXTOS GRÁFICOS DIVIDIDOS EM VÁRIAS PARTES. Por uma questão de estética, os textos são geralmente fragmentados para que as palavras sejam uniformemente distribuídas no mapa, o que dificulta sua concatenação e a sua utilização no SIG. Sugere-se que estes textos sejam atributos associados aos objetos.	

FONTE: DAVIS JR, 1994 (Adaptado).

Usualmente os produtos planimétricos e altimétricos, na estrutura vetorial, são gerados a partir da fotogrametria aérea e, segundo a norma técnica P-NB-63/1961, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, podem ser classificados em função da escala, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 – Relação entre documentos cartográficos e a escala convencional de produção.

PRODUTOS	ESCALAS
planos cadastrais	variam da escala 1:500 a 1:5.000
planos topográficos levantamentos de detalhes	variam da escala 1:5.000 a 1:25.000
cartas topográficas	variam da escala 1:25.000 a 1:250.000
cartas corográficas	as escalas são menores que 1:500.000
cartas guias atlas geográficos	as escalas são menores que 1:5.000.000

Fonte: Projeto de normas de convenções cartográficas P-NB-63/ ABNT, 1961 (Adaptado).

A partir dos documentos cartográficos, é muito comum a geração de novos produtos para estudos específicos, em que uma região geográfica é mostrada segundo valores relativos a um tema (CÂMARA et al, 1996). Estes documentos são conhecidos como mapas temáticos.

Na produção da cartografia temática, segundo CÂMARA et al (1996), a escolha da carta base, além da escala, deverá considerar os seguintes critérios: tipo de projeção, meridiano central e detalhes dos elementos planimétricos. A localização dos dados descritivos no documento cartográfico pode ser dada por detalhes da topografia ou pelo endereço do ponto, ou seja, o seu par de coordenadas.

Por muito tempo, utilizou-se *overlays* para construir analogicamente os mapas temáticos. Hoje, com a disposição de uma base de dados espaciais, os valores relativos aos temas são transformados em dados. Nos mapas temáticos, os objetos apresentados correspondem a elementos descritivos e são resultados de funções de análise e da classificação de dados.

Três métodos são amplamente utilizados na expressão de uma cartografia temática, segundo CROMLEY (1992): o corocromático, o de contagem e o isarítmico, cujas características são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Características dos métodos de expressão para cartografia temática

MÉTODO	CARACTERÍSTICAS
COROCROMÁTICO	Faz uma correspondência entre o fenômeno em uma região (<i>core</i> , grego), expresso por valores estatísticos, e a representação cartográfica, adotando uma simbolização por cores (<i>cromatos</i> , grego). Variavelmente, além das cores, utiliza-se o preto em composição com tramas (traços e lacunas para transformar o fundo do papel), diferenciadas pela espessura das linhas, o espaçamento, a orientação, sua natureza e sua combinação através de símbolos geométricos.
DE CONTAGEM	Utiliza gráficos estatísticos para representar a dimensão quantitativa dos eventos (gráfico de barras, símbolos proporcionais, áreas, setores, entre outros). Ou então, pontos para representação por distribuição, ou seja, faz uma sintetização numérica em que cada ponto deve representar uma quantidade de indivíduos estatísticos.
ISARÍTMICO	Trata-se da construção de cartas derivadas do relevo, a partir da interpolação linear entre os pontos cotados para gerar uma rede de isolinhas. As isolinhas representam o lugar geométrico dos pontos nos quais uma determinada variável assume um mesmo valor. Por exemplo, as curvas de nível em relação a altitude. Se as variáveis forem resultantes da combinação de valores, as isolinhas se tornam então isopletas. A finalidade de construção de cartas isarítmicas é a divisão do espaço em zonas chamadas isocores.

FONTE: CROMLEY, 1992 (Adaptado).

2.1.2 – Aquisição de Dados Descritivos

De forma geral, os dados descritivos são dados alfanuméricos, organizados em uma estrutura tabular, que compõem os atributos das feições e dos seus relacionamentos em um SIG. Alguns conjuntos de dados descritivos são tratados de forma a permitir a sua utilização em mapeamento temático. Outros conjuntos são tratados para o endereçamento de eventos espaciais. Nessas categorias encontram-se, por exemplo, as bases de dados espaciais dos levantamentos censitários, de uso do solo e de malha viária (ARONOFF, 1995). Isto é possível, pela referência locacional dada aos atributos, a partir da codificação de um identificador único que associa os dados descritivos aos dados gráficos.

A aquisição dos dados descritivos compreende atividades relacionadas com o levantamento de dados existentes, armazenados em relatórios, fichas, planilhas eletrônicas e banco de dados informatizados, como também com a coleta direta de dados não disponíveis (SÁ, 2001).

De forma geral, pode-se citar como etapas da aquisição dos dados descritivos, os procedimentos de:

- identificação das fontes de dados;
- coleta dos dados propriamente dita, com o planejamento dos procedimentos a serem adotados;
- conversão dos dados: análise da necessidade de conversão e definição das técnicas a serem adotadas;
- verificação da consistência lógica e física dos dados, e
- transposição dos dados para o SIG.

Após a identificação de quais dados descritivos serão necessários, em função das especificidades do domínio da aplicação, procura-se identificar quais as fontes de dados podem ser pesquisadas, considerando aspectos como atualidade, confiabilidade e disponibilidade.

Pelo seu caráter público e abrangente, é comum utilizar enquanto fontes de dados descritivos as estatísticas oficiais, a exemplo dos dados sócio-econômicos dos censos e dos indicadores de programas de organismos nacionais e internacionais, bem como os estudos e pesquisas realizadas por instituições de ensino público e privado, que utilizam procedimentos de amostragem espacial para produzir teses, monografias e livros, entre outros.

Estudos e pesquisas realizadas por empresas privadas também são grandes fontes de dados, como é o caso das empresas de planejamento, empresas de comunicação, de entretenimento e as concessionárias de prestação de serviços públicos.

Para a sua utilização em um SIG, a etapa de entrada de dados descritivos é extremamente importante, pois contempla os diversos processos de transformação dos dados coletados para bases de dados próprias, estruturadas e tratadas em um modelo lógico de banco de dados relacional. As formas mais comuns são as seguintes:

- **Manuais:** trata-se do processo de digitação, via teclado, de documentos analógicos e de transformação para o formato de arquivos, compatível com o sistema a ser utilizado. Por se tratar de uma atividade que demanda alto grau de intervenção humana, verifica-se a grande possibilidade de ocorrer falhas e erros, que também são influenciados pelas próprias técnicas utilizadas, equipamentos, programas computacionais e formato de arquivos trabalhados.
- **Arquivos digitais:** diz respeito à conversão de formato de armazenamento dos dados disponíveis ou coletados. Na maioria das vezes, este procedimento visa a compatibilização e a padronização dos dados, de forma a garantir a sua utilização no SIG. Deve-se também ter muito cuidado com a compatibilização no que diz respeito ao aspecto temporal dos dados. Pode não ser viável o uso conjunto de dados de datas muito diferentes.

Uma vez concluída a fase de conversão de dados é preciso proceder a uma verificação rigorosa dos mesmos, a fim de garantir a qualidade da informação produzida, analisando aspectos como incompatibilidade ortográfica, redundância e precisão dos atributos.

A incompatibilidade ortográfica, como ressalta SÁ (2001), diz respeito ao emprego de programas de língua estrangeira, a ausência de regras quanto ao uso ou não de acentos gráficos e a padronização de abreviaturas, que no processo de conversão transformam-se em caracteres estranhos ao banco de dados.

Segundo PHILIPS et al (1999), a acurácia de atributos está relacionada com a precisão do valor posicional das feições e com os planos de informações que contém os dados espaciais. A precisão indica o grau de correção dos dados que descrevem, qualificam e quantificam os objetos cartográficos representados em uma base de dados espaciais.

E, por fim, uma vez efetuada a sua transposição para o SIG, os dados descritivos podem ser utilizados em procedimentos e rotinas programadas para busca de registros, consultas estruturadas, geração de mapas temáticos e modelos tridimensionais, endereçamentos de eventos e análises de redes.

2.2 – Banco de Dados para Sistemas de Geoinformação

Segundo ARONOFF (1995), a organização de um banco de dados pode ser descrita em termos de registros, campos e chaves. Os registros armazenam um grupo de itens de dados relacionados em linhas de uma tabela. Cada registro refere-se a um elemento ou entidade, podendo este ser um objeto, um evento ou um conceito. Então, cada entidade é dividida em campos, que contém um tipo particular de dado ou atributo. Um banco de dados que armazena atributos ligados aos dados gráficos representados formam a base de dados espacial para Sistemas de Geoinformação.

Para recuperar um registro do banco de dados utiliza-se uma chave, que pode ser compreendida de um ou mais campos. Desde que, a chave determine como o dado pode ser acessado, os mais restritos tipos de buscas e consultas podem ser formulados através de um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados.

Os Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados - SGBD são programas de computadores que controlam os dados de entrada, saída, armazenagem e recuperação da base de dados digitais (BURROUGH e MCDONELL, 1998). Os SGBD são desenvolvidos para gerenciar, de maneira ordenada, as interações entre os bancos de dados e os programas aplicativos, assegurando que a integridade dos dados seja mantida (ARONOFF, 1995).

Os programas aplicativos devem interagir com os usuários e possuir funções que permitam o controle do inventário de transações ordenadas, entradas e saídas de serviços ou, mais especificamente, no caso dos SIG, possuírem funções de análises espaciais e de visualização dos resultados.

O SGBD atua, ao mesmo tempo, como um operador intermediário e como um supervisor das transações feitas no banco de dados. Como explica ARONOFF (1995), ao requerer o acesso ao banco de dados, o programa aplicativo emite um comando para o SGBD que recupera e “conecta” os dados dentro do formato necessário para aplicação. Além disso, o SGBD adapta um estilo de apresentação da informação para diferentes usuários. Cada estilo de apresentação do banco de dados é chamado visão. Para prover diferentes visões, o SGBD adapta os dados baseados em cada grupo de usuários, sem necessariamente armazenar múltiplas cópias de todos os dados.

Nos SIG são comumente utilizados dois modelos de banco de dados: o modelo de dados relacional e o modelo de dados orientado a objeto.

O modelo de dados relacional tem como características a armazenagem dos dados em registros simples conhecidos como t-uplas, as quais formam um conjunto ordenado de atributos com seus valores agrupados em campos de tabelas bidimensionais conhecidas como relações (ARONOFF,1995).

Este modelo utiliza um código identificador como chave única para cada registro do arquivo, o que permite ao usuário definir o relacionamento mais apropriado para a consulta ou busca de atributos.

Não necessariamente, o relacionamento estará explícito nos campos, então, aplicam-se métodos algébricos a partir de regras de operações com Teoria dos Conjuntos e de Lógica Booleana, para construir novas relações e daí efetuar consultas em que diferentes tipos de dados podem ser procurados, combinados e comparados (BURROUGH e MCDONELL, 1998). O modelo de dados relacional permite que haja entre as entidades os tipos de relacionamentos 1:1, 1:n e n:m.

A nova relação que *a priori* que foi construída não precisa ser armazenada. Em vez disso, pode ser tratada como uma tabela virtual que foi definida e consultada, mas ainda não foi criada. Desta forma a redundância dos campos é reduzida.

BURROUGH e MCDONELL (1998) afirmam que, em SIG o uso de modelo de dados orientado a objeto tem sido estimulado pela necessidade de manipular entidades espaciais mais complexas que as primitivas geométricas, e também para solucionar os problemas que ocorrem nas alterações do banco de dados, quando operações de análises associadas com a sobreposição de polígonos são necessárias.

No modelo de dados relacional, cada entidade é definida em termos de registros de dados e lógica relacional que podem ser elucidadas através de atributos e seus valores. Já no modelo de dados orientado a objeto, os dados são definidos em uma série de objetos únicos, os quais são organizados em grupos de similaridade – as classes, de acordo com uma estruturação natural. Os relacionamentos entre diferentes objetos e classes são estabelecidos através de *links* explícitos.

A estruturação de objetos é estabelecida usando-se apontadores que se referem diretamente ao identificador. As classes e instâncias com as quais são associados os apontadores mostram os vários relacionamentos e hierarquias existentes entre os objetos, formando sub ou superclasses, cujos estados ou métodos são transferidos entre estas através de um sistema de herança (BURROUGH e MCDONELL, 1998).

As características de um objeto descritas em termos de atributos são chamadas de estado, enquanto que o conjunto de procedimentos que descrevem seus comportamentos são chamados de operações ou métodos. Estes dados são encapsulados dentro de um objeto, o qual é definido por um identificador único. A única forma de alterá-los ou consultá-los é com o envio de uma solicitação conhecida como mensagem.

2.3 – Análises Espaciais

As análises espaciais são uma das mais importantes funcionalidades dos SIG. Baseiam-se na noção de *overlays* cartográficos (sobreposição de mapas) e composição temática, a partir de operações algébricas aplicadas a Cartografia e são utilizadas para a investigação quanto aos usos existentes na cobertura de um mesmo espaço físico-territorial.

O *overlay* cartográfico é um conjunto de operações envolvendo a interseção de objetos cartográficos de diferentes coberturas temáticas de um mesmo domínio espacial, sobrepostas uma sob as outras, para formar um novo conjunto de objetos (CROMLEY,1992).

Para a composição temática são utilizadas operações cartográficas que incluem operações aritméticas (como adição, subtração, multiplicação e divisão), funções matemáticas básicas (como raiz quadrada, exponenciais e logaritmos), e operações especiais exclusivamente de análise espacial, que podem ser agrupadas em conjuntos para:

- a reclassificação cartográfica, em que se redefine os valores existentes de uma cobertura do espaço físico, a partir de uma nova classificação dada aos atributos;
- a sobreposição de camadas ou operação de *overlay*, em que se utiliza dois ou mais mapas para definir novos objetos cartográficos, com novos valores de atributos;

- a determinação de distância e de conectividade, em que se mede o menor caminho entre pontos e a proximidade de regiões entorno de pontos; e
- a identificação de vizinhança, em que se assinala o valor de um objeto em um novo mapa, computado por uma função os valores de objetos vizinhos.

2.4 – Interação com o Humano

Um dos fatores que concorrem para a ampla utilização dos SIG em diferentes aplicações é a possibilidade de criar um ambiente amigável onde usuários possam interagir com os programas aplicativos, de acordo com os seus níveis de especialização e de conhecimento da realidade.

Isto ocorre através da customização dos programas aplicativos. A customização é o processo de adaptação de um sistema genérico a uma especificação individual, com a configuração da forma e da aparência da interface gráfica padrão (MAGUIRE, 1999).

Em um ambiente de customização, a configuração da interface gráfica dos programas aplicativos implica no uso de extensões e de ferramentas para criar caixas de diálogo, adicionar e remover menus de seleção e botões, mudar a estampa dos ícones e personalizar a combinação de cores, além de outras características da janela de exibição.

Através de um trabalho de programação, a customização de procedimentos envolve a criação de macros para automatização dos processos freqüentemente requeridos e adicionar novas rotinas, como por exemplo, novas funções espaciais ou transformação de dados.

2.5 – Metadados

O Centro de Análises e Informações Geográficas da Carolina do Norte - NC-CGIA (2003) propõe que os dados espaciais sejam descritos pelo conjunto de três componentes: os dados gráficos, os atributos e os metadados.

O conceito comumente encontrado para metadados é o dado sobre o dado (MILSREAD e FELDMAM, 1999). Trata-se da documentação para um conjunto de dados espaciais, que descreve o conteúdo, a qualidade, as condições e características dos dados. Através da avaliação do metadados o usuário determina se o dado é ou não apropriado as suas necessidades (NC-CGIA, 2003).

Segundo o Centro de Ciência da Informação Geográfica de Wyoming (2002), um metadado para SIG precisa descrever diferentes aspectos dos dados, sendo *a priori*:

- a identificação – Qual é o nome do conjunto de dados? Quem desenvolveu? Qual área geográfica foi recoberta? Quais os temas de informações estão inclusos? Como os dados são disponibilizados para o uso comum?
- a qualidade dos dados – O quão bons são os dados? É avaliada a informação sempre que um usuário decide se esses dados são apropriados aos seus propósitos? Qual é a acurácia posicional e dos atributos? Os dados são completos? A consistência dos dados foi verificada?
- a referência espacial – Como o dado é georreferenciado? Qual o sistema de coordenadas e *datums*?
- organização da informação – Como o dado é organizado? Quais a estrutura dos dados, vetorial ou matricial? Quais as topologias definidas?
- as entidades e atributos – Quais feições topográficas estão inclusas? Construções, rodovias, relevo, temperaturas? Como os atributos foram encapsulados? Quais códigos são usados? O que querem dizer os códigos?
- a distribuição – De onde podem ser obtidos os dados? Quais os formatos disponíveis? Em quais meios estão disponíveis? Os dados estão disponíveis *online*? Que custo tem o dado?
- referências do metadado – Qual a data de criação do metadados? Qual órgão criou os metadados? Onde este órgão se localiza? Qual o nome do padrão dos metadados? Qual o endereço eletrônico de disponibilização do padrão dos metadados?

Como em outras áreas de aplicação, também em SIG os arquivos metadados devem ser formatados de acordo com o padrão americano da CSDGM (*Content Standard for Digital Geospatial Metadata*) e armazenado em ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*), um formato de documento texto facilmente transferido entre usuários independente da plataforma tecnológica utilizada. Metadados em HTML (*HyperText Markup Language*) são comumente encontrados, principalmente em aplicações disponibilizadas em *Word Wide Web*.

3. MODELAGEM DE DADOS ESPACIAIS

Para a construção de um sistema de informações faz-se necessário à abstração do mundo real e a sua formalização em um modelo de dados. A modelagem de SIG, porém, é uma atividade mais complexa, pois envolve na abstração do mundo real, a discretização do espaço físico para a sua devida representação (ALMEIDA, 1999). Isto quer dizer que, nos SIG, é preciso, entre outros procedimentos, a caracterização do domínio espacial do mundo real para a aplicação que será desenvolvida.

Por essa complexidade, os SIG requerem um alto nível de abstração para a modelagem dos dados espaciais, independente do programa ou equipamento computacional que será utilizado. Neste sentido, BORGES (1997) recomenda a utilização de modelos semânticos como por exemplo, o modelo de Análise Orientado a Objeto – AOO, proposto por Peter Coad e Edward Yourdon em 1991.

Um modelo de AOO retrata objetos que representam um domínio de aplicação específico, juntamente com seus diversos relacionamentos estruturais e de comunicação (YOURDON e ARGILA, 1999). Baseado em AOO, o modelo é constituído das camadas de Classes e Objetos, de Atributos, de Serviços, de Estruturas e de Assuntos, permitindo ter-se perspectivas distintas do mesmo.

Nos conceitos apresentados por YOURDON e ARGILA (1999) e nas considerações feitas por BORGES (1997), estão baseadas as descrições a seguir, sobre as camadas do modelo de AOO:

i. Camada de classes e objetos

Esta camada representa os blocos básicos de construção de um sistema aplicativo, sendo os objetos abstrações dos conceitos do domínio de aplicação no mundo real capturados e que vão estruturar, organizacionalmente, o processo de modelagem. Os objetos armazenam dados e realizam trabalhos. Os atributos são os dados armazenados ou encapsulados por um objeto e os serviços são as tarefas que um objeto realiza.

Um conjunto de diversos objetos similares forma uma classe. Instâncias de objetos são agentes semelhantes, mas com alguma característica distinta. Pares de instâncias de classes podem ser submetidas a restrições, que são chamadas de conexões entre instâncias. Estes são os conceitos semânticos de classificação e de instanciação. A representação gráfica desta camada é exibida na Figura 7.



Figura 7 – Representação gráfica da camada de Classes e Objetos.
Fonte: YOURDON e ARGILA (1999)

ii. Camada de atributos

Os atributos dos objetos e as conexões entre instâncias constituem esta camada. Os atributos descrevem valores mantidos em um objeto e devem ser manipulados, exclusivamente, pelos serviços desse objeto. As conexões de instâncias refletem o relacionamento entre objetos e pode ser denominado “é-membro-de” ou “é-instância-de”.

O conceito semântico existente nesta camada é o de identificação, pois cada objeto tem um atributo identificador único. A representação gráfica desta camada é visualizada na Figura 8.



Figura 8 – Representação gráfica da camada de Atributos.
Fonte: YOURDON e ARGILA (1999)

iii. Camada de serviços

É constituída por serviços de objetos, juntamente com qualquer mensagem de comunicação entre duas instâncias. Os serviços são comportamentos específicos que um objeto é responsável por exibir. Conexões de mensagens modelam as dependências de processamento de um objeto, indicando quais serviços ele precisa para cumprir suas responsabilidades. A representação gráfica desta camada é visualizada na Figura 9.



Figura 9 – Representação gráfica da camada de Serviços.
Fonte: YOURDON e ARGILA (1999)

iv. Camada de estruturas

Esta camada captura relacionamentos estruturais entre objetos, com base nos conceitos semânticos de generalização-especialização e de agregação. A estrutura de generalização-especialização exibe a propriedade de herança, ou seja, os atributos e os serviços da classe de generalização (superclasses) são compartilhados pelas classes de especialização (subclasses). O relacionamento entre cada subclasse e superclasse é chamado de “é_um”.

A estrutura Todo-parte, ou de agregação, modela objetos como parte de outros objetos, ou seja, é descrita pelo relacionamento entre o objeto agregado e os seus objetos componentes como “é-parte-de”. A representação gráfica desta camada é mostrada na Figura 5.

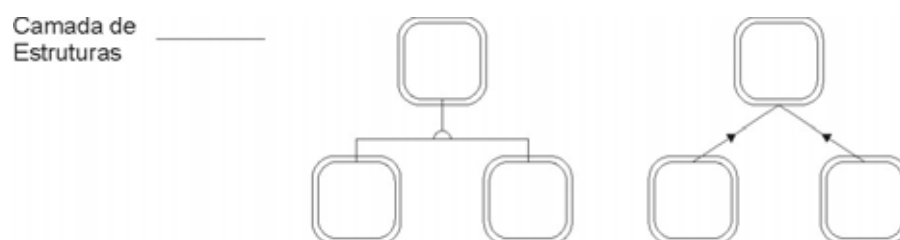


Figura 10 – Representação gráfica da camada de Estruturas.
Fonte: YOURDON e ARGILA (1999)

v. Camada de assuntos

Em grandes estruturas os objetos podem ser consolidados em assuntos. Assuntos podem ser entendidos como submodelos ou mesmo subsistemas. A representação gráfica desta camada é mostrada na Figura 11.



Figura 11 – Representação gráfica da camada de Assuntos.
Fonte: YOURDON e ARGILA (1999)

O Projeto Orientado a Objeto - POO é uma extensão do AOO, segundo YOURDON e ARGILA (1999), que facilita a transição da análise para o projeto do sistema. O POO tem as mesmas cinco camadas do AOO, além dos quatro componentes a seguir:

- Domínio espacial – apresenta os objetos que executam funções essenciais do domínio da aplicação.
- Interação humana – modela a tecnologia de interface que será usada para uma implementação específica do sistema.
- Gerenciamento de tarefas – especifica os itens operacionais que serão estabelecidos para implementar o sistema.
- Gerenciamento de dados – define os objetos necessários a interfacear com a tecnologia de banco de dados que está sendo usada.

Para a determinação das classes e dos objetos são empregadas três ferramentas de análise que mostram visões distintas e independentes do sistema:

- Diagrama de Fluxo de Dados (ou Diagrama de Contexto, como variante) com a visão de processamento do sistema;
- Diagrama de Entidade-Relacionamento, com a visão de dados do sistema;
- Diagrama de Transição de Estado (ou Modelo Evento-Resposta, como variante) com a visão de controle do sistema.

Duas técnicas de Linguística também são utilizadas na identificação das classes e objetos, são elas a Análise de Frequência de Frase (AFF) e a Análise Matricial (AM).

A Análise de Frequência de Frase envolve a análise dos recursos de textos selecionados em busca da identificação de termos que podem representar conceitos do domínio da aplicação. Geralmente, busca-se por substantivos e verbos que se repetem com frequência nos documentos que compõem a abstração do mundo real, identificando-os como entidades ou atributos em potencial, sugerindo a indicação de objetos. Um exemplo do modelo de AFF é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Exemplo de Análise de Frequência de Frase

assinatura aceita assinatura adicional assinatura convertida assinatura corporativa assinatura de cortesia assinatura de cortesia cancelada assinatura direta assinatura renovada	data, término data, vencimento data, assinatura endereço associado endereço corporativo endereço de correspondência endereço, assinatura endereço, casa
--	--

Fonte: YOURDON e ARGILA (1999). Adaptado

A Análise Matricial é feita com os conceitos do domínio da aplicação dispostos em linhas e colunas, produzindo um conjunto de objetos. As células, representando as associações entre os conceitos das linhas e colunas correspondentes, identificam relacionamentos do domínio da aplicação. A Tabela 1 traz um exemplo de uma AM.

Tabela 2 - Exemplo de Análise Matricial

	ARTIGO	AUTOR	ASSINATURA DE CORTESIA
ARTIGO		uma edição mensal típica consiste de cinco a dez ARTIGOS, cada um escrito por um ou mais autores da área de engenharia ...	
AUTOR	embora os AUTORES sejam remunerados por seus ARTIGOS...		... eles recebem um ano de ASSINATURA DE CORTESIA como uma retribuição a seus esforços. Se já tiverem uma assinatura, então a duração desta será estendida por mais um ano.
CONSELHO	o conselho editorial avalia artigos enviados	... CONSELHO editorial de consultores, alguns dos quais podem ser AUTORES eventuais.	O CONSELHO editorial normalmente tem de um ou dois anos e também recebe uma ASSINATURA DE CORTESIA da revista.

Fonte: YOURDON e ARGILA (1999). Adaptado

4. PLANEJAMENTO URBANO E DESENHO URBANO

O Urbanismo como considera DEL RIO (1990), trata dos ambientes urbanos, da cidade como um todo e das políticas e programas a ela aplicáveis. Do Urbanismo destacam-se dois campos disciplinares, cuja atuação repercute fortemente sobre a cidade: o Planejamento Urbano e o Desenho Urbano. Esses campos são resultantes de um processo histórico de pensamento das cidades *versus* a formação e a prática do profissional de planejamento.

Após a II Guerra Mundial, os países do Primeiro Mundo saíam de uma terrível recessão e estavam envolvidos nos esforços de reconstrução e reestruturação econômicas, com o desenvolvimento do sistema capitalista. O Planejamento Regional e Urbano passaria a assumir posição de destaque neste processo, como uma necessidade para integração de ações e maximização dos investimentos, segundo opções necessariamente políticas.

DEL RIO (1990) relata que, ao final dos anos 60, os planejadores urbanos trocaram o ferramental básico de sua profissão e buscaram nas Ciências Sociais novos instrumentos para intervir no tecido urbano sem, entretanto, abandonar os preceitos e o formalismo do Movimento Moderno da Arquitetura. A dimensão urbanística e a escala vivencial do cotidiano dos cidadãos eram ignoradas pelos planos diretores e outros instrumentos do planejamento urbano em voga.

No âmbito institucional, aplicava-se em soluções propostas pelo planejamento formal, dentro de um processo quase científico, em uma tríade *pesquisa-análise-plano*. A sequência tinha início com informações pesquisadas, em seguida, fazia-se uma análise formal dos problemas, elegia-se uma das opções que pudesse resolver ou minimizar a causa e, a partir de então, seguindo o modelo eleito, implementava-se a solução que mais se adequasse a situação (BATTY, 1998).

Na década de 70, o cenário não mudou. As cidades estavam repletas de boa arquitetura, mas as edificações tinham pouca ou nenhuma relação com as características do local. As preocupações dos arquitetos se resumiam quase que, exclusivamente, as buscas formalistas e aos debates de estilos ou a novas tecnologias e métodos construtivos. O ensino e a prática da Arquitetura estavam ignorando preocupações vitais para a qualidade das cidades como a inserção da obra em seu contexto, o respeito as tipologias, a morfologia, a paisagem, ao sítio e as inter-relações entre os vários elementos urbanos e seus usuários (DEL RIO, 1990).

Nos anos 80, o Conselho de Pesquisas em Ciências Sociais (*Social Science Research Council*, SSRC), o Real Instituto de Arquitetos e o Real Instituto de Planejadores da Grã-Bretanha (*Real Institute Britanic Architecture*, RIBA e *Real Institute Technical Planners*, RITP) elaboraram um documento que seria o demonstrativo dos caminhos tomados pelo Planejamento Urbano e Arquitetura na formação de um novo campo disciplinar, o Desenho Urbano (DEL RIO, 1990).

O profissional de Desenho Urbano, nesses institutos, passou a ser formado conhecendo as teorias, técnicas e procedimentos da Arquitetura, da Psicologia Ambiental, da Geografia, da História, do Paisagismo, do Planejamento, da Ciência Política, da Engenharia, do Transporte, da Micro-economia e tantas outras áreas de conhecimento que lhe permitisse compreender a forma urbana na sua complexidade e elaborar possibilidades de intervenções.

DEL RIO (1990) entende o Desenho Urbano como um campo disciplinar que trata a dimensão físico-ambiental da cidade, enquanto conjunto de sistemas físico-espaciais e sistemas de atividades que interagem com a população através de suas vivências, percepções e ações cotidianas.

Para MALFADO (1999), o papel do Planejamento Urbano hoje é estabelecer uma estrutura fundamentada em princípios técnicos, porém considerando os aspectos sociais, econômicos, políticos, culturais e ambientais. O Planejamento Urbano tem por objetivo criar, pela organização racional do espaço e pela implantação de equipamentos apropriados, condições excelentes de valorização e de estruturação do solo dentro de um contexto adequado ao desenvolvimento do ser humano.

Em uma simplificação do processo de planejamento, MALFADO (1999) sugere a sua divisão em três etapas:

i. Fase de Eclosão

- Preparação do planejamento - consciência - espírito urbanístico.
- Criação da organização comunitária ou grupo de acompanhamento.
- Alocação de recursos financeiros.

ii. Fase de Projeto

- Fixação dos objetivos.
- Reconhecimento da área: análise visual e documental.
- Plano preliminar.

- Pesquisa: equipe interdisciplinar – geógrafos, arquitetos, urbanistas, advogados, sociólogos, economistas e outros.
- Análise funcional territorial - vocação e potencialidades.
- Composição do plano – síntese.

iii. Fase de Execução

Após a conclusão do plano, passa-se para a fase de execução dos projetos eleitos como prioritários, que deverão ser executados em curto prazo. Salienta-se que, a revisão e a atualização dos planos devem ser feitas periodicamente, para que os projetos acompanhem o desenvolvimento e as transformações do contexto urbano estudado.

Enquanto estiver na fase de projeto do processo de planejamento, aplica-se o Desenho Urbano como metodologia para estudos e análises espaciais, podendo lançar mão dos SIG para a elaboração de mapas temáticos e modelos tridimensionais, com os quais sejam feitas observações quantitativas e qualitativas do espaço urbano.

Em continuidade, chegando à fase de execução utilizam-se as cartas topográficas (planimétricas e altimétricas), as plantas cadastrais e as ortofotocartas para se desenhar as propostas eleitas na etapa anterior.

O resultado de toda a produção cartográfica em função do Planejamento e Desenho Urbanos resulta no que JOLY (1997) denomina de mapas de planificação, enquanto expressão de um programa de planejamento deliberadamente decretado e destinado a ser executado, levando em conta todas as análises precedentes e decisões.

Quanto à elaboração de modelos tridimensionais, mais comumente trata-se de blocos prismáticos resultantes de uma extrusão das entidades da base bidimensional de dados cartográficos ou de um modelo digital de elevação – MDE, obtido a partir de imagens de Sensoriamento Remoto, com técnicas de captura dos dados como a LIDAR (*Light Detection And Ranging*) ou de produtos fotogramétricos digitais (Figura 12). Com extensões de programas computacionais de SIG, estes modelos tridimensionais podem emergir essencialmente de entidades de uma base de dados espaciais, o que traz a grande vantagem de estender as funcionalidades do SIG para a terceira dimensão, cujos atributos associados ao mapa 2D também podem ser consultados no modelo 3D (BATTY, 2000).



Figura 12 - Modelos Tridimensionais da Cidade de Toronto, criados a partir de ortofotos.
Fonte: DANAHY, 2003

Tendo o georreferenciamento como premissa, sobre os blocos do MDE é possível sobrepor uma imagem *raster* e dar-lhe algumas visões com mais detalhes da realidade, como por exemplo, as texturas correspondentes aos detalhes das fachadas, aos materiais usados nos telhados e ainda algumas características da geografia física do lugar.

Observando-se a prática do planejamento urbano contemporâneo, conforme a dimensão da unidade urbana que se vai planejar a intervenção, reconhece-se três escalas:

- Escala Local: tem como unidade a rua ou a praça, corresponde ao espaço que em um ponto o observador pode apreender a unidade em seu conjunto. As propostas paisagísticas e de equipamentos de impacto são as intervenções mais comuns nesta escala.
- Escala Urbana: tem como unidade o bairro, abrangendo o conjunto de unidades de quadra e praça. É comum para esses espaços encontrar-se propostas de revitalização, de requalificação ou de inserção espacial. Em áreas pobres o planejamento geralmente é dirigido para propostas de urbanização.
- Escala Territorial: é a escala por excelência do planejamento urbano, uma vez que a unidade espacial é a própria cidade. Nesta escala são elaborados, entre outros instrumentos, os planos diretores e os planos urbanísticos, o zoneamento urbano e a legislação urbanística.

Obviamente, a correspondência entre a escala cartográfica e a escala de planejamento dependerá da dimensão territorial do espaço objeto do planejamento, não esquecendo que também será função da maior ou menor precisão exigida pelo modelo da realidade adotado e de quais feições são imprescindíveis constar nas bases de dados espaciais utilizadas.

Para tratar com a dinâmica de produção do espaço urbano e permitir o acompanhamento das constantes transformações que ocorrem na cidade, o Planejamento Urbano mantém forte interdisciplinaridade com a Cartografia. Os documentos cartográficos são uma fonte documental privilegiada, na medida em que oferecem uma representação gráfica espaço-temporal do urbano. Com sua utilização dentro de um SIG é possível fazer várias leituras da cidade e dos eventos que acontecem neste ambiente.

Seja para reconhecê-lo ou modificá-lo, a leitura do espaço urbano é feita pelos planejadores a partir de um referencial semiótico, quando da utilização pela Cartografia e pelos SIG de uma simbologia para comunicação sobre os fenômenos e os fatos do mundo real, como considera PRADO et al (2000).

O planejador urbano é o observador que vivência o processo de percepção e de interpretação do desenho apresentado pela Cartografia, decodificando as relações de significados entre os elementos representantes e representados.

BATTY et al (1998) discute com muita propriedade a funcionalidade dos SIG como uma das Tecnologias da Geoinformação a ser utilizada no Desenho Urbano. Em uma sucessão interativa com o seu processo, pode acrescentar novas fases, re-visitar outras ou abdicar de alguma, de maneira que permita convergir para uma melhor solução de desenho para o conjunto de problemas que a escala local deve considerar, diante de uma gama de fatores sócio-econômicos, funcionais, comportamentais, estéticos, construtivos e ambientais, diferentes de lugar para lugar quando se planeja.

A proposição de BATTY et al (1998) é representada na Figura 13, mostrando do lado direito as fases que comumente o Desenho Urbano pode passar ao elaborar um plano ou outro instrumento urbanístico de intervenção, enquanto que do lado esquerdo estão as categorias de representação das informações bases, compondo um conjunto integrado de tecnologias com o SIG.

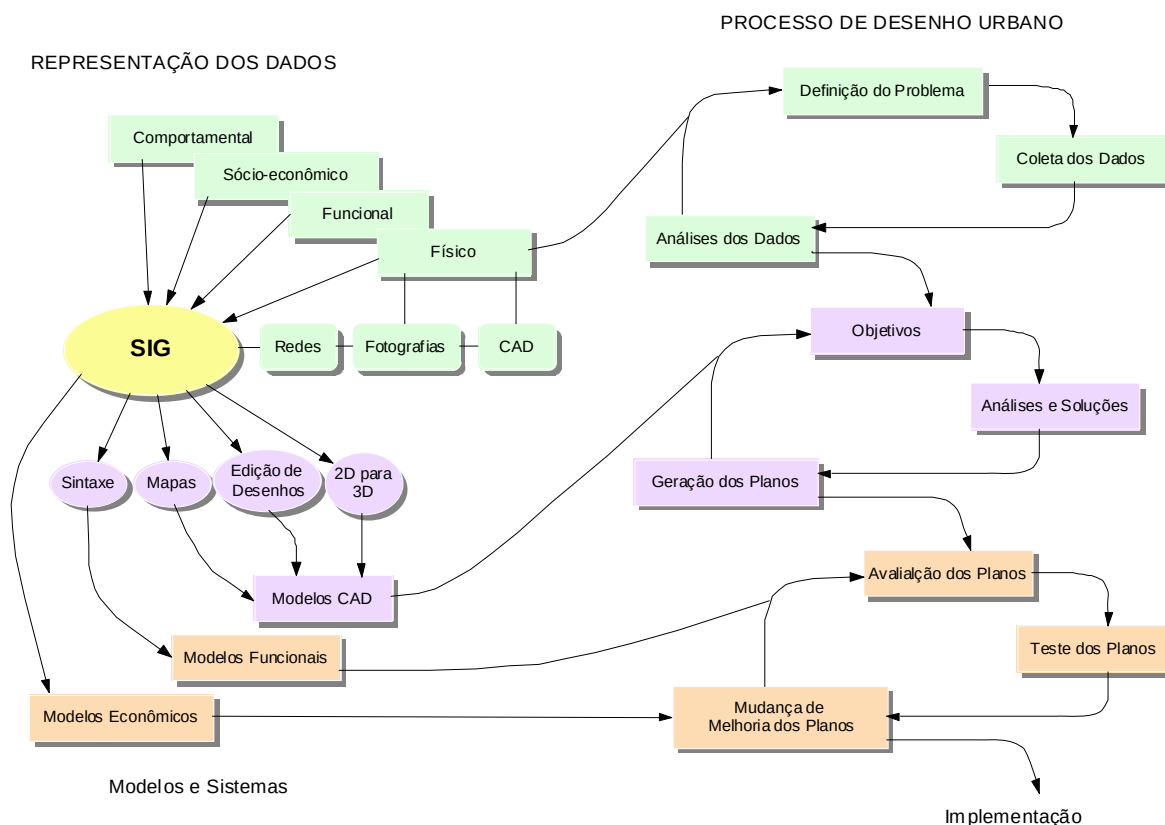


Figura 13 - Diagrama de interação entre SIG e Desenho Urbano (Adaptado).
Fonte: BATTY et al (1998).

5. SIMULAÇÕES DE CENÁRIOS URBANOS

5.1 – Os Conceitos de Diagnose e Prognose

No processo de planejamento urbano, antes de indicar soluções para os problemas existentes, é necessário o diagnóstico da situação atual. Para FERRARRI (1977), a diagnose é a fase do processo de planejamento que consiste em avaliar os problemas cujas causas são identificadas pela análise, julgando-os, racionalmente, a fim de se saber **como**, **quando** e **onde** atuar.

Ao se falar em **como** atuar significa dizer de que maneira agir para se implementar as diretrizes adotadas; o **quando** atuar significa em que ordem de prioridade implantar as obras ou serviços e, por fim, o **onde** atuar significa dizer quais os lugares do espaço físico ou em que pontos da economia, da organização administrativa ou da estrutura social deve-se atuar. Estas são decisões que a diagnose, suplementada pelo estudo das tendências futuras, permite estabelecer.

Diagnosticados os problemas existentes, interessa saber como os fenômenos relacionados se comportarão no futuro. A prognose baseia-se no processo científico de projeção de uma hipótese ou generalização sobre os dados observados no presente ou no passado, coletados ou medidos, descontinuamente ou em intervalos de tempo (FERRARRI, 1977). É essencial ao processo de planejamento porque obras e serviços devem ser planejados para atender a demandas futuras de utilização.

Dotados do conceito de dinâmica da cidade, os planejadores passaram a construir modelos urbanos para simular situações hipotéticas ou cenários urbanos, e, principalmente, para a partir de simulações fazer previsões a respeito do futuro desenvolvimento.

5.2 – Modelos para Simulação de Cenários Urbanos

Os cenários urbanos são sistemas complexos, de casualidade probabilística ou estocástica, em que se busca uma simulação aceitável da realidade, através de uma descrição com elevado grau de abstração, obtida a partir de um modelo matemático (FERRARRI, 1977). O modelo matemático aplicado pode ser uma simples equação ou um conjunto de equações de “n” incógnitas.

Para a elaboração de um modelo, necessita-se de:

- dados adequados e suficientes em qualidade e quantidade, descrevendo os estados passados e presente do sistema;
- uma hipótese ou teoria capaz de explicar as mudanças observadas.

Quanto à sua natureza, ainda segundo FERRARRI (1977), os modelos podem ser:

- descritivos: quando descrevem a situação de um cenário em um dado momento, passado ou presente, como por exemplo, modelos que mostram as diferentes densidades construtivas entre as zonas urbana e rural de uma cidade.
- preditivos ou projetivos: quando fazem previsão de um cenário, de forma contínua ou descontínua, com base no conhecimento do passado. São modelos descritivos nos quais é introduzida a variável tempo para previsão dos valores das variáveis, cujas relações descreve. Como exemplo têm-se os modelos de distribuição de fluxos, após uma intervenção no sistema viário.

- prescritivos: quando geram um conjunto de estados futuros alternativos, indicando ou prescrevendo a melhor solução. Na fase da diagnose estes modelos são usados para basear as decisões do **quando** e do **onde**. São exemplos os modelos de verticalização, a partir da variação do coeficiente de utilização do terreno.

As projeções de cenários urbanos são imagens espaço-temporais da realidade e devem ser estimadas para diversos intervalos de tempo. Tal procedimento facilita os estágios de implantação do plano, pois permite um controle e avaliações sucessivas do mesmo, em que cada estágio é o insumo do estágio seguinte. É desejável também que as projeções coincidam com os censos oficiais e que correspondam aos períodos governamentais.

Na atualidade, os modelos para cenários urbanos têm sido associados à análise integrada de sistemas e a Tecnologias da Geoinformação, como pode ser visto nos trabalhos de DÖLL et al (2000) e TORRENS (2001).

DÖLL et al (2000) apresenta estudos de planejamento regional para o desenvolvimento sustentável do Ceará e Piauí, relacionados a escassez d'água, secas recorrentes, alta percentagem de agricultura de subsistência e baixa qualidade de vida nas áreas rurais.

Dos modelos correspondentes a um “agora”, são criados os chamados cenários de referência em comparação com os chamados cenários de intervenção, criados pelo modelo correspondente a uma extensão espaço-temporal do “depois”. Os cenários de referência são, então, como linhas básicas para a avaliação do impacto de determinada intervenção no futuro, representado pelos cenários de intervenção.

A metodologia utilizada por DÖLL et al (2000) em seus estudos pode ser sintetizada em seis etapas, a saber:

- i. identificar a área problema;
- ii. definir o sistema, incluindo as forças principais, a resolução e extensão espaço-temporal;
- iii. definir os indicadores do sistema
- iv. gerar os cenários qualitativos
 - cenários de referência (ou de base)
 - cenários de intervenção (ou de controle)

v. quantificar os cenários através da

- proposta das suposições quantitativas respeito às forças principais
- determinação dos indicadores dos estágios do sistema no presente e no futuro usando modelos

vi. avaliar cenários

Os cenários para os estudos do desenvolvimento sustentável do Ceará e Piauí foram criados em um sistema definido por:

- componentes: variabilidade climática, disponibilidade d'água, agricultura e qualidade de vida;
- forças principais: clima, condições edáficas e hidrogeológicas, população e sócio-economia;
- extensão espacial: Ceará e Piauí;
- resolução espacial: a menor unidade do modelo é o município (isto é, 332 municípios);
- extensão temporal: início do período 1996/98 até o ano 2025.

A Figura 14 ilustra oito cenários gerados pelo agrupamento das unidades espaciais, conforme fatores sócio-econômicos e físicos nas regiões dos estados em estudo.

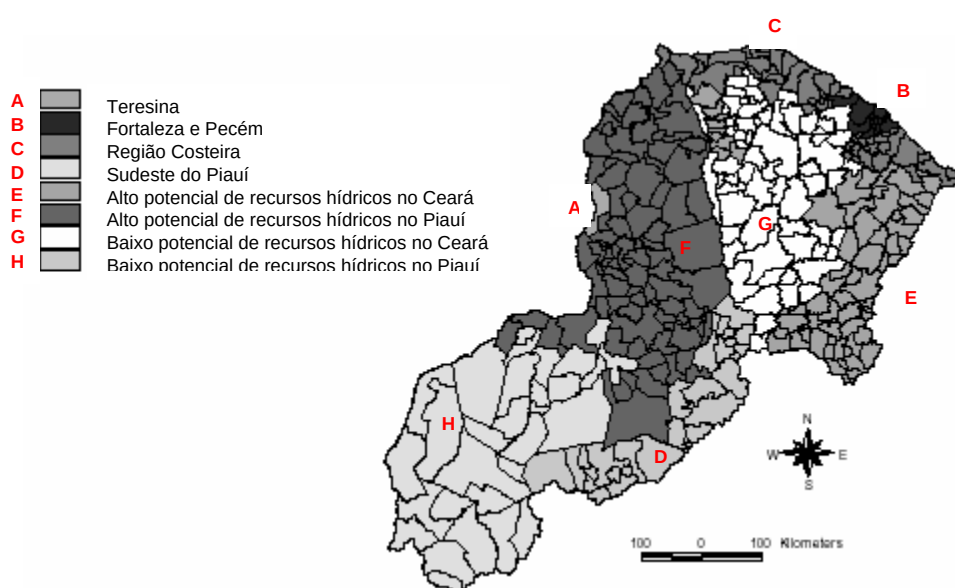


Figura 14 – Discretização espacial dos estados do Ceará e Piauí em oito cenários distintos.
 Fonte: DÖLL et al (2000) Adaptado.

TORRENS (2001) discute que a simulação de cenários urbanos é usada desde os anos 60 no urbanismo moderno, através da geração de modelos funcionais de cidades que, tradicionalmente, representam protótipos para solucionar problemas urbanos, relacionados à configuração de uso do solo e de transporte (Figura 15).

Faz uma crítica considerando tais modelos estáticos, inflexíveis e inutilizáveis, por não capturarem a habilidade das cidades em evoluir com o tempo. Critica ainda a restrição de serem produzidos modelos apenas na escala macro, não sendo possível utilizar o universo de dados, agregá-los e desagregá-los para as escalas meso e micro, e para criar novas simulações.

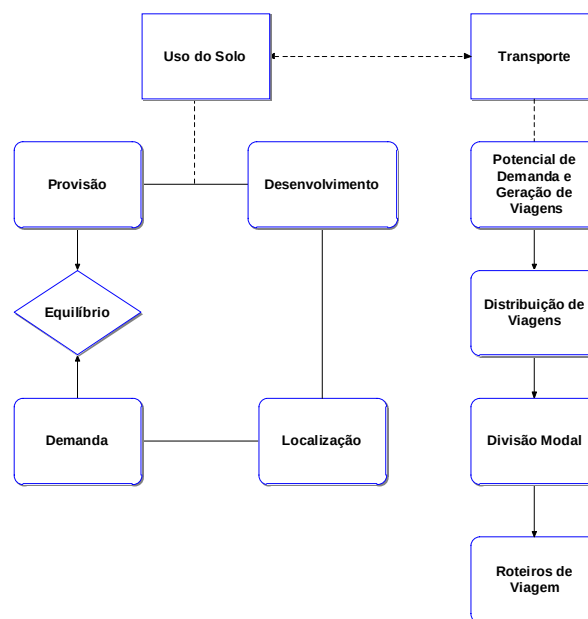


Figura 15 - Diagrama de um modelo tradicional para simulações de uso do solo e transporte.
Fonte: TORRENS (2001)

Em contraposição TORRENS (2001), sugere um protótipo híbrido com o acoplamento dos modelos urbanos tradicionais as Tecnologias da Geoinformação, para simulações dinâmicas e operativas entre os sistemas urbanos das diferentes escalas, em um ambiente interativo com o usuário. A proposta permite que os modelos possam ser manipulados diretamente na concepção de aplicações em SIG, utilizando-se para o projeto a Análise Orientada a Objetos.

Este protótipo tem como características:

- baseia-se particularmente em idéias de economia urbana e teoria da decisão.
- mantém dos modelos tradicionais os componentes de uso do solo e transporte como módulos individuais, contudo interligados por mecanismos de respostas.

- divide o sistema em três sub-módulos: subsistema nível macro (escala metropolitana), subsistema nível meso (escala urbana) e subsistema nível micro (escala local).
- aplica, no subsistema nível micro, aproximações da computação como os autômatos celulares (*Celular Automata* - CA) e os sistemas multi-agentes (*Multi-agent Systems* - MAS). Os CA correspondem a extensão espacial, usadas para representar a dispersão de atividades e características da infra-estrutura urbana, discretizadas em unidades espaciais, a partir de indicadores comportamentais da população urbana e da sua capacidade de comunicação e mobilidade espacial, tidos como MAS, correspondendo as classes e objetos.
- utiliza algoritmos para direcionar o intercâmbio de dados entre os três níveis, permitido em virtude da sua interoperabilidade.

A Figura 16 ilustra a aplicação do protótipo, por TORRENS (2001), em um modelo de estudo estatístico para a simulação de cenários da megalópoles a Nova Iorque metropolitana (linha superior), aproximando-se da região de *Lower Manhattan* e encerrando o foco na *Times Square* (linha inferior). No estudo, foram utilizadas visões bidimensionais, perspectivas volumétricas e imagens fotográficas.

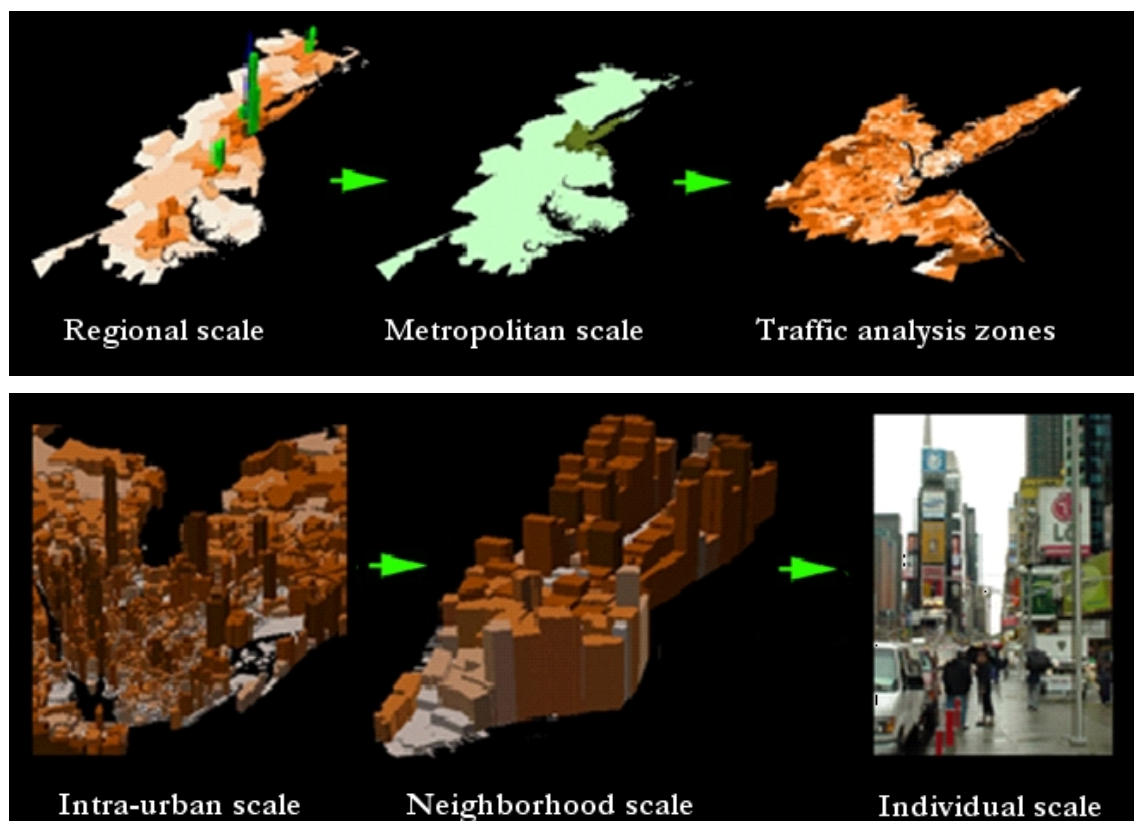


Figura 16 – Cenários de Nova Iorque, resultantes de um modelo estatístico para análises de zonas de tráfego
Fonte: TORRENS (2001)

Como conclui PENEAU (1990), o tratamento das informações e entidades espaciais representa um grande passo para atividades de planejamento urbano, mas o grande avanço metodológico e qualitativo do sistema de planejamento e gerenciamento de informações, concepção e desenho urbano, está em conceber a forma urbana tridimensionalmente, através do uso de recursos e aplicativos no tratamento e simulações de cenários urbanos.

6. CATEGORIAS DE ANÁLISE ESPACIAIS DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Para identificar as categorias de análise espacial do ambiente construído, dentro do conteúdo inerente à pesquisa desenvolvida, é importante definir primeiro o que é ambiente construído e depois os elementos que o formam do ponto de vista do Urbanismo, em função de seu rebatimento no espaço físico e de sua inserção no modelo do mundo real a ser estudado.

O ambiente construído constitui a forma urbana enquanto espaço humanizado. É o aspecto da realidade ou modo como se organizam os elementos morfológicos que constituem e definem o espaço urbano, relativamente à materialização dos aspectos de organização funcional e quantitativa e dos aspectos qualitativos e figurativos (LAMAS, 1993). Comumente, o ambiente construído é analisado a partir da morfologia urbana e da tipologia edificada.

A morfologia urbana, segundo LAMAS (1993), estuda a forma do meio urbano nas suas partes físicas exteriores, ou elementos morfológicos, e nas inter-relações entre si e com o conjunto que definem, na sua produção e transformação no tempo. Relaciona-se com a tipologia edificada, que estuda o repertório de edifícios que se agrupam em diferentes tipos, decorrentes de sua função e forma, estabelecendo relações biunívocas e dialéticas com as formas urbanas.

Os elementos morfológicos são compostos pelo solo-pavimento, edifícios, lote, quadra, fachada, logradouro, traçado, rua, praça, monumento, árvore e vegetação, e mobiliário urbano. Entre alguns elementos da morfologia urbana é possível identificar relações topológicas, como podem ser observadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Relações topológicas entre elementos da morfologia urbana

Relações Topológicas	Elementos da Morfologia Urbana
Adjacência/ Vizinhança	bairro/ bairro, lote/ lote
Continência	edificação/ lote, lote/ quadra, quadra/ bairro
Conectividade	de vias públicas, de redes de serviços
Proximidade	edificação/ entorno

Neste sentido, para análises espaciais do ambiente construído a partir da morfologia urbana, FALCOSKI (1997) apresenta um modelo teórico-metodológico em torno de sistemas de informações urbanas, no campo do Desenho Urbano e da Engenharia Urbana. O modelo propõe analisar diversas alternativas de desenho e da implantação urbana, bem como sua viabilidade a partir de instrumentos dinâmicos de análise econômica de projeto e de decisões, considerando a relação funcional, qualitativa e quantitativa do urbano. Ao final da análise, a alternativa e suas relações são representadas através do índice de medição de eficiência do traçado.

O modelo proposto por FALCOSKI (1997) tem como ponto de partida a análise espacial e de desempenho morfológico de estruturas urbanas, agrupando em um conjunto de variáveis os dados a serem analisados, para os quais se faz uma correspondência com as categorias de estudo da morfologia urbana sugeridas por DEL RIO (1990), para a análise do ambiente construído (Quadro 6).

Para a aplicação do modelo de FALCOSKI (1997) é necessária a determinação de Unidades Espaciais de Planejamento e Desempenho – UEP (Figura 17), equivalentes a entidades de um documento cartográfico dentro do ambiente CAD, ligadas a uma estrutura de base de dados e atributos descritivos em planilha eletrônica.

O modelo opera fora dos ambientes de SIG convencionais. Baseia-se na organização de planilhas eletrônicas como estrutura de base de dados em SIG, integradas em ambiente *Windows* e outros aplicativos gráficos em ambiente CAD, uma interação entre todas as partes da planilha e a possibilidade de exibição aberta e simultânea de dados, equações, gráficos e mapas temáticos, tendo como uma das versões mais atuais o *Urban Data Management System* – UDMS.

Quadro 6 – Categorias de estudo da Morfologia Urbana e variáveis para análise espacial

Categorias da Morfologia Urbana	Variáveis para análise espacial
Uso e Ocupação do Solo	Demandas espaciais de uso do solo urbano e espaço público Atributos: • Área residencial; • Área comercial / serviços; • Área pública; • Área semi-pública; • Área semi-privada; • Área urbanizada; • Área por habitante
	Índice de Ocupação – permeabilidade (UED-Quadra e UED-Lote): Atributos: • Índice de ocupação – UEP/ fragmento urbano e UED/ quadras (macro-análise) ; • Índice de ocupação – lote/ edificação (micro-análise). • Número total de lotes: residencial, comercial, institucional, unifamiliar, multifamiliar, misto, vago.
	Índice de Aproveitamento – edificabilidade (UEP-fragmento; UED-Quadra e UED-Lote): Atributos: • IA-índice de aproveitamento (índice construtivo UEP – Quadras): área construída; área construída / habitante; coeficiente de aproveitamento; • IA-índice de aproveitamento (índice construtivo lote / edificação): área construída; coeficiente de aproveitamento.
Configuração Espacial	Recuos-Alinhamentos • Atributos: • Recuos frontais; • Recuos laterais; • Recuos de fundo; • Alinhamento de fundo; • Recuo de ajardinamento; • Recuo de expansão viária.
	Planos Verticais / Poliedros-Polígonos Atributos: • Altura-gabarito; • Índice de fachada; • Índice de fachada / vazio; • Área efetiva / construída; • Área efetiva / habitada.
	Plano Figura-Fundo Atributos: • Unidade espacial de planejamento das quadras : área de projeção da edificação; área livre do terreno; área de projeção da edificação / habitação; área livre do terreno / habitação; • Plano figura – fundo lote / edificação: área de projeção da edificação / lote; área livre do terreno / lote.
Traçado e Parcelamento	Configuração Geométrica Atributos: • Polígonos / Linhas axiais: distância transversal; distância longitudinal; • Unidade espacial morfológica do lote: frente, profundidade, área, proporção;
	Densidade Espacial de Redes Axiais-Polígonos Espaciais de Infra-estrutura. Atributos: • Distância axial das redes : Comprimento da Rede de Serviço-Via Principal; Comprimento da Rede de Serviço-Via Secundária; • Densidade espacial das redes : Comprimento da Rede de Serviço / ha ; Comprimento da Rede de Serviço/ habitante; • ICRI – Índice de Capacidade Instalada das Redes de Infra-estrutura : CRIA-Capacidade da Rede Instalada de Água; CRIE-Capacidade da Rede Instalada de Esgoto.

Fonte: DEL RIO (1990) e FALCOSKI (1997). Adaptado

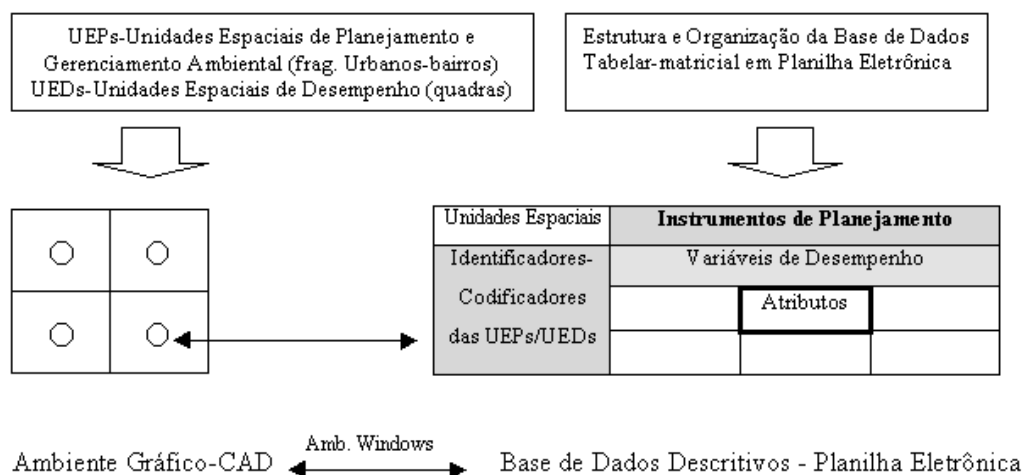


Figura 17 - Esquematização da metodologia aplicada para a avaliação das UEDs e UEPs.
Fonte: FALCOSKI (1997).

O modelo proposto por FALCOSKI (1997), foi aplicado em quadras centrais da cidade de São Carlos-SP, para o ano de 1970 e 1997, mostrando tridimensionalmente cenários distintos gerados pelo crescimento e transformação urbana (Figuras 18 e 19).

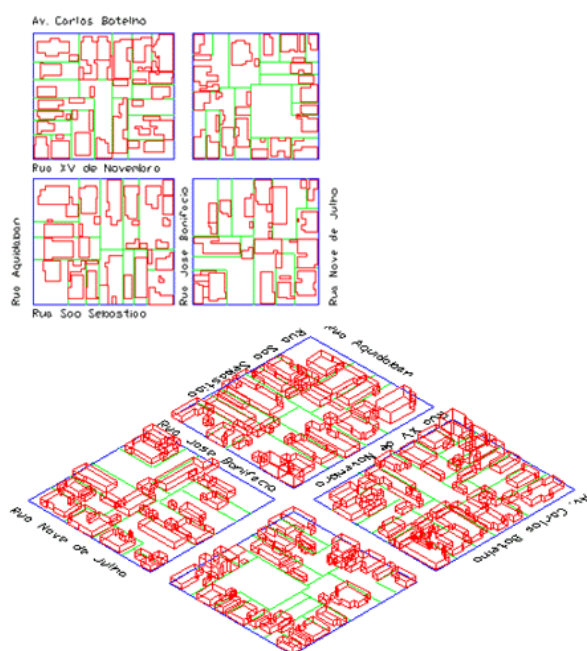


Figura 18 - Plano figura-fundo e modelagem tridimensional, 1970.
Fonte: YOSHIMURA (1997)



Figura 19 - Plano figura-fundo e modelagem tridimensional, 1997.
Fonte: YOSHIMURA (1997)

Nesta pesquisa, foram adotadas da proposta metodológica de FALCOSKI (1997) apenas a orientação na determinação das UEP e a aplicação do conjunto de variáveis identificadas para análises espaciais, para o modelo do mundo real a ser elaborado.

7. METODOLOGIA DA PESQUISA

Para o desenvolvimento desta pesquisa adotou-se a Modelagem de Dados Espaciais para a concepção do modelo conceitual do Sistema de Análises Espaciais para Planejamento Urbano. Na formulação do modelo, as orientações metodológicas de FALCOSKI (2000) seguidas quanto à identificação de uma unidade espacial para cada escala de planejamento, bem como do universo de categorias e variáveis, que compõem o ambiente construído, foram consideradas apenas algumas das quais estão relacionadas com a morfologia urbana e a tipologia edificada.

O bairro de Boa Viagem foi escolhido para a validação do modelo desenvolvido na pesquisa, sendo implementado em um sistema hipotético que poderia ser utilizado nas condições existentes Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente da Prefeitura da Cidade do Recife.

7.1 – Abstração do Mundo Real

7.1.1 – A SEPLAM, a Diretoria Geral de Desenvolvimento Urbano e Ambiental e a Diretoria de Projetos Urbanos

Na cidade do Recife, o planejamento urbano fica a cargo da Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente - SEPLAM e de entidades da administração direta e indireta, conforme prevê o Plano Diretor de Desenvolvimento da Cidade do Recife – PDDCR, lei 15.547/91.

À Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente compete o apoio na elaboração e na coordenação do plano da gestão municipal, articulação entre demais secretarias e empresas municipais, acompanhamento das ações de governo, intervenções urbanísticas, elaboração de programas, controle urbano, política habitacional e defesa civil (<http://www.recife.pe.gov.br>). Institucionalmente, sua estrutura organizacional é representada pelo organograma mostrado na Figura 20.

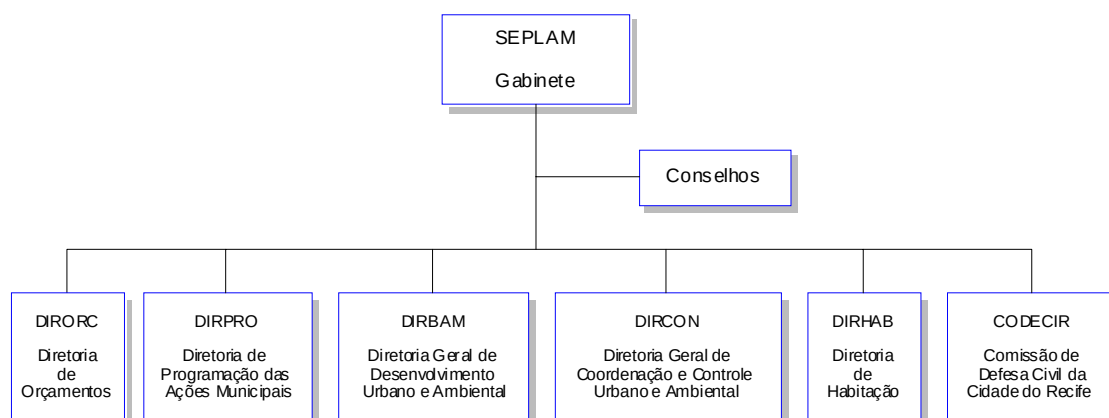


Figura 20 - Organograma da Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente – SEPLAM
Fonte: <http://www.recife.pe.gov.br>

A Diretoria Geral de Urbanismo e Meio Ambiente – DIRBAM é por excelência responsável pelo planejamento na escala territorial visando promover o desenvolvimento da cidade através da adoção de diretrizes urbanísticas. Esta Diretoria tem como papel a concepção e manutenção do sistema de planejamento urbano e de gestão para a cidade, a partir da elaboração de estudos contínuos, voltados à avaliação e o monitoramento de problemas urbanos de escala global, à definição de projetos estruturadores, ao desenvolvimento de planos urbanísticos regionais e setoriais, e à elaboração da legislação urbanística.

Para cumprir este papel, a DIRBAM tem seu organograma (Figura 21) constituído pelo Departamento de Desenvolvimento Estratégico – DEDE e o Departamento de Informações e Projeções – DEIP, cada um destes com suas respectivas divisões.

Criado para conduzir o processo de implantação e de manutenção do Sistema de Informações para o Planejamento da Cidade do Recife - SIPCR, previsto pelo PDDCR, o DEIP busca centralizar os dados e disseminar as informações, entre os setores da administração municipal e a sociedade.

As principais fontes de coleta de dados do DEIP são os órgãos listados no Quadro 7. Os dados coletados são sistematizados a partir da sua agregação em bairros, Microrregiões Político-administrativas (MR) e Regiões Político-administrativas (RPA), aplicando-se, em alguns casos, cálculos estatísticos para projeção de indicadores.

Armazenados em estações de trabalho, em planilhas eletrônicas formato .XLS, os indicadores formam uma base descritiva com dados sócio-econômicos, demográficos, de emprego e renda, habitação, infra-estrutura e equipamentos de educação e saúde.

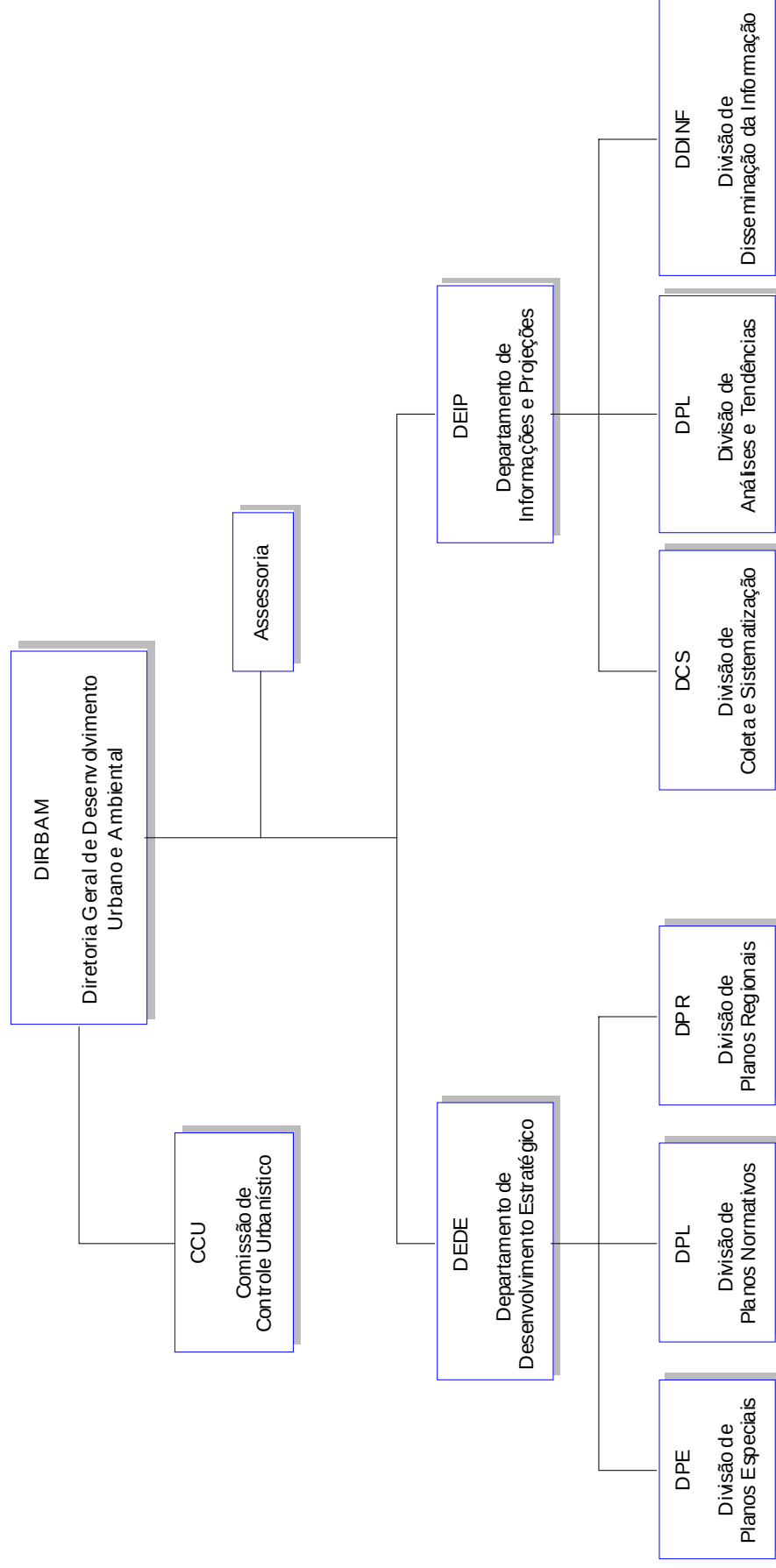


Figura 21 - Organograma da Diretoria Geral de Desenvolvimento Urbano e Ambiental – DIRBAM
Fonte: DIRBAM/ SEPLAM/ PCR, 2002

Quadro 7 – Fontes de coleta de dados para os indicadores de desenvolvimento da cidade

ÓRGÃOS	DADOS
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	▪ Censos dos anos de 1991/2000 e a PNAD do ano de 1996, realizados pelo IBGE. ▪ Pesquisa mensal de empregos
Ministério do Trabalho e Emprego	▪ Registro Anual de Informação Social – RAIS ▪ Cadastro Geral de Emprego e Desemprego - CAGED
Fundação João Pinheiros e Centro de Estudos Josué de Castro/ Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento Humano	▪ Índice de Desenvolvimento Humano – IDH ▪ Índice de Condições de Vida – ICV, ▪ Indicadores de renda, educação, longevidade, infância e habitação
Secretaria de Educação	▪ Censo escolar
Diretoria de Epidemiologia e Vigilância a Saúde	▪ Mortalidade e natalidade
Diretoria de Tributação Imobiliária e Mercantil/ Empresa Municipal de Informática	▪ Cadastro Imobiliário - CADIMO: imóveis residenciais e não-residenciais, por número de pavimentos, IPTU lançados e arrecadados, entre outros. ▪ Cadastro Mercantil: arrecadação de ISS
Divisão de Geoprocessamento e Cadastro de Logradouros, DIRCON	▪ Cadastro de Logradouros – CADLOG: limpeza pública, coleta de lixo, iluminação pública, rede de água, rede de esgoto, telefonia, pavimentação e galerias pluviais. ▪ Bases Cartográficas: plantas UNIBASE, carta de nucleação, Cadastro de Logradouros, Mapa Urbano Básico e imagem satélite de alta resolução.
Diretoria Geral de Meio Ambiente	▪ Zonas Especiais de Proteção Ambiental: denominação, área e perímetro.
Diretoria de Projetos Urbanos - URB Recife	▪ Cadastro de Áreas Pobres ▪ Zonas Especiais de Interesse Social

Os produtos do DEIP são comumente apresentados em edições impressas para disseminação das informações à sociedade e, internamente, nos setores da prefeitura em apresentações com tabelas, gráficos e mapas temáticos.

O DEDE é responsável pela formulação de proposições urbanísticas, em forma de planos, programas e projetos, e também pela criação e revisão de leis e normas urbanísticas aplicadas ao controle e desenvolvimento urbano e ambiental da Cidade. A elaboração e a execução dos projetos e planos urbanísticos, definidos pela DIRBAM, ficam a cargo da Diretoria de Projetos Urbanos – DPU, da Empresa de Urbanização do Recife, que também se ocupa dos projetos setoriais dos centros secundários, de estudo viários, da preservação de sítios históricos, da urbanização das Zonas Especiais de Interesse Social, dos projetos arquitetônicos dos equipamentos urbanos, como pode ser observado no organograma da Figura 22.

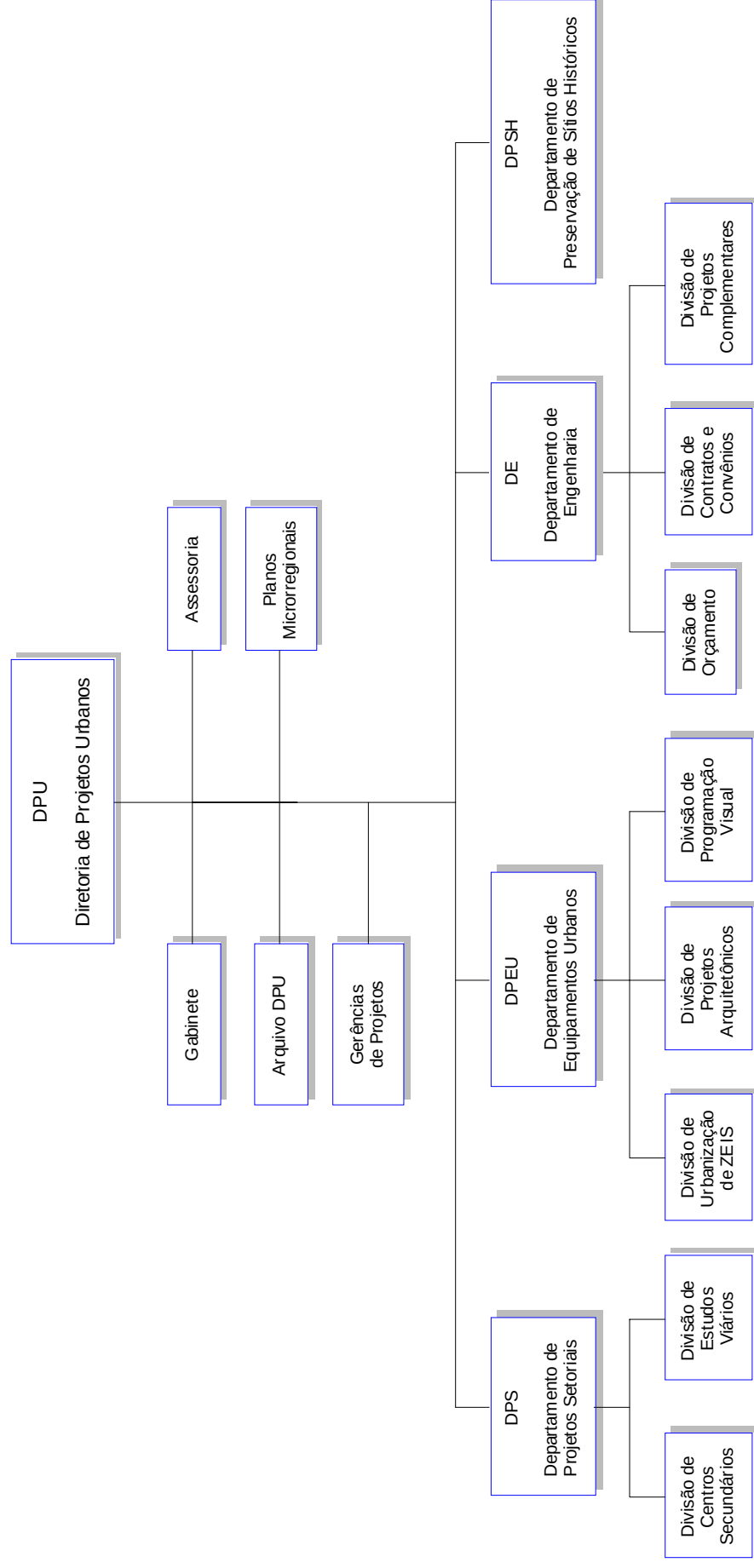


Figura 22 - Organograma da Diretoria de Projetos Urbanos
Fonte: DPU/ URB Recife, 2002

7.1.2 – A Elaboração de Propostas e Legislações Urbanísticas

Para a elaboração de propostas e legislações urbanísticas é de praxe a construção de diagnósticos sobre o espaço urbano, objeto das intervenções propostas, tendo como fontes documentais os registros bibliográficos e iconográficos, os dados censitários e urbanos, e principalmente, a cartografia existente.

É no diagnóstico que são feitas as análises do ambiente construído. Para isso, comumente, o DEDE e a DPU solicitam ao DEIP, através de entendimentos verbais, os dados e as informações sobre uma unidade espacial, que são disponibilizadas em disquete ou em impressos.

Ao mesmo tempo, são solicitadas à Divisão de Geoprocessamento e Cadastro de Logradouros, através ofício ou comunicação interna protocolados, as bases cartográficas a fim de conhecer a configuração espacial e fazer o rebatimento dos eventos importantes para compreender a dinâmica da unidade espacial em estudo.

Reunidos todos os dados, os técnicos iniciam o trabalho. Para análise na escala territorial são utilizadas bases cartográficas, nas quais se possa identificar o limite do município, em relação à região metropolitana, e os limites das regiões político-administrativas, das microrregiões e dos bairros. Com a identificação destes limites tem-se a localização da unidade espacial em estudo, que é a própria cidade. Nesta escala de planejamento, a resolução espacial é dada pelas feições cartográficas que representam os bairros.

Em seguida, faz-se um breve histórico de sua ocupação utilizando bases cartográficas que registram eventos passados da unidade espacial objeto. Estas mesmas bases são utilizadas para se fazer releituras do espaço, inclusive migrando para a base cartográfica atual detalhes importantes que descrevem o processo de evolução urbana da unidade espacial.

Ainda na escala territorial, a base cartográfica é utilizada para apresentar espacialmente as características ambientais e os indicadores de desenvolvimento por RPA, por MR e por bairro, criando-se para isso mapas temáticos, complementados por gráficos e tabelas com valores estatísticos. As análises são para a descrição urbanístico-ambiental do território.

Aproximando-se da escala urbana, o bairro torna-se então a unidade espacial de planejamento, que tem como resolução espacial o lote. Nesta escala de planejamento, as bases cartográficas devem representar as quadras, as praças, o eixo das vias, os nomes de ruas e, obviamente, os lotes. O zoneamento urbano é um dos planos de informações que também deve ser considerado.

Então, faz-se as análises morfológicas quanto a figura-fundo, traçado, parcelamento e uso do solo. A partir dessas análises é comum identificar em um bairro subunidades espaciais, criando-se com isso uma divisão territorial específica para o projeto em estudo. Para criar os mapas temáticos, na escala urbana são utilizados os dados descritivos relativos aos imóveis e dados dos logradouros.

Chegando a escala local, além dos planos de informações presentes nas escalas anteriores, as bases cartográficas devem representar também informações como edificações, com seus respectivos endereços, árvores e mobiliário urbano. Especificamente as edificações são trabalhadas em perspectivas volumétricas, mostrando as relações tridimensionais entre o edifício e o espaço coletivo representado pela morfologia do seu entorno.

As leituras arquitetônico-urbanísticas e as análises espaciais, feitas através dos mapas e modelos produzidos, permitem ao planejador identificar problemas, potencialidades e tendências da dinâmica urbana que são o teor dos diagnósticos sobre as unidades espaciais de planejamento, embasando as propostas de intervenções e orientando a formulação das leis municipais para o espaço urbano.

7.1.3 – A Lei de Uso e Ocupação do Solo 16.176/96

No âmbito do planejamento, a Lei de Uso e Ocupação do Solo - LUOS 16.176/96 é a legislação que orienta e normaliza a organização e produção do espaço urbano. A regulamentação urbanística de que trata esta lei considera as características geomorfológicas do território municipal, a delimitação física entre morros e planície, bem como a infra-estrutura básica existente, o solo e as paisagens natural e construída.

Na elaboração de propostas de intervenções para o desenvolvimento urbano do Município, quatro itens presentes na LUOS são importantes condicionantes na execução de estudos e análises. São o Zoneamento, os Usos e Atividades Urbanas, as Vias Urbanas e a Ocupação do Solo

7.1.3.1 – O Zoneamento Urbano

A LUOS regulamenta o zoneamento do Município, a partir da sua divisão territorial, tendo por base as trinta e três unidades urbanas. O zoneamento é composto pela Zona de Urbanização Preferencial – ZUP, Zona de Urbanização de Morros – ZUM, Zona de Urbanização Restrita – ZUR e Zonas de Diretrizes Especiais – ZDE (Figura 23).

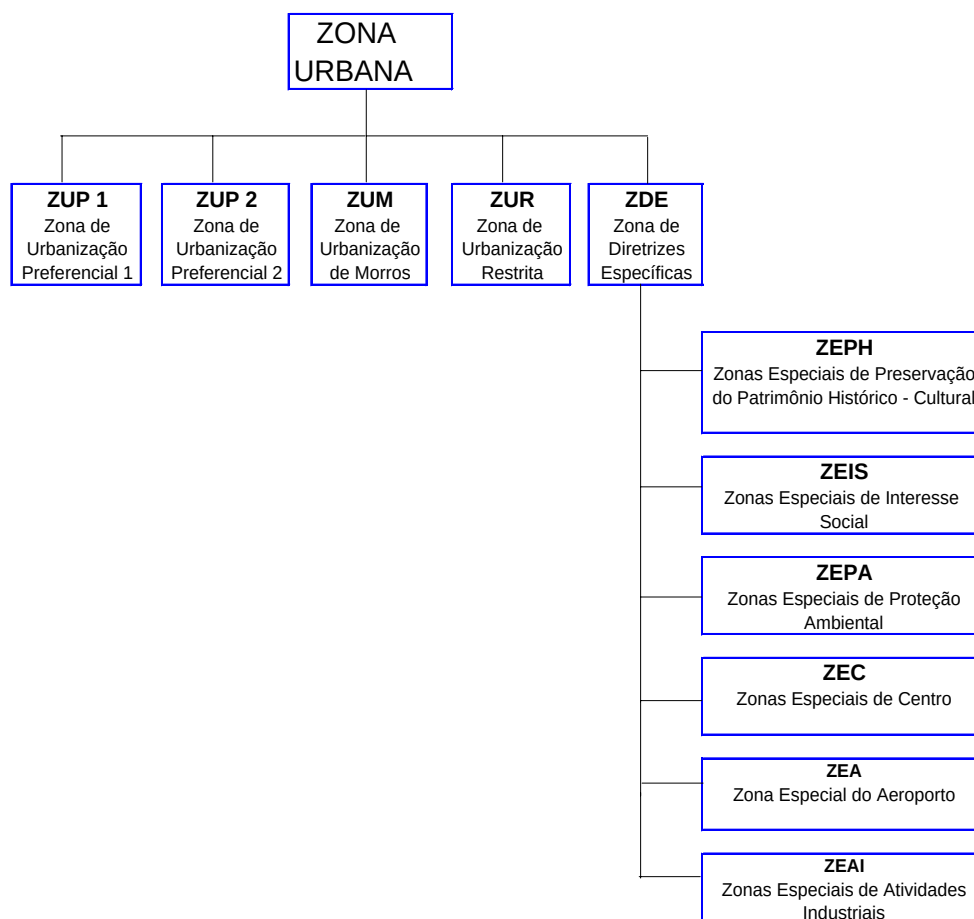


Figura 23 – Classificação das Zonas Urbanas
Fonte: LUOS 16.176/96, Anexo 2 - PCR

Tal classificação do zoneamento pode ser representada no espaço físico, conforme mostra a Figura 24.

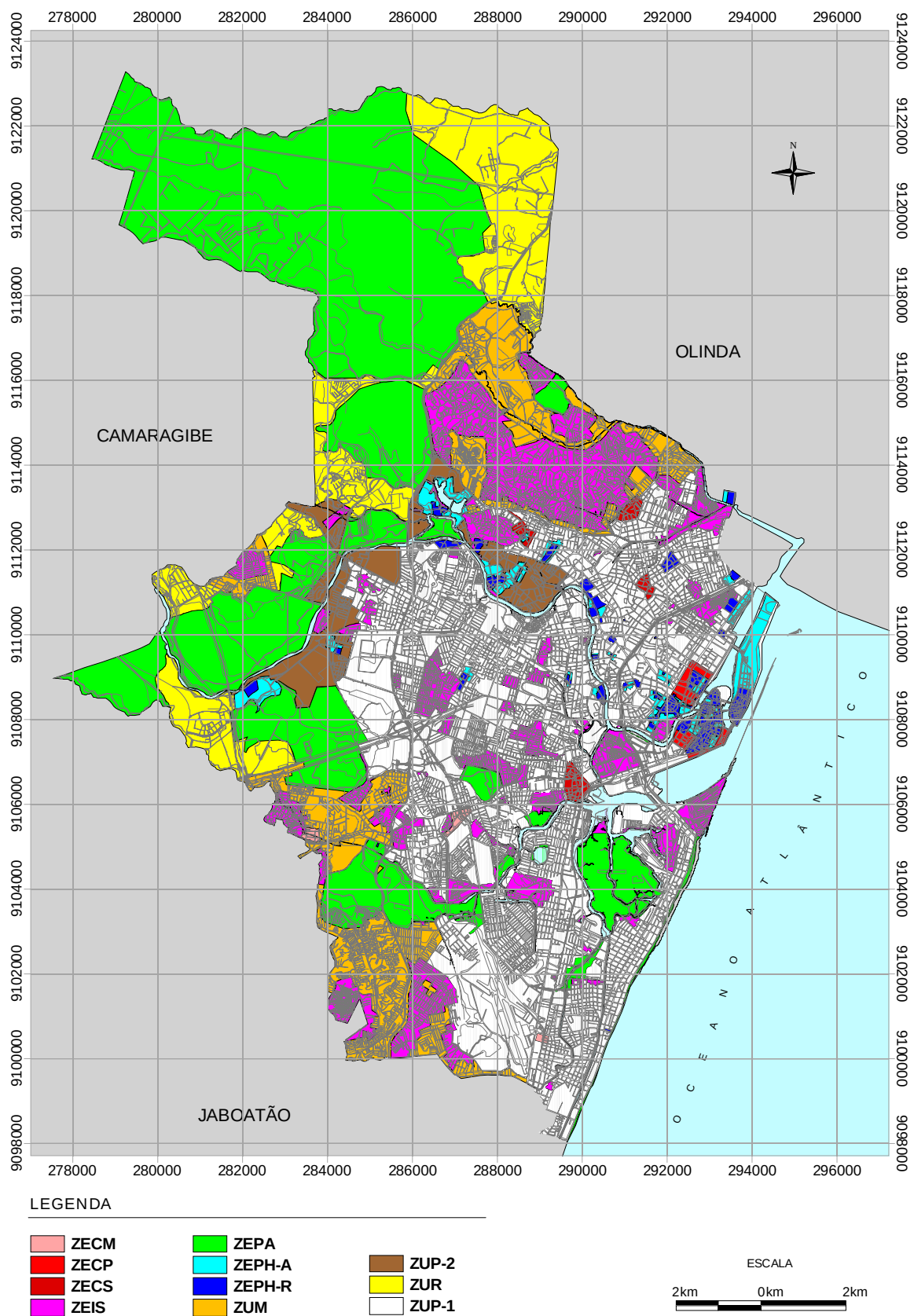


Figura 24 – Mapa de Zonas de Urbanização e Diretrizes Específicas
Fonte: LUOS 16.176/96 - PCR

A Zona de Urbanização Preferencial – ZUP é formada por áreas que possibilitam alto e médio potencial construtivo, respectivamente ZUP 1 e ZUP 2, compatível com suas condições geomorfológicas, de infra-estrutura e paisagísticas.

Ao contrário da primeira, a Zona de Urbanização de Morros – ZUM é constituída de áreas que, pelas suas características geomorfológicas, exigem condições especiais de uso e ocupação do solo de baixo potencial construtivo.

A Zona de Urbanização Restrita – ZUR caracteriza-se pela carência ou ausência de infra-estrutura básica e densidade rarefeita, na qual deve ser mantido um potencial construtivo de pouca intensidade de uso e ocupação do solo.

E, por fim, as Zonas de Diretrizes Especiais – ZDE que compreendem as áreas que exigem tratamento especial na definição de parâmetros reguladores de uso e ocupação do solo.

7.1.3.2 – As Vias Urbanas

As vias urbanas são constituídas pelos Corredores de Transporte Rodoviário, que se classificam em três categorias, a saber:

- Corredores de Transporte Metropolitano, que compreendem basicamente as vias que integram o Sistema Arterial Principal do Município, e têm por função principal atender ao tráfego de âmbito regional e metropolitano;
- Corredores de Transporte Urbano Principal, que compreendem a Av. Norte e parte das vias que integram o Sistema Arterial Secundário do Município, e têm por função específica ligar áreas ou bairros da cidade;
- Corredores de Transporte Urbano Secundário, que compreendem as demais vias do Sistema Arterial Secundário e algumas Vias Coletoras do Município, e têm como função principal articular duas ou mais vias Arteriais Principais ou coletar o tráfego de uma determinada área ou quadra, canalizando-o para as vias Arteriais Principais ou Secundárias.

7.1.3.3 – Os Usos e Atividades Urbanas

Os usos urbanos classificam-se nas seguintes categorias:

- habitacional - considera-se habitacional o uso destinado à moradia;
- não-habitacional - é destinado ao exercício de atividades urbanas (comerciais, industriais e outras);
- misto - é aquele constituído de mais de um uso (habitacional e não-habitacional) ou mais de uma atividade urbana dentro de um mesmo lote.

A LUOS prevê que todos os usos poderão instalar-se no território municipal, desde que obedeam às condições estabelecidas quanto à sua localização em função das vias componentes do sistema viário da zona em que se localiza, do potencial de incomodidade do uso e da disponibilidade de infra-estrutura.

7.1.3.4 – A Ocupação do Solo

As condições de ocupação e aproveitamento do solo, nas zonas urbanas, são reguladas pelos parâmetros urbanísticos:

- Taxa de Solo Natural (TSN) - é o percentual mínimo da área do terreno a ser mantida nas suas condições naturais, tratada com vegetação e variável por Zona.
- Coeficiente de Utilização (μ) - estabelecido em sintonia com os instrumentos da política de produção e organização do espaço, corresponde a um índice definido por Zona que, multiplicado pela área do terreno, resulta na área máxima de construção permitida, determinando, juntamente com os demais parâmetros urbanísticos, o potencial construtivo do terreno.
- Afastamentos (Af) - representam as distâncias que devem ser observadas entre a edificação e as linhas divisórias do terreno, constituindo-se em afastamentos frontal, lateral e de fundos.

Os índices de cada parâmetro acima citado, correspondentes as zonas urbanas encontram-se no Quadro 8.

Quadro 8 – Parâmetros Urbanísticos das Zonas Urbanas do Recife

ZONAS	PARÂMETROS URBANÍSTICOS					REQUISITOS ESPECIAIS
	TSN	μ	AFASTAMENTO INICIAL MÍNIMO (Afi)			
			FRONTAL	LATERAL E FUNDOS		
				Edif. ≤ 2 Pavt.	Edif. > 2 Pavt.	
ZONAS DE URBANIZAÇÃO						
ZUP 1	25	4,00	5,00	nulo/1,50	3,00	A,B,C,D
ZUP 2	50	3,00	7,00	nulo/1,50	3,00	A,C,E
ZUM	20	2,00	5,00	nulo/1,50	3,00	A,B,C,D
ZUR	70	0,50	5,00	nulo/1,50	3,00	A,B,C,D
ZONAS ESPECIAIS DE CENTRO						
ZECP	20	7,00	nulo	nulo/1,50	nulo/3,00	A,B,C,D,F
ZECS	20	5,50	nulo	nulo/1,50	nulo/3,00	A,B,C,D,F
ZECP	20	5,50	5,00	nulo/1,50	3,00	A,B,C,D

Fonte: LUOS 16.176/96, Anexo 10 – PCR.

Os requisitos especiais a que se refere o Quadro 8 acima, indica as relações dimensionais entre os afastamentos e o número de pavimentos da edificação projetada, a fim de garantir as condições de conforto ambiental, tanto do edifício como do espaço coletivo em seu entorno. Estes requisitos são:

- A.** As edificações com até 2 (dois) pavimentos poderão colar em 2 (duas) das divisas laterais e/ou de fundos, obedecendo às seguintes condições:
 - I.** Quando colar em 2 (duas) divisas laterais, deverão manter um afastamento mínimo de 3 (três) metros da divisa de fundos.
 - II.** Quando colar em uma divisa lateral e uma divisa de fundos, deverão manter um afastamento mínimo de 1,50m (um metro e meio) da outra divisa lateral.
 - III.** A altura total das edificações coladas nas divisas laterais e/ou de fundos não poderá exceder a cota de 7,50m (sete metros e cinquenta centímetros), cota esta medida a partir do nível do meio-fio.
- B.** As edificações com mais de dois pavimentos poderão colar em 2 (duas) das divisas laterais e/ou de fundos, os dois primeiros pavimentos, se houver, desde que atendido o disposto no item anterior.

- C. Para as edificações com até 2 (dois) pavimentos, quando não colarem nas divisas laterais e/ou de fundos e apresentem vãos abertos, o afastamento mínimo para as respectivas divisas será de 1,50m (um metro e cinquenta centímetros).
- D. Para as edificações com mais de 2 (dois) pavimentos, quando não colarem nas divisas laterais e de fundos, o afastamento mínimo para os dois primeiros pavimentos será de 1,50m (um metro e cinquenta centímetros)
- E. Nas edificações com mais de dois 2 (dois) pavimentos, o afastamento mínimo para o pavimento de subsolo ou semi-enterrado e os dois primeiros pavimentos acima deste será igual ao afastamento frontal inicial de 7,00m (sete metros) e o afastamento lateral e de fundos inicial de 3,00m (três metros)
- F. As edificações poderão colar os 4 (quatro) primeiros pavimentos nas divisas frontais e laterais, desde que afastem no mínimo 3,00m (três metros) da divisa dos fundos.

7.2 – Conclusões da Abstração do Mundo Real

7.2.1 – Função Principal do Sistema Aplicativo Proposto

A função principal do sistema é identificar, localizar e analisar as unidades espaciais de planejamento da cidade, a partir do código identificador; dos dados cartográficos e dos dados dos logradouros, fornecidos pela Divisão de Geoprocessamento; dos dados físico-construtivos e de uso do solo; fornecidos pelo Departamento de Tributos Imobiliários – DTI, dos dados das áreas pobres, fornecidos pela Diretoria de Projetos Urbanos - DPU e pelos indicadores de desenvolvimento, fornecidos pelo Departamento de Informações e Projeções – DEIP. As análises espaciais realizadas pelo sistema devem respeitar os parâmetros urbanísticos definidos para o zoneamento urbano, previstos pela LUOS 16.176/96.

7.2.2 – Funções Globais do Sistema

7.2.2.1 – Dados de Entrada

Os dados de entrada utilizados pelo sistema são:

- cartografia digital atualizada, mantidos pela Divisão de Geoprocessamento/DIRCON;
- conjunto de dados do Cadastro de Logradouros - CADLOG, quanto à identificação do logradouro, ao tipo de infra-estrutura e serviços públicos das redes urbanas, também mantidos pela Divisão de Geoprocessamento/DIRCON;
- dados do Cadastro Imobiliário - CADIMO, informados pelo Departamento de Tributos Imobiliários – DTI, quanto à identificação do imóvel, ao tipo de uso, o número de pavimentos, a natureza e o ano de construção;
- dados sócio-econômicos, demográficos, ambientais e de equipamentos públicos do Sistema de Indicadores de Desenvolvimento, centralizado no Departamento de Informações e Projeções;
- definições do zoneamento urbano e índices dos parâmetros urbanísticos, da LUOS 16.176/96, para as análises.

7.2.2.2 – Dados de Saída

Os dados de saídas do sistema terão como conteúdo as informações sobre as unidades espaciais de planejamento, sua localização espacial e os resultados da análises realizadas. Estarão disponíveis no monitor das estações de trabalho e poderão ser impressos em forma de relatórios, mapas temáticos e modelos volumétricos. A base de dados espaciais poderá ser acessada via Intranet pelos usuários do sistema.

7.2.2.3 – Itens de Controle

Os itens de controle previstos pelo sistema são os seguintes:

- Do zoneamento
 - identificar zoneamento
 - informar parâmetros urbanísticos
- Do bairro
 - selecionar bairro
 - recuperar dados do SIND
- Do logradouro
 - selecionar logradouros
 - recuperar dados do CADLOG
- Do imóvel
 - selecionar imóveis
 - informar dados dos imóveis
 - computar altura
 - extrudir volumes
 - visualizar 3D
 - imprimir 3D
- Padrão
 - selecionar tema
 - construir consulta
 - classificar tema
 - gerar *layout*
 - imprimir *layout*
 - gerar relatório
 - imprimir relatório

7.2.2.4 – Equipamentos Computacionais

Serão utilizados microcomputadores para estações de trabalho em rede, conectados ao servidor de banco de dados espaciais locado na EMPREL.

Para as saídas serão usadas impressoras jato de tinta de pequeno formato para impressão de relatórios e impressoras de grande formato para impressão dos mapas temáticos e dos modelos volumétricos.

7.2.2.5 – Programas Computacionais

A plataforma tecnológica e ambiente de trabalho, adotados pela Prefeitura da Cidade do Recife para Geoinformação, baseia-se nos programas computacionais da família *Esri Inc.* Respeitando esta padronização o sistema proposto utiliza os programas:

- ArcInfo 3.5.1 – ambiente SIG para desenvolvimento dos sistemas;
- AcrView 3.2, com *Cristal Report* – visualização das aplicações e programas desenvolvidos;
- ArcSDE – sistema de gerenciamento de banco de dados espaciais.

7.2.2.6 – Usuários do Sistema

São identificados como usuários do sistema o DEIP e o DEDE/DIRBAM, a DPU/ URB Recife, a Divisão de Geoprocessamento/DIRCON, o DTI/SEFIN e a DSGEO/EMPREL.

7.2.2.7 – Restrições e Pressupostos do Sistema

São restrições do sistema:

- utilizar como base um Sistema de Geoinformações para o desenvolvimento do sistema aplicativo proposto é uma das restrições colocadas.
- é indispensável a existência de uma rede lógica eficiente de interconexão dos vários usuários envolvidos, com velocidade de transmissão dos dados.
- efetuar a capacitação e o treinamento dos técnicos que vão operar o sistema.

Para este trabalho, considera-se como pressupostos:

- a existência de uma base cartográfica digital atualizada, que tem como feições a representação de edificações, lotes, quadras, praças, eixo de vias, limites de bairros e de unidades urbanas, zoneamento, hidrografia e cobertura vegetal, todos com suas respectivas toponímias.
- a implementação do Sistema de Indicadores de Desenvolvimento e sua atualização;
- a manutenção e atualização do Cadastro de Logradouros e do Cadastro Imobiliário.

7.2.2.8 – Lista de Eventos e Resultados

Os eventos previstos pelo sistema aplicativo proposto têm como resultados os estímulos, as atividades e saídas, apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 – Lista de Eventos e Resultados

EVENTOS	ESTÍMULOS	ATIVIDADES	SAÍDAS
1. Solicita análise espacial	Necessidade de visualização e leitura do evento espacial	Acionar o sistema Efetuar consulta Efetuar operações espaciais Tematizar base	Resultado da análise
2. Solicita dados cartográficos	Necessidade de informações	Acionar a Divisão de Geoprocessamento	Dados solicitados
3. Solicita dados dos logradouros	Necessidade de informações	Acionar a Divisão de Geoprocessamento	Dados solicitados
4. Solicita dados cadastrais do imóvel	Necessidade de informações	Acionar o Departamento de Tributos Imobiliários	Dados solicitados
5. Solicita dados dos bairros	Necessidade de informações	Acionar o Departamento de Informações Projeções	Dados solicitados
6. Produzir base espacial	Necessidade específica de um projeto	Habilitar edição	Nova base espacial
7. Consulta a LUOS	Construção de base espacial 3D	Identificar zoneamento Identificar parâmetros urbanísticos Computar altura	Modelos volumétricos

7.2.2.9 – Descrição do Sistema Aplicativo Proposto

O DEDE e a DPU enviam comunicação interna a Divisão de Geoprocessamento DIRCON, a Divisão de Serviços de Geoprocessamento/EMPREL e ao Departamento de Informações e Projeções, através de correio eletrônico, solicitando as informações necessárias para desenvolver as propostas. A mensagem é respondida com a confirmação da disponibilidade e da atualização dos dados. Assim, como um protocolo eletrônico, há o registro da solicitação e o controle do manuseio dos dados públicos.

Ao ser acionado, o servidor do sistema aplicativo comunica-se com os servidores do SIND, do CADLOG e do CADIMO, para que sejam espelhadas em seu repositório, os bancos de dados dos indicadores de desenvolvimento, de bairros, de logradouros e dos imóveis. Da mesma forma, acontece com a Divisão de Geoprocessamento em relação as bases cartográficas e a base de dados espaciais do zoneamento (LUOS 16.176/96).

Na comunicação dos dados, o aplicativo utiliza operações de controle de versões, comparando os arquivos armazenados no seu servidor com os disponibilizados pelos outros sistemas e substituindo-os em caso de uma versão mais atualizada.

Em seguida, atualiza os relacionamentos entre os objetos e seus correspondentes atributos, armazenados nos bancos de dados do servidor do sistema aplicativo. Daí as bases de dados espaciais são carregadas e disponibilizadas para as análises. Então, o técnico opta entre a visão bidimensional ou tridimensional e ativa os planos de informações a serem utilizados.

Na visão bidimensional, os planos de informações são ativados e sobrepostos uns aos outros, compondo os temas e gerando análises a partir de um *overlay* cartográfico. Para aprofundar as análises, um tema específico é selecionado, classificado por um de seus campos atributivos, selecionada e gravada uma simbologia e visualizado em tela o resultado.

Alternativamente, as análises são detalhadas a partir da construção de consultas estruturadas e operações espaciais entre mais de um plano. Com o conjunto imagem resultante das inferências matemáticas compõe-se um novo *overlay*, que também pode ser visualizado, segundo uma classificação e simbolização específicas.

Em seguida, os mapas são lançados em um *layout*, com as informações de borda necessárias e são impressos. Para complementar as análises, gera-se relatórios com gráficos e tabelas dos dados descritivos trabalhados.

Por outro lado, se as análises são feitas na visão tridimensional, primeiramente, é necessário selecionar o plano de edificações para extrudir os volumes, computando o valor correspondente à altura. Daí, faz-se as tematizações da mesma forma que na visão bidimensional. O modelo volumétrico pode ser impresso ou exportado como figura.

O resultado das análises é apresentado em mapas temáticos, visualizados e impressos, para serem inseridos nos diagnósticos e leis.

Representa-se na Figura 25, o fluxograma do sistema proposto.

7.3 – Modelo Conceitual

7.3.1 – Escopo do Sistema

O sistema permite análises espaciais sobre o ambiente construído das unidades espaciais de planejamento, pelo Departamento de Desenvolvimento Estratégico – DEDE e pela Divisão de Projetos Urbanos – DPU, a partir da recuperação, armazenamento, processamento e comunicação de dados, entre os sistemas corporativos CADLOG, CADIMO, SIND e as bases de dados espaciais da Divisão de Geoprocessamento. É composto por dois subsistemas:

- Subsistema Operação
- Subsistema Análises Espaciais

O Subsistema Operação solicita senha de acesso, autoriza o acesso, administra o nível de acesso por usuário, autoriza ou restringe alteração nas bases de dados espaciais. O acesso é precedido da comparação entre a versão da estação de trabalho e os registros existentes no servidor. Também recupera dados do CADLOG, do CADIMO e do SIND, e os fornece ao Subsistema Análises Espaciais.

O Subsistema Análises Espaciais recupera, armazena e processa dados das bases espaciais da Divisão de Geoprocessamento/DIRCON e do zoneamento urbano da LUOS 16.176/96. Comunica-se com o Subsistema Operação, cria e atualiza os relacionamentos das bases espaciais com os dados do seu repositório. Realiza consultas estruturadas, classificações e operações espaciais solicitadas ao sistema. Exibe e imprime mapas temáticos e modelos volumétricos resultantes da análise.

Acompanhando o padrão de denominação dos sistemas da SEPLAM, sugere-se para o sistema aplicativo o nome de SPAE – Secretaria de Planejamento Análises Espaciais.

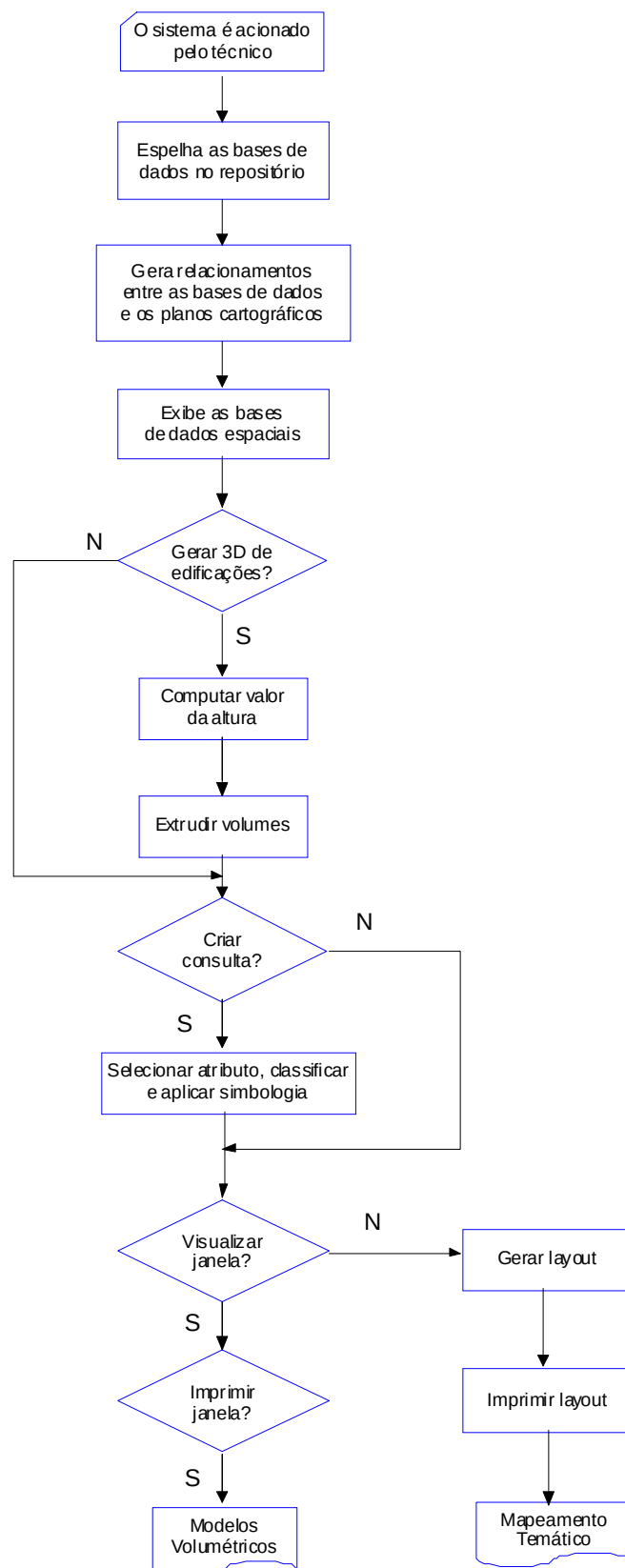


Figura 25 - Fluxograma do Sistema Proposto para Análises Espaciais para Planejamento Urbano

7.3.2 – Diagrama de Contexto e de Fluxo de Dados

A análise estruturada de sistema para a modelagem sistema aplicativo inicia-se com a construção das ferramentas básicas que são os diagramas de contexto e de fluxo de dados.

O diagrama de contexto (Figura 26) apresenta de forma global o sistema, com o Subsistema Operação (Figura 27) responsável pela solicitação dos dados de entrada ao DEIP, a DTI e ao Geoprocessamento, enquanto que o Subsistema Análise Espacial (Figura 28) é responsável pela consulta a LUOS, pela produção das bases de dados espaciais e dos modelos volumétricos, como dados de saída para o DEDE e a DPU.

O diagrama de fluxos de dados (Figura 29) apresenta o fluxo entre os repositórios de dados ambiente construído, base cartográfica e dados descritivos, com os vários processos que ocorrem entre eles descritos em bolhas.

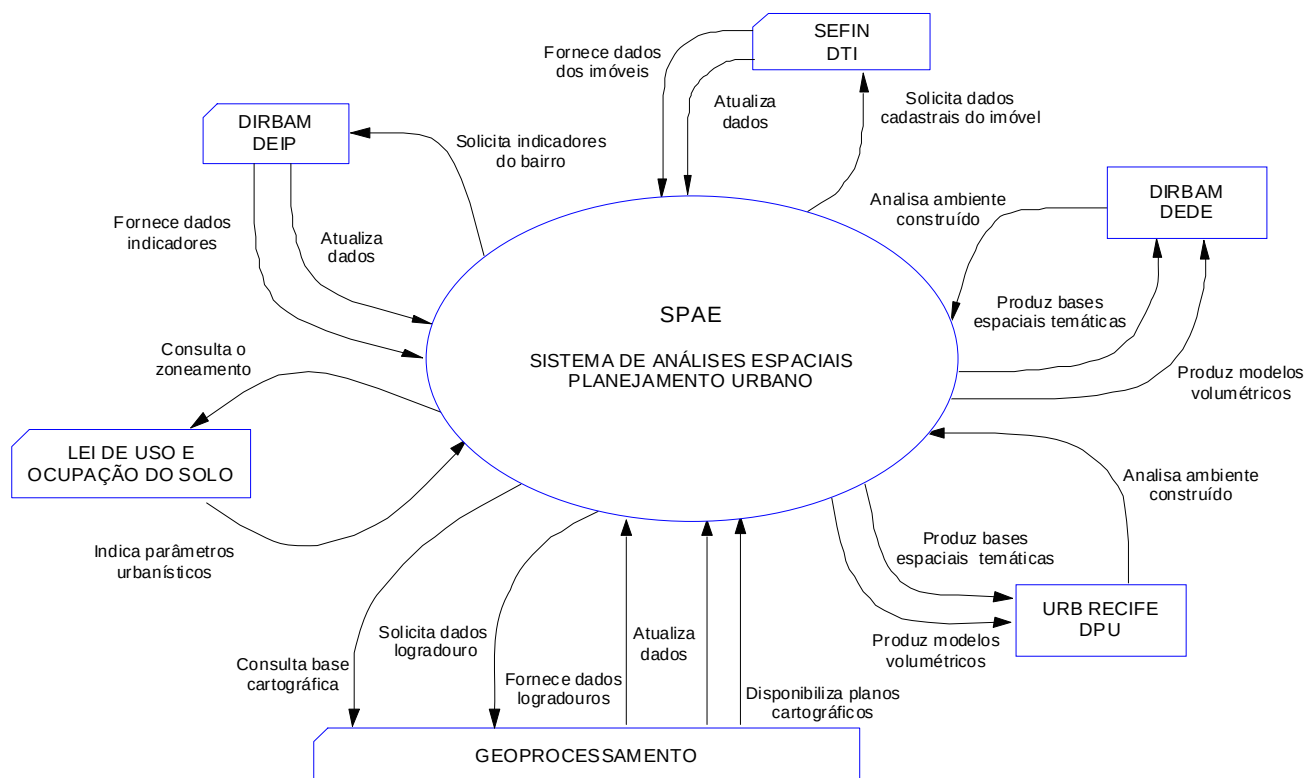


Figura 26 – Diagrama de Contexto: Sistema de Análise Espaciais para Planejamento Urbano -SPAPE

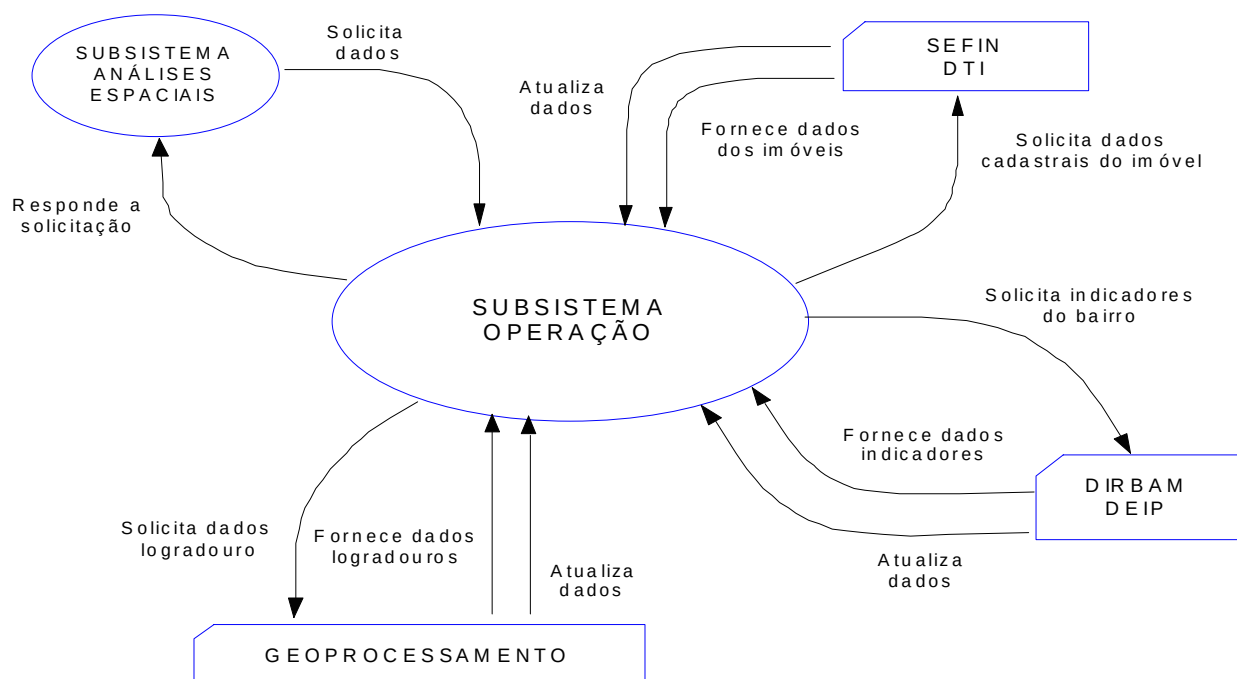


Figura 27 – Diagrama de Contexto: Subsistema Operação SPAE

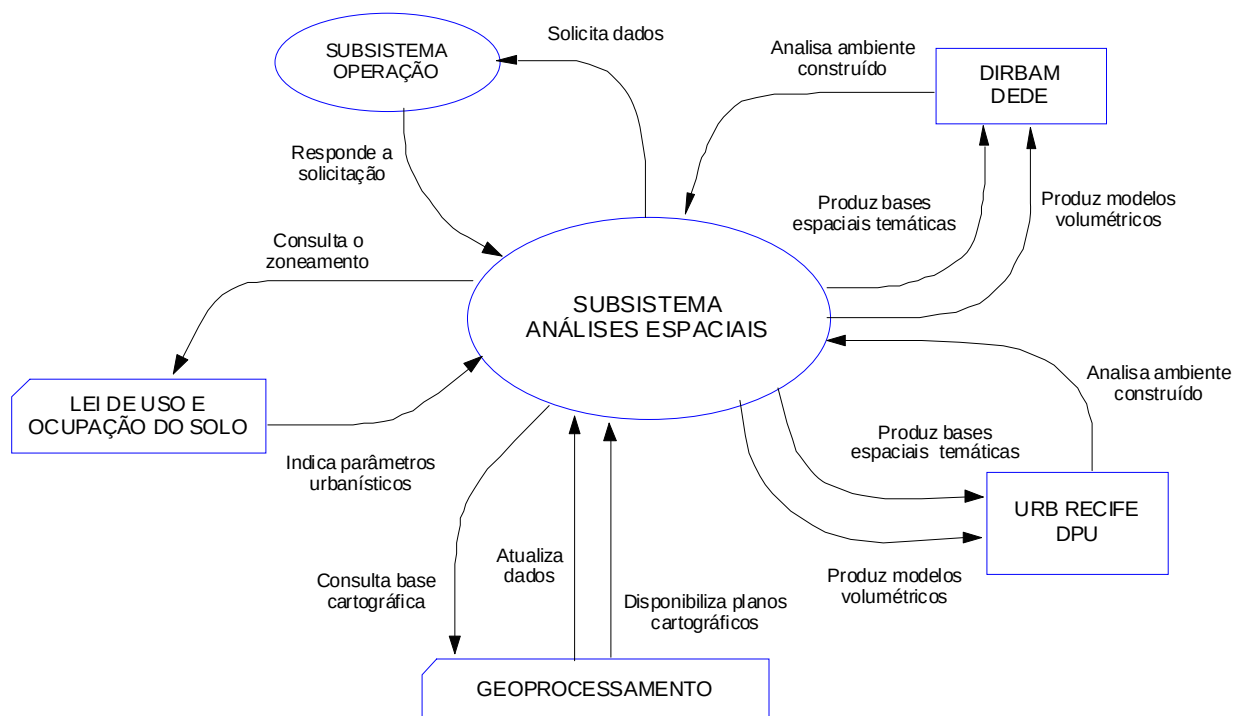
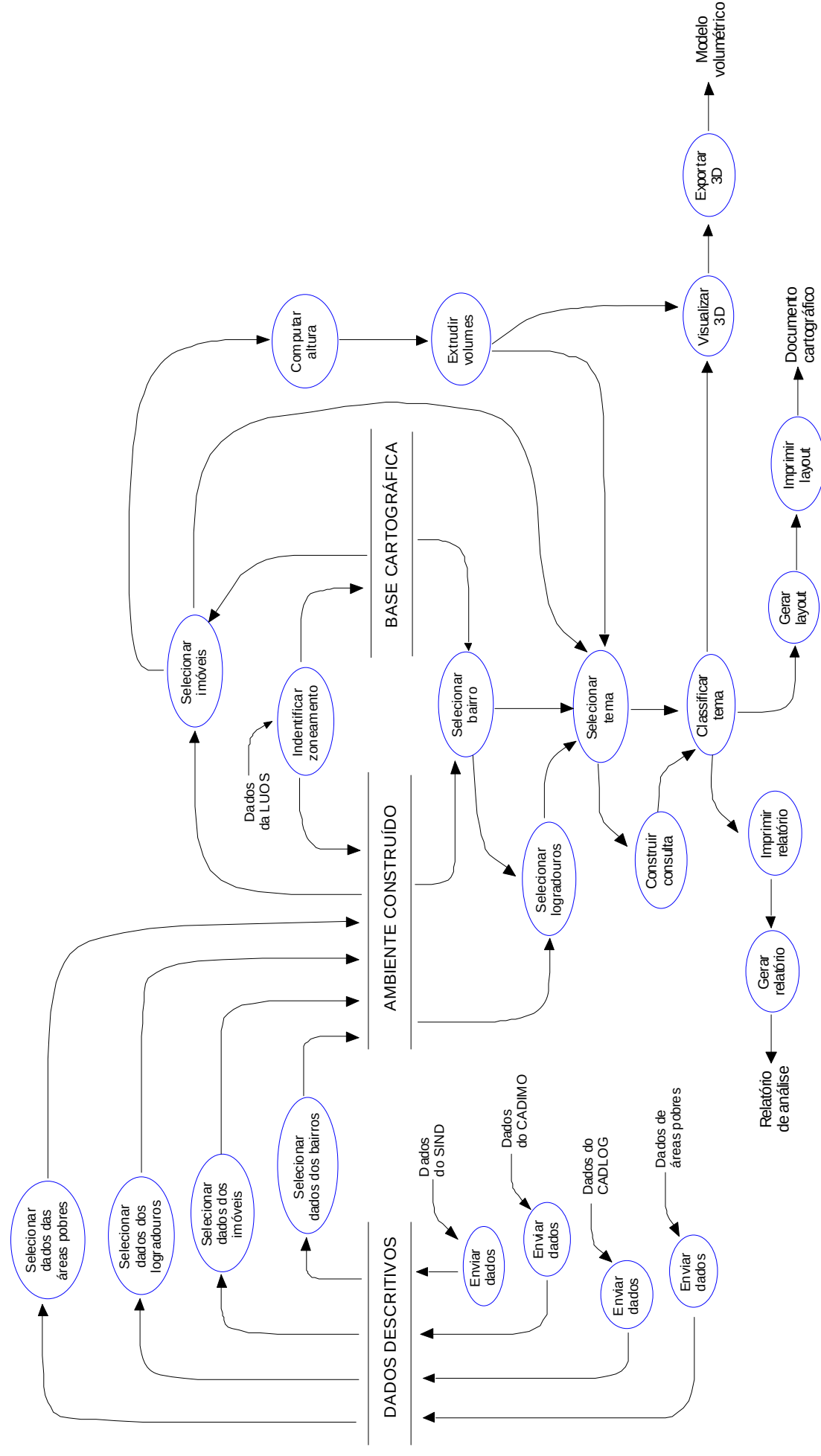


Figura 28 – Diagrama de Contexto: Subsistema Análises Espaciais SPAE



7.3.3 – Análise de Frequência de Frase

Com a finalidade de dar início à determinação de classes e objetos que o sistema deve conter, empregou-se à Abstração do Mundo Real a técnica de Análise de Frequência de Frase. O resultado obtido é mostrado no Quadro 10.

Quadro 10 – Resultado da Análise de Frequência de Frase

Unidade Espacial, Unidade Espacial, disponibilizados dados e informações Unidade Espacial, compreender a dinâmica Unidade Espacial, localização Unidade Espacial, breve histórico de ocupação	Zoneamento, Zoneamento, um dos planos de informações que deve ser considerado Zoneamento, condicionante na execução de estudos e análises Zoneamento, LUOS 16.176/96 Zoneamento, composto pela ZUP, ZUM, ZUR e ZDE
Usos, Usos, urbanos Usos, habitacional Usos, destinado à moradia Usos, não- habitacional Usos, exercício de atividades urbanas comerciais, industriais e outras Usos, misto Usos, mais de um uso ou atividade urbana dentro do mesmo lote Usos, instalar-se no território municipal Usos, condições estabelecidas quanto à sua localização	Zonas, Zonas, de Urbanização Preferencial Zonas, áreas de alto e médio potencial construtivo Zonas, ZUP 1 e ZUP 2 Zonas, de Urbanização de Morros Zonas, condições especiais de usos e ocupação do solo Zonas, de Urbanização Restrita Zonas, carência ou ausência de infra-estrutura Zonas, de Diretrizes Especiais Zonas, áreas que exigem tratamento especial
Análise, Análise, descrição urbanístico-ambiental do território Análise, ambiente construído Análise, escala territorial Análise, morfológicas Análise, identificar subunidades espaciais	Ocupação, Ocupação, regulada pelos parâmetros urbanísticos Ocupação, taxa de solo natural Ocupação, coeficiente de utilização Ocupação, afastamentos
Vias, Vias, corredores de transporte rodoviário Vias, corredores de transporte metropolitano Vias, sistema arterial principal Vias, atender ao tráfego de âmbito regional e metropolitano Vias, corredores de transporte urbano principal Vias, sistema arterial secundário Vias, ligar áreas ou bairros da cidade Vias, corredores de transporte urbano secundário Vias, coletoras Vias, articular duas ou mais vias arteriais Vias, coletar o tráfego de uma determinada área ou quadra Vias, componente do sistema viário de uma zona	Base Cartográfica, Base Cartográfica, conhecer a configuração espacial Base Cartográfica, fazer rebatimento dos eventos Base Cartográfica, identificar os limites Base Cartográfica, registrar eventos Base Cartográfica, migrar detalhes do processo de evolução Base Cartográfica, fazer releituras do espaço Base Cartográfica, apresentar espacialmente os indicadores de desenvolvimento Base Cartográfica, criar mapas temáticos Base Cartográfica, representar as quadras, o traçado das vias, os nomes de ruas e os lotes Base Cartográfica, representar informações como edificações, endereços, árvores e mobiliário urbano Base Cartográfica, usadas na escala local

7.3.4 – Diagrama Entidade-Relacionamento

Continuando a análise de sistema, a Figura 30 mostra o diagrama entidade-relacionamento, em que são indicados os tipos de relacionamentos que existem entre as entidades, dando em um contexto geral as suas posições (localização espacial).

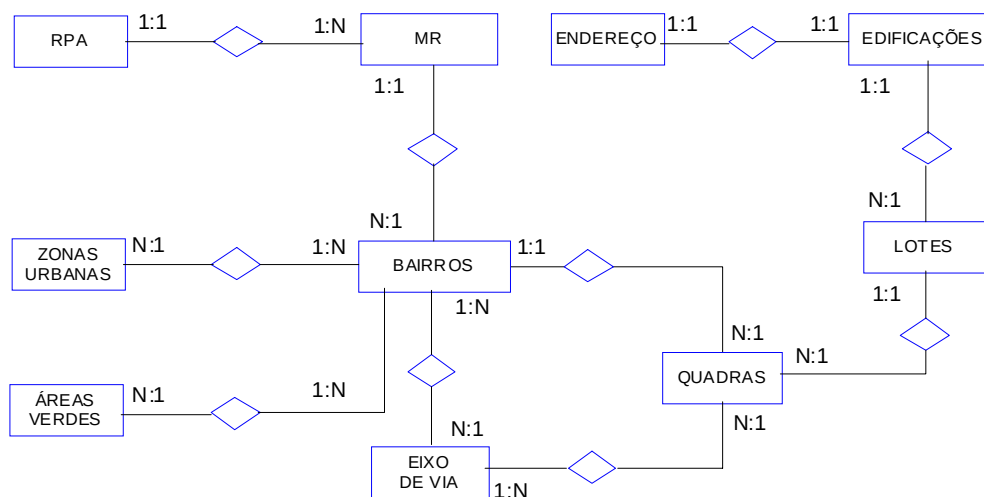


Figura 30 – Diagrama Entidade-Relacionamento: Sistema de Análise Espaciais para Planejamento Urbano

7.3.5 – Diagrama de Domínio Espacial

O diagrama de domínio-espacial, apresentado na Figura 31, indica o tipo de representação das entidades, a partir das primitivas geométricas em uma hierarquia de domínio.

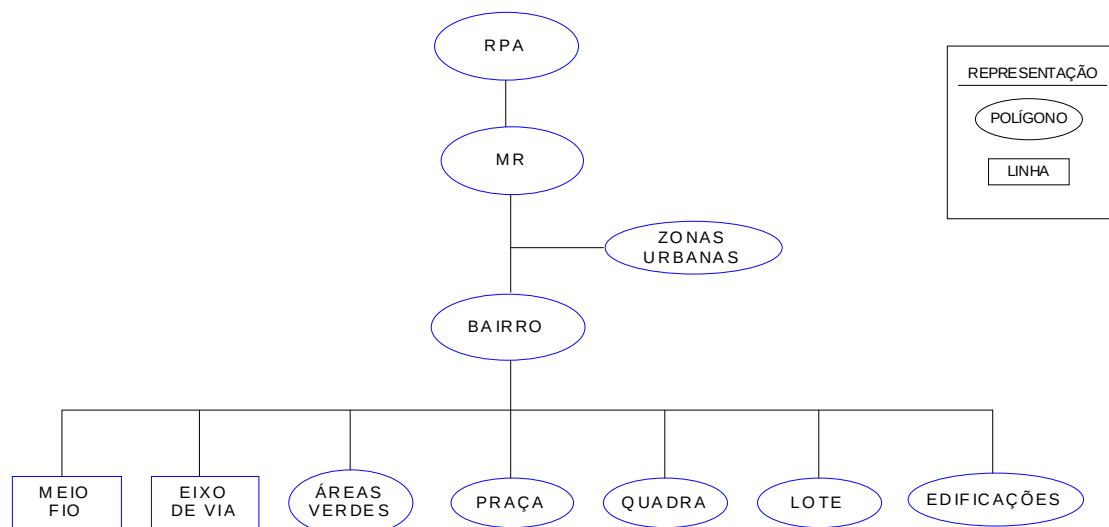


Figura 31 – Diagrama Domínio Espacial: Sistema de Análise Espaciais para Planejamento Urbano

7.3.6 – Modelo Evento-Resposta

O modelo evento-resposta elaborado (Quadro 11) indica o acontecimento que o aplicativo deve reconhecer e para os quais deve produzir uma resposta pré-definida.

Quadro 11 – Modelo Evento-Resposta para o Sistema de Análise Espaciais para Planejamento Urbano - SPAE

Evento	Resposta
1. Unidade Espacial	a. Recuperar dados de bairro b. Recuperar dados de eixo de via c. Recuperar dados de meio-fio d. Recuperar dados de quadras e. Recuperar dados de lotes f. Recuperar dados de edificações g. Alterar dados - inserir - alterar - excluir h. Atualizar dados i. Gerar relatório
2. Análise	a. Ordenar planos de informações b. Construir consultas c. Realizar operação espacial d. Cruzar dados e. Selecionar atributos f. Classificar atributos g. Selecionar símbolos cartográficos h. Gravar símbolos cartográficos i. Localizar imóvel j. Identificar nº de pavimentos do imóvel k. Variar parâmetros urbanísticos l. Calcular área de terreno e área construída do imóvel m. Calcular nº de pavimentos do imóvel n. Computar altura
3. Zoneamento	a. Identificar zona urbana b. Identificar parâmetros urbanísticos de uma zona urbana
4. Base Cartográfica	a. Registrar limite do município b. Registrar limite da RPA c. Registrar limite da MR d. Registrar limite da unidade urbana e. Registrar limite de bairro f. Registrar área de abrangência das zonas urbanas g. Registrar posição do eixo de via h. Registrar posição do meio-fio i. Registrar posição das praças j. Registrar posição das quadras k. Registrar posição dos lotes l. Registrar posição dos edificações m. Registrar posição dos corpos hídricos n. Alterar dados - inserir - alterar - excluir o. Gerar modelos volumétricos p. Gerar mapas temáticos q. Visualizar resultado da análise

7.3.7 – Classes e Objetos

A partir da observação dos resultados das etapas anteriores, formou-se o conjunto de classe e objetos, apresentados na Figura 32.



Figura 32 – Classes e Objetos do Sistema de Análise Espaciais para Planejamento Urbano - SPAE

Uma vez definidas as classes e os objetos faz-se a seguir a descrição de cada um destes:

Perímetro

Objeto que delimita a área de cada zona urbana, RPA, MR, bairro e área verde.

Endereço

Objeto formado pelo nome do logradouro, número da edificação e nome do bairro.

Posição

Localização espacial de uma entidade. É dada através do objeto endereço.

Unidade Espacial

Objeto que recupera e atualiza dados de bairro, de eixo de via, de meio-fio, de quadras, de lotes e de edificações. Inseri, altera e exclui dados de temas criados e gera relatórios.

Análise

Este objeto ordena os planos de informações das bases espaciais, constrói consultas, realiza operações espaciais e cruzamento de dados, seleciona e classifica atributos, seleciona e grava símbolos cartográficos, localiza imóvel, calcula a área de

terreno e área construída do imóvel, identifica nº de pavimentos do imóvel, varia parâmetros urbanísticos, calcula a altura do imóvel em função do nº de pavimentos ou dos parâmetros urbanísticos e faz a extrusão dos volumes correspondente as edificações.

Zoneamento

É a classe formada pelo objeto zonas urbanas. A classe zoneamento armazena e atualiza dados de tipo de zona urbana, taxa de solo natural, coeficiente de utilização e afastamentos, exigidos para os imóveis contidos em uma zona urbana.

Zona urbana

É o objeto que delimita espacialmente o zoneamento. Unidades espaciais com resolução igual ou maior que bairro, podem estar inseridas em mais de uma zona urbana.

Bairro

Objeto que delimita o conjunto de eixos de vias, quadras, lotes e edificações, sujeito às análises morfológicas.

Eixo de via

Objeto que exhibe o traçado do sistema viário de um bairro ou de uma unidade urbana. Armazena dados da hierarquia viária e dos indicadores de serviços urbanos.

Meio-fio

Este objeto armazena dados de coleta de lixo e limpeza pública, rede de água e esgoto, rede de iluminação pública e telefonia, galeria pluviais, emplacamento e pavimentação da via, disponíveis para cada face de quadra. Delimita o espaço correspondente a calçada de uma quadra.

Quadra

Objeto formado pelo conjunto de imóveis ou de mobiliário urbano e vegetação, sujeitos a análise tipológicas. Divide-se em dois tipos: praça e quadra.

Imóvel

Esta classe armazena dados de cadastrais quanto à propriedade e geometria da unidade imobiliária, bem como dados urbanos de tipo de uso, nº de pavimentos e ano de construção. É formada pelos objetos lote e edificações.

Lote

Objeto que delimita a área do imóvel, seja ele com ou sem construção.

Edificações

Objeto que delimita a porção construída do imóvel.

7.3.8 – Camada de Estruturas

Nesta camada foram identificados os relacionamentos entre objetos. Para o sistema proposto foram definidos relacionamentos de herança, como mostra a Figura 33, em que Lote é composto por n Edificações.

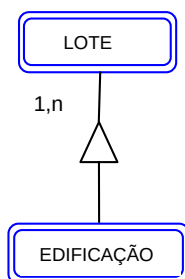


Figura 33 – Relacionamento de Herança

A Figura 34 apresenta o relacionamento Generalização-Especialização para o objeto quadra.

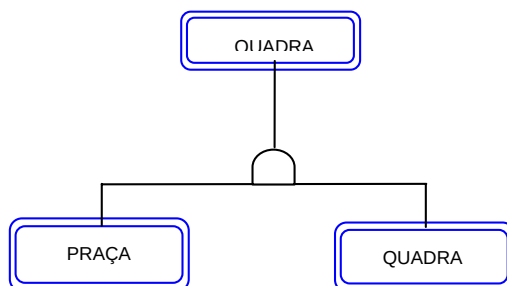


Figura 34 – Estrutura Generalização-Especialização Objeto Quadra

8. VALIDAÇÃO DO MODELO FÍSICO

8.1 – O bairro de Boa Viagem

O bairro de Boa Viagem foi o território escolhido para efetuar a validação do modelo físico, proposto nesta pesquisa. Localizado na Região Político-administrativa 06 – RPA 06, zona Sul da cidade do Recife, o bairro de Boa Viagem tem como posição geográfica as coordenadas 34°53' - 34°55' a Oeste de Greenwich, e, 8°06' - 8°10' ao Sul do Equador (Figura 35).

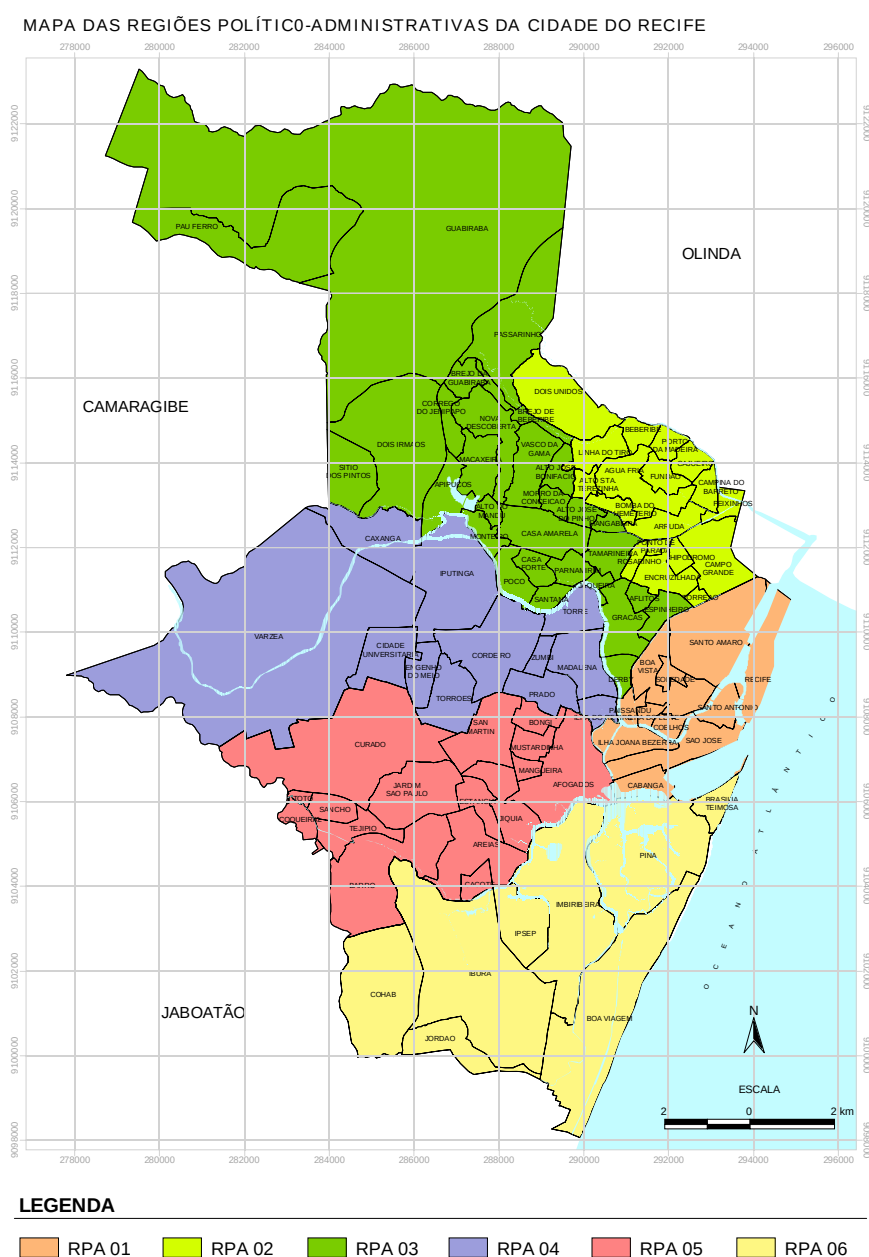


Figura 35 – Mapa da Divisão Político-Administrativa da Cidade do Recife, 2001
Fonte: Divisão de Geoprocessamento e Cadastro de Logradouros – PCR

Dentre os bairros que compõem a RPA 06, Pina, Imbiribeira, Ibura e Jordão são aqueles que fazem limite com Boa Viagem. Além da relação de vizinhança dada pelos limites dos bairros, Boa Viagem, Pina e Imbiribeira também são interligados pelo rio Jordão e seu afluente o canal do Setúbal, corpos hídricos responsáveis pela sua macro-drenagem.

Quanto ao sistema viário, destaque-se a presença das Av. Domingos Ferreira, Av. Conselheiro Aguiar e Av. Boa Viagem, corredores de tráfego que juntamente com os binários formados pelas R. Félix de Brito e Melo, R. Antônio Falcão e R. Ernesto de Paula Santos, R. Ribeiro de Brito e mais a Av. Barão de Souza Leão, integram Boa Viagem ao restante da cidade e da Região Metropolitana do Recife, conforme pode ser observado na Figura 36.

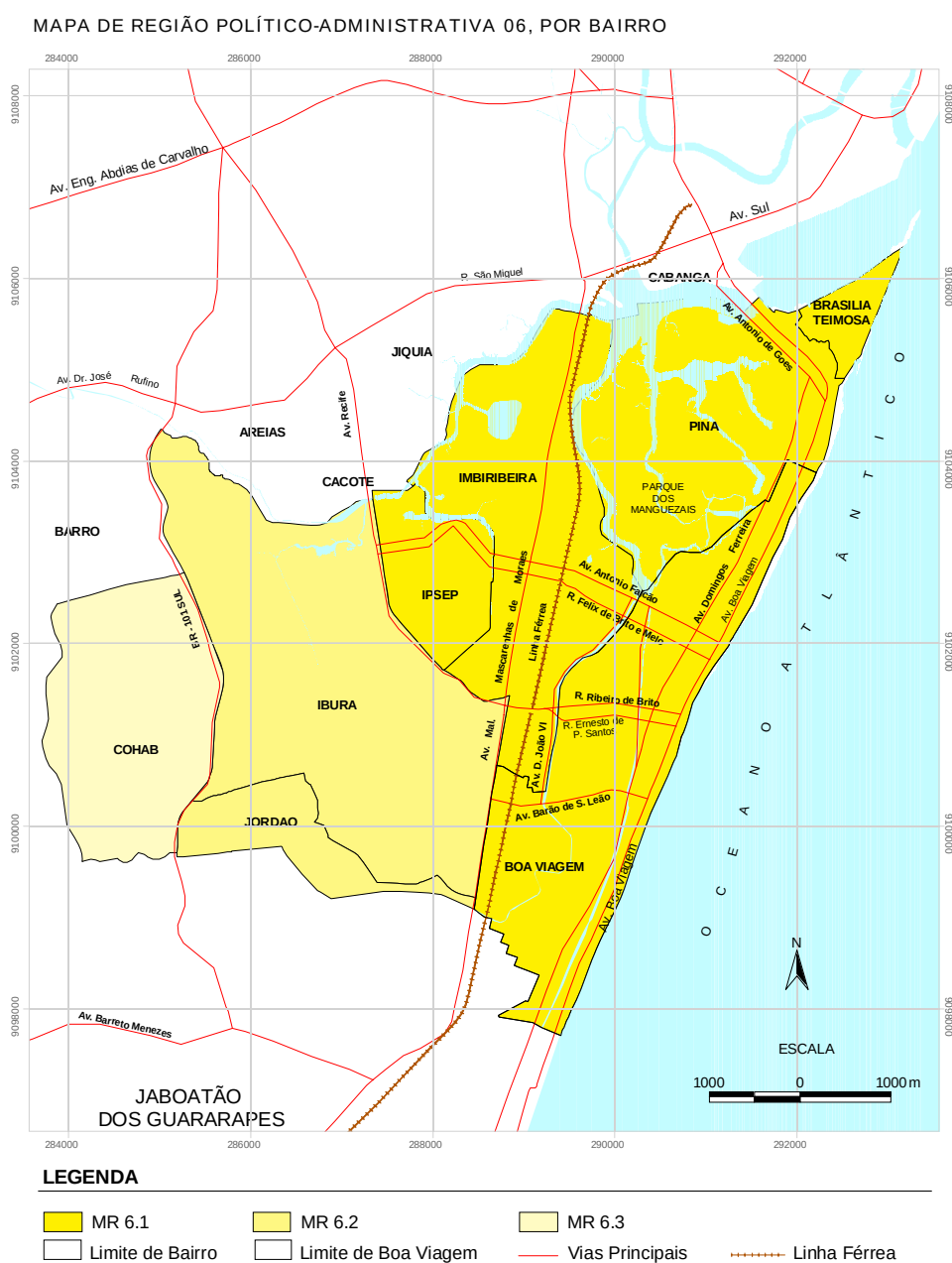


Figura 36 – Mapa da Região Político-Administrativa 06, com destaque para o bairro de Boa Viagem, 2001
Fonte: Divisão de Geoprocessamento e Cadastro de Logradouros – PCR

Com uma área de 7,38 km², estima-se que hoje Boa Viagem tenha aproximadamente 100.388 habitantes, resultando em uma densidade demográfica de 13.602 hab/km². Com 40.239 imóveis, o bairro tem 32.577 unidades residenciais que representam 12,87% dos imóveis residenciais de Recife, e outras 7.662 unidades não-residenciais, representando 13,93%, em relação ao total, conforme pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 – Dados demográficos e do ambiente construído do bairro de Boa Viagem

População 2002 (hab)	Área (km ²)	Domicílios	Imóveis Não Edificados		Imóveis Residenciais		Imóveis Não-Residenciais		Densidades	
			ABS	%	ABS	%	ABS	%	(hab / km ²)	(hab / dom)
100.388	7,38	30.282	1.482	3,42	34.859	80,47	6.976	16,11	13.602	3,32

Fonte: Departamento de Informações e Projeções, DIRBAM/PCR - 2002

Fonte: Cadastro Imobiliário, DGT/PCR – 2000

O bairro de Boa Viagem está inserido na Unidade Urbana 06, tendo como zoneamento e diretrizes urbanísticas as zonas urbanas descritas no Quadro 12.

Quadro 12 – Zoneamento pertinente ao bairro de Boa Viagem.

1. Zonas de Urbanização Preferencial 1

Possibilita alto potencial construtivo

2. Zonas de Diretrizes Específicas – ZDE

Compreendem as áreas que exigem tratamento especial na definição de parâmetros reguladores de uso e ocupação do solo.

2.1 Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS

Borborema, Favela do Joca/Rio Azul, Ilha do Destino, Mata Sete II Entrapulso, Juarez Távora/Rua Juarez Távora, Linha Borrassopolis/Rua Linha Borrascos Polis, Mata Sete I, Pe Giordano ou Veloso, Prof. Aurélio de Castro, Vinte de Janeiro/Av. Sul, Waldemar Nery/Rua Waldemar Nery (Setubal), Canal do Jordão.

2.2 Zonas Especiais de Preservação do Patrimônio Histórico-Cultural – ZEPH

ZEPH 21 - Igreja de Nossa Senhora da Boa Viagem

2.3 Zonas Especiais de Proteção Ambiental – ZEPA

ZEPA 2, Unidade de Conservação Municipal - Praia do Pina / Boa Viagem

2.4 Zonas Especiais de Centro – ZEC

ZECM, Zonas Especiais de Centro Metroviário – área adjacente à linha férrea.

Fonte: Lei de Uso e Ocupação do Solo, 16.176/96, PCR.

Na paisagem do bairro de Boa Viagem, pode-se observar construções da época de sua formação e, como na Fotografia 1, edifícios residenciais do período de ocupação e edifícios verticais multifamiliares da arquitetura moderna, como nas Fotografias 2, 3, 4 e 5.



Fotografia 1 – Igreja Nossa Senhora da Boa Viagem
Fonte: Av. Barão de Souza Leão (2000)



Fotografia 2 – Edifício 14 BIS, residencial
Fonte: Av. Boa Viagem (2000)



Fotografia 3 – Edifícios residenciais
Fonte: Av. Boa Viagem (2000)



Fotografia 4 – Edifícios verticais multifamiliares
Fonte: Av. Boa Viagem (2000)

Da década de 70 aos dias de hoje, o bairro de Boa Viagem tem passado por um adensamento construtivo a partir da implantação de edifícios com mais de quatro pavimentos, principalmente nas vias longitudinais, paralelas ao litoral. As Fotografias 5 e 6 destacam a ocupação dos vazios urbanos em contraste com a situação atual.



Fotografia 5 – Área com vazios urbanos e baixa densidade construtiva.
Fotografia aérea de Boa Viagem, 1977: entre a Rua Prof. Mário Castro e a Rua Dr. Vicente Gomes
Fonte: Empresa de Urbanização do Recife



Fotografia 6 – Área ocupada com edifícios acima de 4 pavimentos - aumento da densidade construtiva
Imagem satélite QUICKBIRD 2002: entre a Rua Prof. Mário Castro e a Rua Dr. Vicente Gomes
Fonte: SEPLAM/PCR

8.2 – Recursos Tecnológicos

8.2.1 – Equipamentos Computacionais

No desenvolvimento desta pesquisa, os equipamentos computacionais utilizados foram: microcomputador, impressora, *scanner* e máquina fotográfica.

8.2.2 – Programas Computacionais

Os programas computacionais utilizados para cumprirem as funções de CAD, SGBD e SIG foram, respectivamente, o AutoCAD, o Microsoft Access, o ArcInfo para geração das bases de dados espaciais e o Arcview como visualizador de interface com o usuário.

8.2.3 – Bases de Dados Espaciais

Muito embora tenham sido coletados todos os dados previstos como entradas no modelo conceitual, para validação do modelo foram tratados apenas aqueles considerados mais significativos para as análises do ambiente construído.

Os dados foram obtidos de diferentes fontes, as quais serão explicitadas à medida que os mesmos forem citados. Para adequar os dados coletados ao sistema aplicativo proposto nesta pesquisa, foram realizados procedimentos de análise e processamento de dados, específicos para cada conjunto de dados, conforme descrito nos itens a seguir.

8.2.3.1 – Base de Dados Gráficos

A base gráfica utilizada nesta pesquisa é formada por dados das plantas cadastrais do projeto UNIBASE, da base do zoneamento urbano, da base de bairros, da base de cobertura vegetal, disponibilizadas em mídia magnética pela Divisão de Geoprocessamento e Cadastro de Logradouros, DIRCON/SEPLAM/PCR, e por dados das fotos-quadra e dos croquis do recadastramento imobiliário realizado em 2000, disponibilizados em meio analógico pelo Departamento de Tributos Imobiliários, DGAT/SEFIN/PCR.

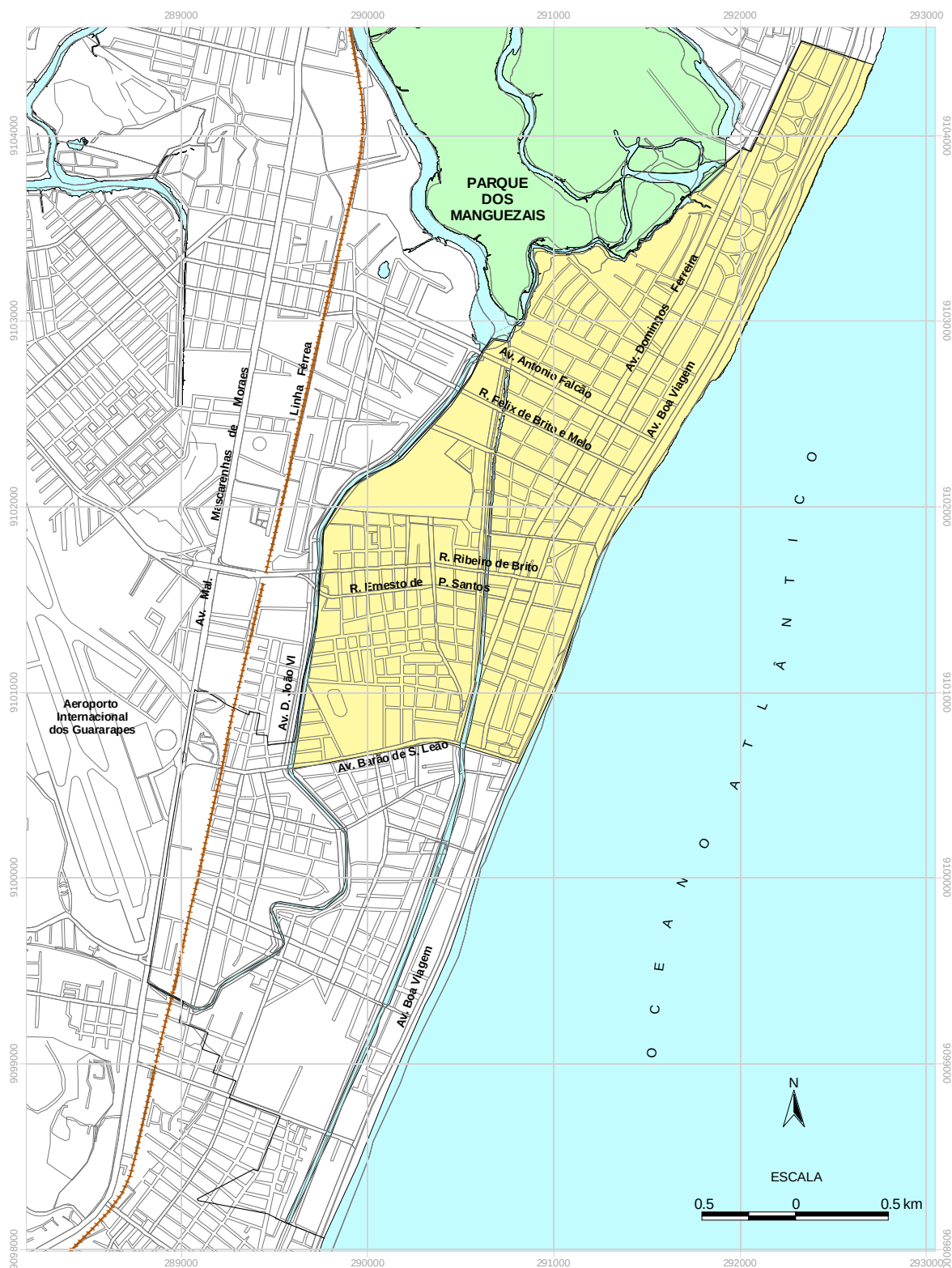
As plantas cadastrais do projeto UNIBASE estão armazenadas em arquivos digitais, no formato .DXF, escala 1:1000. Esta base foi adquirida da restituição analítica de fotografias aéreas tomadas em 1997/98, na escala 1:6000, no Sistema Geodésico de Referência SAD 69 (*South America Datum*), com elipsóide internacional de referência 1967 e vértice em Chuá, com sistema de coordenadas e de projeção UTM.

A base gráfica do zoneamento urbano foi digitalizada em tela sobre as plantas cadastrais, seguindo o descritivo da LUOS, lei nº 16176/96. A digitalização foi feita em ambiente CAD e convertida para o ambiente SIG. Da mesma forma, foram adquiridas a base de cobertura vegetal, considerando-se nesta pesquisa as áreas correspondentes as Unidades de Conservação Urbanas, também seguindo a LUOS, e a base de bairros, seguindo a Lei de Regiões Político-Administrativas, nº 16.293/97. Estas três bases foram disponibilizadas no formato *shape file* (.SHP).

Os dados analógicos das fotos-quadra foram adquiridos a partir da ampliação das fotografias aéreas de 1967, da escala 1:6.000 para escala 1:1.000, em seguida recortada quadra a quadra e por fim reproduzidas em papel vegetal e nanquim, nas feições de quadra e lotes. Correspondendo as fotos-quadra, têm-se os recortes das plantas cadastrais também por quadras, utilizados como croquis para o recadastramento imobiliário de 2000, nos quais estão registrados os códigos fiscais dos novos imóveis inseridos. Apesar da precisão expedita, são permanentemente utilizados pela Secretaria de Finanças – SEFIN para manutenção do Cadastro Imobiliário.

Na análise dos conjuntos de dados acima descritos, observou-se a necessidade de sua edição, conversão do ambiente CAD para o ambiente SIG e codificação dos identificadores unívocos, para os planos de informações previstos. Aproximadamente, foi tratado o conjunto de dados gráficos correspondente a 2/3 da área territorial do bairro de Boa Viagem, considerando-se uma proporção e área física representativas tanto quantitativamente, pelo volume de dados para processamento, como qualitativamente por conter tipos expressivos da morfologia do bairro (Figura 31).

MAPA DE DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



LEGENDA

Área de Estudo
 Traçado de Quadras
 Limite do Bairro de Boa Viagem

Figura 31 – Mapa do bairro de Boa Viagem, em destaque território de validação do modelo físico.
Fonte: Elaborado pela pesquisa

A adequação da base gráfica foi efetuada, a partir do processamento dos dados através das seguintes atividades:

- articulação das 91 plantas cadastrais em ambiente CAD, para agregar a base gráfica em um único arquivo vetorial;
- filtro das feições topográficas referentes aos planos de informação de edificações, lotes, quadras, eixos de vias e hidrografia;
- edição dos planos de informações lotes e edificações, para atualizar a representação do parcelamento do solo, a partir dos dados do recadastramento e das fotos-quadra;
- edição dos planos de informação, para validação das primitivas geométricas utilizadas, a fim de minimizar os possíveis erros de fechamento topológico, no processo de conversão para o ambiente SIG;
- importação do arquivo CAD para o ambiente SIG, com seleção dos planos de informação e conversão para o formato *coverage* para a construção das topologias, conforme o Quadro 13;
- importação dos arquivos *coverage* dos planos de informação para o programa visualizador de SIG e conversão para o formato *shape file*, arquivo padrão do programa;
- codificação dos dados espaciais com seus respectivos identificadores, no visualizador, para o relacionamento dos dados descritivos com os dados gráficos. Os códigos identificadores de cada plano de informação estão indicados também no Quadro 13.

Quadro 13 – Níveis de informação da base gráfica, topologias e identificadores.

Nível de Informação	Topologia	Identificadores
1. Edificações	Polígono	DSQFLSL ¹
2. Lotes	Polígono	DSQFL
3. Quadras	Arco	DSQF
4. Eixos de vias	Arco	CODLOG ²
5. Hidrografia	Polígono	nome
6. Cobertura vegetal	Polígono	nome
7. Limite de bairro	Polígono	nome
8. Zonas Urbanas	Polígono	nome

¹ Código correspondente a inscrição imobiliária do imóvel, que interliga os sistemas corporativos da prefeitura. É composto por Distrito, Setor, Quadra, Face, Lote, Sublote – DSQFLSL.

² Código correspondente a inscrição cadastral do logradouro.

As toponímias correspondentes aos planos de informação são representadas por símbolos gráficos alfanuméricos, gerados a partir do atributo na tabela.

8.2.3.2 – Base de Dados Descritivos

Os dados descritivos foram coletados da base de dados do Cadastro Imobiliário e do Cadastro de Logradouros. Os dados do Cadastro Imobiliário foram disponibilizados em mídia magnética, no formato .MDB, pelo Departamento de Tributos Imobiliários, DGAT/SEFIN/PCR, enquanto que os dados do Cadastro de Logradouros, foram disponibilizados em mídia magnética, no formato .XLS, pela Divisão de Geoprocessamento e Cadastro de Logradouros, DIRCON/SEPLAM/PCR, juntamente com a base de dados do zoneamento urbano e de bairros, no formato .DBF.

Para simular o armazenamento dos dados no repositório AMBIENTE CONSTRUÍDO, indicado no diagrama de fluxos de dados do Subsistema Análises Espaciais, as bases coletadas foram convertidas e depositadas em um banco de dados, para o formato .MDB. No mundo real, este processo seria realizado pela EMPREL, com o programa gerenciador de banco de dados espaciais, espelhando e convertendo os cadastros para o servidor do SPAE.

Especificamente, os dados do Cadastro Imobiliário foram processados, filtrando-se os campos equivalentes aos dados de identificação e físico-constructivos dos imóveis, e criando-se uma nova tabela, chamada imóveis.

A tabela de cadlog armazena os dados com os serviços e a infra-estrutura dos logradouros. A tabela de bairros armazena os dados de população, demografia, indicadores de uso do solo e de serviços urbanos, e divisões político-administrativas. E, a tabela luos armazena os dados referentes à identificação da zona urbana e os parâmetros urbanísticos correspondentes. O Quadro 14 apresenta os campos das quatro tabelas constantes no banco de dados.

Quadro 14 - Campos tabelas constantes no banco de dados.

TABELA	CAMPO	TIPO	EXTENSÃO	CAMPO	TIPO	EXTENSÃO
BAIRROS	AREA	Número	-	ESGOTO	Número	-
	PERIMETER	Número	-	GALERIA	Número	-
	NOME	Texto	20	ESG_MHA	Número	-
	CODIGO	Texto	4	ESG_MHAB	Número	-
	POPULACAO	Número	-	ESG_MHAC	Número	-
	PERC_POP	Número	-	GAL_MHA	Número	-
	DENSIDADE	Número	-	GAL_MHAB	Número	-
	AREA_AGUA	Número	-	GAL_MHAC	Número	-
	AREA_VERDE	Número	-	AREA_HA	Número	-
	AREA_ZEIS	Número	-	A_CONSTR	Número	-
	AREA_INDUS	Número	-	REGIONAL	Texto	1
	AREA_COMER	Número	-	RPA	Número	-
	AREA_RESID	Número	-	M__REGIAO	Texto	3
	AREA_CIRCU	Número	-	Z_URBANA	Texto	40
	AREA_TOTAL	Número	-	U_URBANAS	Texto	4
CADLOG	CLOG	Texto	255	ARV	Texto	255
	DSQF	Texto	255	TEL	Texto	255
	SIN	Texto	255	ELE	Texto	255
	AGU	Texto	255	ILU	Texto	255
	ESG	Texto	255	PAV	Texto	255
	PLU	Texto	255	CEP	Texto	255
	SAR	Texto	255	TIP	Texto	255
	LIX	Texto	255	DENOMINACA	Texto	255
	LIM	Texto	255			
IMOVEIS	N	Texto	1	ACUNID	Número	-
	CODLOG	Número	-	LOGRADOURO	Texto	40
	TIP_EDF	Texto	16	NUMERO	Texto	6
	ANOCONST	Número	-	SUBUN	Texto	2
	PAV	Número	-	COMPL	Texto	12
	ESTRUT	Texto	11	BAIRRO	Texto	20
	ATERR	Número	-	CEP	Número	-
	ATCONST	Número	-	DSQ	Número	-
LUOS	ID	Número	-	AF_LAT__2_	Texto	255
	ZONA_NOME	Texto	-	AF_FUN__2_	Texto	255
	ZONA_TIPO	Texto	255	AF_LAT_2_1	Número	-
	ZONA_CODIG	Número	255	AF_FUN_2_1	Número	-
	ZONA_12_24	Texto	-	GAB_SPA1_1	Texto	255
	TSN_12_24_	Número	255	GAB_SPA2_1	Texto	255
	COEF_UTIL_	Número	-	GAB_SPA3_1	Texto	255
	AF_FRON_IN	Número	-	REQ_ESPEC	Texto	255

8.3 – Implementação: Rotinas e Customização

Para uma interação amigável dos usuários com o SPAE, foram programadas rotinas e feita a customização do programa de visualização adotado, utilizando-se a linguagem de programação AVENUE para construir as telas de diálogo, botões e ferramentas com os comandos necessários para executar as análises espaciais. O Anexo 1 traz alguns exemplos de *scripts* criados em AVENUE para o SPAE.

A comunicação entre o banco de dados de BOAVIAGEM_2000.MDB e a base de dados espacial do SPAE é feita através de uma conexão ODBC (*Open Database Connectivity*) do sistema operacional *MS Windows*, através de comandos SQL (*Structure Query Language*). Para que a cada novo acesso ao sistema não seja solicitado o endereço do .MDB, optou-se por configurar uma conexão-usuário, com o *link* para o banco de dados permanentemente ativo, salva com o nome do sistema.

Para disparar o SPAE é disponibilizado ao usuário, na área de trabalho, um atalho para iniciar o visualizador espacial, que imediatamente exibe uma caixa de diálogo, exigindo o preenchimento dos campos de “Mat. Técnico”, “Senha” e “Data”, para a abertura de um projeto já existente ou de um projeto novo, conforme pode ser visto na Figura 32. Estes campos estão pré-cadastrados no banco de dados de BOAVIAGEM_2000.MDB, na tabela AUTORIZAÇÃO.

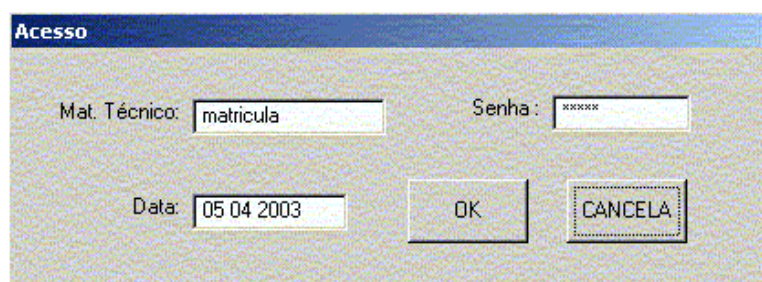


Figura 32 – Caixa de diálogo para acesso aos projetos do SPAE

Uma vez autorizado o acesso, o SPAE exibe a área de trabalho com uma Visão padrão (Figura 33), carregada automaticamente com as bases espaciais de edificações, lotes, quadras, praças, meio-fio, eixo de via, bairros, hidrografia, cobertura vegetal e zonas urbanas.

A barra de *menus* padrão do visualizador foi modificada. Foram criados quatro novos *menus*: LOCALIZAÇÃO, EDIÇÃO, ANÁLISE e 3D, com seus respectivos botões como ilustra o detalhe da Figura 34.

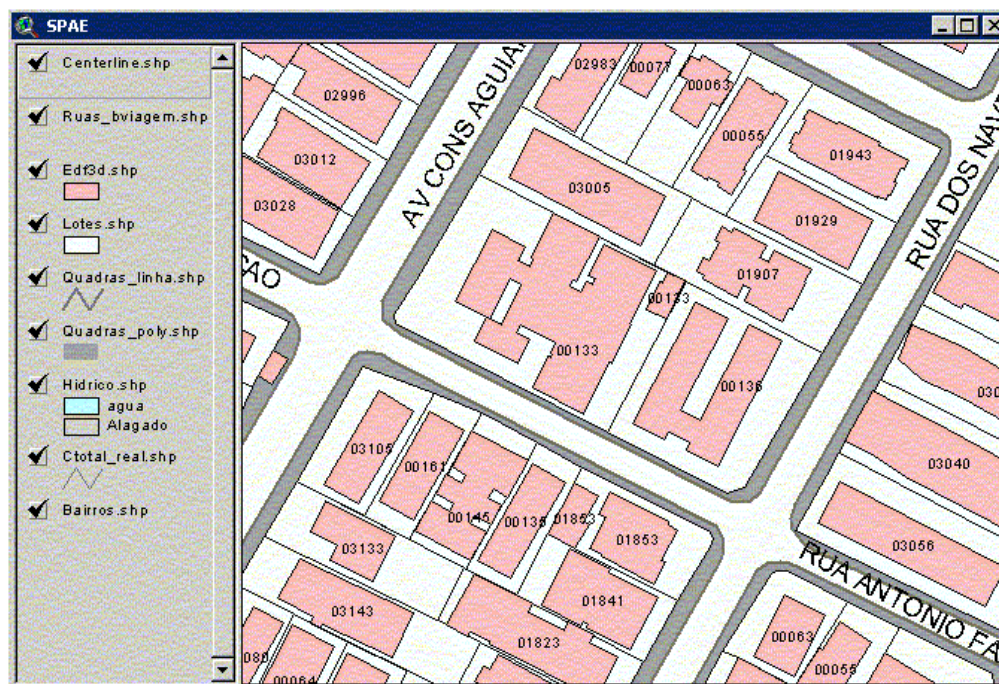


Figura 33 – Área de trabalho com Visão padrão carregada com as bases espaciais

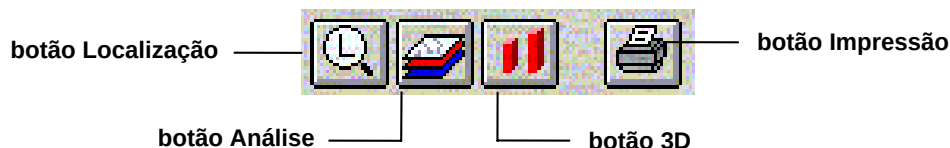
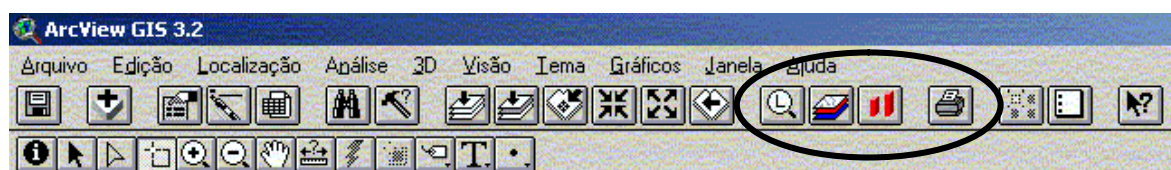


Figura 34 –Detalhes da barra de *menus* customizada para o SPAE

O *menu* LOCALIZAÇÃO permite localizar os objetos bairro, logradouro e imóvel, podendo este último ser localizado por endereço ou pelo número do IPTU. Esta ferramenta foi programada para permitir também a busca por *substring*, ou seja, por parte de uma palavra, cujo resultado é apresentado ao usuário para que identifique a opção exata que procura. As Figuras 35 e 36 mostram os comandos deste *menu* e a caixa de opções do localizador ativado pelo botão.

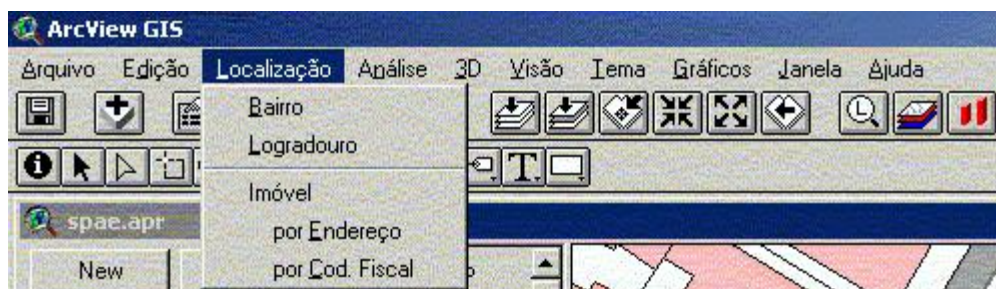


Figura 35 – Menu LOCALIZAÇÃO

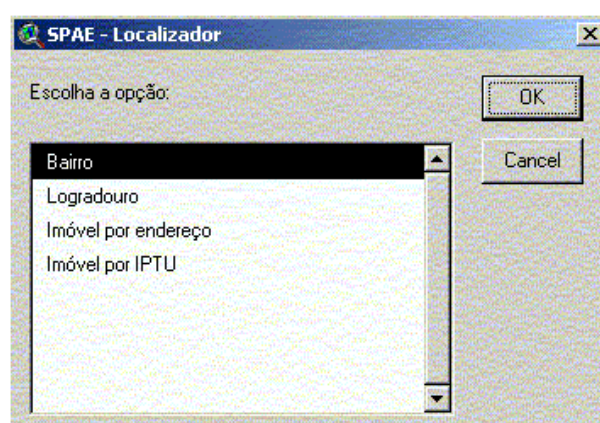


Figura 36 – Caixa LOCALIZAR ativada por botão

Para garantir a integridade das bases espaciais que são carregadas com a Visão padrão, os arquivos que as armazenam foram configurados para “somente leitura”, restringindo a sua edição direta. As opções de edição oferecidas pelo SPAIE estão agrupadas no *menu* EDIÇÃO, mostrado na Figura 37, em dois conjuntos de comandos: um para criar novas bases ou derivá-las das bases existentes, e outro para alterar as feições de uma base em edição.

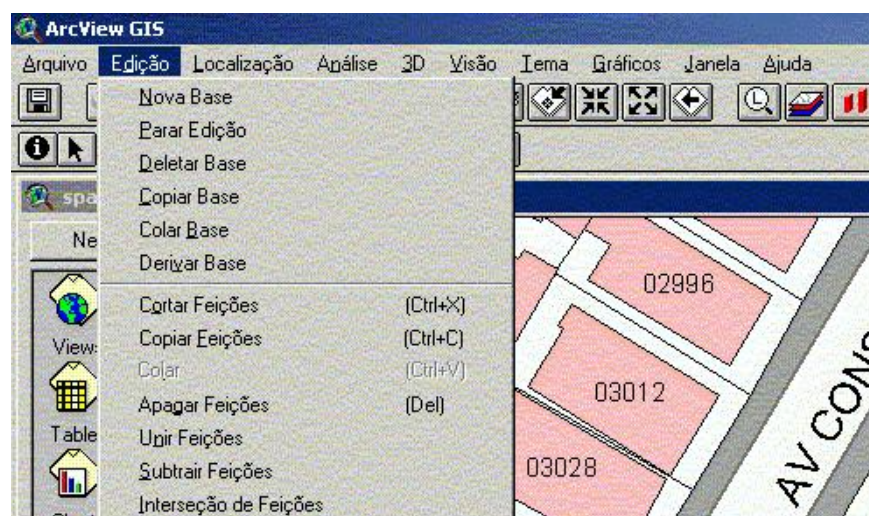


Figura 37 – Menu EDIÇÃO

O *menu* ANÁLISE é composto por quatro comandos, com os quais são efetuadas *a priori* as análises bidimensionais:

- Construir Consultas – a partir de operações aritméticas e de Lógica Booleana;
- Combinar Bases – a partir de inferências com operações de Teoria dos Conjuntos;
- Operações espaciais – a partir de operações espaciais com as bases de dados;
- Tematização – a partir de uma nova classificação dada aos atributos de uma base ou da redefinição dos valores de um tema em análise.

As Figuras 38 e 39 mostram os comandos do *menu* ANÁLISE e a caixa de opções do *menu* ativado pelo botão.

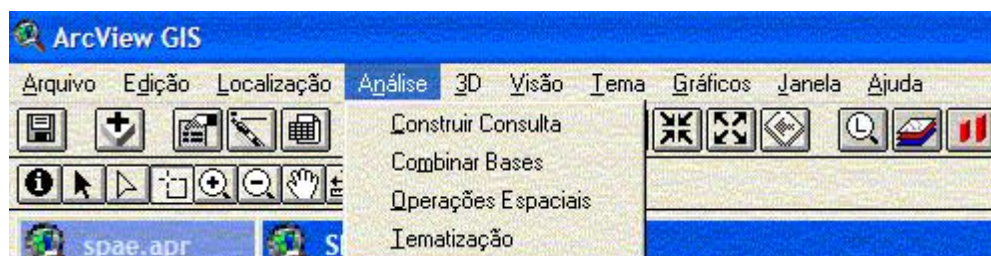


Figura 38 – Menu ANÁLISE

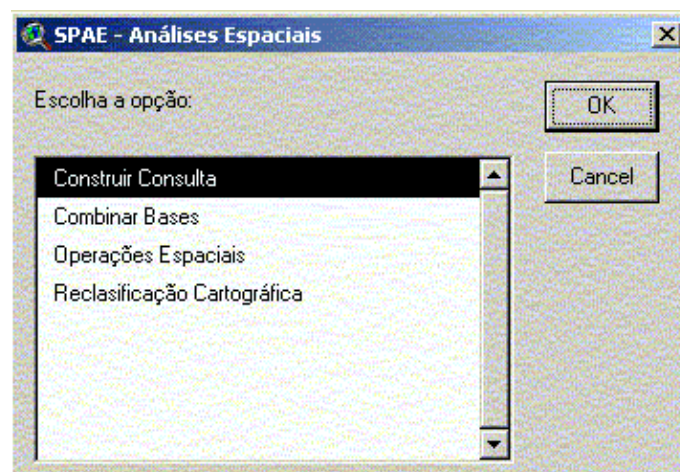


Figura 39 – Caixa ANÁLISE ativada por botão

Foi programada uma visualização interativa das bases de dados espaciais, conforme a escala de análise. Os planos de informações são exibidos no centro da tela, em função das escalas de visualização pré-configuradas. Por exemplo, análises em nível de escala urbana exibe-se os planos de informação de bairros, quadras ou eixos de vias e oculta-se os planos de informação de lotes e edificações (Figura 40).

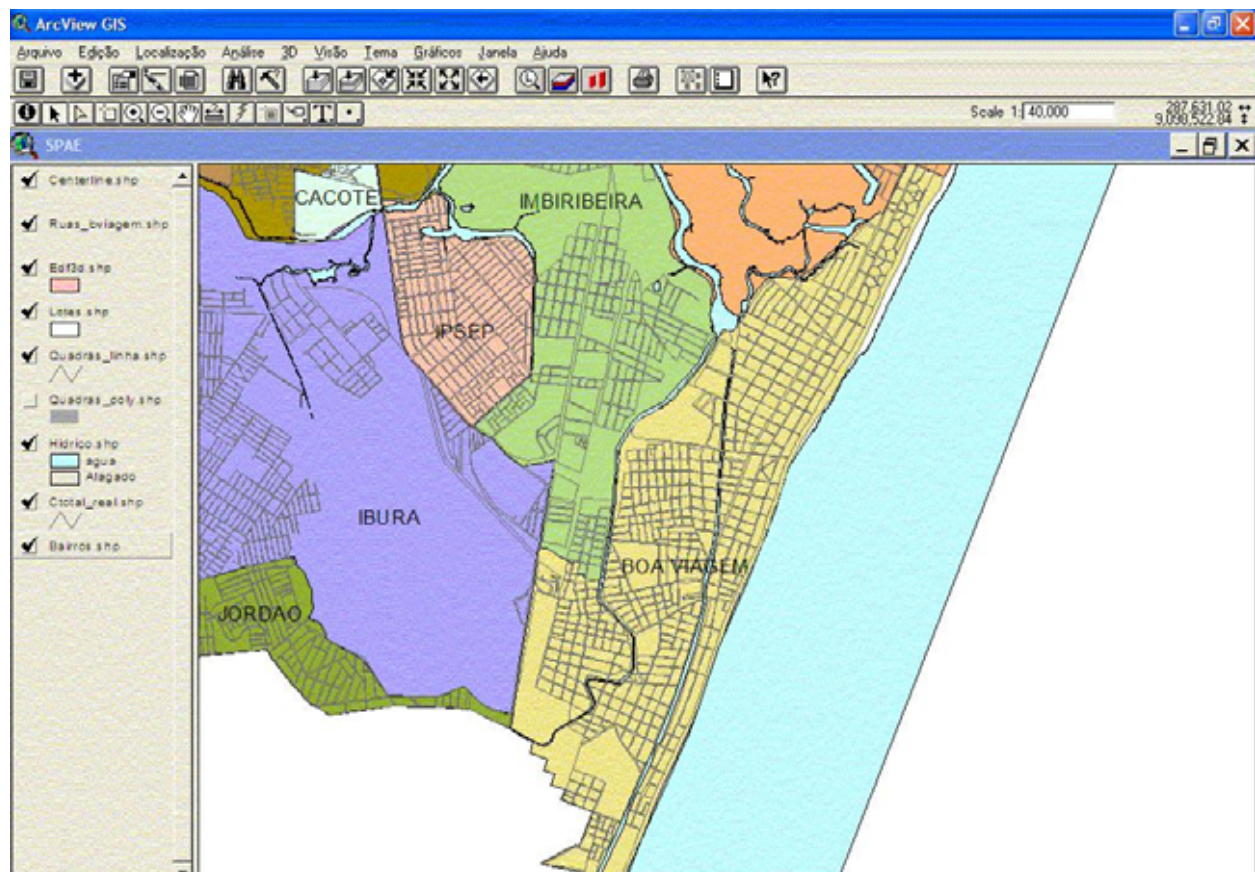


Figura 40 – Visualização interativa entre a escala de análise espacial e os planos de informações

O *menu* 3D é composto por comandos com os quais são efetuadas *a priori* as análises tridimensionais. As Figuras 41 e 42 mostram os comandos do *menu* 3D e a caixa de opções do *menu* ativado pelo botão, a saber:

- Visão 3D – exibe uma visão tridimensional de toda a extensão do espaço físico em análise (Figura 43). Preserva a classificação cartográfica corrente no plano bidimensional e apresenta uma extrusão dos volumes em função do valor de suas alturas, calculado a partir do atributo de números de pavimentos constante em seus dados descritivos. Em visualizações contínuas, guarda as características de extrusão da visão anterior.
- Cenários 3D – oferece opções para a criação de cenários tridimensionais, alternativamente, a partir da resolução espacial do imóvel, da quadra ou de toda a extensão do espaço físico em análise. Estas opções podem ser combinadas com alternativas de simulação, em função dos índices de uso e ocupação do solo indicados pela LUOS: o potencial máximo construtivo e a variação dos parâmetros urbanísticos de taxa de solo natural, afastamentos e coeficiente de utilização. As Figuras 44 e 45 mostram as caixas de diálogo deste comando.

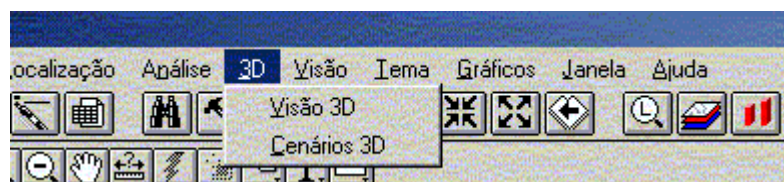


Figura 41 – Menu 3D

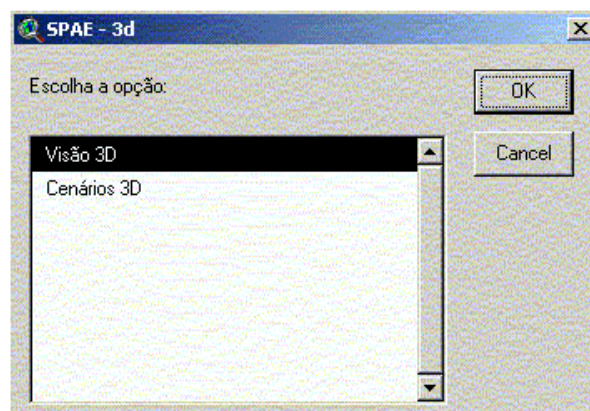


Figura 42 – Caixa 3D ativada por botão

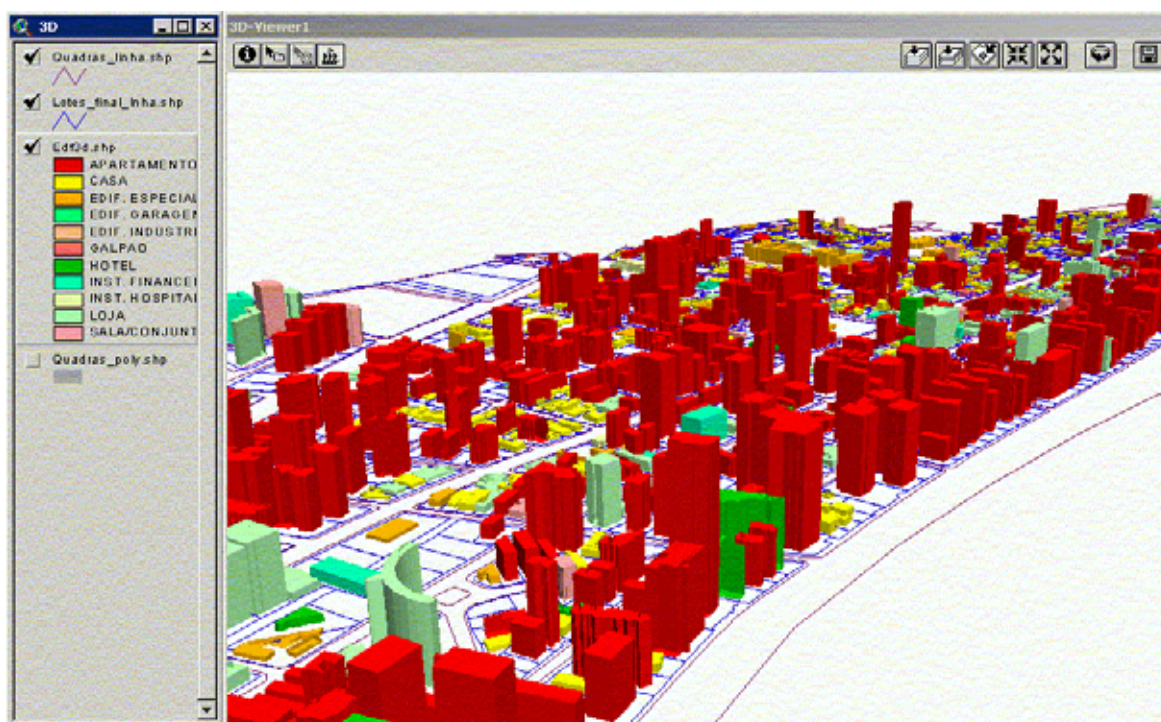


Figura 43 – Visão 3D do bairro de Boa Viagem, tematizada por uso do solo

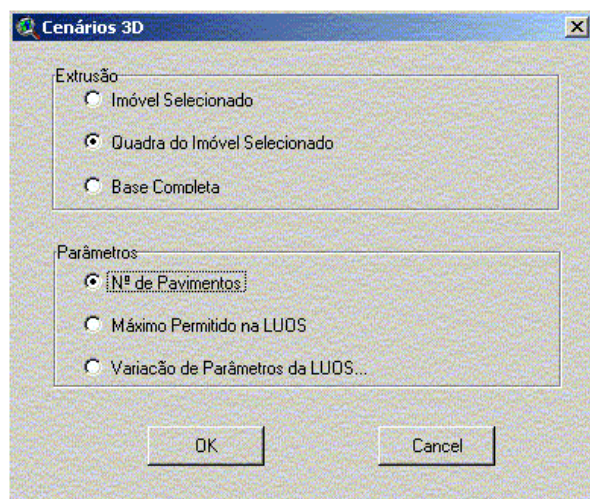


Figura 44 – Caixa de diálogo de Cenários 3D

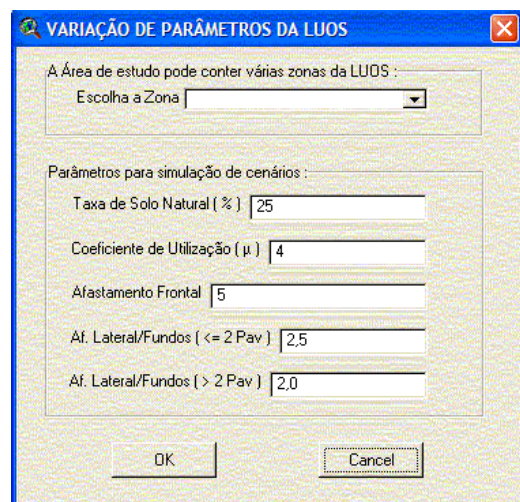


Figura 45 – Caixa de diálogo ativada pela opção variação de parâmetros da LUOS

Para implementar as rotinas do comando Cenários 3D, foi necessário inserir na base de dados espaciais dos planos de informações lotes e edificações três variáveis:

- **ZPAV** (altura em função do número de pavimentos):

$$ZPAV = npav * k$$

onde k é uma constante correspondente a altura média de um pavimento, medido do nível de piso a piso, entre duas unidades imobiliárias sobrepostas.

- **ZMAX** (altura em função do potencial máximo construtivo)

$$ZMAX = (At / Alam) * \mu k$$

onde At corresponde a área do terreno, Alam corresponde a área da lâmina de projeção e μ corresponde ao coeficiente de utilização do terreno, dado pela LUOS.

- **ZVAR** – (altura em função da variação dos parâmetros urbanísticos) – exige o estudo de um modelo matemático complexo, constando das recomendações a *posteriori* a sua elaboração e inserção no sistema.

Para a saída dos mapas produzidos, foram criados *layouts* pré-formatados, do tamanho A4 ao A0 do padrão ISO, nas posições retrato e paisagem, com o título do mapa, a escala, a legenda e a orientação do Norte geográfico, ligados automaticamente a Visão. As Figuras 46 e 47 apresentam as caixas de diálogo ativadas pelo botão de impressão. Um *layout* gerado pelo sistema é visualizado na Figura 48.

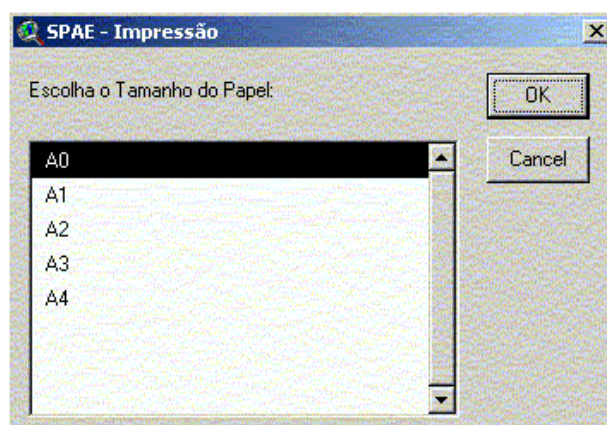


Figura 46 – Caixa de Impressão ativada por botão, seleção do tamanho do papel

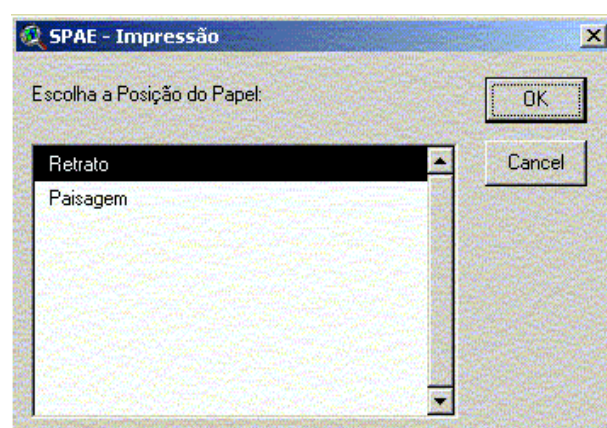


Figura 47 – Caixa de Impressão ativada por botão, seleção da posição do papel

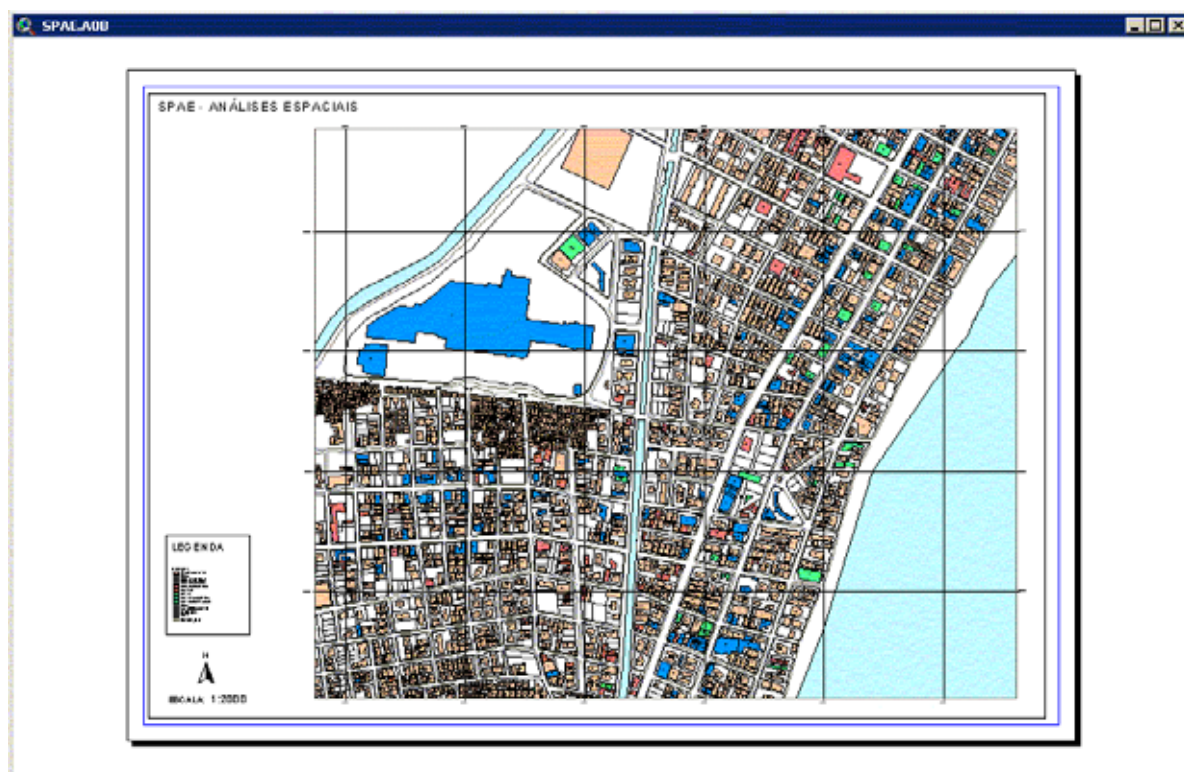


Figura 48 – Layout pré-formato para saída dos mapas produzidos

8.4 – Resultados Apresentados

A implementação do modelo físico apresentou como resultado um aplicativo em SIG eficiente na produção de mapas temáticos e modelos tridimensionais, como produtos de análises espaciais do ambiente construído. Destaque-se algumas características positivas do SPAE que validaram o modelo, a saber:

- contem bases de dados espaciais que permitem análises urbanas desde a escala territorial a escala local de planejamento, com a agregação ou desagregação dos dados;
- a possibilidade de simular a aplicação dos parâmetros urbanísticos e visualizar seus efeitos, com uma visão tridimensional do espaço urbano, em tempo real;
- sua interface foi pensada para um nível de especialização intermediário de usuários (arquitetos, urbanistas e planejadores). Foram desenhados os *menus* principais do sistema e criados atalhos em tela para estes, semelhante a outros programas gráficos. Visando uma progressiva especialização dos usuários, a partir do uso do SPAE, foram mantidas as ferramentas originais do programa visualizador para que, em um futuro próximo, desenvolvam análises mais estruturadas;
- a interface permite uma passagem quase instantânea do ambiente 2D para o ambiente 3D;
- a possibilidade de exportar os modelos 3D em formato de intercâmbio para ambientes que trabalham com realidade virtual e fotorrealismo.

Por outro lado, foram constatados alguns problemas, como:

- a generalização dada ao relacionar os dados de logradouros com o plano de informações de eixo de via, a fim de evitar redundâncias com os serviços descritos pelas faces de quadras do cadastro imobiliário, gerou erro de precisão de atributos nos grandes corredores viários, em que a ocorrência de serviços pode variar entre as quadras defrontantes;
- os valores do atributos ANOCONST do cadastro imobiliário, também apresentam erro de precisão, uma vez que, na revisão do cadastro feita em 1982, quando havia dúvidas quanto ao ano de construção do imóvel, foi registrado o ano vigente. Isso repercute negativamente para o SPAE, pois prejudica as análises temporais que utilizam este dado;

- os valores de áreas dos imóveis não são derivados da Cartografia, mas antes foram coletados dos projetos aprovados e calculados, imbutindo-se, nas áreas construídas nas unidades dos imóveis prediais, a fração ideal de áreas comuns, por fins de tributação. Isto gera inconsistência no sistema;
- ainda quanto as unidades de um imóvel com natureza predial, apenas uma t-upla para cada edificação foi filtrada no banco de dados, para fazer o relacionamento 1:1 com a base de dados espacial de edificações. Como cada unidade pode ter um tipo de uso distinto da outra, isso provoca imprecisão nas consultas geradas para o uso do solo, no caso de imóveis com uso misto;
- mesmo tendo sido tratada a representação de parcelamento do solo, muitos lotes e edificações apresentaram informações de natureza territorial ou predial distinta daquela observada na base gráfica. Isso acontece porque o cadastro só é alterado depois de emitido o habite-se, um critério que não é válido na aquisição dos dados cartográficos, independente da tecnologia utilizada. Identifica-se, então, mais um erro de inconsistência;
- a tentativa de tradução automática do aplicativo, com o programa *National Language Support*, para uma versão em português não teve êxito na versão do sistema operacional *MS Windows XP*, na qual o aplicativo foi desenvolvido. A tradução foi parcial, apenas nas ferramentas programadas.

Para finalizar, registra-se que faltaram ser implementados os relacionamentos com as bases de dados dos indicadores de desenvolvimento e das áreas pobres, o modelo matemático para a simulação de variação dos parâmetros urbanísticos, uma rotina que gere cenários também com novas bases inseridas ou derivadas das bases padrão e por último os relatórios.

9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Tecnologias da Geoinformação, como os Sistemas de Geoinformação – SIG, podem ser utilizadas por arquitetos, urbanistas e planejadores, das administrações municipais para análises do ambiente construído, dando base a elaboração de instrumentos de planejamento urbano. Esta foi a hipótese levantada pela presente pesquisa.

Utilizar em um sistema aplicativo de SIG as bases cartográficas e os cadastros corporativos municipais dão uma grande amplitude de alcance a este instrumento, para vários setores que participam do planejamento em diferentes escalas.

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram estudados os conceitos básicos de Cartografia, principalmente no que diz respeito à produção cartográfica, bem como as definições de SIG e seus componentes. Foram abordados também conceitos de Planejamento Urbano e como se dá sua interação com a Cartografia e o SIG, a partir do campo disciplinar do Desenho Urbano, discutindo suas contribuições nas análises espaciais.

Uma maior explicitação dessa interdisciplinaridade foi trabalhada com a elaboração de um modelo de sistema baseado em SIG, de considerável interatividade com os usuários, cujo desenvolvimento de um protótipo para o bairro de Boa Viagem, em Recife-PE, validou não só a Modelagem dos Dados Espaciais estudada, mas também a metodologia de análise orientada a objeto empregada para tal.

A validação do modelo proposto, a partir da implementação do sistema, apresentou resultados que ratificaram a proposição inicial e confirmam a hipótese como verdadeira.

Como conclusões desta pesquisa pode-se afirmar:

- i. o SIG herda da Cartografia a condição de uma das principais atividades-meio utilizadas pelo Planejamento Urbano para a leitura e o conhecimento dos fenômenos ocorridos no espaço urbano;
- ii. as bases cartográficas são as principais fontes de dados gráficos utilizadas em aplicações de SIG para planejamento urbano, sendo por isso importante observar os métodos e técnicas utilizadas no projeto cartográfico, garantindo a qualidade dos dados produzidos;
- iii. as diferentes definições de SIG têm como elemento comum o dado espacial, átomo de toda a discussão. É a causa e o efeito do emprego de SIG, no desenvolvimento de sistemas com abrangência espacial;

- iv. a interação entre o Planejamento Urbano e o SIG se dá em um processo simbiótico, de troca de dados e decisões, nas diversas etapas do processo de planejamento;
- v. o SIG permite ao planejamento urbano análises espaciais em planos bidimensionais e tridimensionais, usando as variáveis de espaço-tempo para observar a dinâmica urbana, projetando as alternativas possíveis de futuro para as cidades;
- vi. foi comprovado que o emprego da metodologia de Modelagem de Dados Espaciais para o desenvolvimento de sistemas baseados em SIG, é adequada a elaboração de aplicações para Planejamento Urbano. O domínio da aplicação é tido gradativamente pelo cumprimento das etapas de Abstração do Mundo Real, Elaboração do Modelo Conceitual e Implementação do Modelo Físico;
- vii. o conhecimento dos eventos espaciais a serem modelados e a interação entre desenvolvedor e usuários que se dá na etapa de Abstração do Mundo Real, é considerada como a mais importante, para que se possa formular as idéias que dão origem à aplicação. Quanto maior o conhecimento dos eventos, maior é a interação do desenvolvedor com os usuários, permitindo-lhe documentar melhor essas idéias a partir dos fluxogramas, diagramas e dicionários de dados, na etapa de Elaboração do Modelo Conceitual, para serem revistas ou não, conforme sua correctude, verificada na implementação do Modelo Físico;
- viii. o sistema aplicativo implementado é considerado eficiente, pois atende as necessidades para qual foi modelado, ou seja, a produção de cartografia temática e de simulação de cenários urbanos, nas diferentes escalas de planejamento, com possibilidade de agregação ou desagregação dos dados, se assim for necessário;
- ix. diante da diversidade de análises possíveis do ambiente construído, o aplicativo foi customizado para um nível de usuário intermediário, com uma interface intuitiva composta pelas rotinas criadas para as funcionalidades requeridas pelo sistema e complementada pelas ferramentas originais do programa visualizador, que foram preservadas;
- x. o emprego dos cadastros corporativos, como o cadastro de logradouros e o imobiliário, instrumentos comumente presentes nas administrações municipais de cidades metropolitanas como Recife, enquanto bases de dados descritivos para o SPAE, dá vistas para que esse aplicativo possa ser implementado em outras cidades;

- xi.** especificamente, no caso da cidade do Recife, erros de imprecisão nos atributos dos campos de ano de construção e tipo de edificações, advindos do cadastro imobiliário, foram imprimidos no aplicativo, e ao mesmo tempo erro de inconsistência nos valores de áreas e natureza do imóvel, em relação a base cartográfica;
- xii.** do ponto de vista de viabilidade econômica, o custo do aplicativo é considerado como de ordem operacional, em virtude da administração municipal já ter sua plataforma tecnológica consolidada e uma empresa de informática, responsável por dar suporte e manutenção, inclusive para o desenvolvimento de aplicações em SIG. O custo adicional de investimento para a implantação do sistema está na aquisição da extensão do programa visualizador, responsável pelas análises tridimensionais.

Com as conclusões deste trabalho, para continuidade da pesquisa recomenda-se:

- a) a revisão do modelo implementado, para corrigir os erros de precisão e inconsistência apresentados;
- b) implementar os relacionamentos com as base de dados dos indicadores de desenvolvimento e das áreas pobres;
- c) estudar e implementar o modelo matemático para simular a variação dos parâmetros urbanísticos;
- d) implementar o módulo de relatórios do sistema aplicativo;
- e) apresentar o aplicativo aos usuários para ratificarem ou não o modelo;
- f) o treinamento intensivo dos usuários como forma de garantia da manutenção do sistema em funcionamento.
- g) estudar o intercâmbio dos modelos 3D produzidos pelo sistema, para ambientes que trabalham com realidade virtual e fotorrealismo, no sentido de enriquecê-los com detalhes visuais de influenciam na apreensão da paisagem do ambiente construído.
- h) observar o endereçamento dos objetos a arquivos do ambiente CAD e de imagens, para aprofundar ou complementar as análises;
- i) finalizar a tradução do aplicativo para uma versão em língua portuguesa;
- j) e estudar a viabilidade econômica de implementação do SPAE, em outras plataformas tecnológicas, a fim de atender prefeituras com menor poder de capital.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, MA. **SDIG-PB: Proposta de um Sistema Distribuído de Informação Geográfica para Auxílio à Gestão de Recursos Hídricos da Paraíba**, 1999. 126p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós – Graduação em Informática, Universidade da Paraíba – Campus II, 1999.

AMERICAN SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING - ASPRS. **Digital photogrammetry: an addendum to the manual of photogrammetry**. ASPRS, 1996.

ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: A Management Perspective**. WDL Publications Ottawa, 1995. 286p.

BATTY, M., DODGE, M., DOYLE, S., SMITH, A. **Modelling Virtual Urban Environments**. In: CASA. Centre for Advanced Spatial Analysis, Working Paper Series, 1998. 29p. University College London. Disponível em: <[http:// www.casa.ucl.ac.uk/ modelvue..pdf](http://www.casa.ucl.ac.uk/modelvue..pdf) >. Acesso em 15 jan. 2001.

BATTY, M., DODGE, M., JIANG, B., SMITH, A. **GIS and Urban Desing**. In: CASA. Centre for Advanced Spatial Analysis, Working Paper Series, 1998. 31p. University College London. Disponível em: <[http:// www.casa.ucl.ac.uk/urbandesifinal .pdf](http://www.casa.ucl.ac.uk/urbandesifinal.pdf) >. Acesso em 15 jan. 2001.

BATTY, M., CHAPMAN, D., EVANS, S., HAKLAY, M., KUEPPERS, S., SHIODE, N., SMITH, A., TORRENS, P. **Visualizing the City: Communicating Urban Design to Planners and Decision – Makers**. In: CASA. Centre for Advanced Spatial Analysis, Working Paper Series, 2000. 35p. University College London. Disponível em: <[http:// www.casa.ucl.ac.uk/visualcities .pdf](http://www.casa.ucl.ac.uk/visualcities.pdf) >. Acesso em 15 jan. 2001.

BORGES, K. **Modelagem de Dados Geográficos – uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas**, 1997, Dissertação de Mestrado. Programa de Pós – Graduação em Processamentos de Dados, Escola de Governo de Minas Gerais, Fundação João Pinheiro, 1997.

BURROUGH, PA. **Principles of Geographical Information Systems for land Resources Assessment**. Claredon Press, 1996. 187p.

BURROUGH, PA ; MCDONELL, RA. **Principles of Geographical Information Systems – Spatial Information Systems and Geostatistics**. Oxford University Press, 1998. 326p.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M.; HEMERLY, A.;MAGALHÃES, G.; MEDEIROS, M. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. SBC, X Escola de Computação, Campinas, abr. 1996. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/geopro/livros/anatomia.pdf>>. Acesso em 27 abr. 2001.

CROMLEY, R. **Digital Cartography**, Prentice Hall, 1992. 317p.

D'ALGE, J.. **Cartografia para Geoprocessamento**. Escola de Computação, Campinas, mar. 2000. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/geopro/livros/cartografia.pdf>>. Acesso em 27 out. 2000.

DAVIS JR., C.; FONSECA, F. **Geração de Dados em CAD para Uso em SIG: Precauções**. In: *Anais do GIS Brasil'94*, Seção SIG e Conversão de Dados, 43-47, 1994. Disponível em: <<http://www.cdavis.hpg.ig.com.br/publicacoes.html>>. Acesso em 23 set. 2000.

DEL RIO, V. **Introdução ao Desenho Urbano**. PINI, 1990. 181p.

DÖLL, P.; MENDIONDO, EM.; FUHR, D. **Desenvolvimento de Cenários como uma Ferramenta para o Planejamento Regional**. Center for Environmental Systems Research, University of Kassel. In: Workshop SRH – WAVES para cenários conjuntos em Ceará, 2000. Disponível em: <http://www.usf.uni-kassel.de/waves/management/brasilien/cenarios_pt.pdf>. Acesso em 20 jun. 2002.

FALCOSKI, LA. **Metodologia de Análise e Avaliação do Ambiente Construído: Desenho Urbano X Infra-estrutura**, 1988. 329p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós – Graduação em Arquitetura, Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, 1987.

FERRARRI, C. **Curso de Planejamento Municipal Integrado: Urbanismo**. Pioneira, 1977. 631p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Noções Básicas de Cartografia**. Fundação IBGE, 1998. 123p.

INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION - ICA. **Multilingual dictionary of technical terms in cartography**. Viesbaden: Franz Steiner Verlag, 1973.

JOLY, F. **A Cartografia**. Campinas: Papirus, 1997

LAMAS, JM. **Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas: Morfologia Urbana e Desenho da Cidade**. Fundação Calouste Gulbenkian, Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, 1993. 563p.

LIBAUT, A. **Geocartografia**. Companhia Editora Nacional, 1975. 388p.

LONGLEY, P.; GOODCHILD, M.; MAGUIRE, D; RHIND, D.. **Geographical Information Systems: principles and technical issues**. vol.1, 2 ed, John Wiley & Sons, 1999. 580p.

MAGUIRE, D. **GIS Customisation**. In: *Geographical Information Systems: principles and technical issues*. vol.1 2 ed, John Wiley & Sons, Inc., 1999. 359-369p.

MALFADO E. **Planejamento Urbano e Regional**. Departamento de Engenharia e Ciências Exatas, Curso de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Potiguar, Jul. 2001. Disponível em: <<http://www.angelfire.com/az/arquitetura/planurb3.html>>. Acesso em 21 Jul. 2001.

MILSTEAD, J.; S. FELDMAN. **Metadata: Cataloging by any other name...Metadata projects and standard**. Disponível em: < <http://www.onlineinc.com/onlinemag/metadata>> Acesso em 22 fev. 2003.

NORTH CAROLINA CENTER FOR GEOGRAPHIC INFORMATION AND ANALYSIS, NC-CGIA. **Accessing Data Tutorial**. Disponível em: <[http://cgia.cgia.state.nc.us:80tutorials/ index.html](http://cgia.cgia.state.nc.us:80tutorials/index.html)>. Acesso em 4 jan 2003.

PENEAU, JP. **Nuevos instrumentos de gestion y de concepcion del espacio urbano**. In: Nuevas Tecnologias en Urbanismo. Revista Ciudad y Território, n. 84. Madrid, 1990.

PHILIPS, J.; BURITY, E.; BRITO, J. **Qualidade de Dados para o Mapeamento**. CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 2001. 8p. In: Anais do XIX Congresso Brasileiro de Cartografia. Recife, 19991.

PORTUGAL, J.; SÁ, L.; ROMÃO, V.; CARNEIRO, A. **Modelo digital do terreno**. In: Cartografia e Cadastro nº 10. Jun, 1999. 23-31p.

PRADO, A.; BARANAUSKAS, M.; MEDEIROS, C. **Cartografia e Sistemas de Informação Geográfica como Sistemas Semióticos: Uma Análise Comparativa**. Instituto de Computação, Universidade de Campinas, 2000.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. Lei de Uso e Ocupação do Solo, 16.176/96 da **cidade do Recife**, 1996.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Plano Diretor de Desenvolvimento da Cidade do Recife : Lei 15.547/91**, 1992. 96p.

ROBINSON, A.; MORRISON, J.; MUEHRCKE, P.; KIMERLING, A.; GUPTILL, S. **Elements of Cartography**. 6 ed. John Wiley & Sons, 1995. 674p.

SÁ, L. **Modelagem de Dados Espaciais para Sistemas de Informação Geográfica: Pesquisa na Emergência Médica**, 2001. Tese de Doutorado. Pós-graduação em Engenharia de Transportes. Universidade de São Paulo, 2001.

TORRENS, P.. **Can Geocomputation Save Urban Simulation? Throw Some Agents Into the Mixture, Simmer, and Wait...**. In: CASA. Centre for Advanced Spatial Analysis, Working Paper Series, 2001. 37p. University College London. Disponível em: <[http:// www. casa.ucl.ac.uk/paper31.pdf](http://www.casa.ucl.ac.uk/paper31.pdf)>. Acesso em 10 jul. 2001.

YOURDON, E.; ARGILA, C. **Análise e Projeto Orientados a Objetos: Estudo de Casos**. Makros Books, 1999. 322p.

CENTRO DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA DE WYOMING. **Metadata Education Project**. Mar. 2003. Disponível em: <[http://www.sdvc.uwyo.edu/ metadata/ what.html](http://www.sdvc.uwyo.edu/metadata/what.html)>. Acesso em 17 abril. 2003.

ANEXO 1 – Script em AVENUE, Acesso ao Sistema

```

dia=av.finddialog("SPAE.entrada")
dia.findbyname("mat").settext("matricula")
dia.findbyname("senha").settext("senha")
data2=date.now
data2.setformat("dd MM yyyy")
datatext=data2.asstring
dat=dia.findbyname("data")
dat.settext(datatext)
dia.open

```

ANEXO 2 – Script em AVENUE, Controle de edição

```

theView = av.GetActiveDoc
active = theView.GetActiveThemes.Get(0)
'modificação spae
tema=active.asstring
if ((tema = "quadras.shp") or (tema = "edf3d.shp") or (tema = "ctotal_real.shp") or (tema =
"centerline.shp") or (tema = "ruas_bviagem.shp") or (tema = "lotes.shp") or (tema = "hidrico.shp") or
(tema = "shape7.shp") or (tema = "zoneamento.shp") or (tema = "bairros.shp"))then
msgbox.info("Base Não Editável", "SPAE")
exit end
'fim da modificação spae

editThm = theView.GetEditableTheme

if (editThm <> nil) then
' we need to stop editing this theme

doSave = MsgBox.YesNoCancel("Save Edits to "+editThm.GetName+
"?", "Stop Editing", true)
if (doSave = nil) then
return nil
end
if (editThm.StopEditing(doSave).Not) then
' save failed, remain editing this theme
MsgBox.Info ("Unable to Save Edits to "
+ editThm.GetName +
", please use the Save Edits As option", "")
return nil
end
' save succeeded
theView.SetEditableTheme(NIL)

if (editThm = active) then
' user wanted to stop editing the active theme, were done
return nil
end
end
if (active.GetFTab.IsBeingEditedWithRecovery) then

' user wants to edit the active theme in the view, but its

```

```
' table doc is already being edited - force the
' user to stop editing the table
doSave = MsgBox.YesNoCancel("Save Edits to the table for "+
active.GetName+"?", "Stop Editing", True)
if (doSave = nil) then
    return nil
end
if (active.GetFTab.StopEditingWithRecovery(doSave).Not) then
    MsgBox.Info ("Unable to Save Edits, please use the Save Edits As option", "")
    return nil 'unable to save, remain editing
end
end
' start editing the active theme
theView.SetEditableTheme(active)
```

ANEXO 3 – Script em AVENUE, Composição de Layout

```
FORMA=""
lista={"A0","A1","A2","A3","A4"}
escolha=msgbox.listasstring(lista,"Escolha o Tamanho do Papel:", "SPAE - Impressão ")
if (escolha = nil) then exit end

formato={"Retrato","Paisagem"}
escolha2=msgbox.listasstring(FORMATO,"Escolha a Posição do Papel:", "SPAE - Impressão ")
if (escolha2 = nil) then exit end
if (escolha2 = FORMATO.get(0)) then
    forma=""
else
    forma="B"
end

lay=av.finddoc("SPAE."+ESCOLHA+FORMA)
LAY.getwin.open
```