

**Modelo de Dados Geográficos para um Sistema de Gestão Urbana
Municipal**

José Alexandre de Seixas

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Instituto de Matemática – IM

Núcleo de Computação Eletrônica – NCE

Dissertação de Mestrado

Grau: Mestrado em Informática

Orientador: Ubiratan Porto dos Santos

Rio de Janeiro – RJ

Julho de 2003

Modelo de Dados Geográfico para um Sistema de Gestão Urbana Municipal

José Alexandre de Seixas

Dissertação de Mestrado submetida ao corpo docente do Instituto de Matemática e Núcleo de Computação Eletrônica (IM/NCE) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre.

Aprovada por:

Prof. Ubiratan Porto dos Santos, Ph.D.(Orientador)

Prof^a. Margareth Simões Penello Meirelles, D.Sc.

Prof. Carlo Emmanoel Tola de Oliveira, Ph.D.

Rio de Janeiro – RJ

Julho/2003

Seixas, José Alexandre de

Modelo de Dados Geográfico para um Sistema de Gestão Urbana
Municipal/ José Alexandre de Seixas

Rio de Janeiro: UFRJ/IM/NCE, 2003

xii, 97p

**Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de
Janeiro,IM/NCE,2003**

1. Modelagem SIG. 2. Modelagem OLAP. 3. Integração SIG/DW.
4. Geo-OMT.

AGRADECIMENTOS

Ao Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

Ao Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro pela qualidade do curso ministrado.

Ao pessoal da secretaria, em especial à dna. Dayse, pela paciência interminável.

Aos companheiros do Cartogeo pelo apoio e incentivo.

Aos amigos Antonio César, Elizabeth e Roseli pelos incentivos.

À Gisele, minha companheira de mestrado, pelo grande incentivo e confiança.

À minha família, Carmen, Caio e Júlia, pelo carinho, compreensão, incentivo, apoio e paciência demonstrados ao longo deste caminho.

Resumo

O uso do geoprocessamento não é mais novidade para muitas das principais prefeituras brasileiras, que já sabem utilizar a informação geográfica como base para a boa gestão municipal. Mesmo assim, muitas cidades ainda não têm acesso a dados vitais que, além de garantirem a eficácia na arrecadação tributária, poderiam melhorar a qualidade de vida dos cidadãos.

A possibilidade de utilização do geoprocessamento pelas prefeituras abrange várias áreas. Qualquer setor que trabalhe com informações que possam ser relacionadas a pontos específicos do território pode, em princípio, utilizar ferramentas de geoprocessamento. Por exemplo, é possível usar uma planta da cidade identificando as características de cada imóvel ou onde moram as crianças de uma determinada escola, ou ainda, que doenças incidem mais em determinadas áreas da cidade.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a utilização do Geo-OMT e propor um modelo de dados que, utilizando características de um Data Warehouse, possibilite a convergência, a análise e a visualização de dados oriundos de diversas áreas da administração municipal. Este modelo servirá de suporte para o desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas para a Prefeitura da Cidade de Nova Iguaçu.

Abstract

The use of geoprocessing is not new to many of the main Brazilian counties that already know how to use geographic information as a basis for county management. Even so, many cities still do not have access to vital data that, besides assuring the effectiveness of the taxation process, could improve the quality of life of the citizens.

The possibilities of using geoprocessing at the county level enclose several areas. Any sector that works with information that can be related to specific points of the territory can, in principle, use geoprocessing tools. For instance, it is possible to have a city map identifying the characteristics of each property or where the children of a particular school live, or still, which illnesses affects more certain areas of the town.

This work has the objective of evaluating the use of the Geo-OMT and proposing a data model that, using characteristic of a Data Warehouse, makes it possible to converge, analyse and visualize data from the various areas of the county administration. This model will serve as a support for developing a Geographic Information System to the Nova Iguaçu city hall.

SUMÁRIO DE FIGURAS

Figura 2.1 - Meta Modelo Inicial do Modelo Geo-OMT.....	6
Figura 2.2 - Especialização.	7
Figura 2.3 - GeoCampo.....	7
Figura 2.4 - GeoObjeto.	8
Figura 2.5 - Símbolos Geométricos.....	9
Figura 2.6 - Generalização.....	9
Figura 2.7 - Generalização Parcial e Total.....	10
Figura 2.8 - Restrição de Disjunção.....	10
Figura 2.9 - Agregação.....	11
Figura 2.10 - Agregação Espacial.....	12
Figura 2.11 - Subdivisão Espacial - Bairro/Quadra/Lote.....	13
Figura 2.12 - Especialização do Lote.....	13
Figura 2.13 - Relacionamentos.....	15
Figura 2.14 - Relação entre Geo-Campo e Geo-Objeto.....	15
Figura 2.15 - Relacionamento Espacial.....	16
Figura 2.16 - Cardinalidade.....	18
Figura 2.18 - Tema Endereço.....	24
Figura 2.19 - Esquema de um Data Warehouse.....	28
Figura 3.1 - Perfil Sócio-Econômico.....	35
Figura 3.2 - Padrão de Habitabilidade.....	37
Figura 3.4 - Finalidade da Construção.....	38
Figura 3.5 - Desmembrado na Prefeitura – Município.....	39
Figura 3.6 - Titulação do Imóvel – Município.....	39
Figura 3.7 - Averbado em Cartório.....	40
Figura 3.8 - ITBI.....	41
Figura 3.9 - Motivo do Não Registro.....	41
Figura 3.10 - Habite-se no Município.....	42
Figura 3.11 - Pessoal Ocupado por Gênero de Ativ. Econômica - 1985.....	43
Figura 5.1 - Especialização da Área Urbana.....	53
Figura 5.2 Agregação.....	54
Figura 5.3 - Subdivisão Espacial - Bairro/Quadra/Lote.....	55
Figura 5.4 - Especialização do Lote.....	55

Figura 5.5 - Relações Espaciais.	56
Figura 5.6 - Associação Simples.	56
Figura 5.7 - Tema Endereço.	57
Figura 5.8 - Tema de Ligação.	58
Figura 5.9 - Esquema DW Proposto.	62
Figura 5.10 - Barramento.	63
Figura 5.11 - Matriz do Barramento.	64
Figura 5.12 - Data Mart.	66
Figura 5.13 - Estrutura de Endereços.	70
Figura 5.14 - Mapeamento SIG/DW.	72

LISTA DE SIGLAS

BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEO	Chief Executive Officer
CEP	Código de Endereçamento Postal
CRM	Customer Relationship Management
DGPS	Differential Global Positioning System
DW	Data Warehouse
ESRI	Environmental Systems Research Institute
ETL	Extract Transformation Load
EUA	Estados Unidos da América
FIRJAN	Federação das Indústrias do Rio de Janeiro
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ITBI	Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis
NUSEG	Núcleo Superior de Estudos Governamentais
ODS	Operational Data Store
OLAP	On-Line Analytical Processing
OLTP	On-Line Transaction Processing
OMT	Object Modeling Technique
PCNI	Prefeitura da Cidade de Nova Iguaçu
PMAT	Programa de Modernização das Administrações Tributárias Municipais
SAP	Systemanalyse And Programmentwicklung
SEMUAM	Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SIAG	Sistema Integrado de Administração e Informações Gerenciais
SIAT	Sistema de Administração Tributária
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SISCOM	Sistema de Aplicativos para a Área de Comunicação Social com o Contribuinte
SQL	Structured Query Language
UERJ	Universidade Estadual do Rio der Janeiro
UML	Unified Modeling Language

URG Unidade Regional de Governo

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2.1. O Modelo Geo-OMT	6
2.1.1. Generalização e Especialização.....	7
2.1.2. Agregação	10
2.1.3. Relacionamentos	13
2.1.4. Generalização Cartográfica	19
2.1.5. Restrições Espaciais	19
2.1.6. Diagrama de Temas	21
2.2. O que é um Data Warehouse.....	25
2.2.1. Requerimentos.....	25
2.2.2. Arquitetura.....	27
2.2.2.1. Ambiente Transacional	27
2.2.2.2. Ambiente de Extração.....	29
2.2.2.3. Ambiente de Data Mart.....	29
2.2.2.4. Ferramentas de Acesso.....	30
2.2.2.5. Metadados	31
2.2.2.6. Operational Data Store	32
3. A Prefeitura de Nova Iguaçu.....	34
3.1. Caracterização Geral	34
3.2. Perfil Sócio-Econômico de Nova Iguaçu.....	34
Total *	35
3.3. Foco na Questão Fundiária	35
3.4. Atividades Econômicas no Município.....	42
3.5. Objetivos Gerais do Projeto Caracol	44
4. Levantamento das Informações em Nova Iguaçu	47
4.1. Problemas da Gestão Municipal	49
4.2. Problemas dos Sistemas de Informações	49
5. Metodologia Proposta	52
5.1. O Cadastro Técnico	52
5.2. O Modelo DW Proposto	61
5.3. Agregando as Funcionalidades de um DW e um SIG	67
5.3.1. A ligação entre SIG e DW.....	67

5.3.2. O endereço como Elo	68
6. Conclusão	73
6.1. Análise da Utilização do modelo Geo-OMT	73
6.1.2. Visão de Campo e de Objeto	73
6.1.3. Relacionamentos Espaciais	74
6.1.4. Aspectos Espaciais.....	74
6.1.5. Aspectos Temáticos.....	74
6.1.6. Aspectos Temporais	75
6.1.7. Aspectos Funcionais.....	75
6.1.8. Qualidade do Modelo Conceitual	75
6.1.8.1. Expressividade.....	75
6.1.8.2. Simplicidade.....	76
6.1.8.3. Minimalidade.....	76
6.1.8.4. Formalidade.....	77
6.1.9. Conclusão	77
6.2. Análise da Utilização de Data Warehouse	77
6.3. Expectativas/Perspectivas na Utilização do Modelo Proposto	83
6.4. Desenvolvimentos Futuros	85
7. Referências Bibliográficas	91

1. Introdução

Não por acaso os anos 90 foram marcados pelo novo perfil dos municípios brasileiros, fortalecidos politicamente pela Constituição de 1988. Ao mesmo tempo, foi ampliada a competência municipal, com descentralização administrativa e municipalização de políticas públicas. As prefeituras consolidaram-se como instância de poder mais perto do cidadão, diretamente responsável pelo seu bem-estar. Por isso são cada vez mais compelidas a encontrar caminhos de modernização para prestar melhores serviços. O mais relevante é que estas experiências não se limitam a grandes prefeituras. Cidades de médio porte como Mogi das Cruzes (SP), Santa Cruz do Sul (RS), Betim (MG,) Blumenau (SC) e Jundiaí (SP) já possuem seus Sistemas de Informações Geográficas. Mas o que são Sistemas de Informações Geográficas (SIG)? São transformações de informações alfanuméricas em representações geográficas inteligentes, que possuem a capacidade de análise para suporte a decisões, ou seja, não se toma decisão no âmbito da gerência ou do planejamento baseada somente em dados estatísticos, mas também na localização. A localização é fator primordial no processo decisório, pois as ações municipais sempre acontecem em algum lugar. O conhecimento e informações sobre o lugar, aumentam o número de acertos das intervenções.

Nas prefeituras, como as ações se voltam essencialmente para a população e o território, os SIG podem assumir dimensões variadas. Têm sido usados com sucesso na área de cadastros técnicos, imobiliários e de logradouros, ajudando na elaboração de plantas de valores, roteiros de fiscalização e cálculo do imposto. Na área de saúde vem ajudando estudos sobre condições de vida da população e controle de endemias. No planejamento urbano, permitem a visualização de diferentes cenários da cidade de acordo com a legislação em vigor ou em estudo. Nas áreas de transporte e saneamento, *espacializa* indicadores de demandas e os relaciona à estrutura do sistema, *plotada* em base cartográfica. Na área de educação, é mais que conhecida a experiência da Prefeitura de Belo Horizonte no cadastramento escolar através do SIG, reorientando a distribuição de alunos para a rede de escolas

municipais. Em projetos habitacionais, em que as políticas municipais são cada vez mais intensas, é possível fazer estudos de viabilidade cruzando a estrutura fundiária com informações socioeconômicas e dados do cadastro imobiliário. Em Mogi das Cruzes o SIG vem apoiando medidas preventivas da Defesa Civil para inundações do rio Tietê [Garc98].

Além de todas estas aplicações, o autor defende a utilização de Geoprocessamento levando em conta seu papel institucional na organização administrativa da prefeitura. Esta visão global de administração pública é diferente de uma postura de simples adoção de uma alternativa tecnológica, remetendo a questão para o campo político-administrativo. De fato, na era da informação, o grau de complexidade das circunstâncias que exigem rápidas tomadas de decisão tende a aumentar. Como resposta a este processo, prefeituras e outras instituições se vêem obrigadas a recorrer a novos recursos tecnológicos. O uso de tal recurso deve estar condicionado a um processo de descentralização que delegue a instâncias técnicas periféricas capacidade de intervir e decidir sobre determinada questão, caso contrário haverá em certo momento, a saturação dos centros de poder e o engessamento da máquina administrativa. De acordo com este contexto, é aconselhável que os projetos para uso de SIG pelas prefeituras se orientem segundo alguns princípios metodológicos:

- Apresentar resultados práticos em prazo compatível com o período de gestão, ou seja, incorporar rapidamente o Geoprocessamento na cultura administrativa da prefeitura. A tecnologia não pode ficar enclausurada entre técnicos ou em eterna fase de estudos, sob pena de paralisação ou desvalorização política do empreendimento;
- Planejamento prévio cuidadoso, definição clara de competências e avaliação permanente de resultados, visando sempre que preciso, correção de rumos do projeto e flexibilização no tratamento de heterogeneidades; adaptar a estrutura administrativa aos novos tempos da informação, fazendo com que diferentes áreas dialoguem no mesmo nível com o SIG;

- Instituir e gerenciar uma base cartográfica única para todas as unidades administrativas, evitando o efeito de diferentes abordagens espaciais e implementando um processo de integração intra-institucional a partir do território;
- Maximizar o uso da tecnologia. Mesmo com a redução de alguns custos na implantação, decorrente da grande variedade de ofertas em computadores e softwares, a canalização das ferramentas para uma única unidade não justifica custos do projeto;
- Evitar expectativas que não dependam exclusivamente da tecnologia e do método de implantação. São bastante comuns promessas de aumento da arrecadação do IPTU, redução da evasão de receitas, quando, na maioria das vezes, o problema está nas inadequações do Código Tributário Municipal ou do Cadastro Imobiliário. Nestes casos, a simples adoção do Geoprocessamento não resolverá a questão.

A atenção especial na implantação do SIG não deve tornar o mesmo complexo. Trata-se simplesmente de inserção em uma dimensão maior, aumentando a abrangência prática e contextualizando o SIG em um processo político de descentralização administrativa. Nesta ótica, é um instrumento efetivo de modernização da administração. Mas como entender descentralização aliada à implantação de um SIG? Descentralizar a administração, democratizar a informação e comutar o território. Esta deve ser a linha norteadora para a implantação do SIG. Uma análise mais atenta sobre as rotinas de uma prefeitura indicará exatamente onde e de que forma o SIG poderá contribuir neste processo, como nas seguintes situações:

- Atualização de dados cadastrais da Secretaria de Fazenda via processos de aprovação de projetos. Apesar de complementares, dificilmente as duas rotinas caminham juntas, provocando defasagem no Cadastro Imobiliário.

Quanto melhor e mais eficiente o intercâmbio, mais confiável e rentável será o cadastro;

- Unificação e padronização da toponímia e das sistematizações do território a partir da sobreposição de setores fiscais, censitários, zoneamento, distritos sanitários, bairros, etc. A codificação de elementos cartográficos e localização geográfica de eventos devem ser as mesmas para todas as unidades;
- Controle e divulgação via sistema e/ou mapas de projetos municipais em andamento e conclusão de obras de infra-estrutura que mudem a qualidade de vida do bairro e valorizem o local;
- Subsidiar a elaboração de novos instrumentos de controle do uso do solo ou acompanhamento de instrumentos vigentes com distribuição de informações sobre planta de valores, loteamentos, existência de infra-estrutura. Distribuí-los ao setor responsável pela aprovação de projetos;
- Definição de roteiros e métodos de fiscalização de IPTU, ISS, obras, vigilância sanitária e retroalimentação do sistema para manutenção e atualização dos dados; espacialização dos dados do orçamento municipal, de acordo com a localização de equipamentos urbanos, bairros, setores fiscais, zoneamento e cruzamento com indicadores sócio-econômicos, fomentando o processo de participação e de difusão das informações.

No capítulo 2 o autor apresenta o embasamento teórico que vai nortear o trabalho, descrevendo as características do modelo de dados Geo-OMT. É também apresentado o esquema de funcionamento de um Data Warehouse, assim como seus requerimentos e suas características.

No capítulo 3 descreve a cidade de Nova Iguaçu do ponto de vista do trabalho a ser desenvolvido. Caracterização geral, perfil sócio-econômico e atividades

econômicas são alguns dos aspectos abordados. Este capítulo apresenta, também, os objetivos gerais do Projeto Caracol.

O capítulo 4 descreve os problemas encontrados pelo levantamento de informações realizado na Prefeitura de Nova Iguaçu.

O capítulo 5 dá uma visão geral da proposta de integração das duas tecnologias, Data Warehouse e Sistemas de Informações Geográficas. Descreve, também, além das vantagens desta integração, os problemas a serem enfrentados nesta empreitada.

E finalmente o capítulo 6 mostra a conclusão sobre a proposta. Apresenta uma análise sobre a utilização do modelo Geo-OMT. Analisa alguns aspectos sob os quais um Data Warehouse deve ser desenvolvido. E descreve expectativas e perspectivas na utilização do modelo proposto.

2. Embasamento Teórico

2.1. O Modelo Geo-OMT

O modelo de dados a ser empregado no desenvolvimento deste trabalho será o Geo-OMT, uma extensão do modelo OMT (Object Modeling Technique) de Rumbaugh, proposto por [DaBo97] e largamente utilizado em aplicações urbanas. Precisamos, então, de uma noção básica sobre este modelo. Como visto em [DaBo97], o modelo Geo-OMT trabalha no nível conceitual e suas classes básicas são: *Classes Georreferenciadas* e *Classes Convencionais* (Figura 4.1). Através dessas classes são representados os três grandes grupos de dados (contínuos, discretos e não-espaciais) encontrados nas aplicações geográficas. A figura 4.1 representa uma agregação de classes que veremos mais adiante.

Uma *Classe Georreferenciada* descreve um conjunto de objetos que possuem representação espacial e estão associados a regiões da superfície da terra [Cama95], representando a visão de campos e de objetos proposta por Goodchild [FrGo90, Good92].

Uma *Classe Convencional* descreve um conjunto de objetos com propriedades, comportamento, relacionamentos, e semântica semelhantes, e que possuem alguma relação com os objetos espaciais, mas que não possuem propriedades geométricas.

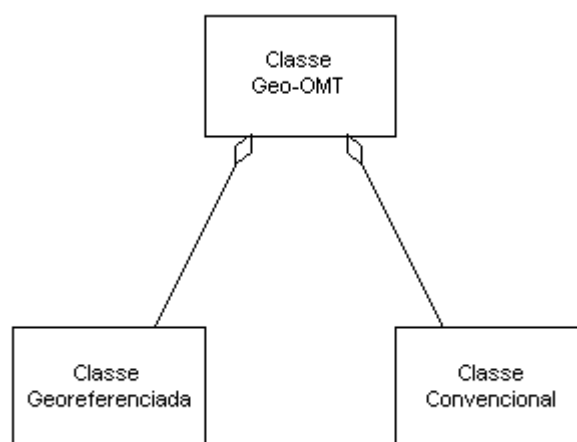


Figura 2.1 - Meta Modelo Inicial do Modelo Geo-OMT.

A distinção entre classes convencionais e classes georreferenciadas permite que diferentes aplicações possam compartilhar dados não-espaciais, auxiliando no desenvolvimento dessas aplicações e na reutilização dos dados.

2.1.1. Generalização e Especialização

Tanto as classes georreferenciadas como as classes convencionais podem ser especializadas, utilizando o conceito de herança da orientação a objetos. O modelo Geo-OMT formaliza a especialização das *Classes Georreferenciadas* em classes do tipo *Geo-Campo* e *Geo-Objeto*.

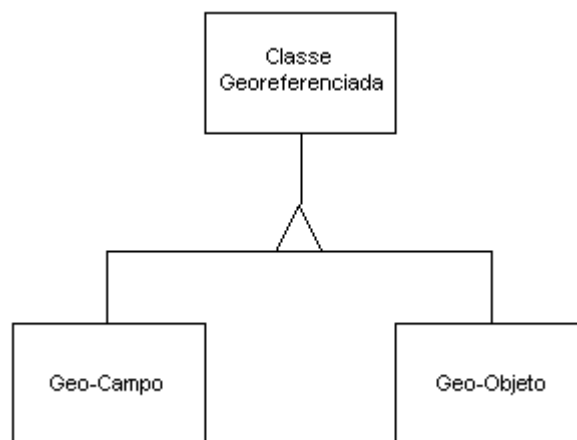


Figura 2.2 - Especialização.

As classes do tipo *Geo-Campo* representam objetos distribuídos continuamente pelo espaço, correspondendo a grandezas como tipo de solo, topografia e teor de minerais [Cama95].

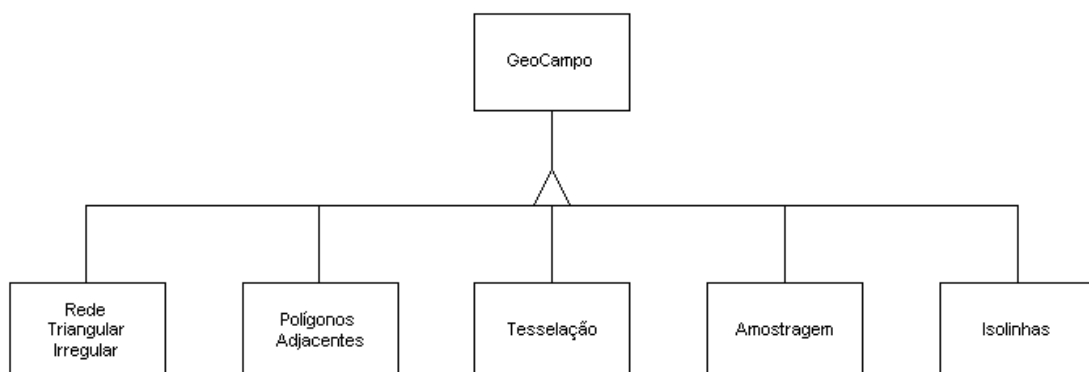


Figura 2.3 - GeoCampo.

As classes do tipo *Geo-Objeto* representam objetos geográficos individualizáveis, que possuem identificação com elementos do mundo real, como lotes, rios e postes. Esses objetos podem ter ou não atributos não-espaciais, e podem estar associados a mais de uma representação geométrica, dependendo da escala em que é representado, ou de como ele é percebido pelo usuário.

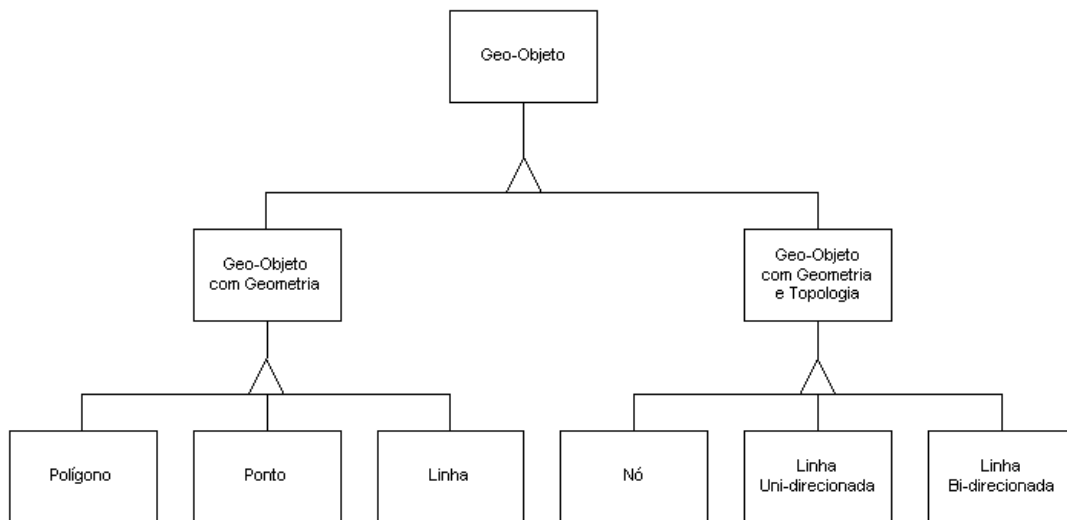


Figura 2.4 - GeoObjeto.

Todas as subclasses georreferenciadas apresentam uma representação simbólica, construindo assim um sistema semântico onde cada símbolo possui significado próprio que incorpora a sua natureza e a geometria.

A inclusão de símbolos geométricos nas classes de entidades geográficas, em substituição aos relacionamentos que descrevem a geometria do objeto, simplifica significativamente o esquema final e de acordo com a semiologia gráfica [Bert67], a linguagem visual é mais intuitiva e expressiva proporcionando uma percepção imediata do conteúdo analisado. Representações gráficas que exigem demorada leitura tornam-se ineficazes. Portanto, o uso desse tipo de abstração, além de eliminar pelo menos um relacionamento por classe gráfica, elimina a necessidade de modelar a estrutura de dados geométrica que descreve a classe [BePa89]. O ponto representa um símbolo como, por exemplo, uma árvore, a linha representa segmentos de reta formados por uma linha simples, um arco ou por uma

polilinha (ex. muro, trecho de rua, trecho de circulação) e o polígono representa uma área (ex. edificação, lote).

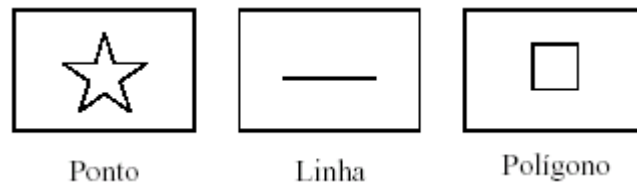


Figura 2.5 - Símbolos Geométricos.

No modelo Geo-OMT, as abstrações de generalização e especialização se aplicam tanto a *Classes Georreferenciadas* como a *Classes Convencionais*, seguindo a definição e a notação do modelo OMT, onde um triângulo interliga uma superclasse à suas subclasses. (Figura 4.6).

No entanto, se as propriedades gráficas (por exemplo, cor, tipo de linha, etc.) variarem nas subclasses, é utilizada a *generalização espacial*, onde as subclasses herdam a natureza gráfica da superclasse, mas variam suas propriedades gráficas. Esse tipo de generalização é útil para registrar que deve existir uma distinção visual entre as subclasses, que não pode ser desconsiderada na implementação. A notação utilizada na *generalização espacial* só varia no tipo de linha utilizada na ligação entre a superclasse e as subclasses. A linha contínua é substituída pela pontilhada (Figura 4.6).

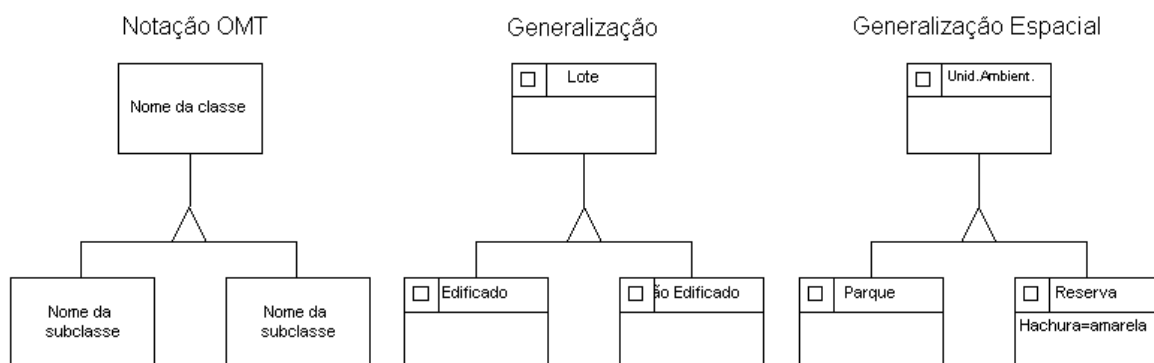


Figura 2.6 - Generalização.

Uma generalização (espacial ou não) pode ser especificada como *total* ou *parcial* [LaF194]. Uma generalização é total quando a união de todas as

instâncias das subclasses equivale ao conjunto de instâncias da superclasse. A totalidade é representada por um ponto no ápice do triângulo (Fig. 2.7).

O triângulo vazado representa a restrição de disjunção, e o triângulo com preenchimento indica a sobreposição de subclasses. A combinação de disjunção e totalidade representa quatro tipos de restrição. Normalmente, uma generalização é total e disjunta, já que a superclasse é o resultado da união de subclasses disjuntas. O mesmo não pode ser dito da especialização, que permite que instâncias da superclasse possam ou não existir nas subclasses.

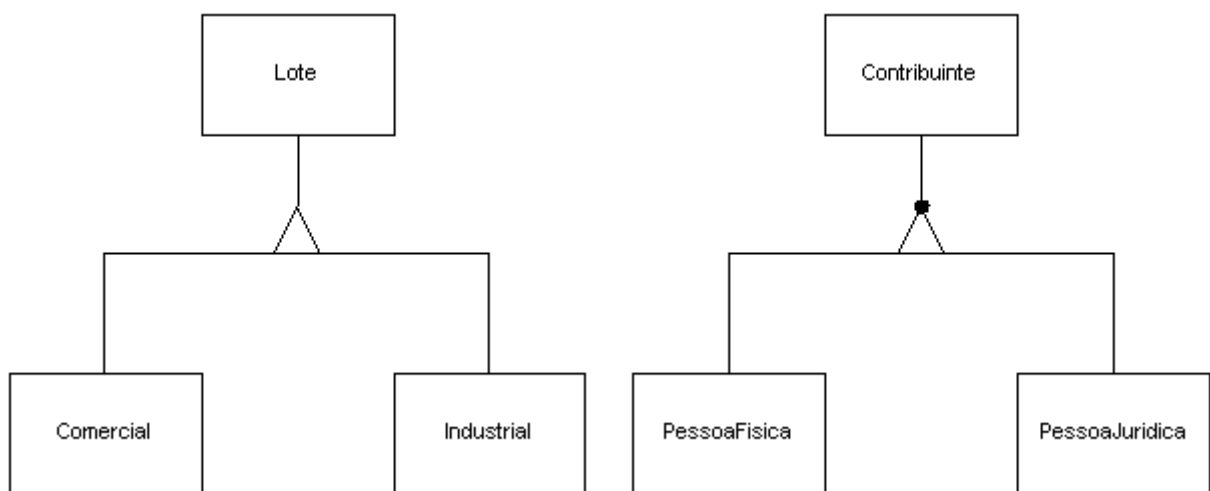


Figura 2.7 - Generalização Parcial e Total

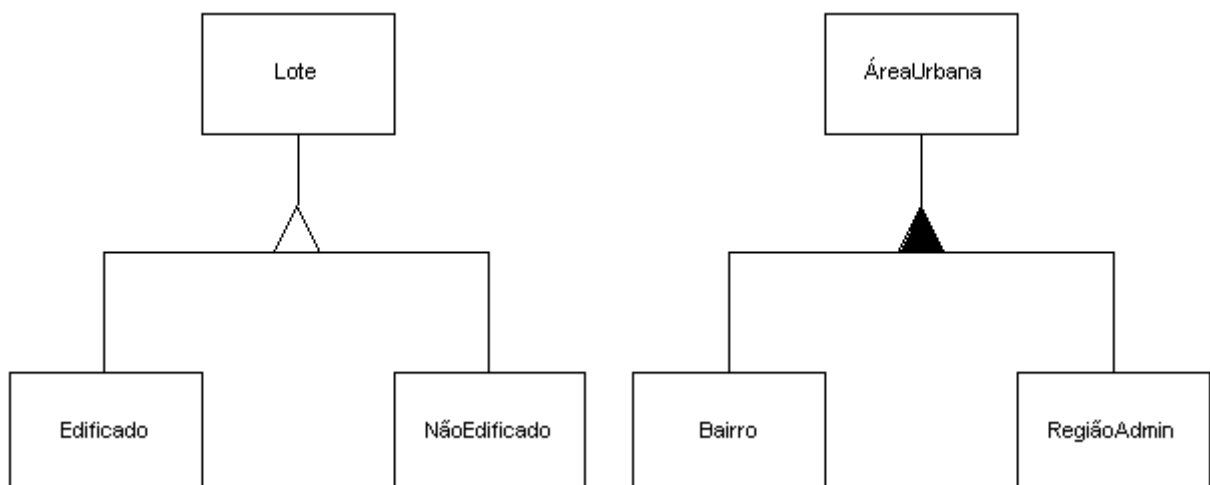


Figura 2.8 - Restrição de Disjunção.

2.1.2. Agregação

Seguindo com a modelagem, passamos a detalhar a classe Bairro. Podemos dizer que, um Bairro, conhecido também por Unidade Regional, é subdividido em quadras, e estas são subdivididas em lotes. Isso caracteriza o que é conhecido como agregação. A agregação é uma forma especial de associação entre objetos, onde um deles é considerado composto por outros. O relacionamento entre o objeto primitivo e seus agregados é chamado de “é-parte-de” e o relacionamento inverso “é-componente-de” [ElNa94]. A notação gráfica da agregação segue a do modelo OMT.

Uma agregação pode ocorrer entre Classes *Convencionais*, entre Classes *Georreferenciadas* e entre Classes *Georreferenciadas* e Classes *Convencionais*.

A Figura 2.9 exemplifica o uso desta notação. No exemplo, o logradouro é uma agregação de trechos de logradouro. Se o logradouro existir geograficamente a partir da junção de trechos, como uma única linha, ele será uma agregação entre Classes *Georreferenciadas*. No entanto, se o logradouro não for representado graficamente, representando só o cadastro de logradouros, ele será uma agregação entre uma Classe *Convencional* e uma Classe *Georreferenciada*. Neste caso, a visualização do Logradouro deverá ser feita através dos trechos.

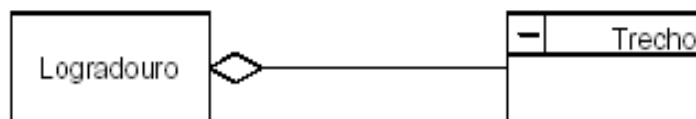


Figura 2.9 - Agregação.

A *agregação espacial* é um caso especial de agregação onde são explicitados relacionamentos topológicos “todo-parte” [KöPS96, KöPS95].

A utilização desse tipo de agregação impõe restrições de integridade espacial no que diz respeito à existência do objeto agregado e dos sub-objetos. Além de o modelo ganhar mais clareza e expressividade, a observação dessas regras contribui para a manutenção da integridade semântica do banco de dados geográfico. Muitos erros no processo de entrada de dados podem ser evitados, se procedimentos baseados nessas restrições forem implementados.

A estrutura topológica “todo-parte” foi subdividida em: *subdivisão espacial*, *união espacial* e *contém*. A notação das três estruturas é apresentada na Figura 2.10.

Na estrutura *subdivisão espacial*, o todo é subdividido em partes de mesma natureza geométrica e a geometria do todo é coberta pela geometria das partes (por exemplo, a quadra é subdividida em lotes. Para existir um lote, a quadra já deve existir (Figura 2.10)).

A estrutura *união espacial* é o inverso da subdivisão espacial. O todo é formado a partir da união das partes. A diferença entre elas está na origem da geometria do todo (por exemplo, uma quadra é uma união lotes. A quadra não existe sem os lotes existirem primeiro. Figura 2.10).

Na estrutura *contém*, a geometria do todo contém a geometria da partes. Objetos de natureza geométrica diferentes podem estar contidos no todo (por exemplo, edificações dentro de um lote. Figura 2.10).

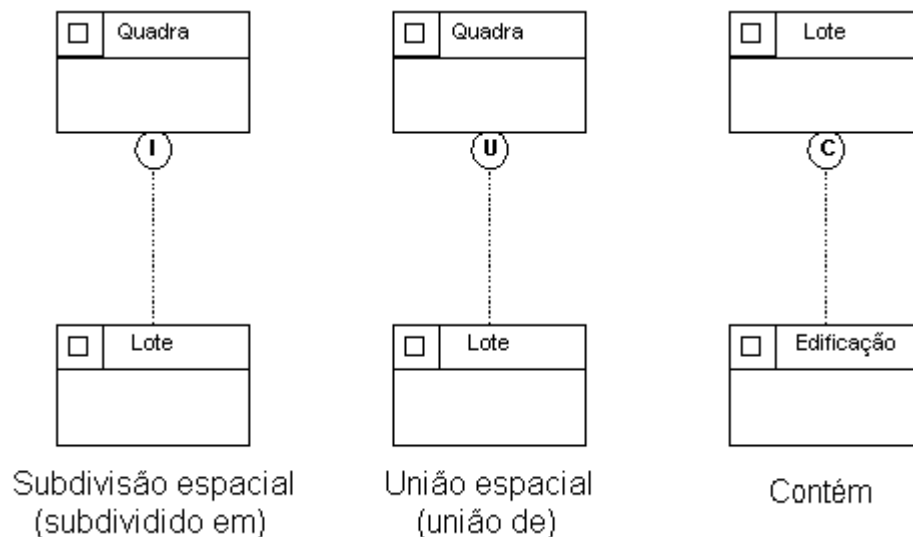


Figura 2.10 - Agregação Espacial.

A figura 2.11 mostra como podemos representar essas agregações. A agregação de Bairro, que é composto de Quadras, e a agregação de Quadra,

que é composta de Lotes, são consideradas *Agregações Espaciais*, porque essas são classes representadas geograficamente.

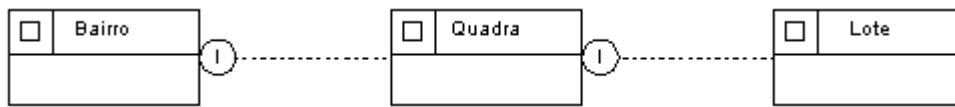


Figura 2.11 - Subdivisão Espacial - Bairro/Quadra/Lote.

A classe Lote pode sofrer uma especialização, onde duas novas classes mais específicas são detalhadas a partir da superclasse. Deste modo surgem as classes Edificado e NãoEdificado. Esta especialização é total (bolinha preta), porque a união de todas as instâncias das subclasses equivale ao conjunto de instâncias da superclasse, e disjunta (triângulo vazado), pois um lote só pode assumir um tipo por vez, ou seja, ser Edificado ou NãoEdificado.

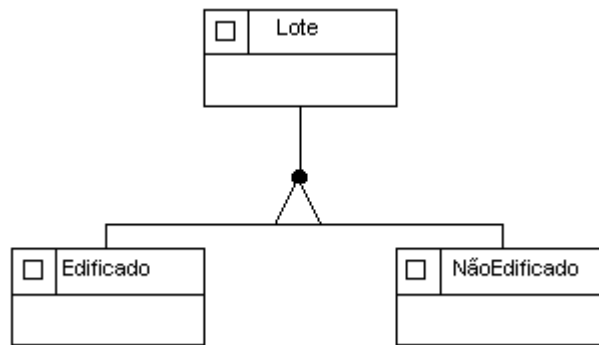


Figura 2.12 - Especialização do Lote.

2.1.3. Relacionamentos

Uma característica do modelo GEO-OMT é podermos representar relacionamentos entre fenômenos do mundo real. O modelo Geo-OMT representa os seguintes tipos de relacionamentos entre suas classes: associações simples, relações topológicas de rede e relações espaciais.

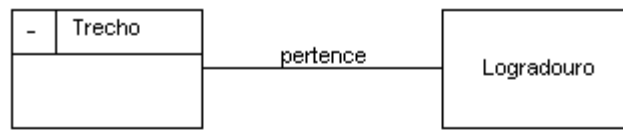
As associações simples representam relacionamentos estruturais entre objetos de diferentes classes, tanto convencionais como georreferenciadas. A instância individual de uma associação é chamada *link*. Muitas associações são binárias, sendo representadas por uma linha contínua ligando duas

classes. Uma associação pode ter sobre seu nome uma seta mostrando qual o sentido da relação. Algumas associações podem ter atributos próprios.

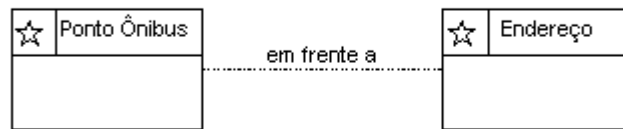
As relações espaciais representam as relações topológicas, métricas, ordinais e *fuzzy*. Algumas relações podem ser calculadas a partir das coordenadas de cada objeto durante a execução das operações de análise espacial. As relações topológicas são exemplos deste caso. Outras necessitam serem especificadas pelo usuário para que o sistema consiga manter estas informações. Estas relações são chamadas de *explícitas* [Peuq84, Lisb97].

Todas as relações espaciais são representadas por linhas pontilhadas (Figura 2.13b). Um caso particular de relação espacial é a *hierarquia espacial*. Através dessa relação a classe que representa o domínio espacial é conectada às demais subdivisões espaciais (Figura 2.13c). Esta relação também pode ser utilizada na relação entre classes do tipo *Geo-campo* com classes do tipo *Geo-Objeto*, onde terão sempre uma conotação de hierarquia espacial já que, toda classe do tipo *Geo-Objeto* estará distribuída sobre classes do tipo *Geo-Campo*.

a: Associação Simples



b: Relacionamento Espacial



c: Hierarquia Espacial



d: Relacionamento em Rede

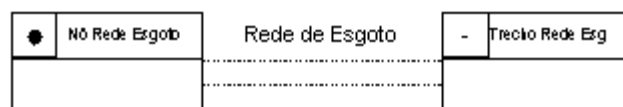


Figura 2.13 - Relacionamentos.

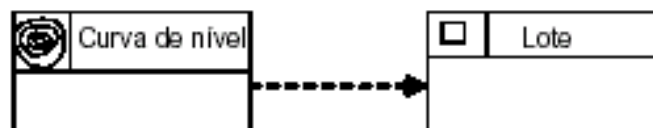


Figura 2.14 - Relação entre Geo-Campo e Geo-Objeto.

As relações em rede são relações que podem ser mantidas através de estruturas de dados dos SIGs, sendo representadas por nós e arcos conectados.

As relações em rede são representadas por duas linhas pontilhadas paralelas ligando classes do tipo Nó com classes do tipo Linha Uni ou Bi-direcionada. Estruturas de rede sem nó apresentarão um relacionamento recursivo na

classe que representa os segmentos do grafo. O nome dado à rede deverá estar entre as linhas pontilhadas (Figura 2.13d).

Os nomes das relações espaciais estão formalizados abaixo e, conforme dito anteriormente, poderão ser seguidos por uma seta indicando a origem da relação. Exemplificando melhor, citamos o caso de lote e rede elétrica. A relação entre as duas classes é *em frente a*. A seta deve ser na direção lote -> rede elétrica indicando que a relação é importante quando se está no lote. Em cada instância da classe Lote é necessário saber se existe rede elétrica *em frente* e não na instância de um trecho de rede elétrica saber se existe lote *em frente*. É uma questão de maior clareza semântica.

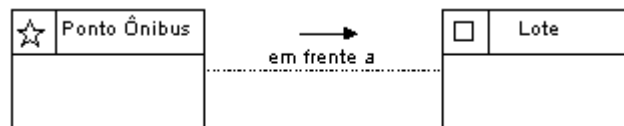


Figura 2.15 - Relacionamento Espacial

Baseado em [PaTh97, Free75, EgHe90, Feut93, EgFr91, CIFO93, Cama95, Fran96, MaES95], o modelo Geo-OMT considera as seguintes relações espaciais entre as *Classes Georreferenciadas*: *disjunto*, *contém*, *dentro de (contido)*, *toca (encontra)*, *cobre*, *coberto por*, *sobrepõe*, *adjacente*, *perto de*, *acima* (mais alto que sobre), *abaixo* (mais baixo que sob), *sobre*, *sob*, *entre*, *coincide*, *cruza*, *atravessa*, *em frente a*, *à esquerda*, *à direita*. As relações *contém/dentro de (contido)* serão tratadas como um tipo de Agregação Espacial.

- *Disjunto* – Não existe nenhum tipo de contato entre as classes relacionadas.
- *Contém* – A geometria da classe que contém envolve a geometria das classes contidas. Uma instância da classe que contém envolve uma ou mais instâncias da(s) classe(s) contida(s). A classe que contém deve ser do tipo *Polígono (Geo-Objeto)* ou *Polígonos Adjacentes (Geo-Campo)*.
- *Dentro de* – Existem instâncias de uma classe qualquer, dentro da (contida na) geometria de instâncias das classes do tipo *Polígono (Geo-*

Objeto) ou *Polígonos Adjacentes (Geo-Campo)*. A relação *dentro de* será tratada como uma Agregação Espacial “todo-parte”.

- *Toca* - Existe um ponto (x,y) em comum entre as instâncias das classes relacionadas. Consideramos esta relação um caso particular da relação *adjacente*.
- *Cobre/coberto por* - A geometria das instâncias de uma classe envolve a geometria das instâncias de outra classe. A classe que cobre é sempre do tipo polígono (*Geo-Objeto*).
- *Sobrepõe* - Duas instâncias se sobrepõem quando há uma interseção de fronteiras. Só será usado para relações entre polígonos (*Geo-Objeto*). Apenas parte da geometria é sobreposta.
- *Adjacente* - Utilizado no sentido de vizinhança, ao lado de, contíguo.
- *Perto de* - Utilizado no sentido de proximidade. Deve estar associado a uma distância “d”, que define quanto será considerado perto. Esta distância poderá ser uma distância euclidiana, um raio, um intervalo ou qualquer outra definida pelo usuário.
- *Acima / Abaixo* – *Acima* é mais alto que sobre, e *abaixo* mais baixo que sob. Será considerado *acima* ou *abaixo*, quando as instâncias estiverem em planos diferentes.
- *Sobre / Sob* - Utilizado no sentido de “em cima de” / “em baixo de”, no mesmo plano.
- *Entre* - Utilizado no sentido posicional, enfatizando a localização de uma instância de determinada classe entre duas instâncias de outra classe.
- *Coincide* - Utilizado no sentido de igual. Duas instâncias de classes diferentes que possuem o mesmo tamanho, a mesma natureza geométrica e ocupam o mesmo lugar no espaço. Essa relação é um caso particular do *sobre/sob*.
- *Cruza* - Existe apenas um ponto P (x,y) comum entre as instâncias.
- *Atravessa* - Uma instância atravessa integralmente outra instância, tendo no mínimo dois pontos P1 (x1,y1) e P2 (x2,y2) em comum. Este é um caso particular de *cruza*, que foi separado por fornecer maior expressão semântica.

- *Em frente a* - utilizado para dar ênfase à posição de uma instância em relação à outra. Uma instância está “de face” para outra. *Paralelo a* poderá ser usado na relação entre linhas, por ser semanticamente mais significativo.
- *À esquerda / à direita* - Utilizado para dar ênfase na lateralidade entre as instâncias. No entanto, a questão de lateralidade deve estar bem definida nas aplicações no SIG, de forma a ser possível formalizar o que é lado direito e esquerdo.

Os relacionamentos são caracterizados pela **cardinalidade**. A cardinalidade representa o número de instâncias de uma classe que pode estar associada a uma instância da outra classe. A notação de cardinalidade adotada pelo modelo Geo-OMT é a utilizada na Unified Modeling Language (UML) [Rati97] por apresentar maior expressividade na sua representação do que a proposta pelo modelo OMT (Figura 2.16).

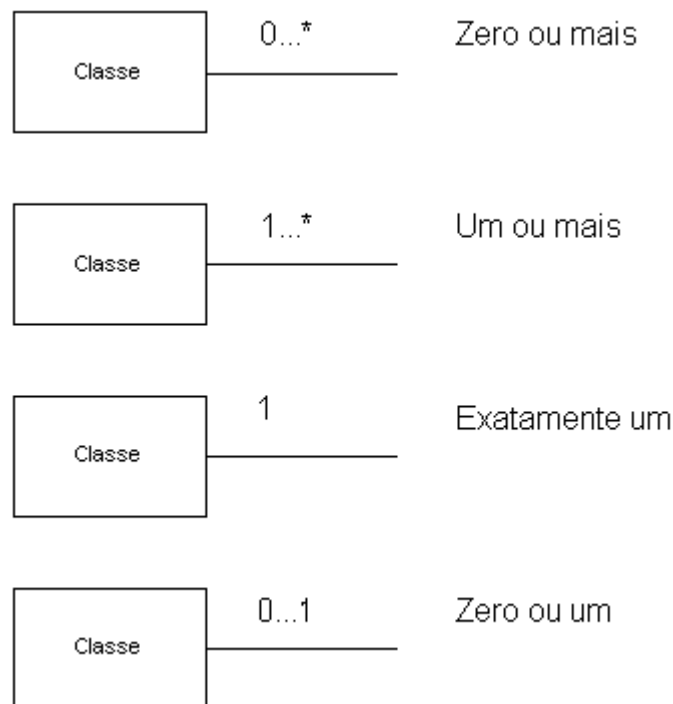


Figura 2.16 - Cardinalidade.

As relações em *rede* e *hierarquia espacial* já trazem incorporados em seu significado a sua cardinalidade, não sendo, portanto necessário explicitá-la.

2.1.4. Generalização Cartográfica

A *generalização* pode ser vista como uma série de transformações em algumas representações das informações espaciais, com o objetivo de melhorar a legibilidade e compreensão dos dados. Por exemplo, “uma entidade geográfica pode ter diversas representações espaciais conforme a escala utilizada. Uma cidade pode ser representada por um ponto num mapa de escala pequena e por um polígono num mapa de escala grande” [MeBo96]. Este tipo de mudança na representação cartográfica é chamado de *generalização* e está relacionado com a representação gráfica.

A *generalização cartográfica* pode ser de dois tipos: *variação pela forma* e *variação por escala*. A *variação pela forma* é utilizada na representação da convivência simultânea das múltiplas formas geométricas de uma mesma classe, dentro de uma mesma escala. A descrição geométrica da superclasse é deduzida a partir do uso das subclasses. Por exemplo, um rio pode ser percebido como um espaço entre suas margens, como um polígono de água ou como um fluxo (linha direcionada), formando a rede hidrográfica.

Esta forma de *generalização* não está presente em nosso modelo, pois este, além de ter sido desenvolvido apenas para uma escala (1:2000), tem o objetivo de atender, de início, ao Cadastro Técnico, não havendo, portanto, necessidade de sua utilização. No entanto, ficam registradas a existência do recurso e sua utilidade.

2.1.5. Restrições Espaciais

Muitas aplicações geográficas usam dados que dependem de relacionamentos topológicos que precisam ser representados explicitamente no banco de dados. Nesses casos, cuidados especiais devem ser tomados para que a consistência espacial seja mantida. Esses cuidados interferem não só na entrada de dados geográficos como também na manutenção da integridade semântica do banco de dados.

Consideramos somente as restrições relacionadas aos relacionamentos espaciais. Não consideramos restrições que envolvem a geometria do objeto, como por exemplo, as restrições impostas na descrição geométrica de um polígono: deve ser composto por no mínimo três segmentos e possuir a mesma coordenada nos pontos inicial e final, garantindo o fechamento do polígono. Restrições geométricas devem ser tratadas no nível do sistema de informação geográfica, pois estão estritamente relacionadas com a implementação. Em [LaTh92] encontramos regras de consistência associadas à geometria dos objetos espaciais.

As restrições espaciais consideradas no modelo Geo-OMT são as seguintes:

- *Regras de Dependência Espacial* - São impostas restrições pela existência de objetos agregados, onde a existência gráfica do objeto agregado depende da existência gráfica dos sub-objetos e vice-versa. Essas regras são derivadas das primitivas espaciais *Subdivisão espacial* e *União espacial*. Na subdivisão espacial, o objeto primitivo é subdividido em áreas menores originando objetos derivados. Como exemplo temos a classe Quadra que é subdividida na classe lote. Um modelo de regra seria “Qualquer porção do espaço contido dentro do objeto primitivo deve conter um e somente um objeto derivado, não podendo haver sobreposição de áreas, nem espaço vazio”. Já na união espacial, o objeto derivado é formado pela união de objetos primitivos. De uma certa maneira seria o inverso da subdivisão espacial. Como uma das regras teríamos “A exclusão de um dos objetos primitivos implica na alteração do limite do objeto derivado”.
- *Regras de Continência* - São impostas restrições pela existência de objetos contidos dentro da estrutura geométrica de outro. Essas regras são derivadas da primitiva espacial *Contém*. Uma exemplo de regra: “O limite do objeto contido não pode extrapolar o limite do objeto que contém”.
- *Regras de Generalização Espacial* - São impostas restrições pela variação dos atributos gráficos. Um exemplo de regra para

generalização total e disjunta seria do tipo “Todas as instâncias da superclasse tem que ser instância de uma e somente uma subclasse”.

- *Regra de Disjunção* - É uma restrição aplicada a classes que não podem de forma alguma ter algum tipo de relacionamento espacial entre elas. A interseção entre a geometria dos objetos pertencentes à classes disjuntas deve ser vazia.
- *Regras de Conectividade* - São impostas restrições pela existência de conectividade entre os objetos. Por exemplo, todo nó deverá estar conectado a pelo menos um segmento orientado.
- *Regras de Associação Espacial* - São impostas restrições pela existência de algumas relações espaciais. Dentro de *proximidade*, teríamos a regra “As relações de proximidade são consideradas relações *fuzzy* devendo, portanto, ter parâmetros que forneçam o que é considerado perto ou longe”.
- *Regras de Geo-Campo* - São impostas restrições à existência de classes do tipo *Geo-Campo*. Como exemplo teremos, para a especialização Rede Triangular Irregular, que qualquer ponto do espaço geográfico deve pertencer a um triângulo da rede de triangulação.

O cumprimento de algumas regras de integridade espacial pode ser garantido pelo SIG. No entanto, a maioria requer a definição de operações de controle de integridade associadas às classes.

Um maior detalhamento das restrições espaciais pode ser encontrado em [DaBo97], onde os autores descrevem todas as regras apresentadas acima. Sua utilização é importante, na medida em que ajudará na manutenção da integridade do banco de dados.

2.1.6. Diagrama de Temas

Aplicações geográficas normalmente envolvem uma quantidade muito grande de temas principalmente em área urbana que envolve temas referentes à estrutura urbana, saúde, educação, zoneamento, controle de trânsito, uso do solo, hidrografia, saneamento, energia, telefonia, entre outros. As aplicações

geográficas para uma prefeitura geralmente envolvem todos esses temas e, dentro de cada tema, um grande número de classes.

O modelo Geo-OMT adota o conceito de temas (assuntos) e não o de camada ou *layers* presentes em muitos outros modelos. No nível conceitual, um tema agrega classes de mesmas características, no entanto, uma mesma classe pode ter característica comum com outros temas. Citamos, por exemplo, o caso de Parques que podem pertencer tanto ao tema “Meio-Ambiente”, como ao tema “Esporte e Lazer”.

O modelo Geo-OMT introduz o diagrama de temas como forma de visualizar os diversos níveis de informação envolvidos em uma aplicação geográfica, fornecendo um nível de abstração mais elevado. Ele é muito útil em projetos de grande dimensão fornecendo uma visão global de todo o ambiente da aplicação auxiliando na compreensão da abrangência do projeto georreferenciado. O uso de temas auxilia na subdivisão da modelagem em partes.

No esquema da aplicação, a notação utilizada para representar um tema consiste em englobar, com um polígono pontilhado, as classes pertencentes a um mesmo tema. Dentro do polígono deverá constar o nome que identifica o tema. Note que algumas classes apresentarão sobreposição de temas sendo esta visualização muito importante, pois, é um indicativo de que a classe é compartilhada por usuários distintos.

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

4.20 mostra a notação utilizada em um exemplo de temas da cidade de Nova Iguaçu. A Figura 4.21 mostra parte de um esquema da aplicação para a educação, onde está presente o tema *endereço*.

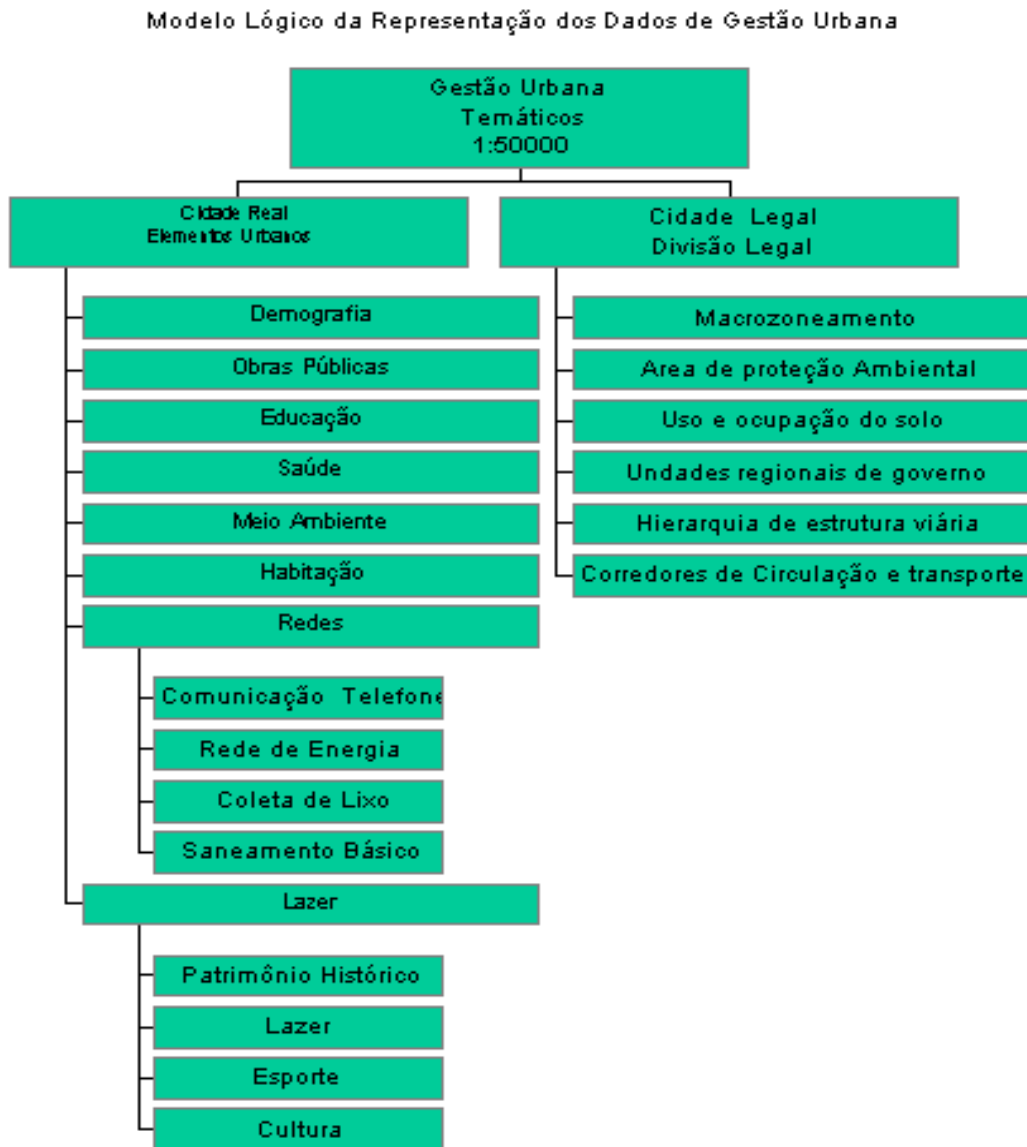


Figura 2.17 - Modelo Lógico dos Dados de Gestão Urbana.

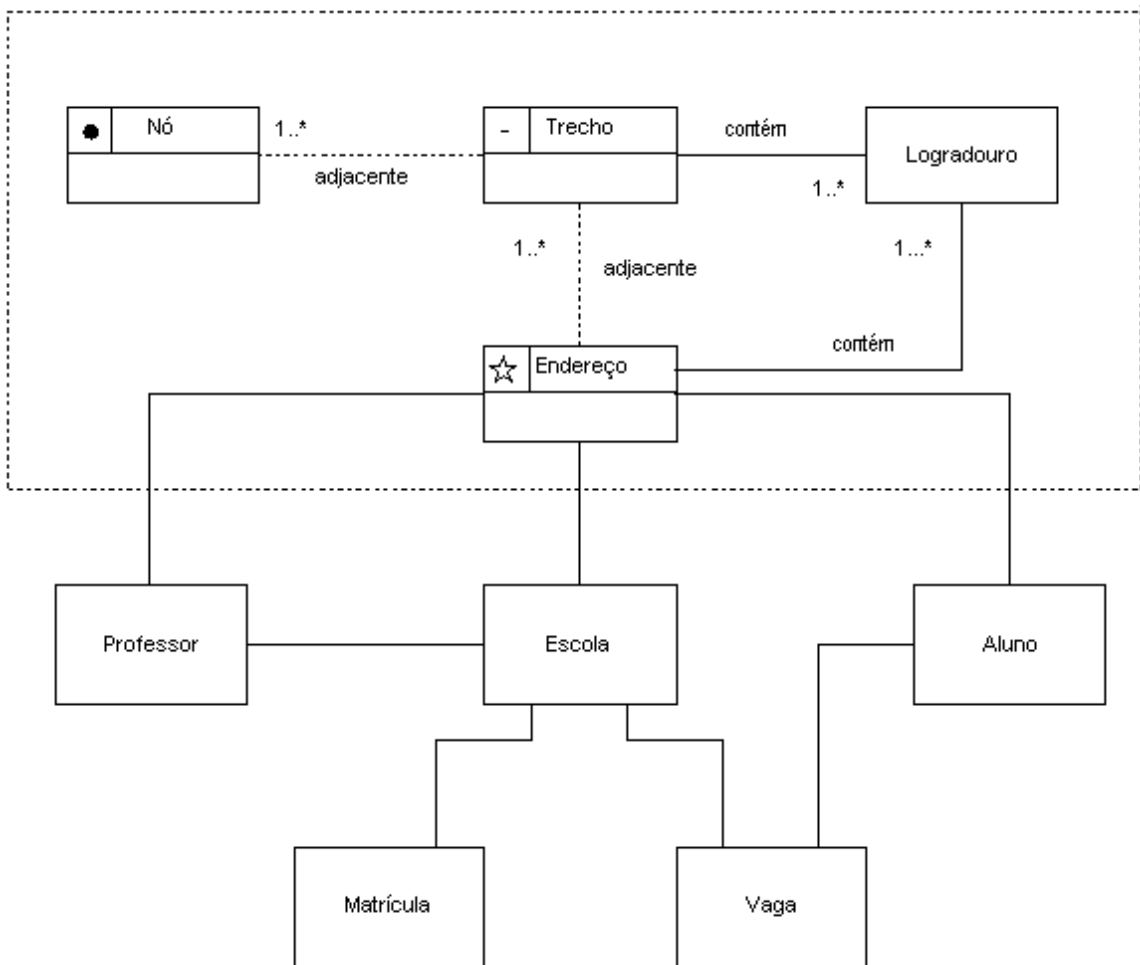


Figura 2.18 - Tema Endereço.

Na figura acima, os objetos Endereço, Logradouro, Trecho e Nó estão separados dos demais por uma linha pontilhada. Esta linha pontilhada indica que esses objetos fazem parte de um tema que será utilizado em outros modelos, como poderemos ver adiante. Este tema será utilizado com o objetivo de possibilitar a localização de qualquer informação que esteja atrelada a um endereço. Como a maioria das informações oriundas de sistemas ditos operacionais em uma prefeitura tem essa característica, ou seja, possui endereço, podemos dizer que este tema terá condições de aglutinar dados das mais variadas fontes, possibilitando uma melhor análise e, por conseguinte, uma melhor tomada de decisões.

2.2. O que é um Data Warehouse

2.2.1. Requerimentos

No início deste capítulo vimos as vantagens de um Data Warehouse espacial, mas o que é exatamente um Data Warehouse? Quais são suas principais características e como um Data Warehouse pode ajudar no projeto de um SIG para prefeituras?

Os principais objetivos de um DW são acesso rápido, cálculos rápidos, interface amigável com o usuário e flexibilidade para visualizar dados, dado o desafio de grande quantidade de dados com muitos níveis de detalhe em um ambiente multiusuário e descentralizado. Atingir estes objetivos, dados os vários desafios, constituem os requerimentos funcionais essenciais para um DW.

Encurtando o assunto, usuários finais geralmente estão tentando obter mais informação e cálculos baseados naqueles dados, mais rápidos, e com maior flexibilidade de visualização do que podem ser obtidas com tecnologias tradicionais, que são geralmente uma combinação de bases de dados relacionais, ferramentas de consulta baseadas em SQL e planilhas.

Todo o produto de software que pretende cumprir as exigências funcionais para DW deve fornecer acessos compartilhados, rápidos e flexíveis a toda a informação analítica. Deve permitir que você navegue pela informação de toda a maneira que você quiser. Deve ser amigável o suficiente para ser aprendido por usuários finais (não técnicos) com um mínimo de esforço, e tem de ser integrado no sentido do usuário – integrando múltiplos usuários e permitindo o acesso simultâneo aos mesmos dados - e no sentido dos dados - integrando dados da empresa (prefeitura) através e de suas áreas de atuação.

Para acessarmos os dados dentro de um DW podemos utilizar alguns tipos de ferramentas. Geradores de relatórios, software para consultas *ad hoc* e

ferramentas OLAP são alguns exemplos. Segundo [Erik97] ferramentas OLAP têm quatro requisitos básicos:

- **Acesso e Cálculos Rápidos** - Velocidade é um componente crucial de um DW. É mais do que uma característica, é manter sua linha de pensamento. DW requer suporte à consultas *ad hoc*, algumas das quais podem requerer processamento adicional durante a consulta.
- **Capacidade analítica poderosa** - Há muito mais a analisar do que simplesmente agregação de números. É importante poder somar e calcular a média corretamente de grandes quantidades de dados, mas muito das informações importantes resulta da comparação inteligente das relações e de tendências inferidas sobre o tempo e outras dimensões. Ou seja, uma boa parte das consultas que ocorrem num processo analítico contem análise embutida. A combinação de análise de agregação e de comparação pode parecer complicada, mas útil.
- **Flexibilidade** - Este é um outro componente crucial da funcionalidade OLAP. Carrega uma variedade de significados - visão flexível, definições flexíveis, análise flexível, relações flexíveis. Os sistemas necessitam serem flexíveis em todas estas maneiras. Necessitam suportar um grande *set* de cálculos não planejados porque pensar em análise baseada em orientação à decisão é inerentemente difícil de automatizar ou especificar.
- **Multiusuário** – As grandes organizações são ambientes de trabalho colaborativo. Em consequência do downsizing e da descentralização, o número relativo de empregados que necessitam de acesso total aos dados analíticos está na ascensão. Problemas descobertos por um gerente de vendas regional, por exemplo, podem, necessariamente, ser comunicados a um gerente de distribuição ou de fabricação para pronta resolução. Previsões examinadas por executivos seniores podem refletir os dados que foram gerados por mais de uma dúzia de departamentos

separados. Para corporações globais, alguns daqueles departamentos podem até mesmo não compartilhar do mesmo país ou língua.

2.2.2. Arquitetura

É importante compreender com cuidado as partes de um DW antes de começarmos a combiná-las para criarmos um Data Warehouse. Cada componente do DW serve a uma função específica. Necessitamos aprender o significado estratégico de cada componente e como utilizá-lo eficazmente para atingirmos o nosso objetivo. Segundo [Kimb02] uma das maiores ameaças ao sucesso do DW é confundir os papéis e funções dos componentes.

2.2.2.1. Ambiente Transacional

É composto por sistemas operacionais que capturam as transações do negócio. Os sistemas precisam ser pensados como fora do DW porque presumivelmente temos de pouco a nenhum controle sobre o conteúdo e o formato dos dados dos sistemas operacionais legados. As prioridades principais dos sistemas fonte são performance e disponibilidade. Consultas à esses sistemas geralmente são limitadas a um registro de cada vez e são parte do fluxo normal da transação. Uma forte suposição nos leva a acreditar que os sistemas operacionais não sofrem consultas de maneira ampla, complexa e não previsível como os DW usualmente respondem. Os sistemas operacionais mantêm poucos dados históricos e se você tiver um bom DW, os sistemas operacionais podem ser aliviados de muita responsabilidade. Cada sistema operacional é freqüentemente uma aplicação onde pouco investimento foi feito com o objetivo de compartilhar dados com outros sistemas operacionais na organização. Seria ótimo se seus sistemas operacionais sofressem reengenharia. Tal esforço de integração faria o projeto do DW mais fácil.

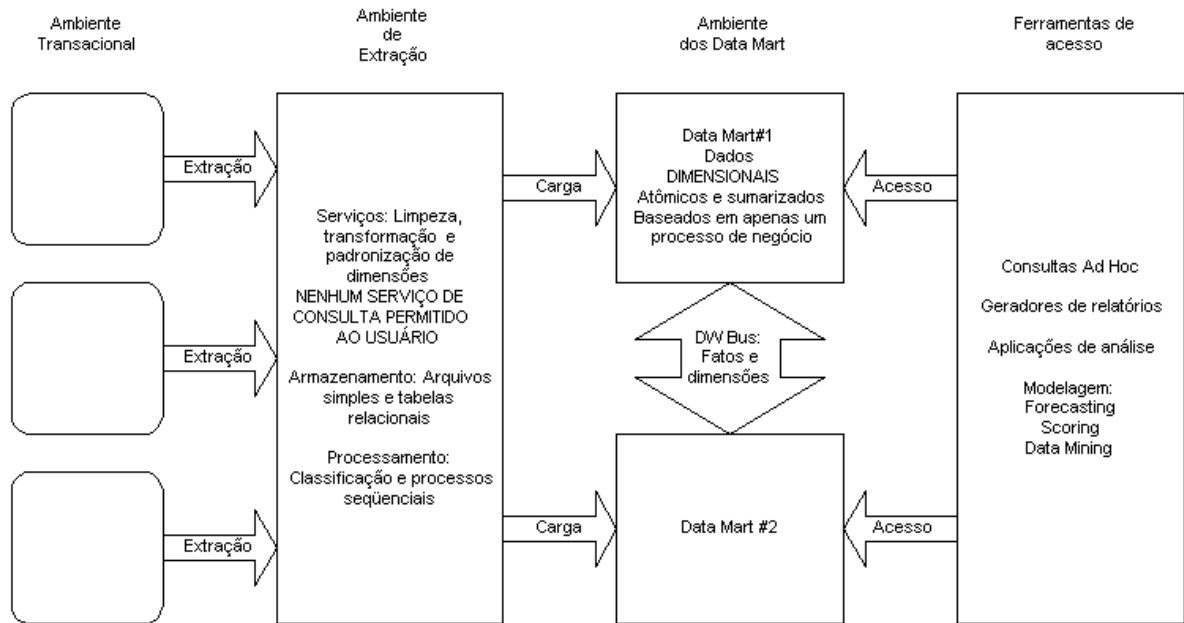


Figura 2.19 - Esquema de um Data Warehouse.

2.2.2.2. Ambiente de Extração

O ambiente de extração dos dados do DW é, além de uma área de armazenamento, um conjunto de processos geralmente referenciados como *extract-transformation-load* (ETL). O ambiente de extração dos dados é tudo entre os sistemas operacionais e o ambiente de Data Mart. [Kimb02] faz uma analogia à uma cozinha de restaurante, onde os alimentos crus são transformados em refeições. No DW, dados operacionais crus são transformados em dados prontos a serem consumidos. Similar à cozinha do restaurante, o ambiente de extração dos dados é acessível somente aos profissionais especializados. A equipe de funcionários da cozinha do DW fica ocupada preparando “refeições”. Deste modo não pode atender a consultas dos clientes simultaneamente. Os clientes não são convidados a comer na cozinha. Certamente não é seguro para clientes passear pela cozinha. Não gostaríamos que nossos clientes do DW se ferissem utilizando equipamento perigoso, pelas superfícies quentes e pelas facas afiadas que pudessem encontrar na cozinha. Por isso eles estão proibidos de ter acesso ao ambiente de extração.

A extração é a primeira etapa no processo de colocar dados no DW. Extrair significa ler e entender os dados originais e copiar os dados necessários ao DW para uma eventual manipulação adicional. Uma vez que os dados foram extraídos para o ambiente de extração, há ainda transformações potenciais, tais como limpeza dos dados (resolvendo conflitos de domínio, tratando elementos ausentes ou padronizando em formatos), combinando dados de múltiplas fontes, duplicando dados e atribuindo chaves do DW. Estas transformações são precursoras da carga dos dados no ambiente de Data Mart.

2.2.2.3. Ambiente de Data Mart

O ambiente de Data Mart é o lugar onde os dados são organizados, armazenados e disponibilizados para usuários finais realizarem consultas e utilizarem geradores de relatórios e outras aplicações de análise. Desde que o ambiente de extração é a zona proibida, o ambiente de Data Mart é o DW

propriamente dito para a comunidade usuária. É tudo que os usuários finais podem acessar via ferramentas de acesso. Este ambiente é tipicamente composto por uma série de Data Marts integrados. Um Data Mart é uma fatia da torta do ambiente de Data Marts. De uma forma mais simples, um Data Mart representa os dados de um único processo de negócio.

Modelagem dimensional é um nome novo para uma técnica antiga para modelar bases de dados simples e compreensíveis. Caso após caso, começando nos anos 70, organizações, consultores, os usuários finais e os vendedores procuraram uma estrutura dimensional simples para combinar com a necessidade humana fundamental para a simplicidade. Imagine que um *chief executive officer* (CEO) de uma empresa que descreva seu negócio como, "nós vendemos produtos em vários mercados e medimos nosso desempenho ao longo do tempo". Como *designers*, nós escutamos com cuidado a ênfase de CEO's no produto, no mercado e no tempo. A maioria das pessoas acha intuitivo pensar neste negócio como um cubo de dados, com as bordas etiquetadas como produto, mercado e tempo. Os pontos dentro do cubo são onde as medidas para essa combinação do produto, do mercado e do tempo estão guardadas. A habilidade de visualizar algo tão abstrato quanto um conjunto de dados de uma maneira concreta e tangível são o segredo da capacidade de compreensão. Se parece demasiado simples, então tudo bem! [Kimb02] diz que um modelo de dados que comece simples tem a possibilidade de permanecer simples até o fim do projeto. Um modelo que comece complicado certamente será mais complicado ao final. Os modelos complicados rodarão lentamente e serão rejeitados por usuários finais.

2.2.2.4. Ferramentas de Acesso

O componente principal (e final) do ambiente DW é a ferramenta de acesso aos dados. O termo ferramenta é apropriado para mostrar a variedade de potencialidades que podem ser disponibilizadas ao usuário para alavancar o ambiente de Data Mart. Por definição, todas as ferramentas do acesso aos dados acessam apenas os dados no ambiente de Data Mart. Consultar, obviamente, é o principal objetivo no uso de um DW.

Uma ferramenta de acesso aos dados pode ser tão simples como uma ferramenta para consultas *ad hoc* ou tão complexa quanto um sofisticado Data Mining ou uma aplicação de modelagem. As ferramentas de consulta *ad hoc*, podem ser melhor compreendidas e usadas somente por um percentual pequeno de usuários finais. A maioria dos usuários finais provavelmente acessará os dados através de aplicações analíticas parametrizadas previamente. Aproximadamente 80 a 90 por cento dos usuários em potencial serão servidos por estas aplicações enlatadas que são essencialmente moldes prontos que não requerem que usuários construam diretamente *queries* relacionais. Algumas das mais sofisticadas ferramentas de acesso atualmente podem carregar de volta os resultados obtidos em sistemas operacionais da fonte ou no ambiente de extração do DW.

2.2.2.5. Metadados

Segundo [Kimb02] metadados é toda a informação no ambiente DW que não é realmente os dados como conhecemos. Metadados é quase uma enciclopédia sobre o DW. O pessoal envolvido com o desenvolvimento, manutenção e utilização do DW freqüentemente gasta muito tempo falando sobre e preocupando-se com metadados. Como a maioria dos desenvolvedores tem uma aversão natural ao desenvolvimento e manutenção de documentação, freqüentemente metadados ganha pouca importância no planejamento do projeto, apesar do reconhecimento por todos de sua importância.

Metadados pode se apresentar de várias formas para apoiar necessidades desiguais de grupos distintos de usuários do DW, tais como usuários finais e técnicos de suporte. Podemos ter metadados para os sistemas operacionais, facilitando o processo de extração de dados. Uma vez que os dados estejam no ambiente de extração, teremos metadados para guiar os processos de transformação e carga dos dados nos Data Marts.

Metadados se envolve com o SGBD do DW para explicar tabelas do sistema, definições de partições, índices, *views* e níveis de privilégios, segurança e

concessões. Finalmente, a ferramenta de metadados identifica nomes e definições do negócio nas tabelas e campos do ambiente de Data Mart, assim como filtros, especificações dos modelos de aplicação, estatísticas de acesso e utilização.

2.2.2.6. Operational Data Store

Provavelmente surgirá a dúvida sobre onde um ODS (Operational Data Store) se encaixa num diagrama de DW. [Kimb02) diz que não há uma única definição universal para o ODS, se pertence ou não a um DW vai depender de cada situação. ODS freqüentemente são cópias atualizadas dos dados dos sistemas operacionais. A freqüência de atualização e o grau de integração de um ODS variam baseados em seus requisitos específicos.

Normalmente um ODS é implementado para fornecer relatórios operacionais, especialmente quando nem os sistemas legados nem os sistemas on-line (OLTP) proporcionam relatórios operacionais adequados. Estes relatórios são caracterizados por um *set* fixo e limitado de consultas que podem estar intimamente ligadas a uma aplicação de relatórios. Os relatórios mostram os requerimentos de uma organização para tomada de decisões. O ODS, como um fornecedor de relatórios, pode se tornar o ponto de apoio para a carga de dados operacionais no DW. Em outros casos, ODS é construído para apoiar interações de tempo-real, especialmente em aplicações CRM (Customer Relationship Management).

Em qualquer cenário, o ODS pode ser um terceiro sistema físico entre os sistemas operacionais e o armazém de dados ou uma partição do DW. Cada organização, obviamente, necessita de sistemas operacionais. Assim como cada organização se beneficiaria de um DW. O mesmo não pode ser dito sobre um ODS fisicamente distinto a menos que os outros dois sistemas não possam responder consultas operacionais. Claramente não se deve alocar recursos para construir um terceiro sistema físico a menos que existam necessidades para o negócio que não possam ser apoiadas nem pelos sistemas operacionais nem pelo DW. Por estas razões, [Kimb02] acredita que a tendência em um

projeto de DW é definir o ODS como uma porção especialmente administrada do DW.

3. A PREFEITURA DE NOVA IGUAÇU

3.1. Caracterização Geral

O município de Nova Iguaçu integra a Região metropolitana do Rio de Janeiro, distante aproximadamente 35 km do núcleo principal, sendo um dos onze municípios que compõem a Baixada Fluminense. Os municípios limítrofes são: Rio de Janeiro, Nilópolis, São João de Meriti, Duque de Caxias, Belford Roxo, Seropédica, Queimados, Japeri e Miguel Pereira.

Com uma população de 765.368 pessoas, segundo o censo de 91/IBGE, 801.026 pela atualização de 96, ocupa uma área de 543,6 km² e apresenta uma densidade demográfica bruta de 1.408 hab./km². Revela-se o município mais populoso da Baixada Fluminense.

3.2. Perfil Sócio-Econômico de Nova Iguaçu

O Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável da Cidade de Nova Iguaçu, estabelecido pela lei Complementar nº 006 de 12 de dezembro de 1997, que também revê o anterior, vincula a abrangência espacial de todo o território ao conceito de cidade, circunscrevendo-o em Setores de Planejamento Integrado e Unidades regionais de Governo. Estes, que se constituem na referência espacial para ações de gestão municipal, foram utilizados como unidades de observação para a análise dos dados que configuram o perfil sócio-econômico.

O Setor de Planejamento Centro, apesar de mais populoso, não se revela como o mais denso, seja quando se observa a concentração da população por sua superfície total, ou quando considerada apenas a área líquida ou ocupada. Tal fenômeno adquire mais racionalidade ao confrontar-se os números do Setor Sudeste, que compreende a região mais antiga da cidade, sendo, tanto a primeira como esta, parte da zona urbana consolidada cuja tendência é a verticalização da ocupação.

Observa-se uma concentração de serviços e equipamentos urbanos nesta região, que conforma um “mega-núcleo”, de bons padrões urbanísticos, responsáveis por abrigar cerca de 85% dos recursos urbanos de que se tem expectativa de desfrutar numa cidade.

Setores de Planejamento Integrado	Unidades Regionais de Governo	População Total *	%	Superfície Líquida (Km ²)**	Densidade Líquida Hab/Km ² *	Macro-Zoneamento
Centro	Centro	175.682	23.0	22,53	15.328,71	Zona Urbana Consolidada
	Com. Soares	85.121	11.2			
	Posse	84.553	11.0			
	Total	345.356	45.1			
Sudeste	Mesquita	77.042	10.1	8,84	16.167,53	Zona Urbana Consolidada
	Banco de Areia	36.666	4.8			
	Chatuba	29.213	3.8			
	Total	142.921	18.7			
Sudoeste	Cabuçu	60.306	7.9	33,72	2.551,89	Zona de Expansão Urbana
	Km 32	25.744	3.4			
	Total	86.050	11.3			
Noroeste	Austin	77.138	10.1	17,04	4.526,87	Zona de Expansão Urbana
Norte	Tinguá	17.032	2.2	71,68	237,61	Zona de Transição
Nordeste	Vila de Cava	62.999	8.2	15,41	6.286,24	Zona de Expansão
	Miguel Couto	33.872	4.4			
	Total	96.871	12.6			

Figura 3.1 - Perfil Sócio-Econômico.

Fonte: Estudos dos Padrões de Construção, Fundiário e de Comercialização dos Imóveis da Cidade de Nova Iguaçu – Agência de Projetos da Baixada/NUSEG/UERJ

3.3. Foco na Questão Fundiária

Alguns elementos componentes do padrão de habitabilidade no município, como o construtivo, de comercialização, a tipologia das irregularidades praticadas do ponto de vista urbanístico, fundiário e tributário foram objeto

de estudo recente, realizado pela Agência de Projetos (NUSEG/UERJ), e inscreve-se dentre as iniciativas da Prefeitura de Nova Iguaçu, através de sua Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente, em desenvolver novo modelo de gestão, consubstanciado em uma série de ações de planejamento, controle e regulação das relações que se expressam sobre o território da cidade.

O abrangente universo da intrincada rede que desenha a cidade, envolve a ação de produtores imobiliários sobre o espaço, o rebatimento físico das necessidades de habitação da população, a cultura intrínseca aos modelos ideais do morar, a vinculação dos indivíduos ao espaço em que vivem e a ação de governo.

Essas são as relações que foram destrinchadas, pois configuram um desenho urbano peculiar, oriundo do parcelamento progressivo do solo, das condições de produção de moradia popular ou convencional, das práticas habituais de apropriação indevida do espaço público para uso privado e das circunstâncias de aplicação das políticas públicas de direcionamento e fiscalização destas relações sobre a cidade.

URG	Total de Domicílios Particulares Permanentes	Total de Casas	Casas (%)	Total de Apartamentos	Apartamentos (%)	Outros	Outros (%)
Centro	47.325	40.379	85,32	6.531	13,80	415	0,88
Posse	21.831	21.218	97,19	552	2,53	61	0,28
C.Soares	21.197	20.831	98,27	120	0,57	246	1,16
Mesquita	20.357	18.34	90,12	1.636	8,04	375	1,84
B.Areia	9.479	8.904	93,93	562	5,93	13	0,14
Chatuba	7.395	7.175	97,03	126	1,70	94	1,27
Cabuçu	14.630	14.480	98,97	50	0,34	100	0,68
Km32	6.282	5.952	94,75	285	4,54	45	0,72
Austin	18.983	18.480	97,35	60	0,32	443	2,33
Vl Cava	15.457	15.229	98,52	54	0,35	174	1,13
M.Couto	8.602	8.480	98,58	105	1,22	17	0,20
Tinguá	4.16	4.161	99,81	-	-	8	0,19

Figura 3.2 - Padrão de Habitabilidade.

Fonte: Estudos dos Padrões de Construção, Fundiário e de Comercialização dos Imóveis da Cidade de Nova Iguaçu – Agência de Projetos da Baixada/NUSEG/UERJ.

Embora realizado através de Amostragem, num universo de 1% das casas distribuídas por todas as Unidades Regionais de Governo (URG), são relevantes alguns dos modelos identificados, em particular o relativo ao problema fundiário, que por vezes tem seu controle dificultado pelas características de alguns padrões construtivos da cidade.

Ainda, destaca-se o hábito de construção de outras edificações no terreno, com a finalidade dominante de “outra casa”, para abrigar, normalmente, parte da família.

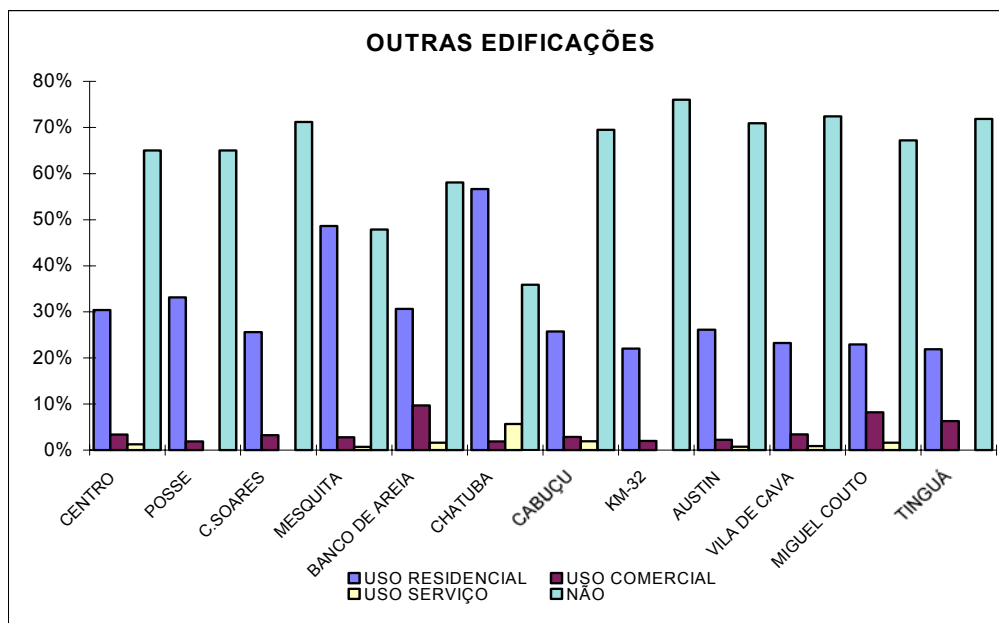


Figura 3.3 - Outras Edificações.

Fonte: Estudos dos Padrões de Construção, Fundiário e de Comercialização dos Imóveis da Cidade de Nova Iguaçu – Agência de Projetos da Baixada/NUSEG/UERJ.

Essa prática, que chega a incidir sobre cerca de 35% dos imóveis, esporadicamente vem acompanhada de um desmembramento do lote (formal ou extra-oficial), embora tenha, por vezes, entrada no cadastro imobiliário como unidade a ser tributada gerando distorções na cobrança do IPTU.

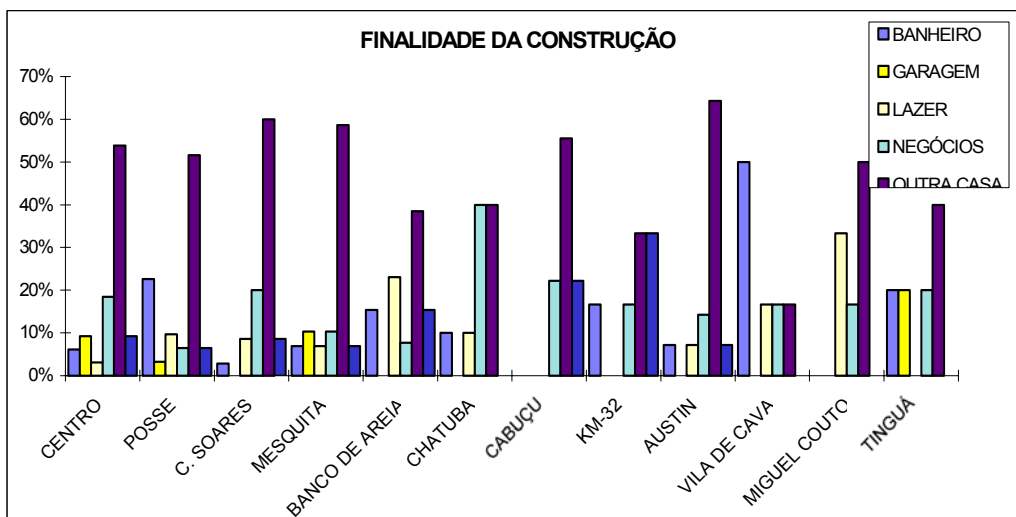


Figura 3.4 - Finalidade da Construção.

Fonte: Estudo dos Padrões de Construção, Fundiário e de Comercialização dos Imóveis da Cidade de Nova Iguaçu Agência de Projetos da Baixada / NUSEG / UERJ

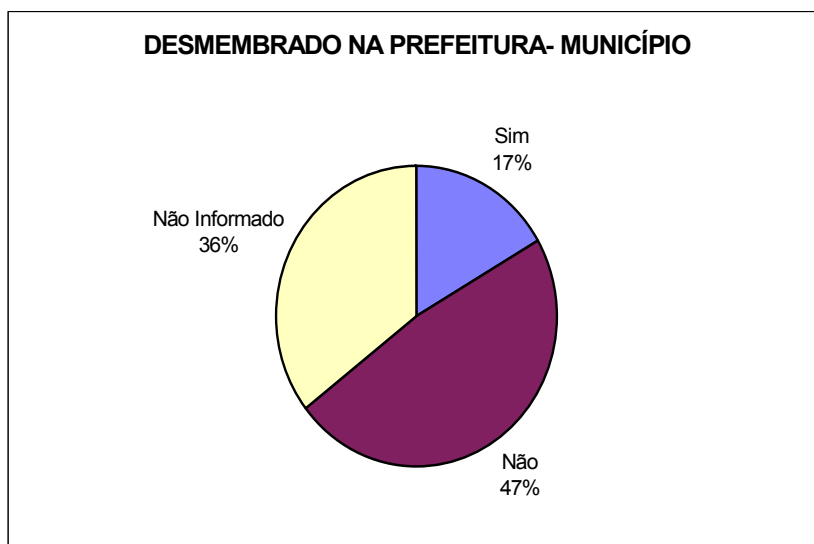


Figura 3.5 - Desmembrado na Prefeitura – Município.

Fonte: Estudos dos Padrões de Construção, Fundiário e de Comercialização dos Imóveis da Cidade de Nova Iguaçu – Agência de Projetos da Baixada/NUSEG/UERJ

Na relação de propriedade, a estimativa é de que a proporção de imóveis próprios encontra-se no intervalo entre 80% a 84%. Já, quanto à titulação, os números indicam diferenças significativas entre as Unidades Regionais de Governo, bem como algumas contradições que merecerão maior atenção na fase de elaboração da proposta de Cadastro Imobiliário.

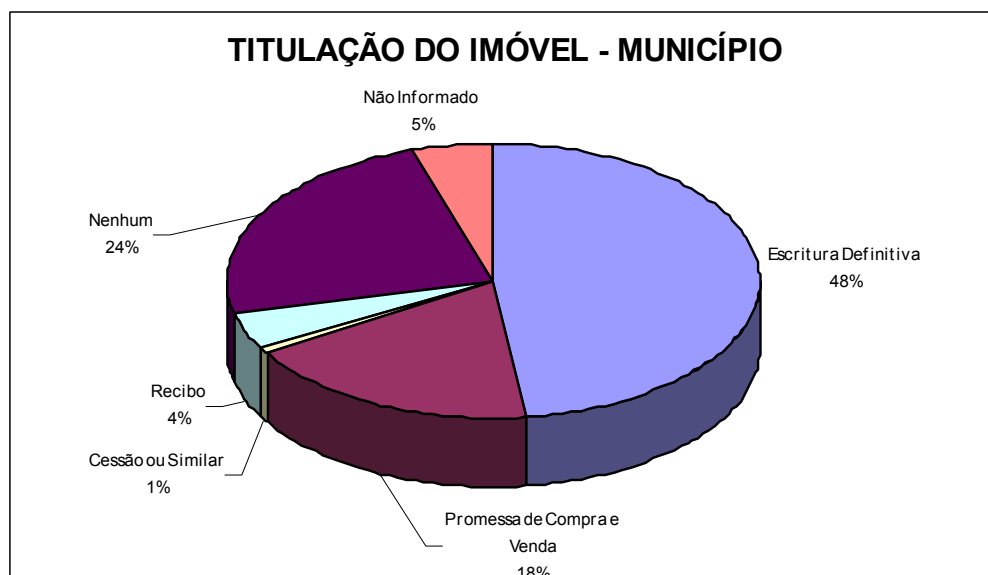


Figura 3.6 - Titulação do Imóvel – Município.

Fonte: Estudos dos Padrões de Construção, Fundiário e de Comercialização dos Imóveis da Cidade de Nova Iguaçu – Agência de Projetos da Baixada/NUSEG/UERJ

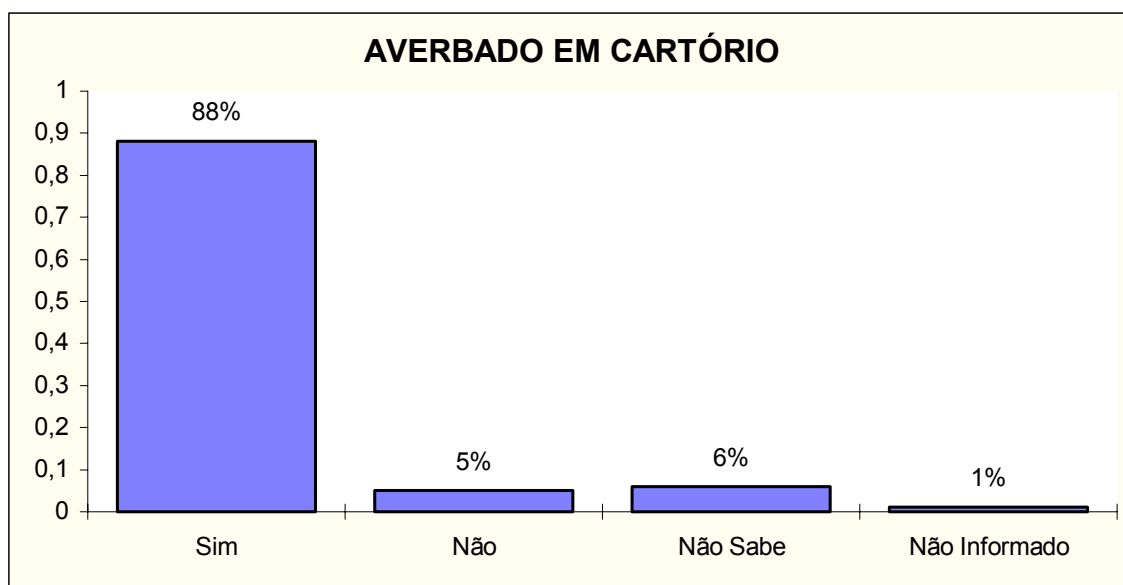


Figura 3.7 - Averbado em Cartório.

Fonte: Estudos dos Padrões de Construção, Fundiário e de Comercialização dos Imóveis da Cidade de Nova Iguaçu – Agência de Projetos da Baixada/NUSEG/UERJ

Dentre os domicílios que afirmaram possuir escritura definitiva, 88% informaram serem as mesmas averbadas em cartório, entretanto somente 60% afirmaram ter pago o ITBI, 9% desconheciam o imposto e 22% não sabiam se o pagaram. Três explicações ocorrem para essa situação. Ou na verdade a escritura do imóvel não foi registrada, ou no ato do registro o imposto foi cobrado embutido no preço total do registro em cartório, ou a escritura registrada em cartório é a do terreno e não do imóvel, já que 88% dos entrevistados não apresentaram documentos comprobatórios de propriedade.

Pode-se observar dois grupos bem distintos de URGs. O primeiro incluindo Centro, Posse, C. Soares, Mesquita, Banco de Areia, Chatuba, com imóveis registrados. E o segundo grupo com os imóveis não registrados ou sem documentação, incluindo Km32, Vila de Cava, Miguel Couto, Tinguá e Austin.

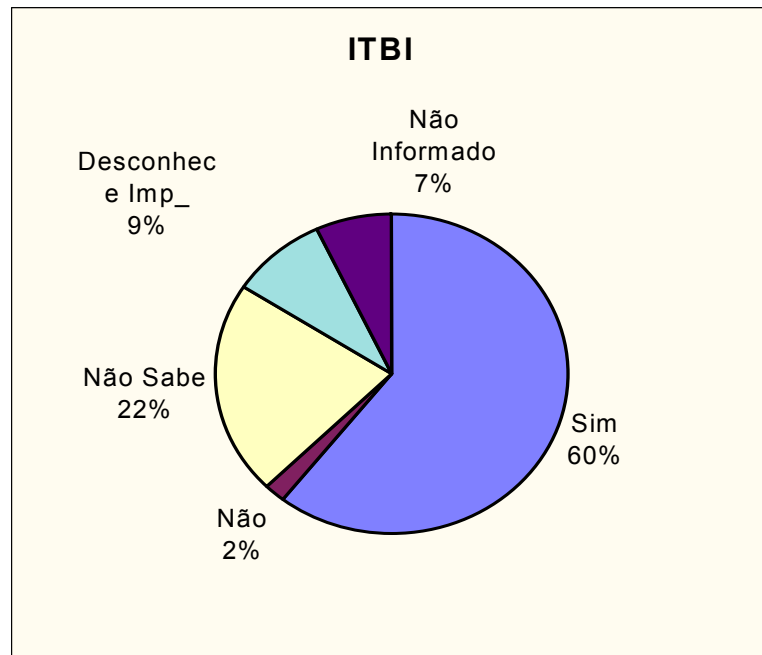


Figura 3.8 - ITBI.

Fonte: Estudos dos Padrões de Construção, Fundiário e de Comercialização dos Imóveis da Cidade de Nova Iguaçu – Agência de Projetos da Baixada/NUSEG/UERJ



Figura 3.9 - Motivo do Não Registro.

Fonte: Estudos dos Padrões de Construção, Fundiário e de Comercialização dos Imóveis da Cidade de Nova Iguaçu – Agência de Projetos da Baixada/NUSEG/UERJ.

Dentre as causas apontadas para a não regularização dos imóveis, a de maior frequência foi a falta de condições financeiras com uma estimativa de 47% dos domicílios. Não existem diferenças significativas entre as URGs.

Ainda, no que se refere à regularidade urbanística, estima-se que 74% dos domicílios não têm habite-se, desconhece a certidão ou não informaram. Observa-se novamente a formação de dois grupos distintos de URGs: o primeiro incluindo Cabuçu, Km32, Vila de Cava, Austin, Miguel Couto, Tinguá e Posse, que desconhecem o habite-se. E o segundo grupo Centro, Comendador Soares, Mesquita, Banco de Areia e Chatuba, com percentual elevado de não.



Figura 3.10 - Habite-se no Município.

Fonte: Estudo dos Padrões de Construção, Fundiário e de Comercialização dos Imóveis da Cidade de Nova Iguaçu Agência de Projetos da Baixada / NUSEG / UERJ

3.4. Atividades Econômicas no Município

Em 1991 a Alpha Assessoria e Pesquisa medindo a capacidade de gastos da população de quatro mil municípios brasileiros concluiu que a cidade de Nova Iguaçu apresenta um potencial econômico de consumo superior a grande maioria das cidades brasileiras. O “Índice Potencial de Consumo” publicado pela Alpha coloca-a como décimo maior mercado do país com um índice de

1,05%, posição hoje parcialmente afetada pelo quadro de emancipação de alguns distritos.

Na década de 80, período marcado pelas dificuldades do esvaziamento econômico do Estado do Rio de Janeiro, o Setor de Comércio foi o que mais cresceu na região da Baixada Fluminense e em especial em Nova Iguaçu. O Censo Econômico do IBGE identificou que a oferta de mão-de-obra da cidade em 1985 foi de 30,98% na indústria, 41,29% no comércio e 38,76% em serviço. No período entre 1975 e 1985 o crescimento deste setor foi de 20,41%.

Em 1985 a média de distribuição de pessoal ocupado por gênero de atividade econômica de Nova Iguaçu era igual a média de toda a Baixada Fluminense e o Setor de Comércio apresentava os percentuais mais elevados de empregos.

Área	Total	Industrial	Comércio	Serviço
Baixada Fluminense	100%	38,54%	42,25%	19,20%
Nova Iguaçu	100%	36,80%	43,61%	19,20%

Figura 3.11 - Pessoal Ocupado por Gênero de Ativ. Econômica - 1985.

Fonte: Estudos dos Padrões de Construção, Fundiário e de Comercialização dos Imóveis da Cidade de Nova Iguaçu – Agência de Projetos da Baixada/NUSEG/UERJ

Estes dados revelam a importância econômica da cidade na Região, necessitando de investimentos que possibilitem novas ocupações e um estímulo à capacitação e adequação da mão-de-obra.

Com base no Censo de 91, a população em idade de trabalho de 15 a 64 anos era de 491.783 pessoas correspondendo a 64,25% da população residente. Em trabalhos realizados pela Agência de Projetos da Baixada NUSEG-UERJ em alguns bairros de Nova Iguaçu para elaboração dos Projetos de Urbanização Integrada do Programa Baixada Viva, no período de 1995 a 1997, foi possível observar um grande número de pessoas sem ocupação. A baixa qualificação profissional e baixa escolaridade da maioria dos chefes de família contribuem

para dificultar a inserção no mercado de trabalho. Dos ocupados é grande o número de chefes e demais membros da família que trabalham por conta própria, sem nenhum vínculo empregatício, chegando a 30% a ocupação estabelecida no mercado informal, fundamental na composição da renda familiar.

Outro aspecto a ressaltar é que a cidade do Rio de Janeiro continua sendo um importante pólo de atração da população local em termos de oportunidades de trabalho. Em algumas áreas da cidade a mobilidade para o trabalho na capital chega a atingir a 40% da população em idade ativa.

Apesar das dificuldades, as expectativas são boas para a vida econômica da cidade e para toda a Baixada. Dos investimentos industriais programados para o Estado até 1999, R\$ 1,2 bilhões devem ter sido destinados à Região, significando melhoria em infra-estrutura, principalmente em saneamento básico, e geração de empregos.

A Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, na Sondagem Econômica Regional da Área 1, onde se situa Nova Iguaçu, conclui que “apesar dos resultados do 1º trimestre de 1998, em relação ao trimestre anterior, apresentarem diminuição do nível de atividade, as expectativas para o 2º trimestre são boas: estabilidade para vendas, produção, faturamento e emprego”.

No que se refere à tendência do investimento na Região, a FIRJAN examina que 44% dos investimentos realizados em 98 foram aplicados em máquinas e equipamentos, o que reforça a análise sobre as expectativas de aumento da produtividade e de desenvolvimento econômico.

3.5. Objetivos Gerais do Projeto Caracol

A Prefeitura da Cidade de Nova Iguaçu, através da Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente, teve aprovada no BNDES carta consulta para um *Projeto de Reformulação e Modernização do Cadastro Técnico*

Municipal e de Consolidação e Expansão do Centro de Informações e Geoprocessamento, a qual foi enquadrada no Programa de Modernização das Administrações Tributárias Municipais (PMAT) do Banco.

A carta consulta pleiteou a implantação de diversos sistemas, incluindo a execução de cadastro detalhado de todas as unidades imobiliárias da cidade, a implantação de sistemas complementares para a utilização do cadastro em toda a sua potencialidade e a expansão do Centro de Informações e Geoprocessamento, com o objetivo de melhorar a capacidade de geração de receitas próprias do Município.

Com esses objetivos foi proposto o Programa de Administração Estratégica dos Serviços Municipais e Modernização da Administração Tributária de Nova Iguaçu – Projeto Caracol, em consonância com os objetivos do PMAT. Visando a modernização da administração tributária e a melhoria da qualidade do gasto público dentro de uma perspectiva de desenvolvimento local sustentado.

Para a consecução destes objetivos pretende a Prefeitura reformular a sua Política Tributária, tornando-a mais efetiva e equânime, desenvolver um Sistema de Informações Municipais, integrado e fundado no conhecimento de seu território, e implantar um Sistema de Administração Estratégica, democratizando e dando maior qualidade ao processo de gestão dos recursos públicos, utilizando em todos os casos as mais modernas metodologias e adaptando-as à realidade do município.

Em se tratando de Prefeituras, o que frequentemente ocorre é que poucas delas dispõem dos meios técnicos e organizacionais indispensáveis ao planejamento municipal, possuindo, quando muito, um desordenado acervo de informações - algumas das quais não são de seu inteiro domínio e posse – com os mais diferentes graus de adequação, precisão e confiabilidade, visando arrecadação, planejamento físico, serviços urbanos, transporte, comunicações, defesa civil e controle ambiental, sem que se observe qualquer metodologia

unificada de pesquisa, coleta, codificação, tratamento, análise, classificação, conciliação, armazenamento e disseminação dos dados e informações.

O Sistema de Informações Municipais terá por núcleo um Sistema de Informações Geográficas - ao qual estarão acoplados diversos Sistemas Administrativos, como o Sistema Integrado de Administração e Informações Gerenciais (SIAG), o Sistema de Administração Tributária (SIAT) e Banco de Dados do Contribuinte Fiscal, e o Sistema de Aplicativos para a Área de Comunicação Social com o Contribuinte (SISCOM).

Estes sistemas serão implantados por meio da expansão do Centro de Informações e Geoprocessamento, com o objetivo final de vir a transformá-lo num Instituto da Cidade de Nova Iguaçu, produtor e distribuidor de informações de interesse de todos os atores sociais do Município, e responsável pelas atividades de planejamento, estudos e prestação de serviços correlatos.

Finalmente, todo o processo de gestão municipal deverá ser modernizado, por meio da implantação do Sistema de Administração Estratégica. Este sistema dotará a Prefeitura de um processo inovador em relação às práticas tradicionais que vigoravam na administração, permitindo superar uma fase baseada na administração das urgências, voltada para a solução dos problemas que se apresentavam no curto prazo, para se atingir uma fase baseada na administração das importâncias, com o estabelecimento de objetivos e estratégias de longo prazo, em consonância com a sociedade.

4. LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES EM NOVA IGUAÇU

O Projeto de Reformulação e Modernização do Cadastro Técnico Municipal e de Consolidação e Expansão do Centro de Informações e Geoprocessamento proposto à Prefeitura tem por missão dar suporte às variadas ações estratégicas da Prefeitura da Cidade de Nova Iguaçu, no que se refere às bases de integração e de representação sistêmica do conhecimento quantitativo e qualitativo das feições, eventos e alterações espaciais ocorrentes no território da atuação política.

Para tanto, há que se cumprir quatro objetivos básicos:

1. Garantir dados e informações completos, atuais e corretos, unívocos, disponíveis com agilidade e apresentados de forma conveniente às suas exatas compreensões pelos tomadores de decisão;
2. Assegurar as menores inversões em implantação e custeio e, mesmo assim, ter por norma a incorporação permanente do progresso técnico;
3. Adotar processos, métodos e técnicas passíveis de serem transferidos, por programas usuais de capacitação aos técnicos da Prefeitura, criando, assim, cultura instalada garantida de seus domínios e posse;
4. Possibilitar aumento significativo da produtividade do gasto público, através da integração espacial das inúmeras variáveis sociais e econômicas, traduzindo-as em considerações objetivas.

As principais ações a serem desenvolvidas neste Projeto, e que visam equipar a PCNI com recursos humanos e ferramentas tecnológicas voltadas para obtenção de vantagem adicional na gestão territorial, no dimensionamento e na otimização dos serviços públicos e na manutenção da receita própria no limite do economicamente explorável, são:

1. Implantação de cadastros integrados dos tributos municipais, dotados de uma lógica estruturada de procedimentos convergentes e assecuratórios do controle efetivo do surgimento, da cobrança e da extinção do crédito tributário;
2. Adoção de metodologia moderna que afirme a manutenção da atualidade tanto da aderência do valor venal das propriedades imobiliária ao valor de mercado, quanto da identificação do contribuinte ou responsável;
3. Integração das bases cartográficas em meio digital para suporte espacial e de georreferenciamento para todos os cadastros, análises e ações do governo, bem como adoção de metodologia adequada à manutenção das suas completeza e atualidade;
4. Operacionalização de um Sistema de Processamento de Imagens que - em conjunto com métodos diferenciais, em tempo real, para o posicionamento geodésico por satélites (DGPS) – exercerá função relevante no controle ambiental, na monitorização do uso do solo e na facilitação das ações de fiscalização e de controle da arrecadação;
5. Desenvolvimento e implantação de um moderno Sistema de Informações Geográficas, o qual servirá de núcleo de integração e de base de referenciamento obrigatório para os demais sistemas de processamento eletrônico de dados a serem implantados e que contemple, de início, os seguintes níveis temáticos: referência básica; demografia; recursos naturais, parcelamento, uso e ocupação do solo; logradouros, propriedades e infra-estrutura.

É neste contexto que se insere o tema principal desta monografia, ou seja, uma proposta de modelo de dados geográficos que funcione como base de informações para os diversos sistemas que auxiliam a administração municipal. O alvo inicial é a melhoria da arrecadação.

O modelo de organização aliado à metodologia de trabalho empregada na execução das principais atividades e ao nível de gerência e operacional vigentes, constituem uma das maiores preocupações do atual Governo do Município, tendo inclusive sido objeto de algumas intervenções pontuais, por

entender que sem a reformulação desse setor, combinada com a ausência de um sistema de informações georreferenciadas, enfrentam-se dificuldades quase intransponíveis para incrementar, além do nível atual, a arrecadação própria do Erário, como se verifica nas descrições seguintes.

4.1. Problemas da Gestão Municipal

1. Inexistência de um sistema de planejamento na prefeitura.
2. Falta de clareza sobre a missão, os objetivos e as atribuições de cada órgão da prefeitura.
3. Falta de uma visão de longo prazo para nortear a ação.
4. Deficiência no processo de elaboração do orçamento plurianual e do orçamento anual.
5. Falta de conhecimento sobre os principais problemas da prefeitura.
6. Processo decisório casuístico.
7. Falta de participação dos funcionários no processo decisório.
8. Falta de motivação do pessoal.
9. Falta de entrosamento entre as secretarias, com duplicidade de esforços e sem aproveitar sinergias.
10. Falta de um sistema de acompanhamento das ações programadas.

4.2. Problemas dos Sistemas de Informações

1. Sistema diferente do adotado pela Contabilidade, pois ambos foram desenvolvidos e são administrados por duas empresas distintas.
2. O sistema atual foi construído numa plataforma de software/hardware que não facilita o aproveitamento das informações numa gama mais ampla de aplicativos.
3. Há poucos pontos de acesso ao Sistema, o que impede a disseminação de informações atualizadas pertinentes as diferentes etapas do processo administrativo e gerencial da PCNI.
4. Não é possível na situação atual desenvolver aplicações secundárias sobre a base dos dados existentes, para suportar eventuais análises e

modelagens que permitam uma prospecção de projeções e tendências de arrecadação.

5. Nos moldes atuais do Sistema torna-se impraticável a efetiva disponibilização de informações através da internet e a descentralização do atendimento ao usuário/contribuente.
6. A Prefeitura não dispõe de um comitê gestor de suas informações que possa identificar correções de rumo e eventuais melhorias do Sistema, corretivas ou evolutivas, uma vez que o Sistema é um pacote genérico já utilizado por outras prefeituras.
7. Embora o objetivo central do Sistema seja a arrecadação, o seu modelo de dados não permite vislumbrar ações não diretamente relacionadas à área financeira, mas que poderiam eventualmente ter reflexos na própria arrecadação.
8. A disponibilidade do Sistema não é a ideal, sendo que as quedas têm reflexo sensível no processo administrativo.
9. Falta esquema de segurança e contingência para o Sistema de Informação.
10. A PCNI não possui funcionários treinados nas tecnologias de informação, carecendo, portanto, de capacidade de desenvolvimento de sistemas.

4.3. Problemas de Cadastros e Sistemas

1. Ausência de plantas de quadra e de localização georeferenciada dos contribuintes do ISS e das taxas de licenças de localização e fiscalização.
2. Incipiente Sistema de Informações onde se buscou integração apenas parcial dos dados espaciais e cadastrais.
3. Sub-aproveitamento das informações existentes, limitando a capacidade de geração de novos dados.
4. Recorrência a ações emergenciais, sem adoção de critérios preestabelecidos orientadores das ações.
5. Desperdício de recursos públicos pela baixa aplicabilidade de levantamentos, estudos e equipamentos.

6. Execução de ações não compatíveis com as demandas prioritárias, com elevado custo-benefício.
7. Carência de mão-de-obra operacional.
8. Os cadastros tributários não são integrados, nem no que se refere às suas bases de dados e nem, tampouco, no que se refere às suas funcionalidades.
9. Os lançamentos são efetuados em nome de contribuintes que, muitas vezes, não são os legítimos proprietários dos imóveis.
10. O IPTU está inteiramente divorciado do ITBI.
11. A confiabilidade do sistema atual é baixa, já que a crítica dos dados de entrada é deficiente; não há correspondência entre o número de registro e o número de inscrição – e as interrupções na operação são frequentes em decorrência de problemas de software, cuja tipologia sugere haver perda dos arquivos de índices.

5. METODOLOGIA PROPOSTA

5.1. O Cadastro Técnico

De acordo com as informações obtidas nos levantamentos realizados na Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente de Nova Iguaçu, ficou definido que, a primeira etapa na implantação do sistema consistiria em desenvolver um novo cadastro técnico com o objetivo de sanar os problemas hoje existentes. Imóveis não cadastrados ou cadastrados erroneamente e defasagem tecnológica são alguns dos problemas a serem resolvidos nesta etapa. Um outro problema, oriundo do primeiro, é que os dados de cobrança de impostos (IPTU, ITBI, etc), mantidos pela Secretaria da Fazenda, estão em desacordo com os dados do cadastro técnico. Espera-se que, com um cadastro informatizado e corrigido, a Prefeitura possa regularizar a cobrança destes impostos e com isso obtenha um aumento significativo de receita.

Nesta primeira fase da modelagem, os dados geográficos a serem modelados são os que constam na escala 1:2000, relacionados ao endereçamento dos imóveis. Esta é a escala mais adequada para este tipo de dados, já que o nível de detalhamento permite visualizar os objetos a serem modelados. Os demais dados geográficos relativos, por exemplo, ao meio ambiente, em escalas diferentes, ficarão para um futuro trabalho a ser realizado.

Acreditando que o endereço do contribuinte é o núcleo do modelo e responsável pela integração dos dados alfanuméricos, precisamos relacionar e mapear os diversos objetos existentes, tais como CEP, bairro (Unidade Regional de Governo), logradouro, lote, etc. Assim sendo, necessitamos definir como o município está dividido. Esta divisão pode ser feita de três maneiras: por setor de planejamento integrado, por bairro ou por CEP.

Para podermos dar início ao processo de modelagem adotaremos o modelo Geo-OMT, uma extensão do modelo OMT (Object Modeling Technique) de Rumbaugh, proposto por [DaBo97] e largamente utilizado em aplicações urbanas.

Assim sendo, podemos representar as primeiras classes do nosso modelo: Área Urbana, CEP, bairro e Setor de Planejamento. A figura 5.1 mostra como se relacionam estas classes. De acordo com [DaBo97] temos uma especialização total da classe ÁreaUrbana nas classes SetorPlanej, CEP e Bairro, já que em ÁreaUrbana o conjunto de todas as suas instâncias equivale à união de todas as instâncias das três subclasses. Este tipo de especialização está representado pela bolinha preta no alto do triângulo. O triângulo preenchido representa sobreposição das subclasses, diferente do triângulo vazado que representa a restrição de disjunção. A indicação de total mostra que uma área urbana só poderá assumir uma das três formas (Setor de planejamento, CEP ou Bairro) dentro do nosso modelo. A indicação de sobreposição mostra que uma mesma área física pode ser, por exemplo, um Setor de Planejamento e um Bairro.

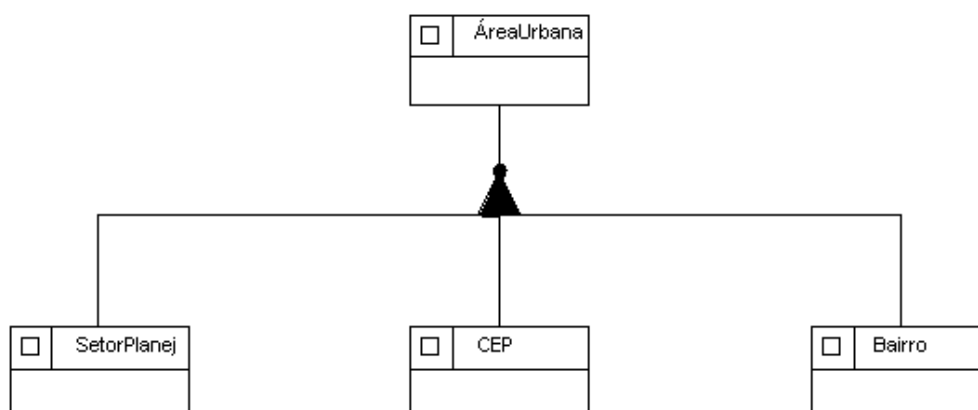


Figura 5.1 - Especialização da Área Urbana

Seguindo com a modelagem, passamos a detalhar a classe Bairro. Podemos dizer que, um Bairro, conhecido também por Unidade Regional, é subdividido em quadras, e estas são subdivididas em lotes. Isso caracteriza o que é conhecido como agregação. A agregação é uma forma especial de associação entre objetos, onde um deles é considerado composto por outros. O relacionamento entre o objeto primitivo e seus agregados é chamado de “é-parte-de” e o relacionamento inverso “é-componente-de” [ElNa94]. A notação gráfica da agregação segue a do modelo OMT.

Uma agregação pode ocorrer entre Classes *Convencionais*, entre Classes *Georreferenciadas* e entre Classes *Georreferenciadas* e Classes *Convencionais*.

A Figura 5.2 exemplifica o uso desta notação. No exemplo, o logradouro é uma agregação de trechos de logradouro. Se o logradouro existir geograficamente a partir da junção de trechos, como uma única linha, ele será uma agregação entre Classes *Georreferenciadas*. No entanto, se o logradouro não for representado graficamente, representando só o cadastro de logradouros, ele será uma agregação entre uma Classe Convencional e uma Classe *Georreferenciada*. Neste caso, a visualização do Logradouro deverá ser feita através dos trechos.

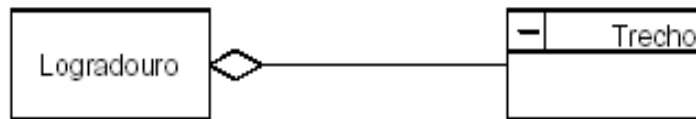


Figura 5.2 Agregação

A *agregação espacial* é um caso especial de agregação onde são explicitados relacionamentos topológicos “todo-parte” [KöPS96, KöPS95].

A utilização desse tipo de agregação impõe restrições de integridade espacial no que diz respeito à existência do objeto agregado e dos sub-objetos. Além de o modelo ganhar mais clareza e expressividade, a observação dessas regras contribui para a manutenção da integridade semântica do banco de dados geográfico. Muitos erros no processo de entrada de dados podem ser evitados, se procedimentos baseados nessas restrições forem implementados.

A estrutura topológica “todo-parte” foi subdividida em: *subdivisão espacial*, *união espacial* e *contém*.

A figura 5.3 mostra como podemos representar essas agregações. A agregação de Bairro, que é composto de Quadras, e a agregação de Quadra, que é composta de Lotes, são consideradas *Agregações Espaciais*, porque essas são classes representadas geograficamente.

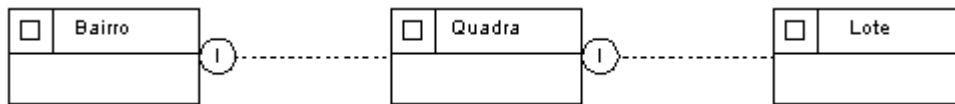


Figura 5.3 - Subdivisão Espacial - Bairro/Quadra/Lote.

A classe Lote pode sofrer uma especialização, onde duas novas classes mais específicas são detalhadas a partir da superclasse. Deste modo surgem as classes Edificado e NãoEdificado. Esta especialização é total (bolinha preta), porque a união de todas as instâncias das subclasses equivale ao conjunto de instâncias da superclasse, e disjunta (triângulo vazado), pois um lote só pode assumir um tipo por vez, ou seja, ser Edificado ou NãoEdificado.

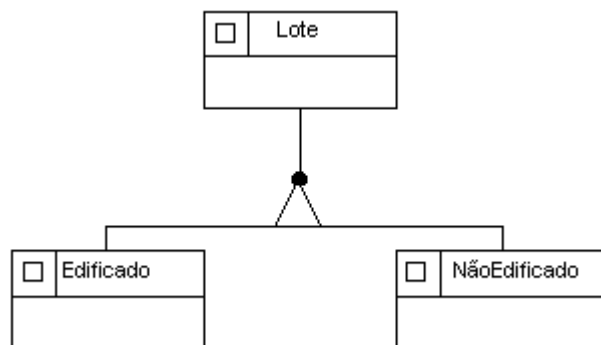


Figura 5.4 - Especialização do Lote.

Na figura 5.5 temos a representação das relações espaciais entre Lote e Endereço, Endereço e Trecho e Trecho e Nó. Estas relações são representadas por linhas pontilhadas, onde constam também a cardinalidade de cada relação e o seu significado semântico.

Cabe aqui uma explicação pela diferença de representação entre Endereço e Nó. A classe Endereço é uma subclasse da classe Ponto que representa objetos pontuais, que possuem um único par de coordenadas (x, y). A classe Nó é uma subclasse da classe de mesmo nome que representa os objetos pontuais no fim de uma linha, ou os objetos pontuais nos quais as linhas se cruzam (nó do grafo), o que acontece nas extremidades de um trecho.

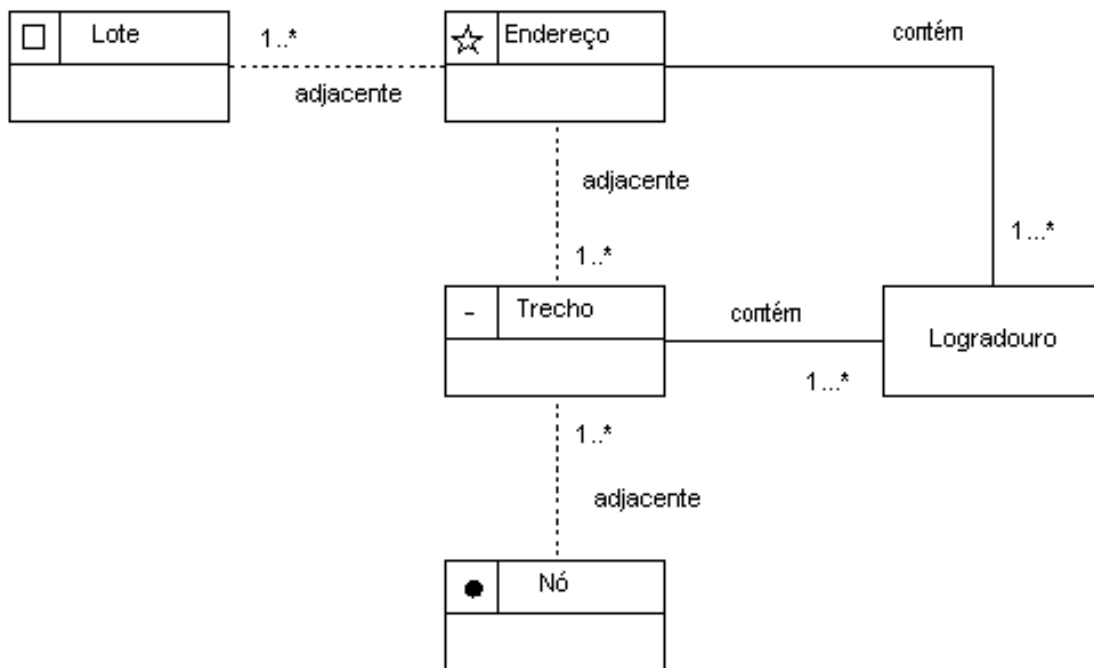


Figura 5.5 - Relações Espaciais.

Temos, então, os relacionamentos entre Lote e Proprietário. Esta é uma associação simples, pois envolve apenas dados alfanuméricos, não havendo então nenhuma conotação geográfica. Existem outras classes que não estão representadas, tais como IPTU, Carnê (de pagamento), Controle de Emissão de Taxas, etc. Estas classes, de suma importância, não fazem parte do nosso estudo. Representá-las aumentaria e demasiado a complexidade do nosso modelo dificultando sua compreensão.

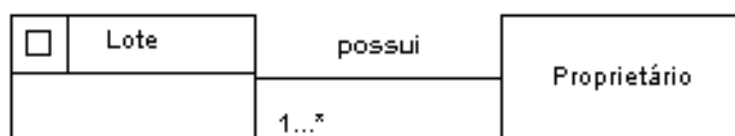


Figura 5.6 - Associação Simples.

O modelo Geo-OMT introduz o diagrama de temas como forma de visualizar os diversos níveis de informação envolvidos em uma aplicação geográfica, fornecendo um nível de abstração mais elevado. Ele é muito útil em projetos de grande dimensão fornecendo uma visão global de todo o ambiente da aplicação auxiliando na compreensão da abrangência do projeto georreferenciado. O uso de temas auxilia na subdivisão da modelagem em partes.

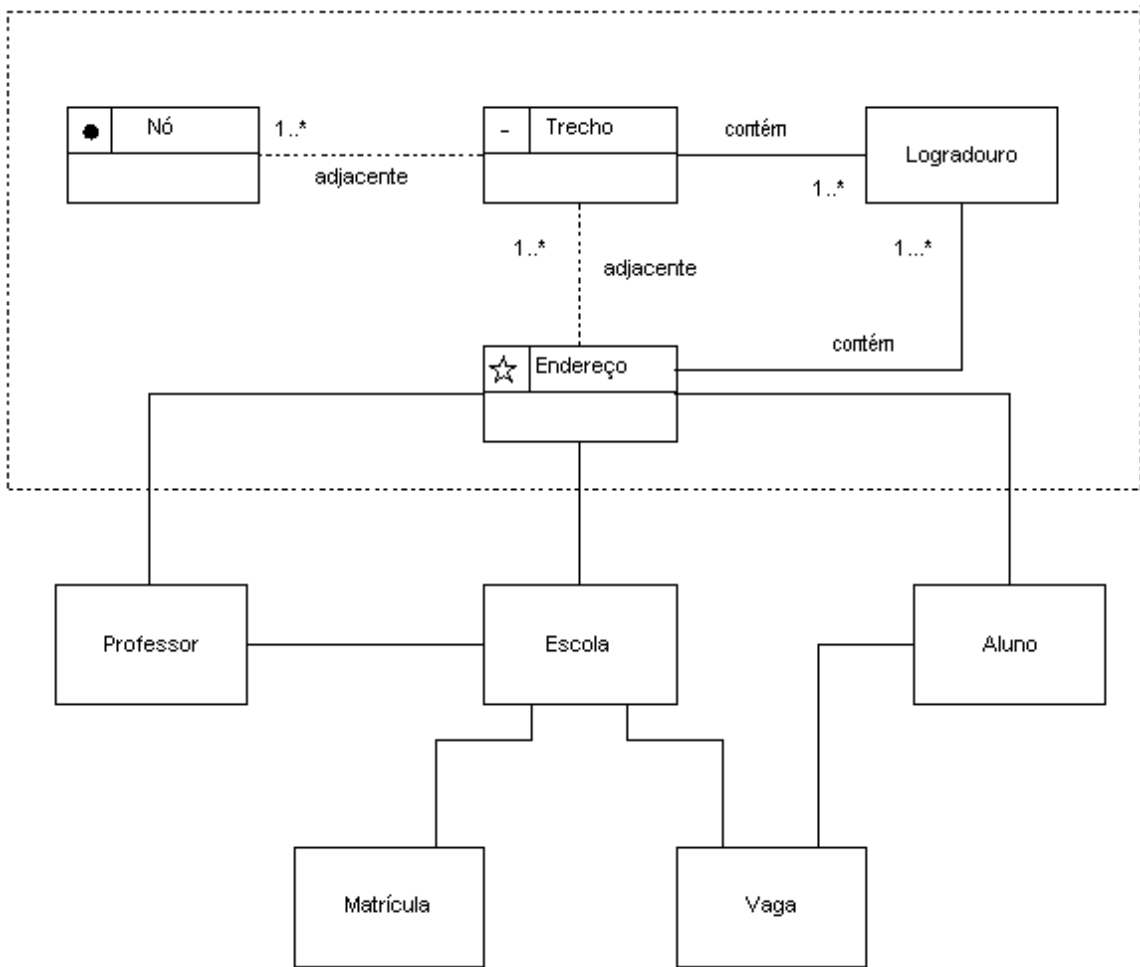


Figura 5.7 - Tema Endereço.

Na figura acima, os objetos Endereço, Logradouro, Trecho e Nó estão separados dos demais por uma linha pontilhada. Esta linha pontilhada indica que esses objetos fazem parte de um tema que será utilizado em outros modelos, como poderemos ver adiante. Este tema será utilizado com o objetivo de possibilitar a localização de qualquer informação que esteja atrelada a um endereço. Como a maioria das informações oriundas de sistemas ditos operacionais em uma prefeitura tem essa característica, ou seja, possui endereço, podemos dizer que este tema terá condições de aglutinar dados das mais variadas fontes, possibilitando uma melhor análise e, por conseguinte, uma melhor tomada de decisões.

A figura 5.8 apresenta do modelo para a primeira etapa.

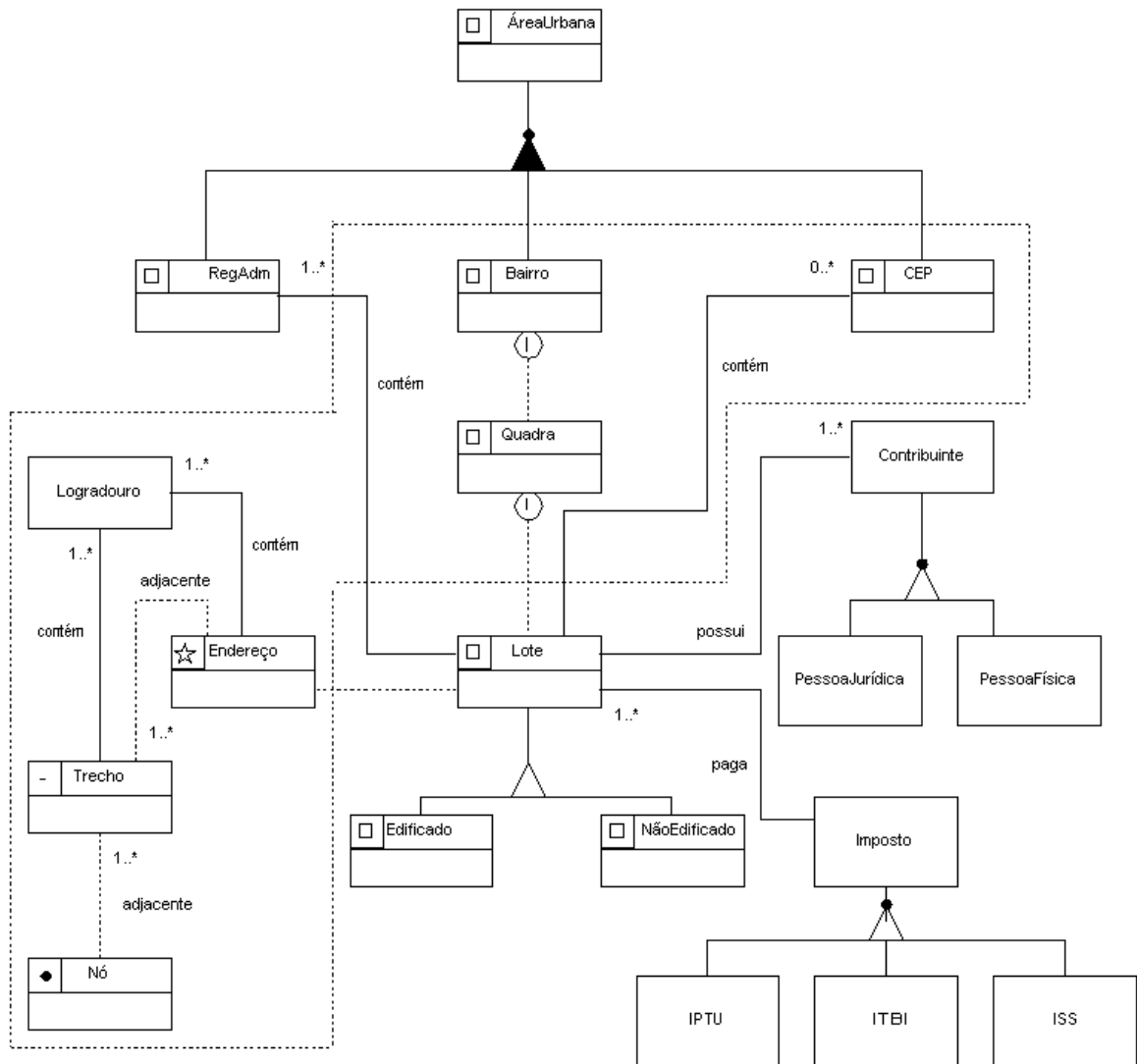


Figura 5.8 - Tema de Ligação.

Classe: ÁreaUrbana

Representa a área urbana da cidade. Engloba todos os bairros, quadras, ruas, cruzamentos, imóveis, etc.

Atributos: apenas os geográficos.

Classe: RegAdm

Representa as regiões administrativas da cidade.

Atributos: apenas os geográficos.

Classe: Bairro

Representa as unidades regionais (bairros) da cidade.

Atributos:

CodigoBairro: atributo identificador do bairro

Nome: nome do bairro.

Classe: **CEP:**

Representa a divisão da área urbana em áreas de CEP

Atributos:

CodigoCEP: atributo identificador do CEP.

CEP: código do CEP.

Classe: **Quadra**

Representa os agrupamentos de Lotes

Atributos:

IdQuadra: atributo identificador da quadra

Classe: **Lote**

Representa os Lotes

Atributos:

IdLote: chave única de identificação do Lote

Posição:

Proteção:

Ocupação:

Classe: **Contribuinte**

Representa o contribuinte de impostos relativo ao lote

Atributos:

NúmeroContrib: atributo identificador

Nome: nome do contribuinte

Endereço1: endereço de cobrança, caso residente no município

Endereco2: endereço de cobrança, caso não residente no município

Classe: **PessoaFísica**

Representa o Proprietário de cada Lote

Atributos:

CPF: atributo identificador

Classe: **PessoaJuridica**

Representa a empresa que ocupa o Lote

Atributos:

CGC: atributo identificador

Classe: **Logradouro**

Representa a descrição do logradouro

CodigoLog: atributo identificador do logradouro.

Nome: nome do logradouro.

CodigoTitulacao: relacionamento que identifica a titulação do logradouro.

Aponta para a tabela de titulação. No exemplo acima a titulação é “Ministro”.

CodigoBairro: relacionamento que identifica o bairro.

CodigoCEP: relacionamento que identifica o CEP.

Classe: **Endereço**

Relaciona o Lote com a posição geográfica dentro do Logradouro

Atributos

ChaveEnd: atributo identificador do endereço

NumeroEndereco: Número atribuído ao lote no Logradouro

ComplEndereco: complemento do endereço. Ex: apto nnn

CodigoLog: relacionamento com logradouro

Classe: **Trecho**

Identifica um trecho do logradouro

Atributos:

NumerodoTrecho: Número do trecho pertencente ao logradouro

Classe: **Nó**

Relaciona dois ou mais trechos

Atributos:

IdNó: identifica o nó do(s) Logradouro(s)

Classe: **Edificado**

Descreve as características de um lote edificado

Atributos:

Ocupação: Próprio, alugado cedido ou ocupado

Identificação: Casa, apartamento, loja, galpão, etc.

Utilização: Tipo de utilização do imóvel. Ex: escola, residência, garagem, asilo, comércio, etc.

Posição Construção: Frente ou fundos

Tipo: isolada, conj.habitac, conjugado, vila, etc.

Estrutura: alvenaria, concreto, madeira, etc.

Aspecto: bom, mau, regular.

Revestimento: emboço, reboco, pedra, etc.

Pavimento: térreo, superior, 1^a sobreloja, etc.

Cobertura: laje, palha, zinco, telha, etc.

Esquadria: madeira, alumínio, etc.

ISanitaria: interna ou externa.

Benfeitoria: piscina, cisterna, etc.

Água: hidrômetro, pena d'água.

Classe: **NaoEdificao**

Descreve as características de um lote não edificado

Atributos:

Utilização Terreno: baldio, praça, estacionamento, etc.

5.2. O Modelo DW Proposto

Uma administração municipal tem várias áreas de atuação. Cadastro técnico, saúde, educação, saneamento básico e concessionárias de serviços públicos são alguns exemplos de atuação de uma prefeitura. Na grande maioria das vezes cada área é atendida por uma Secretaria que tem a visão apenas daquela área de interesse. Quando existem, os dados de cada área encontram-se em diversos sistemas independentes e totalmente desconectados dos demais, prejudicando em muito qualquer idéia de melhor analisá-los. Para que tal análise possa ser feita é necessário agrupar estes dados em algum lugar utilizando uma arquitetura que nos permita compreensão e acesso fáceis.

Como foi mostrada anteriormente, uma das soluções para este problema é a criação de um Data Warehouse. No nosso projeto o DW deverá ter em seu ambiente de Data Mart, vários Data Marts, um para cada único processo de negócio. Deste modo teremos um Data Mart para a Saúde, outro para Transporte, Educação, Saneamento Básico, Serviços e assim por diante.

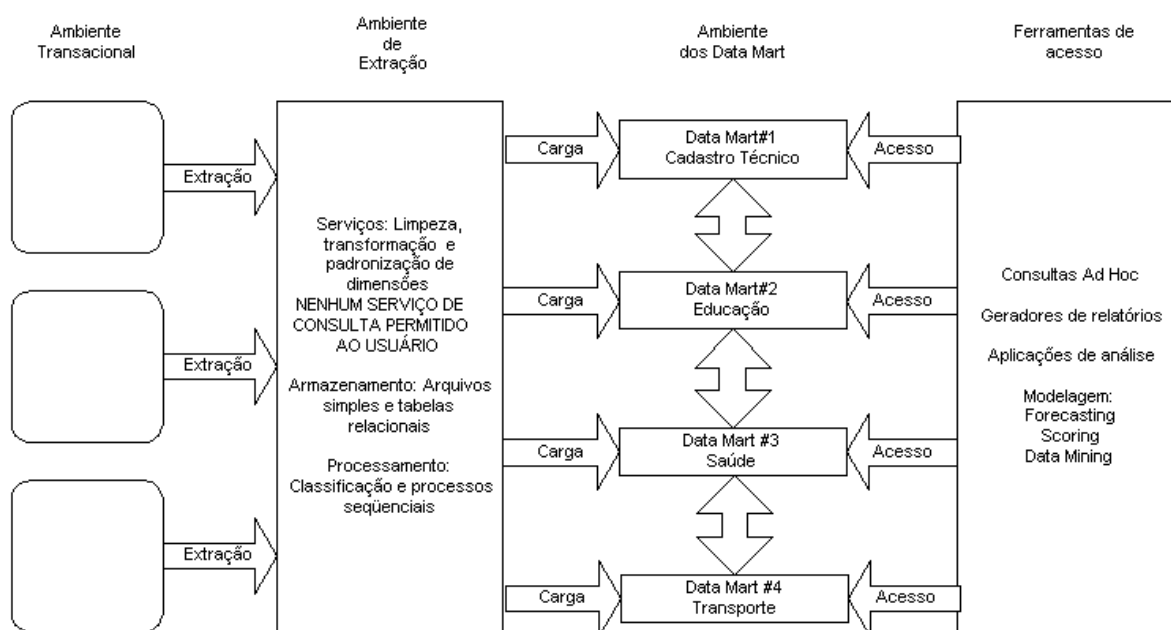


Figura 5.9 - Esquema DW Proposto.

Obviamente, construir o DW em uma só etapa é demasiado complicado. Contudo construí-lo por partes isoladas pode vir a prejudicar sua consistência. Para um sucesso em longo prazo do DW, precisamos utilizar uma arquitetura incremental. [Kimb02] propõe a arquitetura de *barramento* para desenvolvimento de um DW.

A palavra *barramento* é um termo antigo na área de informática. Um *barramento* é uma estrutura comum a que tudo se conecta e do qual tudo deriva. O *barramento* em um computador é uma interface padrão que permite que seja conectado um disco rígido, um CD-ROM ou vários outros dispositivos. Por causa da padronização do *barramento* do computador, estes dispositivos periféricos trabalham juntos e coexistem, mesmo que sejam fabricados por empresas diferentes.

A arquitetura do *barramento* do DW fornece uma abordagem racional para a tarefa de decompor o seu desenvolvimento. Durante a fase de arquitetura é projetado um pacote de dimensões e fatos padronizados. Isto estabelece a estrutura da arquitetura dos dados. Pode-se, então, partir para o desenvolvimento dos Data Marts em separado, já que cada iteração irá aderir à essa estrutura. A arquitetura de *barramento* permite que cada Data Mart seja desenvolvido de forma quase independente, podendo inclusive serem desenvolvidos por diferentes equipes em tempos que melhor convierem ao projeto.

A arquitetura de *barramento* é independente da tecnologia e da plataforma da base de dados. Todas as tendências de processos analíticos (OLAP) podem ser participantes na utilização do *barramento* desde que sejam projetadas em torno das dimensões e fatos padrões.

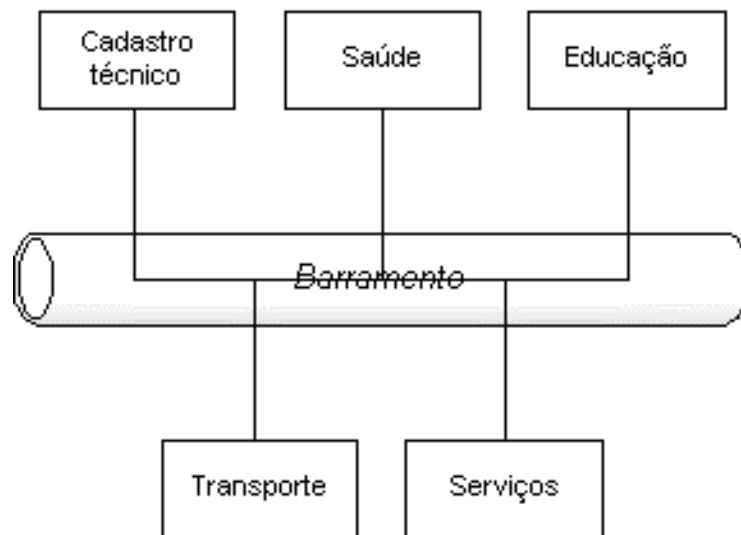


Figura 5.10 - Barramento.

A ferramenta usada para criar, documentar e informar a arquitetura de barramento é a matriz de barramento do Data Warehouse. Trabalhando de forma tabular, colocamos os processos da organização nas linhas da matriz. É importante lembrar que estamos identificando os processos intimamente ligados a fontes de dados e não a departamentos. As linhas da matriz correspondem aos Data Marts. É necessário criar linhas separadas se as fontes de dados são diferentes, os processos são diferentes ou se a linha representa

mais do que pode ser razoavelmente abordado numa única iteração de implementação.

Matriz do Barramento	Data	Endereço	IPTU	Ocorrência Médica	Destino	Matrícula
Cadastro Técnico						
Saúde						
Educação						
Transporte						

Figura 5.11 - Matriz do Barramento.

Uma vez que é hora de começar o projeto de desenvolvimento dos Data Marts, é recomendado começar com a execução dos Data Marts mais simples porque assim minimizamos os riscos de um projeto ambicioso demais. A maioria dos riscos de falha no desenvolvimento de um Data Mart vem de se exigir demais do esforço de projeto e desenvolvimento do ambiente de extração. Em muitos casos, os Data Marts mais simples fornecem aos usuários dados interessantes o suficiente para manterem-se ocupados enquanto os mais complexos são desenvolvidos.

Para atingir um dos objetivos desta dissertação, que é mostrar que é viável a ligação entre SIG e DW, desenvolvemos um modelo de dados para o SIG utilizando o modelo Geo-OMT, já apresentado anteriormente. Para o DW necessitaríamos de um levantamento minucioso na Prefeitura de Nova Iguaçu, para que pudéssemos apresentar o modelo que abrangeria todas as Secretarias envolvidas. Como isso não é possível no momento, pois não se encaixa no escopo da dissertação e necessitamos de um modelo mínimo para continuarmos o nosso trabalho, apresentamos então o modelo de um Data Mart para o Cadastro Técnico que servirá de objeto de estudos. Este modelo foi desenvolvido utilizando informações levantadas na Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente, responsável pelo Cadastro Técnico. É um modelo simplificado, mas que no momento atende às nossas necessidades. Ele é composto de uma tabela de fatos que contem o valor pago do IPTU e as chaves para as duas dimensões existentes: a dimensão de datas e a dimensão

de endereços. Esta possui ainda uma relação com a tabela de logradouro, que por sua vez, relaciona-se com outras três tabelas: Titulação, Bairro e CEP. Este esquema é desta forma representado porque obedece às regras de normalização dos dados.

A normalização de uma tabela de dimensão é normalmente conhecida como *snowflaking*. Os atributos redundantes são removidos da dimensão e colocados em tabelas de dimensão secundárias normalizadas. Se o esquema tiver sido totalmente *snowflaked* então ele aparecerá como um diagrama entidade-relacionamento na terceira forma normal.

Tal procedimento tem vantagens e desvantagens. Como podemos verificar a dimensão Endereço fica “mais leve”, mas o processo de *snowflaking* torna o esquema mais difícil de ser compreendido pelo usuário. Por isso, este processo deve ser utilizado com bom senso para que o projeto do Data Mart não seja prejudicado.

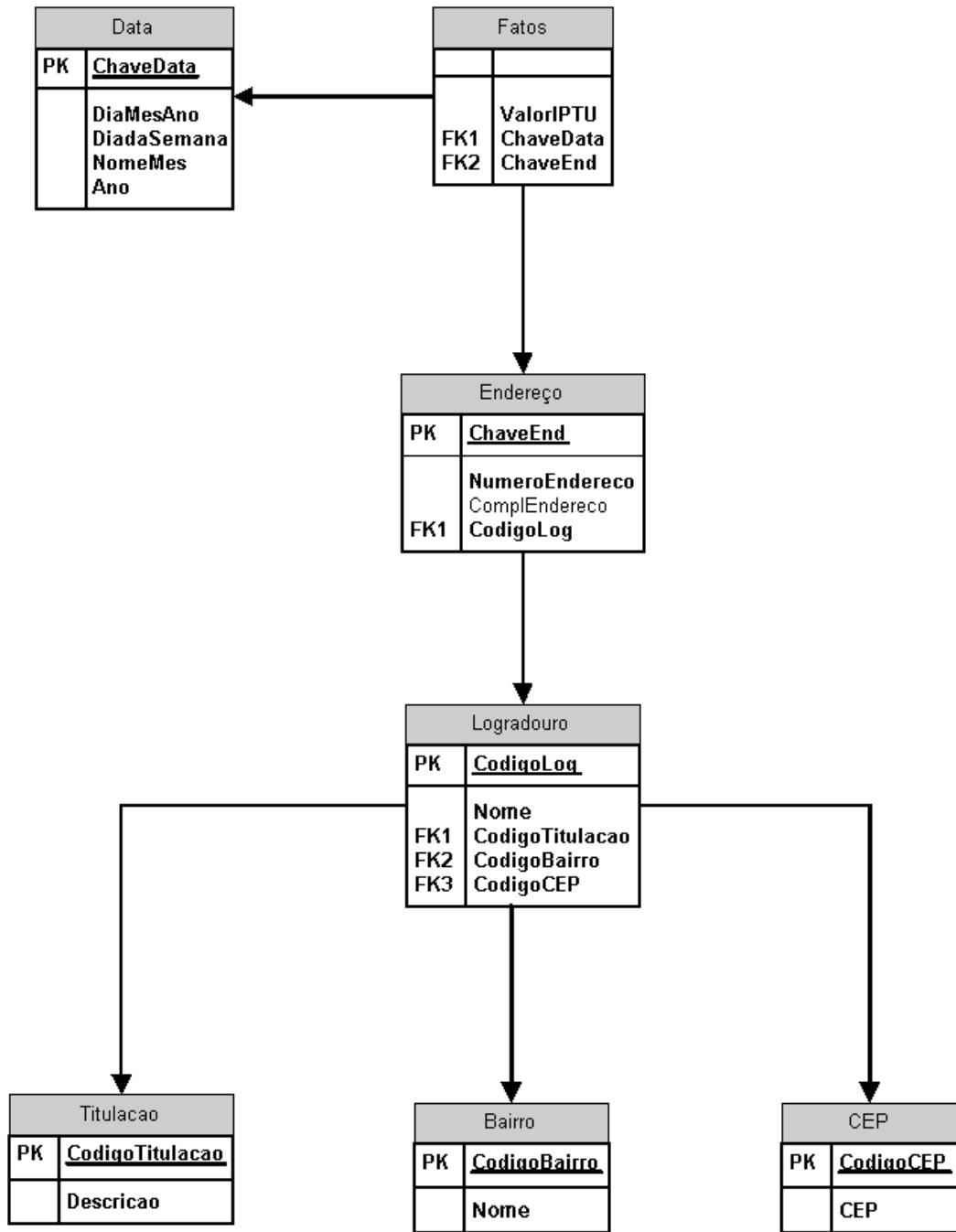


Figura 5.12 - Data Mart.

5.3. Agregando as Funcionalidades de um DW e um SIG

5.3.1. A ligação entre SIG e DW

Como foi visto acima, integrar as vantagens de se utilizar um SIG como ferramenta de apoio à tomada de decisões às vantagens de se utilizar um DW, além de servir no apoio à tomada de decisões, serve também como repositório de dados. O que é altamente vantajoso. A questão é como realizar esta integração. Muito se tem falado sobre este assunto ultimamente. Existem vários projetos em andamento em diversas entidades pelo mundo. Apenas para citar um, temos a parceria entre a gigante alemã SAP e o Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI), fornecedor de softwares para SIG largamente utilizados pelo mercado, que já rendeu projetos e conferências sobre o assunto.

Atualmente, um cenário bastante comum para se integrar análise espacial e dimensional é o particionamento e a serialização de etapas: primeiro o problema é analisado utilizando uma das ferramentas, a seguir é gerado um resultado parcial, que é trabalhado e exportado para dentro da outra ferramenta onde outra etapa da análise é efetuada [Gonz99].

Uma das propostas deste trabalho, além de avaliar a utilização do Geo-OMT, é apresentar um modelo viável de dados que possibilite a utilização de uma arquitetura DW como fonte de dados para análise dimensional e espacial, assim como repositório de dados para o SIG. Desta maneira conseguiremos integrar SIG e DW. Portanto faz-se necessário que uma ligação entre os dois modelos seja definida. Esta ligação, segundo [Ferr02], deve ser feita a partir de atributos comuns. Atributos de uma dimensão deverão estar associados a objetos geográficos. Alguns problemas, comuns a este tipo de associação, devem ser analisados antes de começarmos a nos aprofundar no desenvolvimento do modelo. Segundo [Ferr02], ao se fazer o mapeamento entre atributos de dimensão e atributos de objetos deparamos com problemas de heterogeneidades (ou conflitos) de nomes (sinônimos e homônimos) e estruturais (de representação, de tipos de dados e de tamanho).

Conflitos de sinônimos acontecem quando o mesmo conceito é representado por dois ou mais nomes. Conflitos de homônimos acontecem quando conceitos diferentes são representados pelo mesmo nome. Como solução podemos adotar o uso de *aliases* e prefixos nos nomes. Mas como o processo de desenvolvimento está sob nosso controle, basta que tenhamos cuidado ao definirmos os atributos a serem utilizados nos bancos de dados.

No caso de conflitos estruturais, [Ferr02] diz que eles surgem como resultado de diferentes escolhas de construtores ou de diferentes restrições utilizados pelos diferentes sistemas. O tipo de conflito estrutural chamado de conflito de representação é considerado para aquele problema em que o mesmo conceito é representado por diferentes construtores em esquemas diferentes, ou seja, em um esquema o conceito é representado por uma estrutura, no outro por um atributo. O conflito de tipos de dados acontece quando atributos com a mesma semântica são armazenados de forma diferente, por exemplo, tipo *string* num esquema e *numérico* no outro. E finalmente, o conflito de tamanho acontece quando atributos com a mesma semântica são armazenados com tamanhos diferentes em esquemas diferentes.

Os conflitos estruturais ocorrem com alguma frequência quando estamos integrando dois bancos de dados já existentes. Não é o caso do nosso estudo. Como já dito antes, um mínimo de cuidado na especificação destes atributos evitará qualquer destes conflitos.

5.3.2. O endereço como Elo

Na administração municipal, de 80 a 90% dos dados utilizados são dados espaciais e dizem respeito a pessoas e locais. A forma de referência espacial mais encontrada nos sistemas de informação é o endereço de correspondência. É também a forma de localização espacial mais utilizada pelas pessoas. É comum encontrarmos pessoas que não conseguem memorizar seu número de

identificação ou conta bancária, mas certamente lembram com exatidão seu endereço.

Para que possamos utilizar o endereço como elemento de ligação neste nosso modelo de integração entre SIG e DW temos que realizar algumas correções nos dados. A informação sobre endereçamento coletada nos sistemas de informação são quase sempre não padronizadas. Como, muitas vezes, o campo endereço num formulário é livre, as pessoas informam seus endereços da maneira que mais lhes convêm. Não há nenhuma padronização sobre o tipo de logradouro, nome do logradouro, eventual titulação ou mesmo o número do imóvel e seu complemento. Nem mesmo o CEP é um campo confiável.

Tenhamos como exemplo o seguinte endereço:

Praça Ministro Victor Nunes Leal, 007 apto 401 CEP 22795-000

Começemos pelo tipo de logradouro. Algumas pessoas poderiam escrever “praça” ou “pca”. A titulação associada poderia estar abreviada ou mesmo omitida. O nome do logradouro poderia estar completo, abreviado ou faltando alguma palavra (“Victor N Leal”). Outra questão é a padronização do número do imóvel. O ideal é que ele seja um campo numérico, evitando assim problemas de alinhamento. O complemento é outro campo livre de qualquer regra. O CEP não tem nenhuma obrigatoriedade de estar preenchido corretamente. São detalhes que podem prejudicar o projeto irremediavelmente.

Um trabalho exaustivo deve ser realizado sobre os dados buscando reduzir erros e distorções existentes. Um cadastro de logradouros deve ser criado para servir como fonte de informações sempre que um novo dado for incluído. Analisemos o modelo proposto abaixo.

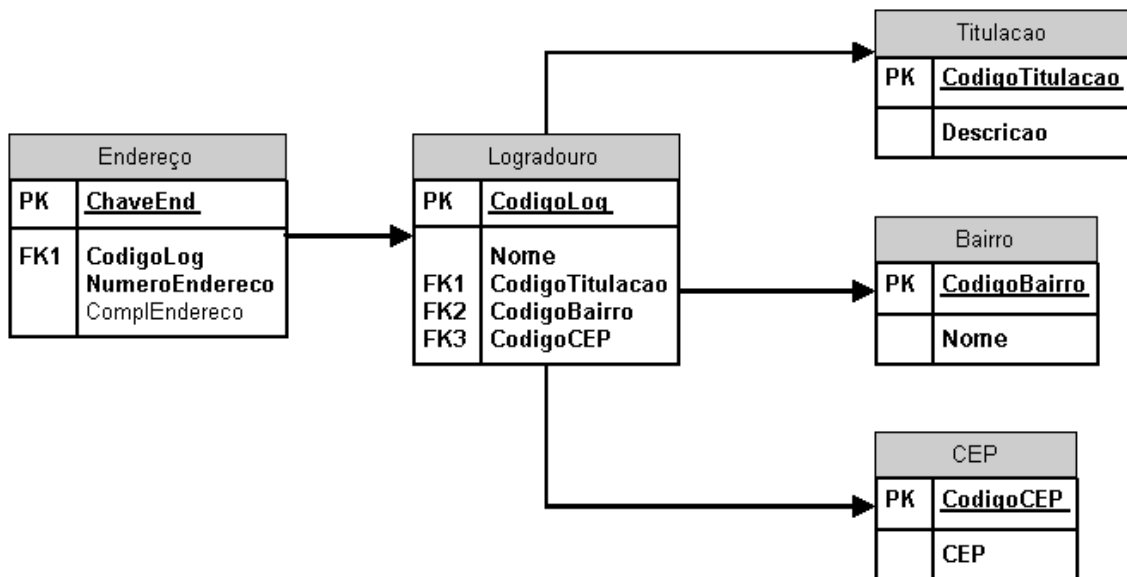


Figura 5.13 - Estrutura de Endereços.

Tabela **Endereço**:

ChaveEnd: chave única de identificação do endereço.

CodigoLog: chave estrangeira que identifica o logradouro.

NumeroEndereco: Número do endereço. No exemplo acima é o número “007”.

ComplEndereco: Campo opcional. No exemplo “apto 401”.

Tabela **Logradouro**:

CodigoLog: chave única de identificação do logradouro.

Nome: campo nome do logradouro.

CodigoTitulacao: chave estrangeira que identifica a titulação do logradouro. Aponta para a tabela de titulação. No exemplo acima a titulação é “Ministro”.

CodigoBairro: chave estrangeira que identifica o bairro.

CodigoCEP: chave estrangeira que identifica o CEP.

Tabela **Titulação**:

CodigoTitulacao: chave única de identificação da titulação.

Descricao: campo descrição da titulação.

Tabela **Bairro**:

CodigoBairro: chave única de identificação do bairro.

Nome: campo nome da titulação.

Tabela **CEP**:

CodigoCEP: chave única de identificação do CEP.

CEP: campo código do CEP.

Como podemos notar, algumas tabelas têm o mesmo nome e atributos das classes do modelo SIG. [Klei99] diz que qualquer metodologia deverá ser capaz de modelar dados e operações, unindo os paradigmas relacional e OO, permitindo aos projetistas encapsular funções e dados, gerando classes ou estruturas de código externas ao banco de dados. Portanto, podemos mapear estas tabelas, geradas no Data Mart, em classes no modelo Geo-OMT, mostrando como se efetua a ligação entre SIG e DW. Deve ficar claro que esta ligação se dá na escala 1:2000 onde estão as classes relativas ao cadastro técnico. Para as outras escalas (1:10000 e 1:50000) um novo trabalho deverá ser feito, com a identificação dos dados e objetos comuns.

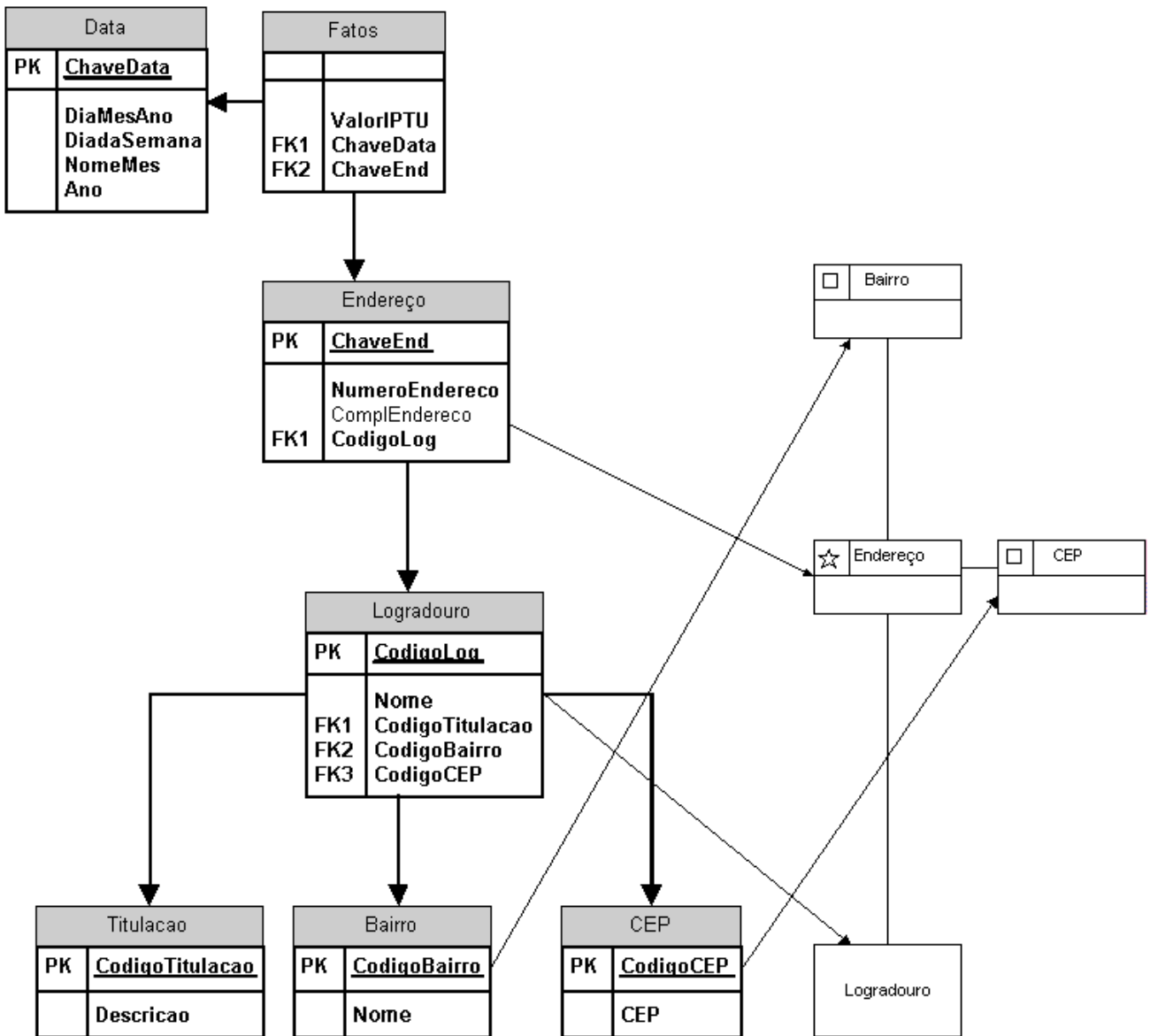


Figura 5.14 - Mapeamento SIG/DW.

6. CONCLUSÃO

6.1. Análise da Utilização do modelo Geo-OMT

Uma das questões cruciais num Sistema de Informações Geográficas é a modelagem conceitual dos dados. Antes da coleta de dados, o projetista deve saber que dados são de interesse do usuário – independente destes dados já existirem ou não em um banco de dados geográfico digital. Para fazer este levantamento e para auxiliar o mapeamento destes dados para o SGBD e o SIG, é necessário representá-los em um alto nível de abstração. A ferramenta mais adequada para tal representação é o modelo conceitual, visto que descreve os dados da realidade modelada de forma totalmente independente da tecnologia utilizada, tornando o resultado da modelagem muito próximo da percepção do usuário.

A questão crítica em relação à modelagem conceitual é justamente quanto à capacidade do modelo conceitual expressar a complexidade presente nos dados geográficos.

De acordo com Lisboa em [Lisb98], os seguintes requisitos permitem uma análise do modelo conceitual: visão de campo e de objeto, relacionamentos espaciais, aspectos espaciais, aspectos temáticos, aspectos temporais, aspectos funcionais e aspectos de qualidade. Vejamos como se comporta o Geo-OMT em relação a estes requisitos.

6.1.2. Visão de Campo e de Objeto

O modelo Geo-OMT possui duas classes básicas: *Classes Georreferenciadas* e *Classes Convencionais*. Através dessas classes são representados os três grandes grupos de dados (contínuos, discretos e não-espaciais) encontrados nas aplicações geográficas, proporcionando assim, uma visão integrada do espaço modelado, o que é muito importante na modelagem principalmente de ambientes urbanos. Uma *Classe Georreferenciada* descreve um conjunto de

objetos que possuem representação espacial e estão associados a regiões da superfície da terra, representando a visão de campos e de objetos proposta por Goodchild [Good92].

6.1.3. Relacionamentos Espaciais

O modelo Geo-OMT oferece primitivas para a representação de relacionamentos espaciais entre entidades geográficas. As relações espaciais representam as relações topológicas, métricas, ordinais e *fuzzy*. Algumas relações podem ser calculadas a partir das coordenadas de cada objeto durante a execução das operações de análise espacial. As relações topológicas são exemplos deste caso.

6.1.4. Aspectos Espaciais

Para satisfazer este requisito, o modelo Geo-OMT deve ser capaz de modelar as características espaciais dos dados geográficos, como forma geométrica e múltipla representação espacial. A solução adotada foi diferenciar as entidades geográficas através de inserção da representação espacial na sua notação diagramática, feita por pictogramas.

6.1.5. Aspectos Temáticos

Os aspectos temáticos são conjuntos de dados sobre alguma entidade geográfica específica, como por exemplo, hidrografia ou geologia, de uma região. O modelo Geo-OMT não tem representação para temas, assim como a maioria dos modelos existentes no mercado. Isso pode ser um complicador para o analista, pois dificulta a compreensão do modelo por parte do usuário. No que diz respeito à sua implementação, não acredito que chegue a ser um problema, já que o nosso estudo é para uma aplicação urbana.

6.1.6. Aspectos Temporais

Para satisfazer este requisito, o modelo deve ser capaz de modelar as características temporais dos dados. O Modelo Geo-OMT não tem qualquer representação neste sentido. Mas, como visto anteriormente, o modelo Geo-OMT é voltado para aplicações urbanas, o que minimiza esta deficiência.

6.1.7. Aspectos Funcionais

Estes aspectos dizem respeito às transformações executadas sobre os fenômenos geográficos, que quase sempre são provenientes de transações espaciais *ad hoc* no Banco de Dados Geográfico. Neste caso, o banco funciona como um repositório de dados a ser usado através de processos eventuais organizados pelos usuários. A ausência da representação de aspectos funcionais pode ser explicada pelo fato da funcionalidade ser comumente expressa por outros modelos, em outra dimensão de modelagem.

6.1.8. Qualidade do Modelo Conceitual

Segundo Batini em (BATINI, 1992), todo modelo conceitual deve possuir as seguintes qualidades: expressividade, simplicidade, minimalidade e formalidade.

6.1.8.1. Expressividade

Esta qualidade está relacionada à disponibilidade de uma grande variedade de conceitos que habilita uma representação mais compreensiva do mundo real, portanto, um modelo que é rico em conceitos é também muito expressivo. Considerando que a expressividade de um Modelo Conceitual Geográfico é medida pela quantidade de primitivas e pelos detalhes com que o mesmo modela uma realidade geográfica, podemos afirmar que o modelo Geo-OMT é

bastante expressivo. O único senão é o fato de não oferecer primitivas temporais.

6.1.8.2. Simplicidade

Esta qualidade prega que um modelo conceitual deve ser simples, para que o esquema seja facilmente entendido por projetistas e usuários da aplicação de banco de dados. As qualidades de expressividade e simplicidade são conflitantes, visto que um modelo que possui muitas primitivas não é fácil de ser utilizado. Por exemplo, descrever a representação espacial da entidade geográfica através de pictogramas deixa o modelo muito rico semanticamente. Entretanto, são tantos os pictogramas que o projetista pode não se lembrar de todos durante a modelagem. O uso de uma ferramenta CASE faz-se necessário para auxiliar a modelagem.

6.1.8.3. Minimalidade

Para obter esta qualidade, todo conceito do modelo deve ter um significado distinto dos outros conceitos, ou seja, nenhum conceito pode ser expresso através da composição de outros conceitos.

Quanto à minimalidade, segundo (FERREIRA, 2002), o modelo Geo-OMT não possui esta qualidade, que dispõe da primitiva de agregação espacial, que vem a ser conflitante com a primitiva de agregação espacial todo-parte “*containment*”, visto que as duas possuem a mesma semântica. Outro problema com o Modelo Geo-OMT, segundo (FERREIRA, 2002), é quanto ao relacionamento de hierarquia espacial, onde a classe que representa o domínio espacial é conectada às demais subdivisões espaciais. Entretanto já existe o relacionamento de agregação espacial específico para “subdivisão espacial”, que pode ser utilizado em geocampos do tipo polígono adjacente, como por exemplo, “Divisas Municipais” é subdividida em “setores”.

6.1.8.4. Formalidade

A qualidade de formalidade requer que todos os conceitos do modelo tenham uma interpretação única, precisa e bem definida. Quanto ao conceito de formalidade, que consiste nos conceitos do modelo terem uma única interpretação, pode-se dizer que este requisito foi encontrado nas primitivas do Geo-OMT.

6.1.9. Conclusão

O objetivo desta seção foi analisar o modelo Geo-OMT em relação às suas primitivas geográficas e o grau de entendimento dos usuários de SIG em relação aos esquemas conceituais resultantes.

O resultado da análise das primitivas geográficas sobre o conjunto de requisitos mínimos proposto por Lisboa em [Lisb98], mostra que o modelo Geo-OMT é voltado mais para aplicações urbanas, o que não quer dizer que não possa ser utilizado em aplicações de cunho ambiental. Apenas duas limitações foram percebidas: Não há tratamento para temas e não consegue modelar aspectos temporais. O fato de ser atender melhor a aplicações urbanas não é uma característica apenas do modelo Geo-OMT. A maioria, senão a totalidade, dos modelos existentes no mercado não consegue abranger todas as áreas de aplicação de um SIG. Ou seja, os modelos foram criados para suportarem a modelagem de um determinado tipo de aplicação. Por isso podemos concluir que não existe um modelo conceitual geográfico universal. Isto se deve ao fato dos modelos terem sido desenvolvidos de acordo com as necessidades de seus criadores.

6.2. Análise da Utilização de Data Warehouse

Uma das maiores questões em uma organização é, sem dúvida nenhuma, a questão da informação. A informação é fundamental para uma empresa, tanto no funcionamento de suas operações quanto na definição de estratégias de

negócio, visando um conhecimento mais profundo do mercado e de seus concorrentes. Numa prefeitura não é diferente. O real domínio da informação pode contribuir de maneira decisiva na tomada de decisões e conseqüentemente numa melhor utilização dos recursos públicos. Sempre com o objetivo de melhor atender à população.

Transformar dados em informação, que possa ser utilizada para minimizar custos, melhorar o desempenho e direcionar melhor tomadas de decisões, é um dos objetivos do Projeto Caracol (capítulo 3). Segundo [Borg00] o uso da tecnologia de informação deve ser visto como meio para um fim social, não como um fim em si mesma, devendo contribuir para a promoção de intervenções políticas adequadas e para a avaliação dessas intervenções uma vez que os governos municipais têm o papel destacado na melhoria da qualidade de vida e no incentivo ao desenvolvimento local.

Pelo exposto, este trabalho objetiva dar uma visão geral do modelo de dados a ser adotado no projeto, avaliar a utilização das tecnologias e mostrar a viabilidade da proposta. Com tal propósito devemos, então, analisar a utilização de um Data Warehouse como fonte de consulta e repositório de dados para o SIG.

Devido às características do projeto, o levantamento inicial foi realizado com a intenção de se resolver um problema localizado: a pouca utilidade do Cadastro Técnico. A estratégia adotada resultou num modelo dimensional simplificado dos dados do Cadastro Técnico, com o objetivo de mostrar as características e as vantagens de um DW e sua ligação com o SIG. A avaliação ficou, deste modo, prejudicada por não termos um modelo completo, com os dados de outras secretarias, onde poderíamos mostrar uma integração dos dados em torno do que achamos ser o fator aglutinador, ou seja, o endereço.

Mesmo não tendo o modelo completo, conseguimos perceber algumas características que viabilizam a adoção de um DW. Kimball, em seu conhecido livro “The Data Warehouse Toolkit” [Kimb02], define estas

características como sendo os objetivos de um DW. Podemos apresentá-las e discorrer um pouco sobre elas:

- DW deve tornar as informações de uma organização facilmente acessíveis.

É fácil imaginar o caos de informação que deve ser uma prefeitura sem uma política de informática. Secretarias com funcionamento totalmente independente umas das outras. Redundância de dados. Maior esforço para manter e dar acesso a esses dados. Dependência dos usuários finais em relação à equipe de informática. Um DW tornaria os dados mais próximos do usuário final, pois estes utilizariam ferramentas próprias para consultas, além de organizar e padronizar descrições e conteúdos dos dados.

- DW deve apresentar a informação da organização de modo consistente.

Os dados no DW devem ter credibilidade. Devem ser montados com cuidado, pois serão de vários sistemas diferentes. Devem estar “limpos” e serem de qualidade assegurada. Liberados somente quando estiverem próprios para consumo pelo usuário. A informação oriunda de um processo deve combinar com a informação de processo. Se dois campos tiverem o mesmo nome, certamente deverão significar a mesma coisa. No sentido inverso, se dois campos não significarem a mesma coisa, então devem ser rotulados diferentemente. Informação consistente significa informação de alta qualidade. Significa que todos os dados estão explicados e completos. A consistência implica também que as definições dos conteúdos comuns do DW estão disponíveis para usuários.

- DW precisa ser flexível para aceitar mudanças.

Mudanças não podem ser evitadas. As necessidades dos usuários, as condições dos processos, os dados, o governo e até a tecnologia são passíveis de mudanças. O DW deve ser projetado para aceitar e se adaptar a estas mudanças. As mudanças ao DW devem ser cuidadosas para que não invalidem

dados ou aplicações existentes. Dados e aplicações existentes não devem ser mudados por causa de novos dados ou novas aplicações. Se os dados tiverem de ser modificados, essas mudanças ter que serem bem definidas e claras para todos os usuários.

- DW deve ser um repositório seguro que proteja os recursos da informação.

A informação tem um valor incalculável para qualquer organização. Dados sobre investimento em áreas carentes, arrecadação de impostos, perfil dos cidadãos quanto a grau de instrução, necessidades de atendimento médico e tantos outros, são de um valor inestimável nas mãos dos governantes. O DW deve controlar eficazmente o acesso à informação confidencial.

- DW deve servir como base para melhores tomadas de decisão.

O DW deve conter os dados certos para que possa dar suporte à tomadas de decisão. Kimball diz que há apenas um *output* de um DW: as decisões que são feitas depois que o DW apresentou seus resultados. Estas decisões têm impacto direto na administração e atribuem real valor ao DW. A melhor definição para um DW é sua definição original: um sistema de suporte à tomada de decisões.

- Para que o DW tenha sucesso é necessário que seus usuários o aceitem.

Não adianta produzirmos a melhor solução, com a tecnologia mais avançada e com a melhor plataforma se seus usuários não a adotarem. Se após um período de testes, que Kimball estimou em seis meses, o DW não estiver sendo utilizado ativamente, devemos assumir que houve falha em sua aceitação. Ao contrário de sistemas operacionais, onde o usuário não tem escolha, o uso do DW pode se tornar opcional. Por isso são fundamentais simplicidade e praticidade. Atenção deve ser redobrada numa organização pública, onde não se costuma ter cuidado com desperdícios.

Como foi dito anteriormente, o modelo apresentado foi um modelo dimensional simplificado com os dados relativos ao IPTU. Este modelo, longe de qualquer pretensão, não é um modelo para Data Warehouse, conforme pode ser percebido ao se comparar com o que foi colocado no capítulo 5, e sim um modelo para Data Mart. A idéia foi apresentar os conceitos de modelagem dimensional e servir como ilustração. O desenvolvimento de um DW é uma tarefa muito mais complexa. As dificuldades começam no ambiente de extração, com os processos de extração de dados dos sistemas operacionais, passando pela estrutura que servirá de repositório dos dados, dentro ainda do ambiente de extração. O ambiente de extração deve compreender atividades simples de classificação e de processos seqüenciais. Em muitos casos, o ambiente de extração não é baseado na tecnologia relacional.

O nosso modelo dimensional foi concebido para mostrar como deve ser a ligação entre DW e SIG. Ele tem características que serão abordadas mais adiante, mas alguns cuidados devem ser tomados quando do seu desenvolvimento.

[Erik97] afirma que o conceito de multidimensionalidade surgiu a mais de 30 anos, quando foi utilizado na linguagem APL. O termo OLAP (On-Line Analytical Processing), ainda segundo [Erik97], surgiu pela primeira vez em um artigo de E. F. Codd e C. T. Salley [CoSa93] publicado na revista Computerworld em 1993. Este artigo apresentava 12 regras que deveriam ser seguidas quando da implementação de um Data Mart. Estas 12 regras, 2 anos depois, foram expandidas para 18 e rebatizadas como características. O que segue é uma breve discussão de algumas características mais importantes.

- O Conceito de Visão Multidimensional

Indica que a visão que o usuário tem da empresa é naturalmente multidimensional (produtos X lojas, vendas X dia) e deste modo, a visão do analista de modelos OLAP deve também ser multidimensional.

- Manipulação Intuitiva dos Dados

As pessoas não compartilham do mesmo conceito de intuição. As ferramentas devem permitir uma variedade de métodos de interação, da utilização do mouse às caixas de diálogo e às linhas de comando.

- Acessibilidade

A ferramenta OLAP deve apresentar uma única visão lógica dos dados da empresa que originam de uma variedade de fontes. A fonte dos dados no modelo OLAP deve ser transparente ao usuário.

- Extração de Dados

Uma ferramenta OLAP deve poder trabalhar tanto como um repositório de dados quanto com um veículo de acesso a dados externos (geralmente relacionais).

- Tratamento de dados Não Normalizados

Segundo o artigo citado acima, os cálculos feitos dentro de um produto OLAP não devem afetar os dados externos que servem como fonte. Em parte isso é verdade, pois podemos ter sérios problemas com essa possibilidade. Entretanto o autor não vê problema em exportar para sistemas externos dados calculados dentro do produto. Como exemplo podemos imaginar uma nova tabela de preços.

- Operações entre dimensões irrestritas

Devem ser permitidos cálculos e manipulações de dados a partir de qualquer número de dimensões e não deve haver restrições a nenhum relacionamento entre células de dados não obstante o número de atributos de dados que cada célula contenha.

6.3. Expectativas/Perspectivas na Utilização do Modelo Proposto

Sistema de Informações Geográficas (SIG) é uma ferramenta de software para a visualização de objetos do mundo real e banco de dados geográficos. Um software de SIG pode ser usado para criar, editar, visualizar, consultar e produzir mapas baseados nesta informação espacial. Permite também um modo totalmente novo de visualizar seus dados. Tem muitas aplicações, mas talvez a mais utilizada seja a de apoio à tomada de decisões.

Um Data Warehouse é usado para extrair informações que possibilitem uma melhor visão do negócio. Sua utilidade, num mundo competitivo e globalizado, se faz sentir na medida em que permite um maior conhecimento das rotinas internas, dos produtos e dos clientes de uma organização. Tem a função de aglutinar dados em um repositório, preservando a memória da organização.

Hoje SIG e DW tornaram-se valiosas ferramentas extensamente usadas em tomadas de decisão. Durante os últimos anos os SIGs evoluíram de uma aplicação de software que requer computação intensiva e habilidades de programação a uma aplicação que pode ser utilizada por usuários de computador de habilidade média com sucesso. Assim como SIG, DW também evoluiu, com o desenvolvimento de ferramentas OLAP cada vez mais poderosas e amigáveis. SIG tem a capacidade de agregar e visualizar dados de várias fontes. DW tem a capacidade de agregar e analisar dados de várias fontes.

As vantagens de utilizar um DW, a partir da integração de dados oriundos das diversas secretarias, residem no melhor conhecimento da gestão pública, na possibilidade do cliente, no caso o cidadão, ser mais bem atendido, melhor conhecimento dos riscos dos investimentos dos recursos públicos, melhoramento dos processos e capacidade de maximizar o atendimento ao cidadão em diversas áreas.

A principal motivação para integrar um SIG num Data Warehouse (DW) é ser capaz de fazer consultas nos dados e agregar seus dados em áreas geográficas, aproveitando suas características mais marcantes, ou seja, prospecção (DW) e visualização (SIG) de dados.

Existem três motivos básicos para justificar uma parceria SIG/DW. O primeiro está dentro dos dados corporativos; existem padrões valiosos de informação que são muito importantes para guiar a gestão da cidade e só com a utilização de uma ferramenta poderosa, como um DW, poderiam ser extraídos. O segundo é que esta informação, sendo georeferenciada e visualizada, irá formar a base de serviços únicos, descobrindo novas tendências e necessidades, numa maneira que irá transformar o entendimento que a prefeitura pode ter dos problemas da cidade. O terceiro é encurtamento da distância entre a identificação da estratégia e a execução desta estratégia. Isto irá progressivamente transformar o entendimento que a prefeitura pode ter de sua própria estrutura organizacional. Através de desenvolvimentos de hardware e software é possível agora criar a arquitetura IT (DW) que pode tratar desta grande quantidade de informação.

O modelo de dados proposto indica que esta integração pode se realizar a partir dos dados de endereçamento. Isso traria um ganho enorme na qualidade das informações obtidas a partir dos dados já existentes em outros sistemas da prefeitura. Consultas sobre a melhor localização para uma nova escola poderiam ser mais facilmente realizadas. Ou então consultas sobre onde instalar um novo posto de saúde e quais especialidades médicas este posto poderia atender a partir de dados obtidos na Secretaria de Saúde sobre incidência de doenças, localização dos pacientes, etc.

Montar uma arquitetura de DW/SIG significa investimentos. Tem que ficar muito claro quais são os benefícios. Na maioria dos casos os benefícios reais de um DW não são conhecidos ou mesmo antecipados no momento de sua construção. Isto é porque o DW é utilizado de uma maneira totalmente diferente dos sistemas operacionais. O analista de suporte à decisão não pode saber quais as reais possibilidades e o potencial de um DW enquanto sua

primeira versão não estiver pronta para uso. A maneira normal de se calcular o retorno do investimento não pode ser utilizada.

É de conhecimento que projetos envolvendo companhias de telecomunicação e empresas públicas, entre outras, têm sido executados. Há, ainda, parcerias entre grandes companhias, como SAP e ESRI, em pleno desenvolvimento. Embora estas experiências, em alguns casos, estejam em estágios ainda pouco desenvolvidos, está bem claro que existem muitas maneiras diferentes de se combinar DW e SIG. Em todos os casos podemos ver os benefícios de DW com componentes espaciais e sua agregação de valores ao negócio.

É perfeitamente perceptível que o mercado está caminhando na direção de uma maior integração entre estas duas tecnologias. No entanto, a utilização destas tecnologias de forma integrada é ainda tarefa bastante árdua já que utilizam abordagens de modelagem de dados distintas e possuem paradigmas de manipulação e desenvolvimento distintos. O atual movimento no mercado é um forte indício de que mais esforços estarão sendo feitos para o desenvolvimento de soluções integradas que venham a resolver os problemas ainda existentes nestas ligações.

Em relação à Prefeitura de Nova Iguaçu, pode-se afirmar que este modelo lança as bases para o desenvolvimento de sistemas que irão modernizar a administração municipal. Este modelo está inserido em um projeto que tem como objetivo o desenvolvimento ordenado das funções sociais do poder público e o bem-estar da população. São metas do projeto a restauração da capacidade de gestão administrativa, a reconfiguração do aparelho estatal público e a avaliação de políticas públicas. Isso só será possível a partir de um melhor conhecimento de suas necessidades, suas limitações e seu público alvo, o cidadão.

6.4. Desenvolvimentos Futuros

Numa prefeitura, assim como numa empresa privada, pode-se classificar as atividades em três níveis: operacional, gerencial e estratégico. As atividades

em nível operacional costumam ser volumosas e trabalhosas. São as atividades do dia-a-dia. Como exemplo podemos citar acompanhamento de obras públicas, distribuição de alunos nas escolas municipais, determinação de rotas para coleta de lixo e processos de aprovação de loteamentos.

O nível gerencial é caracterizado por atividades táticas. Qual a melhor localização de um novo posto de saúde ou quais especialidades médicas determinada região é mais carente são exemplos de questões a serem respondidas neste nível. Como atividades neste nível podemos citar acompanhamento de endemias, controle de desnutrição, análise de padrões de distribuição de crimes e identificação de locais com maior índice de acidentes de trânsito.

Já no nível estratégico as atividades contribuem diretamente para o cumprimento dos objetivos fundamentais da organização. Melhor qualidade de vida do cidadão, novas fontes de receita e melhor relacionamento com empresas concessionárias podem ser vistos como alguns dos grandes objetivos de qualquer prefeitura. Como exemplo de atividades temos reestruturação do trânsito, análise da evolução da ocupação urbana, política da distribuição espacial das atividades econômicas e planejamento da expansão de infraestrutura.

Segundo [Davi97] o uso do SIG no nível operacional visa ganho de produtividade, redução ou eliminação de custos ou riscos e qualidade na execução de tarefas. O SIG no nível gerencial tem como metas melhores (ou novas) informações e mais apoio na tomada de decisões de caráter tático: planejamento, gerenciamento e alocação de recursos. Já no nível estratégico, o SIG busca uma melhor imagem junto a clientes e parceiros, novas fontes de receita e aumento de receita. Podemos acrescentar que o SIG na administração pública busca melhores serviços ou serviços adicionais à população e melhor qualidade de vida.

Quando a administração pública é eficaz, quem é beneficiado indiretamente é a própria sociedade. Coerência na alocação de recursos gera, com o tempo,

melhores serviços. Os benefícios à sociedade não são resultantes apenas do uso do SIG, mas da adoção de um projeto como um todo. SIG, assim como DW, é apenas uma ferramenta para viabilizar o projeto.

O Projeto Caracol tenta cumprir o seu papel atuando nos três níveis descritos acima. Para cada nível fica definida uma escala correspondente que define o nível de detalhamento dos dados geográficos. No nível operacional a escala adotada é a 1:2000 que está contemplada, ainda que de maneira parcial, no modelo de dados proposto. Para o nível gerencial a escala adotada é a 1:10000, e no nível estratégico a 1:50000.

O modelo proposto tem como objetivo dar apoio na resolução do problema do Cadastro Técnico. O modelo completo para atender o detalhamento no nível operacional precisa ser acrescido de novos objetos que possam representar, por exemplo, uma rede de distribuição de água. Objetos da classe Geo-Objeto com Geometria e Topologia devem ser utilizados neste detalhamento.

Para os níveis gerencial e estratégico o modelo de dados geográficos a ser adotado deverá englobar o modelo para o Cadastro Técnico, a extensão descrita acima e eventuais novos objetos que por ventura se façam necessários. A modelagem para a classe Geo-Campo não foi abordada e o autor acredita que esta classe fará parte deste modelo a ser desenvolvido.

Com o quadro descrito acima podemos constatar a importância de um SIG na gestão urbana para uma prefeitura. Nota-se claramente que o centro da questão é a utilização da informação da melhor forma possível e em todos os níveis. Para que a informação tenha real valor e para que possamos extraí-la dos dados operacionais existentes é necessária uma arquitetura de dados que possibilite fácil acesso, extração e análise dos dados. Esta arquitetura é fornecida pelo SIG e pelo DW que, além de servir de repositório, é uma ferramenta poderosa na análise dos dados.

Entretanto, para uma total integração entre SIG e DW faz-se necessário o desenvolvimento de uma ferramenta de análise e visualização dos dados que

agregue as funcionalidades de uma ferramenta OLAP tradicional com as funcionalidades de uma ferramenta SIG. Este esforço de desenvolvimento deverá ocorrer durante a implementação do Projeto Caracol.

Podemos relacionar algumas tarefas que se fazem necessárias para dar continuidade ao desenvolvimento do Modelo de Dados proposto:

1. Conclusão do modelo de dados geográfico atual que atende à escala 1:2000, incluindo informações sobre as demais secretarias e suas áreas de atuação.
2. Implementação do modelo num banco de dados. Esta implementação, que abrange o desenvolvimento dos modelos lógico e físico, pode ser realizada em qualquer SGBD do mercado, pois, segundo seus criadores, o Geo-OMT se adapta bem à bancos de dados relacionais.
3. Desenvolvimento dos modelos de dados que atenderão a outras escalas de visualização. Estas escalas atendem a aplicações no plano gerencial (10000) e estratégico (1:50000).
4. Integração dos três modelos. Apenas com a integração dos três modelos teremos uma real utilização de toda a potencialidade da integração de ferramentas de apoio à decisão tão poderosas.
5. Levantamento dos atuais sistemas existentes na Prefeitura de Nova Iguaçu. Este levantamento deverá seguir um planejamento e deverá ser feito em etapas. Cada etapa abrangendo uma secretaria ou setor, obedecendo uma ordem de importância pré estabelecida.
6. Desenvolvimento do modelo de dados alfanuméricos que dará suporte ao DW. Este modelo deverá seguir a metodologia descrita no capítulo 5 e poderá ser executada em paralelo com a tarefa descrita no item anterior.

7. Integração do modelo citado no item anterior com o modelo de dados geográficos dos itens 1 a 4. Esta integração se dará na medida em que o modelo “alfanumérico” for sendo desenvolvido.
8. Desenvolvimento dos Data Marts e consultas pré definidas para os usuários finais.

O autor vê, ainda, algumas tarefas que devem ser analisadas e desenvolvidas, antes e durante o projeto de DW:

1. O grande desafio na construção e manutenção de um DW é a questão dos metadados. Formatos de dados inconsistentes, dados inexistentes ou inválidos, diferentes níveis de agregação e inconsistências semânticas são alguns dos problemas encontrados por desenvolvedores e usuários de DW. A integração do DW com o SIG certamente aumentará esses problemas. A adoção de uma ferramenta de metadados se faz fundamental para o projeto.
2. Avaliação sobre qual SGBD utilizar na implementação do banco de dados. Como foi dito anteriormente, o modelo Geo-OMT se adapta bem ao modelo relacional, mas com o desenvolvimento dos bancos de dados orientados a objeto e com o surgimento dos SGBDRO, uma análise sobre estes três modelos pode ser feita para que se verifique qual o mais adequado.
3. Uma questão a ser definida é sobre a arquitetura do ambiente de extração. Uma proposta é o desenvolvimento de um Data Warehouse corporativo. Sua vantagem é poder, num só DW, agrupar todos os dados necessários. Suas desvantagens são o alto grau de complexidade e alta probabilidade de insucesso. A alternativa que nos parece mais viável é a utilização de Data Marts setoriais, porque podem ser desenvolvidos separadamente, o que reduz o risco de insucesso.

4. Podemos analisar a necessidade e a viabilidade de um ODS (Operational Data Store). Uma questão que poderia surgir é se ele seria um depósito volátil e temporário, como apregoa [Inmo02], ou um depósito histórico e freqüentemente alimentado como prefere [Kimb02].
5. Em relação às ferramentas de ETL, uma avaliação deve ser feita sobre o que realmente existe no mercado, sua funcionalidade e a possibilidade de se desenvolver “em casa”.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[BePa89] BÉDARD, Yvan, PAQUETTE, François
Extending Entity-Relationship Formalism for a Spatial Information Systems
9o AUTOCARTO, 1989
Proceedings... p.818-828

[Bert67] BERTIN, Jaques
Sémiologie Graphique: Les Diagrammes, Les Réseaux, Lês Cartes
Paris: Mounton et Gauthier-Villars, 1967. 431p.

[Borg00] Karla Borges
A gestão Urbana e as tecnologias de Informação e Comunicação
Revista Informática Pública – dezembro de 2000

[Cama95] CÂMARA, Gilberto
Modelos, linguagens e arquiteturas para bancos de dados geográficos.
São José dos Campos, SP: INPE, 1995. (Tese de Doutorado).

[CIFO93] CLEMENTINI, E., FELICE P., OOSTEROM, P.
A small set of formal topological relationships suitable for end-user
interaction. In: 3rd SYMPOSIUM
SPATIAL DATABASE SYSTEMS, 1993, Proceedings...p.277-295.

[CoSa93] CODD, E. F., CODD, E. S. and SALLEY, C. T.,
Beyond Decision Support,
Computerworld 27:30, Jul. 1993, pages 87--89.

[DaBo97] Clodoveu Davis e Karla Borges
Modelagem de Dados Geográficos
<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/bdados/cap2-modelagem.pdf>

[DaBo98] Clodoveu Augusto Davis jr. E Karla Albuquerque Borges
GIS Orientado a Objetos na Prática

[Davi97] Clodoveu Augusto Davis jr., Flávio Yuaça, Hamilton Figueiredo, Sergiusz Sikorski

Viagem ao SIG – Planejamento Estratégico, Viabilização, Implantação e Gerenciamento de Sistemas de Informação Geográfica
Sagres Editora - 1997

[EgHe90] EGENHOFER, Max J., HERRING, J.

A mathematical framework for the definition of topological relationships. In: 4th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPATIAL DATA HANDLING, 1990. Proceedings...p.803-813.

[EgFr91] EGENHOFER, Max J., FRANZOSA, Robert D.

Point-set topological spatial relations.

International Journal of Geographical Information Systems, London, v.5, n.2, p.161-174, 1991.

[EIKo93] ELMASRI, R., KOURAMAJIAN, V., THALHEIM, B.(eds.). Entity-Relationship approach – ER'93.

Berlin: Springer-Verlag, 19917. p.242-256.

[EINa94] ELMASRI, R., NAVATHE, S.

Fundamental of database systems. 2nd Edition.

Menlo Park, CA: Addison-Wesley, 19917. 873p.

[Erik97] Erik Thomsen

OLAP Solutions

Wiley Computer Publishing

[ESRI03] Environmental Systems Research Institute, Inc

The Keys to Successful SAP/ESRI Interfacing

[Ferr02] Ana Cristina Florentino Ferreira

Um Modelo de Integração de Conceitos Utilizados em Análises
Multidimensionais e Espaciais - Dissertação de Mestrado
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

[Feut93] FEUTCHWANGER, M.

Towards a geographic semantic data model
Simon Fraser University, 1993. (PhD thesis).

[Fire98] Joseph M. Firestone

Dimensional Modeling and E-R Modeling in the Data Warehouse

[Fran96] FRANK, Andrew U.

Qualitative spatial reasoning: cardinal directions as an example. International
Journal of Geographical Information Systems,
London, v.10, n.3, p.269-290, 1996.

[Free75] FREEMAN, J.

The modelling of spatial relations.
Computer Graphics and Image Processing, n.4, p.156-171, 1975.

[FrGo90] FRANK, Andrew U., GOODCHILD, Michael F.

Two perspectives on geographical data modeling
National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA), 1990.
Technical Report 90-11.

[Garc98] Garcia, Romay

Prefeituras – O Caminho da Modernização
www.fatorgis.com.br - maio /1998

[Gonz99] Gonzáles, M.L.

Spatial OLAP: Conquering Geography.
DB@ Magazine, spring 1999

[Good92] GOODCHILD, Michael F.

Geographical data modeling. Computers & Geoscience, London, v.18, n.4, p.401-408, 1992.

[Gupt97] Vivek R. Gupta
An Introduction to Data Warehousing
<http://www.system-services.com>

[Hann95] HANNA, Magdy S.
A close at the IFO data model. Sigmod Record, v.24, n.1, p.21-26, 1995.

[Inmo02] Inmon, W. H.
Building the Data Warehouse
Wiley Computer Publishing

[Kimb02] Ralph Kimball, Margy Ross
The Data Warehouse Toolkit
Wiley Computer Publishing

[Klei99] Lawrence Zordam Klein
A Tecnologia Relacional-Objeto em um Ambiente de Data Warehouse –
Dissertação de Mestrado
Instituto Militar de Engenharia

[KöPS96] KÖSTERS, G., PAGEL, B., SIX, H.
GIS-application development with GeoOOA. International Journal of
Geographical Information Science,
London, v.11, n.4, p.307-335, 1997.

[LaF194] LAENDER, Alberto H. F., FLYNN, Donal J.
A semantic comparison of modelling capabilities of the ER and NIAM
models.

[LaTh92] LAURINI, Robert, THOMPSON, Derek.

Fundamentals of Spatial Information Systems.

London: Academic Press, 1992. 680p.

[Lisb97] LISBOA F., Jugurta.

Modelos conceituais de dados para sistemas de informações geográficas.

Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1997. EQ- 12.

[Lisb98] LISBOA, F., Jugurta.

Um Método para Projeto Conceitual de Banco de Dados Geográficos Baseado em Reutilização de Esquemas através de Framework e Padrões de Análise

Tese de Doutorado, UFRGS, 1998

[MaES95] MARK, David M., EGENHOFER, Max. J., SHARIFF, Abdul R. M.

Towards

A Standard for Spatial Relations in SDTS and Geographic Information Systems

In: GIS/LIS'95, 1995, Nashville. Proceedings... v.2, p.686-695.

[MeBo96] MEDEIROS, C. B., BOTELHO, M. A.

Tratamento do Tempo em SIG.

GIS BRASIL96, 1996, Curitiba. Anais... p.534-553.

[PaTh97] PAPADIAS, Dimitris, THEODORIDIS, Yannis.

Spatial Relations, Minimum Bounding Rectangles, and Spatial Data Structures.

International Journal of Geographical Information Science,

London, v.11, n.2, p.111-138, 1997.

[PeBS97] PEREZ, Celso R.; BATISTA, Daniela C. F.; SALGADO, Ana Carolina.

BDGEO: Modelagem, Implementação e Visualização de Dados Geográficos.

GIS BRASIL97, 1997, Curitiba. Anais... p.252-262.

[Peuq84] PEUQUET, Donna J.

A Conceptual Framework and Comparasion of Spatial Data Models.
Cartographica, n.21, p.666-113, 19817.

[Pret99] Andréa Gonçalves Preto
METASIG: Ambiente de Metadados para Aplicações de Sistemas de
Informações Geográficos - Dissertação de Mestrado
Instituto Militar de Engenharia

[Rati97] RATIONAL Software Corporation.
The Unified Language: notation guide, version 1.1 July 1997.
<http://www.rational.com>

[RBPE91] RUMBAUGH, J., BLAHA, M., PREMERLANI, W., EDDY,
F., LORENSEN, W.
Object-Oriented Modeling and Design.
New Jersey: Prentice-Hall, 1991.

[SiCa01] Ednilson Carlos Souza da Silva e Maria Luiza Machado Campos
Integração de Sistemas de Informação Geográfica e Ferramentas OLAP
<http://www.fatorgis.com.br/artigos/gis/olap/olap.htm>