

# UERJ

Dissertação de Mestrado em Engenharia de Computação

## **SISTEMA NEBULOSO DE APOIO À PRODUÇÃO DE PLANTAS DE VALORES**

Autor: Wolmar Murgel Filho

Orientador: Orlando Bernardo Filho

Co-Orientador: Flávio Joaquim de Souza

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação  
Área de Concentração em Geomática

Junho – 2005



Faculdade de Engenharia

# **SISTEMA NEBULOSO DE APOIO À PRODUÇÃO DE PLANTAS DE VALORES**

**Wolmar Murgel Filho**

Dissertação submetida ao corpo docente da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Computação – área de concentração geomática.

Orientador: Orlando Bernardo Filho

Co-orientador: Flávio Joaquim de Souza

Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Computação – Área de Concentração Geomática

Rio de Janeiro  
Junho – 2005

MURGEL FILHO, WOLMAR  
Sistema Nebuloso de Apoio à Produção de  
Plantas De Valores [Rio de Janeiro] 2005  
xii, 103 p 29,7 cm (FEN/UERJ, M.Sc.,  
Programa de Pós – Graduação em  
Engenharia de Computação – Área de  
Concentração Geomática, 2005)  
Dissertação – Universidade do Estado do  
Rio de Janeiro – UERJ  
1. Plantas de Valores  
2. Avaliações de Imóveis  
3. Lógica Nebulosa  
4. Geoprocessamento  
I. FEN/UERJ II. Título

## FOLHA DE JULGAMENTO

Título: Sistema Nebuloso de Apoio à Produção de Plantas De Valores

Candidato: Wolmar Murgel Filho

Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Computação – Área de Concentração  
Geomática

Data da defesa:

Aprovada por:

---

Orientador: Orlando Bernardo Filho, D.Sc., UERJ.

---

Co-orientador: Flávio Joaquim de Souza, D.Sc, UERJ

---

Íris Pereira Escobar, D.Sc, UERJ

---

Prof. Jorge Lopes de Souza Leão Dr. Ing., UFRJ

"E o senhor te guiará continuamente, e fartará a tua alma em lugares secos, e fortificará teus ossos; e será como um jardim regado e como um manancial cujas águas nunca faltam"

Isaias 58:11

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Maria Edna de Albuquerque Murgel, pelo seu amor e dedicação.

Ao meu pai Wolmar Murgel (*in Memoriam*) pelos seus conselhos e pelo seu exemplo.

À minha esposa Michele, pelo carinho, atenção e paciência dispensados nas horas em que eles foram mais necessários.

Aos meus orientadores Orlando Bernardo Filho e Flávio Joaquim de Souza pelos ensinamentos indispensáveis à realização deste trabalho.

À Profª Diva e ao arquiteto Pedro Jorgensen Jr., meus amigos, pelo incentivo dado.

Aos meus amigos e colegas que me apoiaram nessa conquista

Enfim, a todos aqueles que contribuíram de alguma maneira para a execução deste trabalho.

Resumo da Dissertação apresentada à FEN/UERJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências ( M.Sc.)

## **SISTEMA NEBULOSO DE APOIO À PRODUÇÃO DE PLANTAS DE VALORES**

Wolmar Murgel Filho

Junho/2005

Orientadores: Orlando Bernardo Filho, DSc., UERJ.

Co-orientador: Flávio Joaquim de Souza, DSc., PUC.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação – Área de Concentração Geomática

A Constituição Federal promulgada em 1988 repassou para estados e municípios diversas atribuições que até então encontravam-se fora de sua alçada. Esse movimento teve sua contrapartida na regulamentação de impostos, como o ISS, ITBI e IPTU e em repasses de verbas da União para os municípios em diversos programas de apoio. Nesse contexto, a busca de receitas próprias por parte dos municípios, as quais se baseiam na cobrança do IPTU, deve ser a mais eficiente possível; lançando mão das modernas técnicas de tratamento da informação. O presente trabalho objetiva fornecer um instrumento de apoio à produção de plantas de valores genéricos (PVG), criadas a partir de mapas digitais. Tal instrumento, quando integrado a um cadastro técnico multifinalitário, permite um enfoque amplo e preciso da realidade do mercado imobiliário da cidade, premissa fundamental para a correta aplicação dos impostos de competência dos municípios.

Palavras-chave: Plantas de valores, avaliação em massa de imóveis, lógica nebulosa, geoprocessamento

Abstract of Dissertation presented to FEN/UERJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

## **FUZZY LOGIC SYSTEM TO SUPPORT THE PRODUCTION OF VALUE PLANTS**

Wolmar Murgel Filho

June/2005

Advisors: Orlando Bernardo Filho, DSc., UERJ.

Flávio Joaquim de Souza, DSc., PUC.

Computing Engineering Program – Geomatic

The Federal Constitution established in 1988 passed on to states and municipal districts several attributions. This movement had its compensation in the regulation of taxes, like ISS, ITBI and IPTU and in pass again of budgets of the Union for the municipal districts in several support programs. The search of own revenues by the municipal districts, that are based on the collection of IPTU, it should be the most efficient possible, using modern techniques of information treatment. The present paper aims to provide a support instrument to the production of generic values plants based on digital maps. Such instrument when integrated to a technical official register, it allows a wide and precise focus of the reality of the real estate market of the city.

Keywords: Generic Values Plants, Mass Appraisal, Fuzzy Logic, Geoprocessing

# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| CAPÍTULO I — INTRODUÇÃO .....  | 8  |
| I.1 – APRESENTAÇÃO .....   | 8  |
| I.2 – MOTIVAÇÃO .....  | 11 |
| I.3 – OBJETIVO .....   | 12 |
| I.4 – CONTRIBUIÇÕES .....  | 14 |
| I.5 SUMÁRIO .....  | 14 |
| CAPÍTULO II — FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....   | 16 |
| II.1 – INTRODUÇÃO .....  | 16 |
| II.2 – AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS .....  | 17 |
| II.2.1 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DE IMÓVEIS .....                                       | 18 |
| II.2.1.1 - Métodos diretos .....   | 18 |
| II.2.1.2 – Métodos indiretos .....   | 21 |
| II.2.2 – AVALIAÇÃO COLETIVA DE IMÓVEIS .....   | 22 |
| II.3 – PLANTA DE VALORES GENÉRICOS - PVG .....                                       | 24 |
| II.3.1 – TIPOS DE PLANTAS DE VALORES QUANTO À FORMA DE APRESENTAÇÃO .....            | 26 |
| II.3.1.1- Plantas de Valores Tabulares .....   | 26 |
| II.3.1.2- Plantas de Valores Cartográficas .....                                     | 27 |
| II.3.1.3 - Planta de Valores Inserida em um Sistema de Informações Geográficas ..... | 28 |
| II.3.2 – ALGUNS EXEMPLOS DE PLANTAS DE VALORES .....                                 | 29 |
| II.3.2.1 - Planta de Valores da Cidade do Rio de Janeiro – RJ .....                  | 29 |
| II.3.2.2 - Planta de Valores da Cidade de Palmas - TO .....                          | 32 |
| II.4 – SISTEMAS DE INFORMAÇÃO .....  | 35 |
| II.4.1 – Sistemas de Transações e Processos (STP) .....                              | 37 |
| II.4.2. – Sistemas de Informação Especialistas / Sistemas de Automação (SE/SA) ..... | 37 |
| II.4.3 – Sistemas de Informação Gerencial (SIG) .....                                | 38 |
| II.4.4 – Sistemas de Suporte à Decisão (SSD) .....                                   | 38 |
| II.5 – CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO .....                                       | 39 |
| II.5.1 – FUNÇÕES DO CADASTRO TÉCNICO .....   | 40 |
| II.5.2 – VANTAGENS DA IMPLEMENTAÇÃO DO CADASTRO TÉCNICO .....                        | 41 |
| II.5.3 – CARACTERÍSTICAS DO CADASTRO TÉCNICO .....                                   | 42 |
| II.5.4 – ELEMENTOS DO CADASTRO TÉCNICO .....   | 43 |
| II.6 – SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA .....                                       | 46 |
| II.6.1 – CADD .....  | 47 |
| II.6.2 – AM/FM .....   | 48 |
| II.6.3 – SMDT .....  | 48 |
| II.6.4 – SGBD .....  | 50 |
| II.6.5 – SIG .....   | 51 |
| II.5 – LÓGICA NEBULOSA .....   | 54 |
| II.6 – COMENTÁRIOS .....   | 59 |
| CAPÍTULO III — MODELAGEM DO SISTEMA .....  | 60 |
| III.1 – INTRODUÇÃO .....   | 60 |
| III.2 – BASE DE DADOS .....  | 60 |
| III.3 – SISTEMA DE LÓGICA NEBULOSA .....   | 63 |
| III.3.1 – VARIÁVEIS DO SISTEMA .....   | 64 |
| III.3.1.1 – Variável lingüística <i>numero_de_comodos</i> .....                      | 64 |
| III.3.1.2 – Variável lingüística <i>acabamento</i> .....                             | 64 |
| III.3.1.3 – Variável lingüística <i>idade</i> .....                                  | 65 |
| III.3.1.4 – Variável lingüística <i>conservação</i> .....                            | 65 |
| III.3.1.5 – Variável Lingüística <i>valor</i> .....                                  | 67 |
| III.3.1.6 – Variável Lingüística <i>depreciação</i> .....                            | 67 |
| III.3.1.7 – Variável Lingüística <i>valor_final</i> .....                            | 68 |
| III.3.2. DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS .....  | 68 |
| III.3.3- MODELO ENTIDADE-RELACIONAL .....  | 70 |
| III.4. HOMOGENEIZAÇÃO DE VALORES .....   | 72 |
| III.5. SUPERFÍCIES DE VALOR .....  | 73 |
| III.6. COMENTÁRIOS .....   | 76 |
| CAPÍTULO IV — IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE PLANTA DE VALORES .....                    | 77 |
| IV.1 - INTRODUÇÃO .....  | 77 |
| IV.2 – INTERFACE DO SISTEMA .....  | 77 |

|   |     |
|---|-----|
| IV.3 – ESTRUTURA DE PROGRAMAÇÃO .....                           | 84  |
| IV.3.1 – Diagrama Lógico do Sistema de Inferência Fuzzy .....   | 87  |
| IV.4 COMENTÁRIOS .....  | 91  |
| CAPÍTULO V — ANÁLISES E ESTUDOS DE CASOS .....                  | 92  |
| V.1 – INTRODUÇÃO .....  | 92  |
| V.2 – ANÁLISE PRELIMINAR .....                                  | 92  |
| V.3 ESTUDOS DE CASO .....                                       | 98  |
| V.4 – ANÁLISE DAS SUPERFÍCIES DE VALOR .....                    | 102 |
| V.4.1 – Superfície de Valores de Mercado .....                  | 102 |
| V.4.2 – Superfície de Valores Homogêneos .....                  | 104 |
| V.5 – ZONAS DE VALOR HOMOGÊNEO .....                            | 106 |
| V.6 – COMENTÁRIOS .....   | 107 |
| CAPÍTULO VI — CONCLUSÃO .....                                   | 109 |
| VI.1 – PERSPECTIVAS FUTURAS .....                               | 109 |
| VI.2 – COMENTÁRIOS FINAIS .....                                 | 110 |
| BIBLIOGRAFIA .....  | 111 |
| APÊNDICES .....   | 114 |
| APÊNDICE A: TABELA DOS APARTAMENTOS PESQUISADOS .....           | 114 |
| APÊNDICE B: CÓDIGO – FONTE DO SISTEMA DE LÓGICA NEBULOSA .....  | 116 |
| ANEXOS .....  | 128 |
| ANEXO A: TABELAS DE FATORES DE CORREÇÃO DO RIO DE JANEIRO ..... | 128 |
| ANEXO B: FATORES DE CORREÇÃO DA CIDADE DE PALMAS .....          | 131 |

# CAPÍTULO I — INTRODUÇÃO

## I.1 – APRESENTAÇÃO

A promulgação da Constituição Federal em 1988 foi um dos mais importantes acontecimentos da história política recente do país. A nova legislação, em um esforço inédito de descentralização nas três esferas de poder, buscou prover estados e municípios de uma maior independência tanto administrativa (no lado dos gastos) como financeira (no lado da arrecadação). No lado da receita, foram implementadas mudanças significativas no perfil tributário, principalmente dos municípios, das quais podemos destacar o aumento da participação em impostos federais, como o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e o Imposto sobre Operações Financeiras (IOF) e em impostos estaduais, como o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). Também foram previstas transferências de recursos (MARTINS 1998) através da criação do Fundo de Participação dos Municípios (FPM).

Estas fontes de receita, juntamente com aquelas provenientes de tributações próprias, como o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e o Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISS); formam um tripé sobre o qual se apoiam as contas dos municípios; que pode apresentar diversas conformações de acordo com a capacidade de geração de recursos próprios de cada município.

Uma outra diretriz constitucional introduzida em 1988 que, de fato, alterou profundamente a geografia política do país, foi a possibilidade da criação de novas unidades federativas e novos municípios. Somente no período entre 1985 e 1997 foram criados 1.403 novos municípios (34 % de aumento), sendo que deste total, 52 % possuem menos de 5.000 habitantes e 78 % possuem menos de 10.000 habitantes (MARTINS 1998). Segundo o autor, o desmembramento de um município em duas unidades, paradoxalmente, atende aos interesses daqueles municípios com menor número de habitantes, e que dependem fortemente dos aportes monetários do FPM, pela conseqüente redução do número de habitantes. Em casos extremos, a receita *per capita* de algumas pequenas cidades chega a ultrapassar a das grandes cidades. Para aquelas que se encontram nessa situação não é interessante investir recursos no aperfeiçoamento da cobrança do IPTU, tendo em vista que ele representa pouco menos de 2 % da receita *per capita* total das cidades com menos de 10.000 habitantes, mas se a população residente ultrapassar os 200.000 habitantes, os rendimentos provenientes deste imposto (AVERBECK 2002) podem chegar a cerca de 12,5 % desta receita (dados de 1996).

Tomando-se a média dos municípios brasileiros como um todo, a participação do IPTU nas rendas municipais que era de 4%, em 1987 (ano em que as receitas de repasses constitucionais contribuíam em 17% do total) caiu para 3% em 1993, quando as receitas tributárias passaram a 15% do total (MARTINS 1998). Esses números mostram que, por um lado, a grande maioria dos municípios brasileiros depende quase que exclusivamente das transferências dos recursos previstas pela constituição para sua sobrevivência, e por outro, indicam também uma grave estagnação da capacidade desses municípios de captarem recursos próprios.

Deve-se observar, porém, que não houve alterações significativas no elenco das receitas de competência municipal com a aprovação da nova constituição, que manteve o IPTU e o ISS como as principais fontes das receitas próprias dos municípios. Neste sentido, assume grande importância a cobrança do IPTU, cujo fato gerador vem a ser a propriedade imobiliária urbana, cabendo às administrações municipais a responsabilidade pela correta valoração do patrimônio imobiliário da cidade para a sua aplicação. Apesar do IPTU normalmente encontrar-se em segundo lugar no rol dessas receitas, a ubiqüidade da sua cobrança faz dele um instrumento fiscal cujo papel não pode ser negligenciado quando se busca a saúde e a independência financeira das administrações municipais.

Um dos possíveis fatores que contribuíram para o atual estado da estrutura fiscal dos municípios brasileiros, onde a captação de receitas próprias (principalmente aquelas provenientes do IPTU) permanece em segundo plano, pode ter sido o forte impacto trazido pelo FPM às contas municipais, após a sua criação. Os recursos desse fundo, juntamente com as transferências do ICMS, chegam a quase 50% do total da receita dos municípios brasileiros (AVERBECK 2002). Esse fato, sozinho, é capaz de desestimular a aplicação de recursos, já escassos, em investimentos na estrutura tributária municipal, bem como nos cadastros municipais.

Segundo o “*Manual de Orientação para o Crescimento da Receita Própria Municipal*”, publicado pela Fundação Getúlio Vargas em conjunto com o BNDES em 2001 (KHAIR, 2001), o gerenciamento da cobrança do IPTU pressupõe que haja *um mínimo de organização da prefeitura para atualização do seu cadastro retratando o que realmente se passa na cidade*. Ainda de acordo com esse manual, dados cadastrais dos imóveis são fundamentais para um correto lançamento do IPTU. Esses dados devem incluir desde a identificação dos proprietários dos imóveis até os elementos necessários à apuração dos valores dos mesmos. Também é imprescindível a inclusão da *localização* correta dos imóveis, bem como do endereço do contribuinte.

As recomendações presentes nessa publicação são uma resposta à mudança sem precedentes que o país assistiu no seu perfil demográfico nos últimos 100 anos. Neste período, o Brasil viu a parcela da sua população urbana saltar de meros 9,4% em 1900 para mais de 81% dos seus habitantes vivendo em cidades (ou entidades geográficas ditas urbanas, como as vilas) em 2000 (PEREIRA 2002). Esse movimento, que durante a década de 70 ficou conhecido como “êxodo rural”, e que jamais foi planejado ou sequer previsto pelas autoridades da época; levou o país a se considerar, hoje, um “país urbano”. Após a ocorrência desse fenômeno, a palavra-chave, atualmente, na vida das cidades se chama *gestão*; e o instrumento básico de organização para a gestão dos municípios é o **Cadastro Técnico**. Este instrumento pode assumir diferentes formas, de acordo com a sua funcionalidade. Normalmente ele é denominado Fiscal ou Multifinalitário (RAMOS 2000), podendo também ser conhecido como Cadastro Técnico Urbano, ou ainda, Municipal.

O cadastro técnico urbano (ou municipal) pode ser entendido como o inventário de todos os elementos que se encontram presentes na paisagem urbana. Segundo o “*Sistema de Classificação do Uso da Terra e do Revestimento do Solo*” do IBGE, a terra urbana “compreende áreas de uso intensivo, com grande parte da terra coberta por estruturas industriais, comerciais ou residenciais (mesmo que elas se encontrem isoladas do aglomerado urbano) mais as áreas de circulação de pessoas e mercadorias”. No entender de DAVIS *et cols.* (1997), o território urbano se diferencia dos demais pelas seguintes características:

- Grande quantidade de elementos em espaços relativamente pequenos;
- Mudanças rápidas, com a construção de novas edificações, loteamentos, abertura de logradouros etc.;
- Muitos agentes atuando no mesmo espaço (comércio, serviços, transportes etc.);
- Objetos com grande número de atributos, como é o caso do cadastro das edificações para a cobrança de IPTU;
- Exigência do uso de escalas grandes, normalmente 1:2000;
- Identificação das entidades exige forte resolução devido à coexistência de muitos elementos no mesmo espaço (lotes, edificações, postes, mobiliário urbano etc.).

A principal característica do território urbano é seu alto adensamento populacional, que ocorre em um espaço geográfico de dimensões relativamente reduzidas. A concentração da presença humana, confinada nos limites desse território, cria uma forte demanda por serviços e uma intensa disputa pela utilização de espaços, muitas vezes sobrepostos. A administração desses conflitos faz da gestão das cidades (principalmente das maiores), uma

tarefa bastante complexa. Por causa disso, a modelagem do território urbano já não pode se limitar apenas ao cadastro dos elementos pertinentes à paisagem e à dinâmica urbanas. O mapeamento desses elementos visando (obviamente), o conhecimento da sua localização, bem como o acompanhamento das mudanças ocorridas ao longo do tempo, e que transformam a paisagem urbana, também são necessários. Atualmente, o elo de ligação entre o *cadastro da cidade* e o *mapa da cidade* é o **Geoprocessamento**. Vale lembrar que essa técnica já vem sendo utilizada em algumas capitais do país, como Belém e Belo Horizonte.

## I.2 – MOTIVAÇÃO

O grande desafio enfrentado pelas cidades brasileiras é o de promover um crescimento equilibrado e, principalmente, sustentado; propiciando uma constante melhoria da qualidade de vida a uma população que cada vez mais busca um modo de vida urbano e deseja usufruir das facilidades e das vantagens que (pelo menos em princípio) espera-se encontrar nas cidades. Para vencer esse desafio, não se pode perder de vista que o melhor caminho a seguir é o do estrito equilíbrio das contas municipais; e este caminho passa obrigatoriamente pelo aperfeiçoamento dos métodos de captação de receitas próprias.

Nesse contexto, uma das alternativas a ser considerada é maximizar a eficiência no cálculo, gestão e cobrança do IPTU, explorando o potencial de crescimento que este imposto ainda pode oferecer devido aos poucos conhecimentos que muitas municipalidades brasileiras possuem sobre os territórios que elas administram. Isto aqui não quer dizer que a cobrança deste imposto deva simplesmente ser “maximizada”, mas sim, *racionalizada*; partindo-se de um amplo e detalhado conhecimento da cidade com o objetivo de se atingir um estado de *justiça* tributária, onde o que se cobra não é mais do que se pode nem menos do que se deve. No caso da cobrança do IPTU, uma vez que a base de cálculo é o valor venal (ou de mercado) dos imóveis urbanos, é primordial um conhecimento acurado do **mercado imobiliário** da cidade.

A metodologia de cadastro imobiliário para fins tributários adotada pela imensa maioria dos municípios brasileiros baseia a inferência dos valores venais dos imóveis urbanos em um instrumento fiscal denominado Planta de Valores de Referência, que tem por objetivo fornecer os níveis de valoração dos imóveis urbanos em função da região da cidade onde eles se encontrem. Cabe ressaltar que as plantas de valores correntemente utilizadas pelas prefeituras brasileiras, mesmo quando já estão informatizadas, carecem de um enfoque espacial para a manipulação e obtenção da informação; pois apesar da presença do vetor

*localização* no seu escopo, elas normalmente nada mais são do que uma relação de valores unitários de imóveis urbanos, referenciados espacialmente pelos seus endereços, por face de quadra, ou ainda em alguns casos, cartograficamente.

Por outro lado, se elas forem representadas por mapas digitais integrantes de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), as plantas de valores genéricos passam a reproduzir seu contexto territorial, podendo-se então realizar análises e pesquisas de questões que levem em conta o *locus* como uma variável do problema.

### **I.3 – OBJETIVO**

Será exposto neste trabalho um aplicativo auxiliar à produção de plantas de valores que utiliza a lógica nebulosa na padronização dos preços praticados pelo mercado imobiliário, em transações de compra-e-venda levantadas durante um certo intervalo de tempo, em função de um **projeto-padrão** hipotético (caracterizado pela NBR-12721). Os imóveis pesquisados nesse período compõem o **universo amostral** do mercado e à operação de padronização efetuada sobre essa amostra, se dá o nome de **homogeneização da amostra** (DANTAS 1998). O que se pretende com essa operação é reduzir imóveis com características distintas em termos de idade, números de cômodos, estado de conservação etc. a um único padrão teórico, de modo que a última variável determinante do preço, após a homogeneização deste imóvel, seja sua **localização**. É ela que faz com que dois imóveis idênticos possuam preços diferentes dependendo da área onde se encontrem.

A variável *localização* engloba características extrínsecas aos imóveis como redes de serviços, acessibilidade, proximidade de pólos de valorização bem como de áreas invadidas ou sob risco de inundações. Também entram nesse cômputo, leis de uso do solo, de zoneamento e de preservação ambiental.

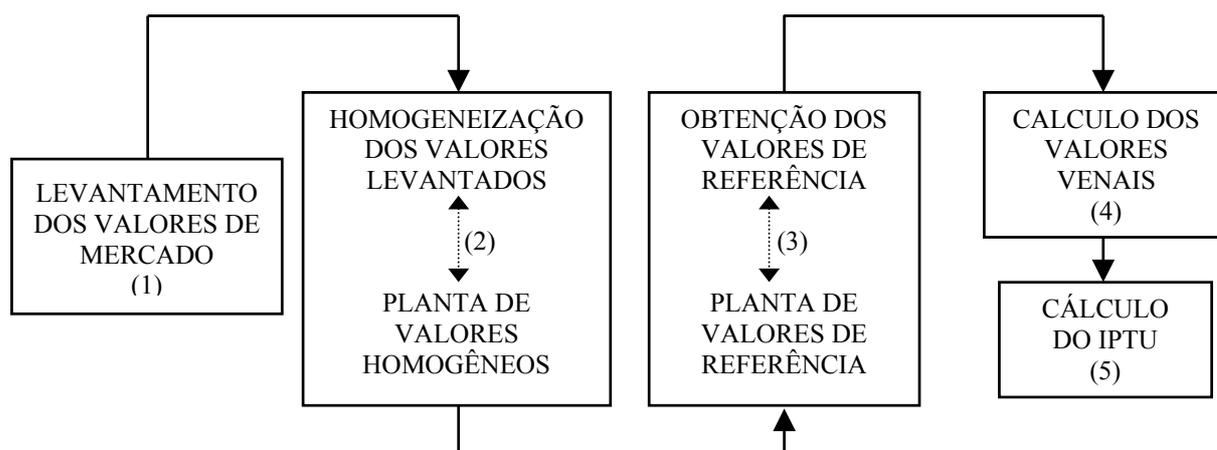
Os preços homogeneizados dos imóveis amostrados são então lançados em um mapa digital, para sua localização territorial e para o levantamento (ou interpolação) de uma “Superfície de Valores Homogêneos”. Em seguida, de acordo com o “relevo” dessa superfície e obedecendo certos limites político-administrativos do município (como limites de bairros ou zonas de uso), ela é dividida em zonas de valor homogêneo.

A superfície obtida pelo processamento, por um sistema de informações geográficas, dos preços homogeneizados será visualizada na forma de redes de triângulos irregulares (*TIN-Triangulated Irregular Network*, BOOTH 2000). Um aplicativo tal como o proposto poderia, ainda, compartilhar seus resultados com um sistema de cadastro técnico urbano

(ZANCAN 1996), permitindo assim a implantação e a gestão de plantas de valores genéricos aproveitando-se as vantagens oferecidas pelas técnicas de geoprocessamento.

Os procedimentos descritos acima são uma proposta para o cálculo do IPTU, o qual deve ser feito com base no levantamento dos valores de mercado e podem ser resumidos da seguinte maneira:

- 1º Passo-** Levantamento, através de pesquisas de mercado, dos preços de comercialização dos imóveis.
- 2º Passo-** Homogeneização da amostra de imóveis em relação a um projeto-padrão e mapeamento da planta de valores homogêneos.
- 3º Passo-** Separação das zonas de valor homogêneo e produção da Planta de Valores.
- 4º Passo-** Cálculo dos valores venais dos imóveis, através da aplicação de fatores de correção nos valores obtidos a partir da planta de valores de referência.
- 5º Passo-** Lançamento das alíquotas do IPTU.



**Figura I.1:** Etapas da inferência de valores para o cálculo do IPTU

O presente trabalho se concentrará em propor metodologias para o segundo e para o terceiro passos. A ampliação e o refinamento destas técnicas poderá levar a um sistema informatizado de gestão de plantas de valores que deverá ser embutido em um sistema de cadastro técnico municipal. Espera-se que esta metodologia seja capaz de otimizar o monitoramento da evolução do mercado imobiliário e, conseqüentemente, da cobrança do IPTU promovendo um melhor ajustamento fiscal no âmbito dos municípios.

## I.4 – CONTRIBUIÇÕES

O campo das pesquisas sobre avaliações de imóveis, plantas de valores e cadastros técnicos se ampliou muito com o desenvolvimento da Geomática, hoje tida como uma ciência mais do que como uma técnica, fazendo com que diversas publicações em congressos e revistas especializadas já incorporassem seu instrumental permitindo uma nova visão sobre esses temas, antes inimaginável.

Nesse contexto, destacam-se os trabalhos de SOUZA 2000, CARVALHO 2002 e AZEVEDO 2004 que são exemplos de como sistemas geomáticos podem ser utilizados juntamente aos cadastros técnicos na gestão da informação com vistas ao planejamento e à tomada de decisões. Outros autores também vêm estudando esses assuntos há bastante tempo, dos quais são bastante representativos os trabalhos de SILVA (1999), TRIVELONI (1998) e ZANCAN (1996). Todos eles possuem uma característica comum que comprova uma tendência moderna na abordagem das avaliações de imóveis, que é o tratamento estatístico dos dados levantados. A norma técnica NBR 5676 de 1996 já preconiza esse procedimento em avaliações imobiliárias individuais, mas os últimos trabalhos citados adaptam-no para sua utilização em avaliações coletivas de imóveis. As diferenças entre essas metodologias, bem como seus conceitos serão discutidos mais adiante.

O presente trabalho apresenta uma abordagem alternativa à questão das avaliações **coletivas** de imóveis. Nele, é empregada a Lógica Nebulosa para tratar uma amostra de imóveis levantados para avaliação. Além disso, técnicas de geoprocessamento foram utilizadas para possibilitar a visualização dos resultados obtidos em mapas digitais tridimensionais que receberão o nome de **superfícies de valor**. Tal abordagem foi apresentada por MURGEL FILHO (2004a, 2004b e 2004c).

## I.5 SUMÁRIO

No Capítulo II serão lançados os fundamentos básicos que tratam das avaliações imobiliárias, de modo que havendo um entendimento adequado dessa matéria seja possível tratar da sua principal aplicação na vida civil, que são as Plantas de Valores Genéricos, ou PVGs. Nesse capítulo, serão apresentadas as plantas de valores do Rio de Janeiro (RJ) e da cidade de Palmas, capital do estado do Tocantins; discutindo-se suas metodologias e as diferenças encontradas entre elas. A metodologia da cidade de Palmas vai fornecer alguns subsídios para esta dissertação. Em seguida serão discutidos alguns conceitos concernentes

aos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e como esses sistemas podem ser convenientemente utilizados pelas administrações municipais no planejamento, monitoramento e no suporte à decisão.

No Capítulo III, serão apresentados os materiais usados para a elaboração deste trabalho. Também serão expostas as principais características do sistema e a maneira como ele irá tratar os dados fornecidos, com a descrição do fluxo desses dados entre os processos e os dispositivos de armazenamento. No final desse capítulo, será feita uma explanação sucinta da operação de homogeneização de valores e do que são as superfícies de valor.

No Capítulo IV serão apresentadas as interfaces do aplicativo produzido para levar a cabo as tarefas propostas, com a descrição das suas operações, bem como a apresentação das suas principais funções. Trechos da codificação do aplicativo também serão reproduzidos tendo em vista um bom detalhamento do sistema produzido.

No Capítulo V serão discutidos alguns estudos de caso a respeito do processamento das amostras e uma análise dos resultados obtidos.

## **CAPÍTULO II — FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **II.1 – INTRODUÇÃO**

Neste capítulo serão discutidos e apresentados os métodos utilizados em avaliações de imóveis, que são o principal fundamento deste trabalho. Aqui, essa matéria será dividida basicamente em Avaliação Individual de Imóveis e Avaliação Coletiva de Imóveis. A primeira já é uma metodologia bastante estudada por especialistas e sua aplicação já se encontra bem sedimentada na sociedade, nas demandas pela correta mensuração do valor das propriedades imobiliárias. A segunda, ao contrário, somente a partir dos últimos 10 anos passou a ser vista como ciência e merecer maior atenção, devido à sua importância para as administrações municipais dentro da questão tributária.

Também será abordada neste capítulo a questão da elaboração de plantas de valores, que são obtidas a partir de uma avaliação coletiva dos imóveis urbanos de um município. Serão apresentadas as etapas que devem ser percorridas na elaboração das plantas de valores e será discutida uma forma possível de sua classificação segundo sua morfologia. Serão usadas como exemplos para discussão, as plantas de valores das cidades de Palmas, capital do estado do Tocantins e da cidade do Rio de Janeiro. Apesar das disparidades evidentes entre as duas cidades, as metodologias utilizadas por elas guardam traços em comum que servirão de embasamento para este trabalho.

Será apresentado ainda, neste capítulo, o conceito de Sistema de Informações Geográficas (SIG) que será a ferramenta utilizada para a visualização, análise e manipulação dos dados cadastrais pertinentes à questão das avaliações de imóveis e que permitirá a introdução do contexto territorial na produção de plantas de valores genéricos. Neste capítulo será discutido o conceito de sistemas de informação e como esses sistemas podem ser úteis na administração das cidades. Nesse sentido, um sistema de informação indispensável a qualquer cidade hoje em dia, seja ela de pequeno, médio ou grande porte, é o Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM). Ele é basicamente um repositório de elementos que compõem o território urbano, determinando sua dinâmica e suas transformações ao longo do tempo.

Os SIGs, também são de especial relevância na gestão do conhecimento e no ordenamento do solo urbano. Atualmente um número cada vez maior de cidades brasileiras vem adotando essa tecnologia para auxiliar no planejamento e no desempenho de suas funções administrativas. Juntamente com o CTM, um Sistema de Informação Geográfica é capaz de modelar o território urbano com grande precisão, configurando um poderoso instrumento de gestão e planejamento.

Por último, será discutido como a Lógica Nebulosa pode ser útil em uma avaliação coletiva de imóveis e, conseqüentemente, na elaboração de uma planta de valores; que aqui será tratada como um modelo numérico de terreno inserido em um sistema de informações geográficas.

## II.2 – AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS

A metodologia de avaliação de imóveis urbanos é regulamentada pela NB 502/89, que estabelece as bases e parâmetros a serem seguidos para se auferir, com a maior proximidade possível da realidade, o valor de um bem imóvel. O conhecimento deste valor é fundamental em diversas atividades da vida civil, como desapropriações, indenizações, heranças e tributações; sendo esse último caso que será focalizado neste trabalho. Uma questão importante a ser abordada aqui é: qual o conceito mais adequado de “valor” a ser adotado em cada caso? A resposta para esta questão segundo a NBR 5676 é que *“o valor de um imóvel em um dado momento é único, quaisquer que sejam os fins para os quais ele é avaliado”*. Este valor se deduz de:

- a) Avaliação direta ou valor intrínseco, composto pelo valor do terreno, construções e benfeitorias.
- b) Avaliação indireta ou valor rentístico, calculado pela renda que ele produz ou pode produzir.
- c) Valor venal estabelecido pela oferta e procura.

Para fins de tributação, adota-se o valor venal do imóvel, entendido como o valor alcançado pelo mesmo em transações de compra e venda, em condições de mercado de concorrência perfeita em que devem ser observadas as exigências da NBR 5676, que são:

- a) Homogeneidade dos bens levados ao mercado.
- b) Número elevado de compradores e vendedores de modo que não possam individualmente ou em grupos, alterar o mercado.
- c) Inexistência de influências externas.
- d) Racionalidade dos participantes e conhecimento absoluto sobre o bem, o mercado e suas tendências.

- e) Perfeita mobilidade de fatores e de participantes, oferecendo liquidez com plena liberdade de entrada e saída do mercado.

É sabido que é impossível alcançar tais condições mercadológicas em sua totalidade, havendo segmentos que mais se aproximam destas hipóteses e outros que mais se afastam, como o mercado de lançamentos imobiliários. Mesmo assim, para se conhecer o valor de um imóvel é preciso “ouvir” o mercado, ou seja, saber o quanto as pessoas estão dispostas a pagar por ele. De acordo com GONZÁLES (2000), o valor de um imóvel é identificado pelo valor de mercado, que é o valor médio, ou mais provável, a ser atingido em transações normais; o qual nem sempre coincide com os preços transacionados devido às imperfeições do mercado. Para se chegar a este valor, realizam-se extensas pesquisas até se obter uma média de preços, mesmo que esta média carregue todas as imperfeições apresentadas pelo mercado. Os métodos empregados para se chegar a esse valor serão discutidos a seguir.

## II.2.1 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DE IMÓVEIS

Os métodos correntes de avaliação individual (DANTAS, 1998) podem ser classificados em métodos diretos e métodos indiretos como serão descritos a seguir.

### II.2.1.1 - Métodos diretos

Os métodos diretos são os seguintes:

#### *II.2.1.1.1- Comparativo de dados de mercado*

É aquele em que o valor de um bem imóvel é obtido através da comparação com dados de mercado de uma amostra estatisticamente significativa de bens semelhantes quanto às suas características intrínsecas e extrínsecas. No entender de DANTAS (1998), este processo de avaliação é feito em três etapas principais, quais sejam:

- a) **Identificação das variáveis:** Neste momento, faz-se um levantamento das características intrínsecas, tais como dimensões, materiais utilizados, estado de conservação etc. e extrínsecas, tais como localização, disponibilidade de serviços, acessibilidade etc. que serão as variáveis influenciadoras na formação do preço.
- b) **Levantamento de dados de mercado:** Obtenção de dados amostrais de bens assemelhados para a realização da inferência estatística.

c) **Homogeneização dos valores:** Nesta etapa, são eliminadas as vantagens ou desvantagens existentes nas amostras em relação ao bem avaliado ou a um paradigma de referência. Este processo pode seguir duas metodologias:

1) **Tradicional:** Pela aplicação de fórmulas, modelos e ponderações empíricas consagradas.

Modernamente, esta metodologia vem caindo em desuso devido ao pouco rigor científico por ela adotado. Nela, o valor homogeneizado ( $V_h$ ) de uma amostra é resultado da aplicação de fatores de correção ( $F_c$ ) empíricos ao seu valor de mercado ( $V_m$ ), da seguinte maneira (GONZÁLEZ 2000).

$$V_{hi} = V_m \times F_{c1} \times F_{c2} \times F_{c3} \times \dots \times F_{cn} \quad (\text{II.1})$$

Este processo é repetido para todas as amostras colhidas ( $i = 1, \dots, n$ ) obtendo-se então um valor médio ( $V_{\text{medio}}$ ) das amostras. Em seguida, o processo inverso é aplicado para se obter o valor do imóvel avaliado ( $V_a$ ).

$$V_a = (V_{\text{medio}}) / (F_{a1} \times F_{a2} \times F_{a3} \times \dots \times F_{na}) \quad (\text{II.2})$$

Alguns destes fatores podem ser obtidos através de fórmulas consagradas em publicações especializadas ou nas normas técnicas (NBR 5676). Esta abordagem possui a grande desvantagem de dar o mesmo tratamento a mercados completamente distintos bem como de depender fortemente da experiência do avaliador.

2) **Científica:** Que se utiliza de modelos matemáticos e estatísticos, que são:

- a) Inferência estatística- É feita a partir de modelos de regressão linear previstos pela norma técnica. Pode ser simples ou preferencialmente, múltipla.
- b) Análise de dados multivariados- Podendo ser análise fatorial de correspondências múltiplas ou análise de classificação (*cluster*).

Quando se faz uma avaliação comparativa de dados de mercado, a norma recomenda que sejam utilizados métodos estatísticos para a inferência de valores visando a isenção de subjetividade. Na análise de regressão, as amostras recolhidas possuem como atributos, além do seu preço, outras informações quantitativas e/ou qualitativas que as caracterizam e

diferenciam. Sob este enfoque, o preço será a variável *dependente* ( $Y_k$ ) e os demais atributos serão considerados variáveis *independentes*-ou explicativas ( $X_k$ ). Desta forma, o preço será uma função das demais variáveis, da seguinte forma:

$$Y_k = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) \quad (\text{II.3})$$

Este método analítico é utilizado quando se procura descrever o comportamento de uma única variável em função das demais; porém, quando o objetivo é descrever simultaneamente mais de duas variáveis torna-se necessário o emprego de métodos estatísticos multivariados, destacando-se os métodos fatoriais que se baseiam sobre a álgebra linear e a geometria analítica e os métodos de classificação (SILVA, 2000).

A análise fatorial de correspondências múltiplas (TRIVELLONI, 1998) tenta explicar, através de um modelo linear, um conjunto extenso de variáveis observáveis a partir de um conjunto reduzido de variáveis hipotéticas, chamadas fatores, não diretamente observáveis utilizando a álgebra linear para produzir representações gráficas onde os objetos a descrever se transformam em pontos sobre uma reta ou um plano. Ele persegue quatro objetivos principais:

- a) Analisar toda a informação contida em uma tabela de contingências (TC) levando-se em conta todas as relações entre os atributos observados, não importando quais as dimensões da TC.
- b) Representar graficamente a estrutura de uma TC de modo a se captar sinteticamente as relações existentes entre os atributos representados por estes objetos.
- c) Produzir estatísticas de controle complementares, que permitam afinar, corrigir, ou complementar a leitura sintética dessa informação a partir das representações gráficas.
- d) Analisar a estrutura de uma TC observando-se o fato de que a mesma resume uma relação simétrica entre os caracteres observados.

O outro método de análise multivariada, chamado de agrupamento, ou *cluster* (TRIVELLONI, 1998), procura dividir um conjunto de dados observados em subconjuntos (classes). Isto significa definir neste conjunto as classes em que se distribuem seus elementos. Existem duas grandes famílias de métodos estatísticos que permitem classificar um conjunto de observações:

- a) Os métodos de classificação propriamente ditos que fracionam um conjunto dado de unidades de observação em subconjuntos homogêneos.
- b) Os procedimentos de classificação ou de partição que distribuem ou designam os elementos de um conjunto de observações em classes preestabelecidas.

Para a correta utilização dos métodos comparativos de mercado, é condição *sine qua non* a existência de um mercado com características próprias que se aproximem daquelas descritas acima e cuja dinâmica própria forneça um número suficiente de amostras válidas. Se tais condições não forem atendidas de modo satisfatório, surge a necessidade de se lançar mão do método comparativo de reprodução de benfeitorias.

#### *II.2.1.1.2 - Comparativo de custo de reprodução de benfeitorias*

Como o próprio nome indica, o valor do imóvel é estimado através da composição dos custos prováveis de construção, usando-se um orçamento sumário baseado no custo unitário básico (CUB), ou detalhado, fazendo uso de planilhas orçamentárias detalhadas; dependendo do rigor requerido na avaliação. Este método requer uma vistoria inicial para se determinar as especificações dos materiais empregados, padrão construtivo, estado de conservação e idade aparente. Em função das características intrínsecas observadas por ocasião da vistoria, faz-se uma comparação com as características correspondentes de projetos-padrão previstos na NBR 12721/92 que variam desde unidades residenciais de 2 ou 3 quartos até prédios residenciais de 1 a 20 pavimentos. De acordo com a tipologia e o padrão construtivo da edificação, estima-se o CUB segundo a metodologia preconizada pela NBR 12721/92.

O CUB é um índice publicado mensalmente por órgãos como o Sinduscon- Sindicato da Indústria da Construção Civil e o Sinapi- Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil., cujos índices são provenientes de um convênio entre a Caixa Econômica Federal e o IBGE. Os custos do Sinduscon encontram-se tabelados em padrões baixo, normal e alto. Já os custos do Sinapi são publicados para os padrões mínimo, baixo, normal e alto.

#### II.2.1.2 – Métodos indiretos

##### *II.2.1.2.1 - Da renda*

Este método deve ser utilizado no caso de avaliarmos bens que, se por um lado, não participam de um mercado que permita uma comparação direta de preços nem tampouco a reprodução de seus custos seria viável, por outro lado, seu potencial de geração de renda é a

variável preponderante na composição do seu valor econômico. É o caso de instalações industriais, agropecuárias, empresas, ou empreendimentos de base imobiliária, como *shopping-centers*, hotéis, parques temáticos etc.

#### *II.2.1.2.2 - Involutivo*

É utilizado quando se avalia um terreno através do seu potencial econômico, seja na construção de um empreendimento, seja no seu desmembramento em unidades menores. Este método leva em consideração a receita provável da comercialização de unidades hipotéticas compatíveis com as características do imóvel e com as condições de mercado, baseando-se em preços obtidos em pesquisas. Para a aplicação deste método exige-se que:

- a) O terreno avaliado esteja inserido em zona de tendência mercadológica com empreendimentos semelhantes ao concebido além de legalmente permitidos seu uso e sua ocupação.
- c) As unidades admitidas no modelo adotado sejam de características e em quantidades absorvíveis pelo mercado no prazo preestabelecido pelo estudo e compatível com a realidade.

#### *II.2.1.2.3 - Residual*

É aquele que estima o valor de um terreno pela diferença entre o valor total do imóvel e o valor das benfeitorias implantadas. Pode ser útil quando se deseja obter valores de terrenos nas áreas centrais das cidades ou em outras áreas altamente adensadas onde o número de eventos de mercado seja reduzido.

Como já foi dito anteriormente, a base da tributação da propriedade urbana é o seu valor venal ou, em outras palavras, seu valor de mercado. Sendo assim, para se efetuar corretamente esta tributação, evitando-se distorções e iniquidades fiscais, é necessário um amplo e contínuo acompanhamento do mercado imobiliário através de levantamentos periódicos.

## II.2.2 – AVALIAÇÃO COLETIVA DE IMÓVEIS

Autores dedicados à questão das avaliações de imóveis, como SILVA (2002) e RAMOS (2000), consideram tanto **avaliação em massa** como **avaliação coletiva** de imóveis, como a determinação dos valores de **todos** os imóveis situados dentro de um determinado perímetro, de tal modo que elas sejam tidas como sinônimos. O autor deste trabalho considera

que a definição descrita acima deva somente se aplicar ao conceito de avaliação **em massa** de imóveis, e que ele deve ser dissociado do conceito de avaliação **coletiva** de imóveis.

No presente trabalho, entende-se por avaliação coletiva de imóveis como sendo a determinação de um **único** valor (por metro quadrado) que seja representativo para aqueles imóveis que estiverem situados dentro de um determinado perímetro, estabelecido com base nas características próprias das diversas regiões identificadas dentro de uma cidade. Este valor é então chamado de genérico ou unitário e será a base sobre a qual se apoiará a Planta de Valores.

A partir dessa avaliação, e de posse de uma planta de valores, é então possível proceder-se a uma **avaliação em massa** dos imóveis; isto porque ela terá como base um valor referencial sobre os quais se aplicam fatores de correção que buscam reproduzir as características individuais de cada imóvel. A principal finalidade desse tipo de avaliação é a obtenção de uma base de cálculo atualizada para a cobrança de tributos imobiliários, mais notadamente o IPTU e o ITBI garantindo-se a equidade fiscal e a justiça tributária (RAMOS, 2000).

Tendo em vista que os métodos de avaliação discutidos até aqui, foram concebidos para avaliações individuais e que os mesmos não se prestam para uma avaliação coletiva de imóveis; deve-se fazer uso de métodos capazes de manipular uma quantidade de amostras que abranja o mercado em sua totalidade, dentro de uma área de estudos que, no final das contas, corresponderá ao perímetro urbano de um determinado município.

É possível ainda, observar-se algumas diferenças entre os métodos de avaliação individual e coletiva de imóveis. Segundo RAMOS (2000), a avaliação singular de imóveis permite o exame detalhado dos imóveis que compõem o conjunto de dados, cujas amostragens raramente ultrapassam os 50 elementos, sendo realizadas dentro de uma área e de um período de tempo restritos, permitindo-se também uma coleta livre de variáveis. No caso de uma avaliação coletiva de imóveis, o volume de trabalho (dada a necessidade de abrangência de grande número de propriedades), contrapondo-se a um prazo de execução reduzido e contando-se com recursos escassos, impedem a determinação e o tratamento de todas as variáveis concorrentes na formação de valores; tratando-se, por conseguinte, de uma macroanálise sujeita à perda de rigorismo e detalhe MÖLLER (1995).

Deve-se destacar aqui, que o principal instrumento repositório das características relevantes na formação dos preços dos imóveis é o Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) ou Fiscal (RAMOS 2000). Ele deverá armazenar sistematicamente dados pertinentes aos imóveis como dimensões, localização, preço ou valor de mercado e características construtivas no caso de imóveis. Também devem estar presentes dados referentes aos

proprietários, como nome, endereço ou ainda o CPF. Devido à enorme massa de dados contida em um CTM, não se pode dispensar o uso de técnicas de informática, como bancos de dados relacionais, e mais; com os avanços obtidos no campo da geomática, esta técnica tornou-se acessível, vantajosa e atraente, trazendo uma nova dimensão aos cadastros técnicos urbanos. Este trabalho mostrará como a Geomática se aplica ao problema da avaliação coletiva de imóveis e da produção de plantas de valores genéricos.

### **II.3 – PLANTA DE VALORES GENÉRICOS - PVG**

A definição mais aceita para planta de valores genéricos (ou simplesmente planta de valores) é a planta do perímetro urbano de um município onde são plotados os valores de mercado do metro quadrado de terreno, em cada face de quadra, devidamente homogeneizados em relação aos seus diversos atributos e referidos a uma mesma data (MÖLLER, 1995). Ou também, uma relação de valores unitários referenciados espacialmente por face de quadra, setor, logradouro etc, devidamente homogeneizados em relação a um lote-padrão (SILVA 2002). Segundo MELO (2001), “entende-se por Planta de Valores Genéricos a representação cartográfica delimitada pelo perímetro urbano de um município, onde se materializa o zoneamento intra-urbano estabelecido de acordo com as características físicas, ambientais e sócio-econômicas desta região para fins tributários. Desta forma, delimitam-se as regiões homogêneas, às quais podem ser atribuídos índices correspondentes à valorização segundo as zonas identificadas; sendo tais índices os qualificadores do espaço urbano utilizados no cálculo do valor venal do imóvel”; os quais também podem ser referenciados cartograficamente.

O objetivo desta definição é o de isolar o valor da terra urbana das eventuais benfeitorias que ela possa receber. Desta forma seu valor é mais influenciado por fatores extrínsecos do que intrínsecos, embora eles ainda se encontrem presentes, como topografia, profundidade, testada e número de frentes. Com esse enfoque, a valoração da terra urbana passa a obedecer a um único parâmetro que é a sua própria localização.

Essa definição, apesar do seu rigor formal, apresenta alguns problemas de ordem prática. O principal deles é a impossibilidade de se destacar as edificações dos terrenos sobre os quais elas se assentam, pelo simples fato de que a propriedade de um determinado terreno e de suas benfeitorias é absolutamente solidária e indissolúvel. Sendo assim, não pode haver um mercado dissociado para cada uma dessas entidades. Outro complicador dessa metodologia é

o reduzido número de ofertas de terrenos nas cidades, o que inviabiliza a utilização de métodos comparativos de dados de mercado.

Uma possibilidade de se contornar este problema é lançar mão de outros métodos de avaliação, como o método *residual*, onde o valor dos terrenos é calculado pela diferença entre o valor total do imóvel e os custos de reprodução das benfeitorias. Essa abordagem ainda esbarra em algumas inconveniências pois nem sempre os custos de reprodução acompanham o comportamento do mercado imobiliário, tornando tendenciosa a obtenção dos valores dos terrenos (SILVA 2002). Uma outra saída possível é expandir a abrangência do conceito de planta de valores de modo a também incluir imóveis edificados, como unidades residenciais e comerciais, ou ainda, galpões. O presente trabalho encontra-se focado no mercado de unidades residenciais do tipo apartamento.

Não se deve perder de vista que a planta de valores genéricos pode ser entendido como o subproduto de uma avaliação coletiva dos imóveis de um mesmo tipo localizados dentro do perímetro urbano do município. De posse dos valores de referência devidamente espacializados em uma PVG, pode-se separá-los em zonas de valor homogêneo de acordo com as características próprias do território urbano. A elaboração de uma PVG, de acordo com SILVA (2002), deve passar pelas seguintes etapas:

### **1- Estudo diagnóstico**

É a fase de levantamento dos materiais disponíveis, como plantas cadastrais, cadastro imobiliário, legislação tributária etc. visando um melhor conhecimento e compreensão da atual situação dos sistemas de tributação municipais, buscando-se evidenciar as potencialidades e pontos negativos destes sistemas para corrigi-los e aperfeiçoá-los.

### **2- Planejamento**

Com os diagnósticos obtidos na primeira fase, define-se então que métodos serão empregados nas fases seguintes, que dados serão coletados e quais variáveis serão modeladas; define-se também o projeto do cadastro técnico, bancos de dados, boletins de cadastro e cronogramas físico-financeiros.

### **3- Coleta de dados**

Nesta etapa, procede-se à busca de dados do mercado imobiliário. As pesquisas devem ser feitas nas seguintes fontes: imobiliárias, classificados de jornais, registros de imóveis, guias de ITBI e IPTU, laudos de avaliação do setor de patrimônio e também em entrevistas com proprietários.

#### **4- Tratamento dos dados**

De posse dos dados imobiliários levantados, procede-se à sua homogeneização para se chegar aos valores unitários por face de quadra, utilizando-se principalmente dos métodos inferenciais. Entretanto, outros métodos vêm sendo propostos, como a análise multivariada e o emprego de redes neurais.

#### **5- Validação e implementação da PVG**

É sempre conveniente a realização de simulações envolvendo o cálculo dos valores dos imóveis, individualmente, comparando os valores obtidos pela nova planta com os valores correntes de mercado. Deve-se também fazer uma simulação da arrecadação auferida através da nova planta, com a planta em vigor, com o objetivo de dimensionar alíquotas e rever critérios de isenção, atingindo-se desta forma o fim a que se destina a nova PVG.

### **II.3.1 – TIPOS DE PLANTAS DE VALORES QUANTO À FORMA DE APRESENTAÇÃO**

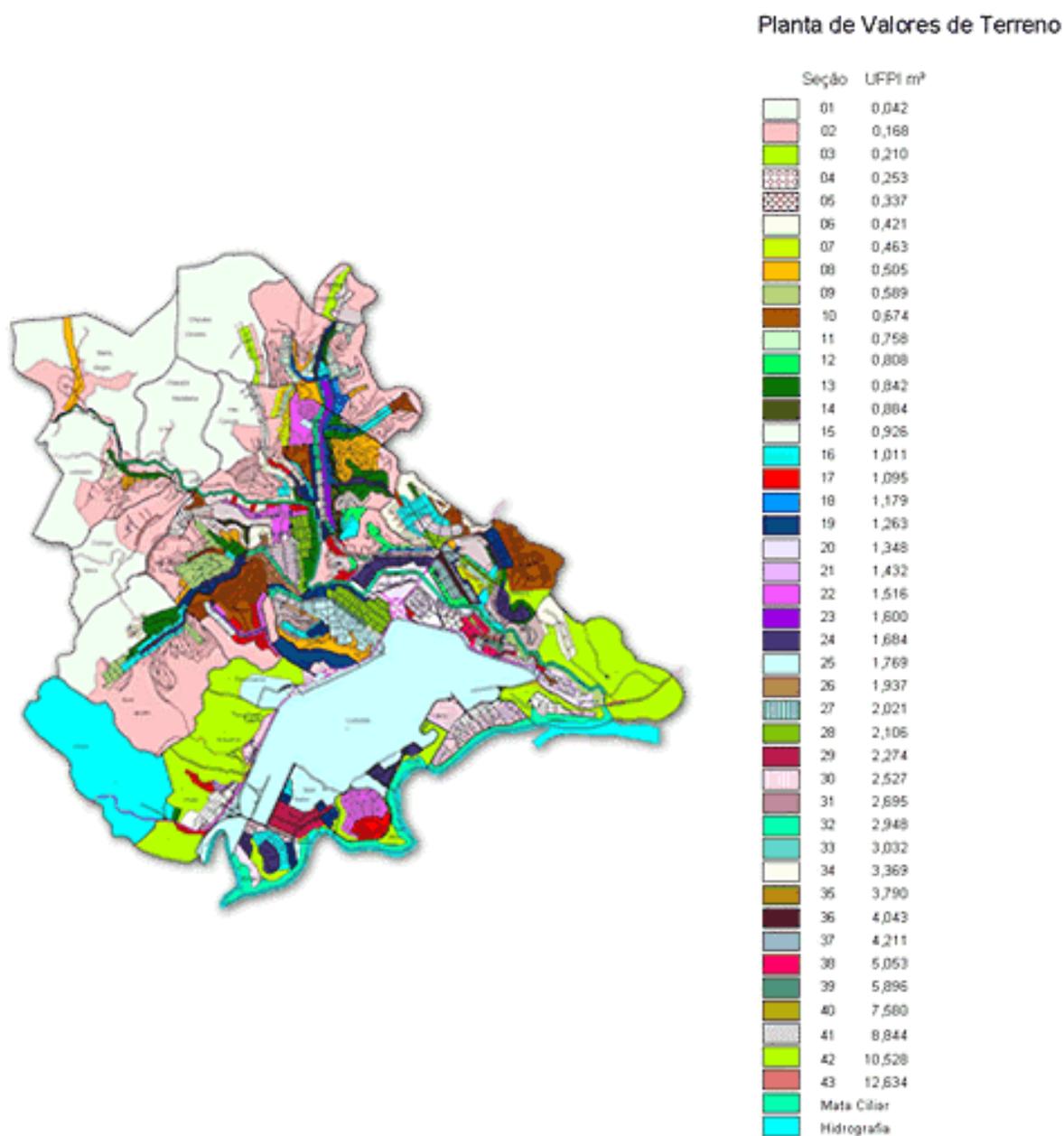
As plantas de valores de uso corrente no território nacional podem ser classificadas de diferentes formas. GONZÁLES (2000) classificou-as em **tradicionais** e **estatísticas** de acordo com os métodos de inferência empregados para se obter os valores dos imóveis. Neste trabalho dá-se preferência à classificação proposta por MELO (2001), onde as plantas de valores genéricos são classificadas, conforme suas diferentes formas de apresentação, em tabulares e cartográficas. Estas últimas podem ter seu conceito estendido se a elas forem aplicadas técnicas de geoprocessamento e se estiverem integradas a um Cadastro Técnico Municipal.

#### **II.3.1.1- Plantas de Valores Tabulares**

É a forma de apresentação utilizada pela grande maioria dos municípios brasileiros, inclusive pela cidade do Rio de Janeiro, para as plantas de valores. Nela os valores unitários são tabulados e referidos por face de quadra ou trecho de logradouro. Esta forma de apresentação, apesar da sua ampla disseminação, é a de menor aplicabilidade, pois não permite uma visão espacial da ocupação e valoração do solo nem a identificação de áreas homogêneas ou pólos de valorização. Mesmo que a tabela de valores esteja disponível em meio digital, esta metodologia não se presta convenientemente para a utilização em mapas cartográficos ou sistemas geomáticos, como veremos no próximo capítulo onde este assunto será melhor explorado.

### II.3.1.2- Plantas de Valores Cartográficas

Um exemplo típico do uso desta metodologia é a PVG da cidade de Ipatinga (Figura II.1). Esta planta, é representada por um mapa temático das zonas homogêneas de valores unitários de terrenos, medidos em Unidades Fiscais da Prefeitura de Ipatinga.



**Figura II.1:** Planta de valores de terrenos da cidade de Ipatinga.

Fonte: [http://www.ipatinga.mg.gov.br/smf/pla\\_val.asp](http://www.ipatinga.mg.gov.br/smf/pla_val.asp)

A PVG, quando concebida como um produto cartográfico, apresenta diversas vantagens para se observar fenômenos de mercado, pois eles estarão evidenciados através de feições em um mapa, tais como zonas homogêneas, curvas isotímias e pólos de valorização. Tais feições são assim definidas (MÖLLER, 1995):

**Zonas homogêneas:** São zonas que apresentam a mesma evolução durante um determinado período de tempo, manifestada pelo padrão construtivo das edificações. Existe uma tendência de elas acompanharem o zoneamento de uso e ocupação do solo.

**Curvas isótimas:** É o lugar geométrico dos pontos de igual valor, assim como curvas de nível, permitindo a visualização do “relevo” de valores”.

**Pólos de valorização:** São pontos ou linhas a partir dos quais a distribuição dos valores se dá de uma forma decrescente. Podem ser principais ou secundários. Normalmente, os centros comerciais configuram pólos pontuais e em cidades balneárias, a orla marítima é um pólo linear.

Uma planta de valores cartográfica deverá conter os seguintes documentos:

- Um mapa com a demarcação do perímetro urbano e da zona de expansão urbana na escala 1:25.000.
- Plantas da malha urbana com delimitações das zonas cadastrais e das zonas homogêneas na escala 1:10.000.
- Plantas da malha urbana nas escalas 1:5.000 ou 1:2.000 onde possam ser plotados os seguintes itens:
  - a) Pólos principais e secundários;
  - b) Equipamentos e serviços urbanos;
  - c) Valores venais em vigência;
  - d) Valores obtidos em pesquisa de mercado;
  - e) Curvas isótimas

#### II.3.1.3 - Planta de Valores Inserida em um Sistema de Informações Geográficas

Ao mesmo tempo que a cartografia busca reproduzir objetos do mundo real em uma representação plana, um Sistema de Informações Geográficas busca a modelagem do próprio mundo real, respeitando as relações espaciais entre seus objetos e simulando seu funcionamento sistêmico. O enfoque dado pelas técnicas de geoprocessamento amplia as possibilidades da cartografia, privilegiando os objetos, suas relações topológicas e classificando-os em diferentes níveis de informação. A vantagem do emprego destas técnicas, é tornar possível um acompanhamento detalhado do mercado imobiliário, permitindo atualizações constantes e corrigindo possíveis distorções.

## II.3.2 – ALGUNS EXEMPLOS DE PLANTAS DE VALORES

Para uma melhor compreensão dos sistemas de plantas de valores, serão abordados os sistemas de duas cidades bastante diferentes entre si e que também utilizam sistemas bastante distintos de plantas de valores; elas são a cidade do Rio de Janeiro, capital do estado de mesmo nome, e Palmas, capital do estado do Tocantins. A partir da análise destes sistemas será possível identificar elementos de interesse para o sistema de avaliação em massa de imóveis aqui desenvolvido; principalmente no que tange à adoção das variáveis determinantes dos valores dos imóveis.

### II.3.2.1 - Planta de Valores da Cidade do Rio de Janeiro – RJ

A planta de valores do Rio de Janeiro é organizada de forma tabular sendo referenciada em função dos **logradouros**, os quais podem ser subdivididos em **trechos**. Não há uma subdivisão do território urbano em zonas de valores homogêneos, como na cidade de Ipatinga (Figura II.1). Outra característica própria desta planta de valores é que, ao contrário de outros municípios, a PVG não se utiliza de uma formulação por face de quadra, uma vez que os trechos fiscais são definidos pelos números de porta das edificações nos lados pares e ímpares de cada logradouro.

Para cada trecho fiscal, são definidos três parâmetros básicos para avaliação:

- VR**- Valor unitário padrão residencial

É o valor do metro quadrado de **apartamentos novos** e posicionados de frente para o logradouro.

- VC**- Valor unitário padrão não-residencial

É o valor do metro quadrado de **loja térrea**, com uma frente e nova.

- V0**- Valor unitário padrão territorial

É o valor do **metro linear** de testada do **lote padrão**, cujas dimensões, definidas pelo Código Tributário Municipal, são de 10m de frente por 36m de profundidade.

De acordo com SAUL (2001), a avaliação coletiva dos imóveis edificados é feita levando-se em conta os fatores extrínsecos às edificações (que se encontram tabulados em um cadastro de logradouros) e as características próprias das edificações, tomadas como variáveis estatísticas.

## 1. Cadastro de Logradouros.

Este cadastro reúne os seguintes dados de logradouros:

- Localização e descrição do início e do fim dos logradouros;
- Extensão;
- Localização dos trechos fiscais com suas respectivas numerações iniciais e finais;
- Infra estrutura, ou seja, rede de coleta de esgotos e águas pluviais, abastecimento, iluminação pública, pavimentação etc;
- Reconhecimento do logradouro.

## 2. Características das Edificações.

Algumas das variáveis levantadas são:

- Área privativa;
- Posição (frente ou fundos);
- Pavimento real;
- Varanda;
- Poluição sonora;
- Vista;
- Número de cômodos.

Os produtos resultantes do processamento destas informações são o **VR** e o **VC**. São utilizadas fórmulas distintas para a obtenção dos valores venais de imóveis residenciais, comerciais e não edificados; que são:

### 1) Para imóveis residenciais

$$V = A \cdot VR \cdot I \cdot P \cdot TR \quad (II.4)$$

Onde:

- **V** = valor venal do imóvel;
- **A** = área da edificação;
- **VR** = valor unitário padrão residencial, de acordo com a Planta de Valores do Município;
- **I** = fator idade (Anexo1 - Tabela 1), aplicável em razão da idade do imóvel contada a partir do exercício seguinte ao da concessão do "habite-se", da reconstrução ou da ocupação do imóvel se este não tiver "habite-se";

- **P** = fator posição (Anexo1 - Tabela 2), varia conforme a localização do imóvel em relação ao logradouro;
- **TR** = fator tipologia residencial (Anexo1 - Tabela 3), de acordo com as características construtivas do imóvel, consideradas as suas reformas, acréscimos e modificações.

## 2) Para imóveis comerciais

$$V = A \cdot VC \cdot T \cdot INR \text{ ou } ISC: \quad (II.5)$$

Onde:

- **V** = valor venal do imóvel;
- **A** = área da edificação;
- **VC** = valor unitário padrão não-residencial, segundo a Planta de Valores do Município;
- **T** = fator tipologia não-residencial (Anexo1 - Tabela 4), aplicável de acordo com as características construtivas do imóvel não-residencial;
- **INR** = fator idade não-residencial, contada a partir do exercício seguinte ao da concessão do "habite-se", da reconstrução ou da ocupação do imóvel se este não tiver "habite-se" (Anexo1 - Tabela 5). Se o imóvel é sala comercial, ao invés do fator INR aplica-se o fator ISC, ou seja, idade sala comercial (Anexo1 - tabela 6).

As alíquotas do imposto são de 1.2% para imóveis residenciais e de 2.8% para os não-residenciais para todo o município do Rio de Janeiro.

## 3) Avaliação de Terrenos

A premissa básica a se considerar na avaliação de uma terra urbana não edificada, é o seu potencial construtivo, ou seja, o terreno vale pelo que pode nele ser construído. Isto implica em uma análise detalhada do Código de Obras Municipal; que no caso da cidade do Rio de Janeiro vem a ser uma tarefa bastante difícil, tal a complexidade do seu zoneamento (SAUL 2001). Para os imóveis não-edificados, os fatores de correção aplicados correspondem ao número de testadas do terreno, topografia, drenagem e restrições edilícias.

O cálculo do valor venal de imóveis não edificados segue a seguinte metodologia:

$$V = Tf \cdot Vo \cdot S \cdot L \cdot A \cdot D \quad (II.6)$$

Onde:

- **V** = Valor venal;
- **Tf** = testada fictícia (calculada segundo a Tabela 7 - Anexo1);
- **V0** = valor unitário padrão territorial do logradouro, segundo a Planta de Valores do Município;
- **S** = fator situação (Anexo1 - Tabela 8), aplicável a terrenos com duas ou mais testadas;
- **L** = fator restrição legal, aplicável a terrenos sobre os quais incidam restrições ao seu pleno aproveitamento, calculado conforme metodologia definida no Decreto nº 13.733/95, alterado pelo Decreto "N" nº 18.552/2000;
- **A** = fator acidentação topográfica, aplicável a terrenos acidentados, calculado conforme o Decreto nº 13.733/95;
- **D** = fator drenagem, aplicável a terrenos inundáveis ou alagados, calculado segundo o Decreto nº 13.733/95.

### II.3.2.2 - Planta de Valores da Cidade de Palmas - TO

A planta de valores da cidade de Palmas, capital do recém-criado estado do Tocantins, foi aprovada pela lei nº 1168 de 2002 e pode ser classificada das seguintes formas:

- 1) Do ponto de vista morfológico, é uma PVG na forma tabular.
- 2) Do ponto de vista da metodologia empregada na inferência dos valores, segundo GONZÁLEZ (2000), trata-se de uma PVG tradicional (ou empírica).

O método empregado na avaliação das edificações é o comparativo dos custos de reprodução de benfeitorias. Quanto aos métodos avaliatórios dos imóveis, ela dá um tratamento diferenciado aos imóveis edificados e não-edificados, como veremos a seguir.

#### A) Imóveis Não-Edificados

O perímetro urbano do município é dividido em 10 zonas de valores homogêneos por metro quadrado de terrenos; sendo 5 zonas residenciais e cinco zonas comerciais (Anexo 2 - Tabelas1 e 2). O valor venal dos lotes é obtido em função do valor de referência por metro quadrado (de acordo com a zona a que pertence), aplicando os fatores de correção abaixo relacionados:

- 1) **Situação (S)** - Meio da quadra, esquina, encravado (Anexo B - Tabela 3)
- 2) **Topografia (T)** - Horizontal, aclave, declive, inundável (Anexo B - Tabela 4)

- 3) **Nível do terreno (NT)** - Ao nível, acima, abaixo (Anexo B - Tabela 5)
- 4) **Número de frentes (NF)** - De um até quatro (Anexo B - Tabela 6)
- 5) **Pedologia (P)** - Normal, rochoso, arenoso, alagadiço (Anexo B - Tabela 7)

Os valores venais dos terrenos, são obtidos, então, através da seguinte fórmula:

$$\mathbf{VVT = VRT \cdot S \cdot T \cdot NT \cdot NF \cdot P \cdot A} \quad (\text{II.7})$$

Onde:

**VVT**= Valor Venal Territorial

**VRT**= Valor de referência territorial

**A**= Área do terreno

#### B) Imóveis Edificados

As edificações, para efeito de levantamento dos custos de produção, ficam divididas em seus componentes básicos, aos quais são atribuídos pontos, de acordo com a proporção com que cada um deles entra na composição do valor final da edificação. As tabelas de pontuação (Tabelas 8 a 18) encontram-se no Anexo B e são as seguintes:

**Estrutura** - Alvenaria, concreto, mista, madeira, metálica, adobe, taipa (Tabela 8)

**Esquadrias** - Ferro, alumínio, madeira, rústica, blindex, ausente (Tabela 9)

**Piso** - Cerâmica, cimento, taco, tijolo, terra, especial (mármore ou granito) (Tabela 10)

**Forro** - Laje, madeira, gesso, especial, ausente (Tabela 11)

**Instalações elétricas** - Embutida, semi-embutida, externa, ausente (Tabela 12)

**Instalações sanitárias** - Interna, completa, mais de uma, externa, ausente (Tabela 13)

**Revestimento interno** - Reboco, massa corrida, cerâmica, especial, ausente (Tabela 14)

**Acabamento interno** - Pintura lavável, pintura simples, caiação, especial, ausente (Tabela 15)

**Revestimento externo** - Reboco, massa corrida, cerâmica, especial, ausente (Tabela 16)

**Acabamento externo** - Pintura lavável, pintura simples, caiação, especial, ausente (Tabela 17)

**Cobertura** - Telha de barro, laje, alumínio, zinco, amianto (Tabela 18)

À pontuação total obtida por uma edificação, corresponderá um valor de referência conforme a Tabela II.11.

Aos valores de referência das edificações, são ainda aplicados os fatores de correção quanto à conservação da edificação, quanto à idade e quanto ao zoneamento da edificação; como listados abaixo:

- 1) **Estado de conservação (FE)** - Ótimo, bom, regular, ruim, péssimo (Anexo B- Tabela 19)
- 2) **Idade (FI)** - 5, 10, 20 ou 21 anos (Anexo B - Tabela 20)
- 3) **Coefficiente de Zoneamento (CZ)**

**Tabela II.1:** Faixas de valores de referência por pontuação

|                       |   |       |        |
|-----------------------|---|-------|--------|
| 00                    | A | 50    | 91,89  |
| 51                    | A | 60    | 132,93 |
| 61                    | A | 70    | 153,45 |
| 71                    | A | 80    | 171,24 |
| 81                    | A | 90    | 189,08 |
| 91                    | A | 100   | 287,59 |
| 101                   |   | acima | 358,07 |
| GALPAO SEM FECHAMENTO |   |       | 83,37  |
| GALPAO COM FECHAMENTO |   |       | 125,40 |

**Tabela II.2:** Fatores de correção referentes ao zoneamento de Palmas

| Zona | Coefficiente |
|------|--------------|
| 1    | 100%         |
| 2    | 95%          |
| 3    | 90%          |
| 4    | 85%          |
| 5    | 80%          |

Os valores venais das edificações, são obtidos, então, através da seguinte fórmula:

$$VVE = VRE \cdot CZ \cdot FE \cdot FI \cdot ATC \quad (II.8)$$

Onde:

**VVE**= Valor Venal da Edificação

**VRE**= Valor de referência da edificação

**ATC**= Área Total Construída

Pode-se notar que as plantas de valores descritas acima, de cidades com características tão diferentes entre si em termos de idade e número de habitantes e separadas por uma enorme distância; guardam um traço em comum, que é o de incluir imóveis edificadas em suas metodologias. Através da experiência das cidades de Palmas e do Rio de Janeiro chega-se à conclusão de que a complexidade do território urbano e a diversidade dos diferentes tipos de edificações, presentes em qualquer cidade, tornam a avaliação coletiva destes imóveis preponderante sobre a avaliação dos terrenos; fazendo com que a planta de valores de uma cidade seja obrigada a se desdobrar no sentido de abranger e diferenciar todo o patrimônio imobiliário desta cidade.

A metodologia da cidade de Palmas, por ser mais detalhada, servirá de base na escolha das variáveis do Sistema de Lógica Nebulosa desenvolvido neste trabalho. Este sistema, que apesar de partir do mesmo ponto de vista dos métodos de reprodução dos custos de produção de benfeitorias, pelo levantamento das características construtivas dos imóveis, não se destina à inferência de valores, mas sim, à homogeneização dos mesmos como será discutido a seguir.

## II.4 – SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

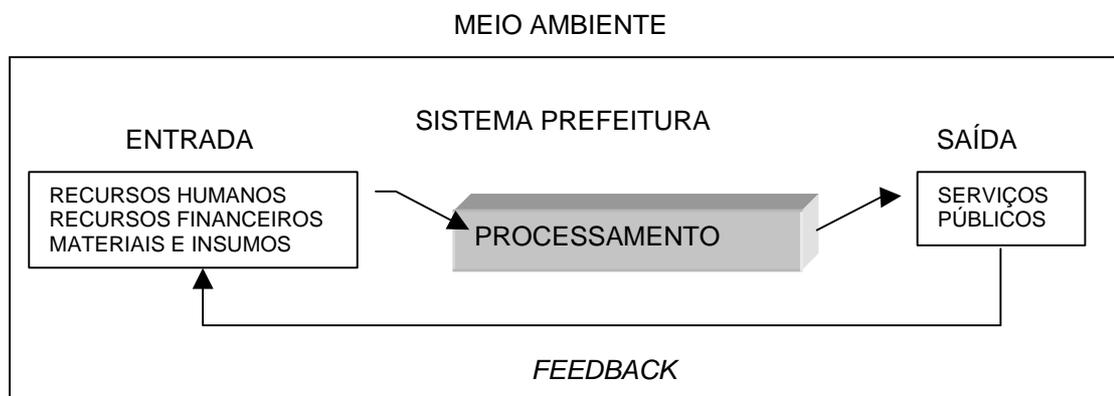
O conceito de **sistema** foi estabelecido pelo biólogo alemão Ludwig von Bertalanffy em 1937 (BATISTA 2004). Segundo ele, **sistema** é todo conjunto estruturado ou ordenado de partes ou elementos que interagem entre si na busca de um ou mais objetivos comuns. Pela teoria de Bertalanffy, os sistemas podem ser **abertos** ou **fechados**. Os sistemas abertos são aqueles que realizam trocas, alteram ou sofrem influências do meio ambiente, ao contrário dos sistemas fechados. Os sistemas abertos se caracterizam por possuírem uma **entrada** de elementos (energia, matérias-primas etc.) um **processo de transformação** e uma **saída** (produtos, rejeitos etc.). Em um sistema desse tipo também pode haver um mecanismo de retroalimentação, ou *feedback*, que poderá influenciar o processo positivamente, estimulando-o, ou negativamente, inibindo-o. Um sistema pode ainda ser decomposto em subsistemas menores que interagem entre si como partes ou elementos desse sistema.

Atualmente o conceito de sistema saiu do campo da biologia, onde nasceu, e foi adaptado aos mais diversos campos do conhecimento, sendo aplicado inclusive na administração de empresas. Nessa ótica, a própria empresa é tida como um sistema, da mesma forma, a estrutura administrativa de uma cidade, seguramente também é um sistema; o qual

pode ser dividido em outros sub-sistemas, como por exemplo; sistema de logradouros e vias públicas, conservação, coleta de lixo, tráfego e transportes coletivos, iluminação, saúde, educação etc. A figura a seguir esquematiza o funcionamento sistêmico de uma administração municipal, personalizada pela **prefeitura municipal**.

- *Recursos humanos*: Funcionários da administração direta e indireta (autarquias e fundações) e prestadores de serviços terceirizados.
- *Recursos financeiros*: Impostos, taxas e emolumentos, empréstimos, aportes e repasses financeiros das outras esferas de poder.
- *Materiais e insumos*: Edifícios públicos, mobiliários, equipamentos, veículos etc.
- *Serviços públicos*: Todo serviço e ação previstos constitucionalmente como atribuições das municipalidades.

No meio ambiente desse sistema incluem-se os habitantes (eleitores, contribuintes, população flutuante etc.) da cidade, fornecedores, consumidores dos serviços, leis e normas e os demais poderes constituídos.



**Figura II.2:** Estrutura esquemática de um sistema de administração municipal.

Sistemas de informação são, por seu turno, aqueles sistemas cujo objetivo é produzir **informação** através do **processamento** dos **dados** fornecidos na entrada desses sistemas. A seguir, as definições dadas por Laudon & Laudon (*apud* ROSINI e PALMISANO, 2003) para os conceitos propostos:

- **Dado** – Elementos que representam eventos ocorridos em um ambiente, sem que tenham sido organizados ou arranjados de forma a serem entendidos e utilizados pelas pessoas;

- **Informação** – Resultado obtido do processamento dos dados, que faz com que eles sejam configurados de forma adequada ao entendimento e utilização das pessoas;
- **Input** – Ou entrada. Captura ou coleta de dados para processamento pelo sistema;
- **Processamento** – Conversão, manipulação ou tratamento dos dados para seu aproveitamento e cognição por parte dos usuários;
- **Output** – Ou saída. Distribuição da informação processada às pessoas, órgãos ou atividades para a tomada de decisão;
- **Feedback** – Ou retroalimentação. Saídas que retornam para o processamento do sistema, estimulando ou inibindo seu funcionamento.

Os sistemas de informação são classificados da seguinte maneira:

#### II.4.1 – Sistemas de Transações e Processos (STP)

Também chamados de Sistemas de Informação Operacionais. São os sistemas empresariais básicos. Servem ao nível operacional das organizações atuando na implementação das transações. Apresentam grande detalhamento, atendem a critérios bem estabelecidos e são altamente estruturados. O enfoque desse tipo de sistema de informação se dá essencialmente nas operações diárias das empresas, sobre as quais é necessário manter-se estrito controle. Exemplos típicos desses sistemas são de controle de vendas, de emissão de notas fiscais, caixas de supermercados, folha de pagamentos etc.

#### II.4.2. – Sistemas de Informação Especialistas / Sistemas de Automação (SE/SA)

Atendem aos técnicos especializados da organização bem como ao pessoal administrativo, como contadores, secretárias e assistentes em geral. Diferentemente dos primeiros, possuem um baixo nível de estruturação. De acordo com ROSINI e PALMISANO (2003) a função destes sistemas é produzir novos conhecimentos e gerar novas informações de forma precisa e adequada ao seu uso.

Os sistemas especialistas são o resultado do trabalho conjunto dos técnicos encarregados da produção do sistema, chamados de engenheiros de conhecimento e dos técnicos especialistas de uma determinada área dos quais se pretende aprender as técnicas, procedimentos, estratégias e raciocínios para codificá-los em um banco de dados (ROSINI e PALMISANO, 2003). Em outras palavras, um sistema especialista é um programa acoplado a um banco de memória que contém conhecimentos sobre uma determinada especialidade,

representando-os da mesma forma que um especialista humano o faria; tendo sido construído de tal modo que um computador possa manipulá-los através de uma linguagem formal apropriada. Para o cumprimento dessas funções, esses sistemas implementam técnicas de inteligência artificial, como **redes neurais** e **lógica nebulosa** (ou lógica *fuzzy*).

A estrutura genérica de um sistema especialista pode ser representada da seguinte maneira (BATISTA, 2004):

- Bases de conhecimentos compostas de regras e fatos;
- Um mecanismo de inferência contendo um intérprete que decide como aplicar as regras para gerar novos conhecimentos;
- Uma interface entre as bases de conhecimentos e o sistema de inferência;
- Uma interface entre o usuário, a base de conhecimento e o sistema de inferência.

#### II.V.3 – Sistemas de Informação Gerencial (SIG)

São sistemas dedicados à avaliação de desempenho da empresa e à consolidação das informações e relatórios gerados pelos sistemas especialistas. É função deste tipo de sistema resumir resultados, emitir relatórios sobre as operações da empresa e produzir objetivos, condensados e sintéticos (ROSINI e PALMISANO, 2003) destinados aos tomadores de decisão de nível gerencial. Normalmente os sistemas gerenciais lidam com informações semanais, mensais ou anuais, deixando para os sistemas operacionais as tarefas diárias da gerência das empresas.

#### II.4.4 – Sistemas de Suporte à Decisão (SSD)

Também chamados de sistemas de suporte executivos ou estratégicos, é um sistema desenvolvido para atender ao nível estratégico da organização e sua principal característica é a capacidade de proporcionar subsídios para orientar metas, operações, produtos e serviços incluindo as relações que a organização estabelece com o meio ambiente.

Um sistema de apoio (ou de suporte) à decisão é normalmente composto por um banco de dados, um banco de modelos e um subsistema de interface desses bancos aos usuários do sistema.

A seguir será visto um tipo especial de sistema de suporte à decisão voltado para a gestão e planejamento urbanos que é o cadastro técnico multifinalitário.

## II.5 – CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO

Inicialmente, o conceito de Cadastro Técnico Multifinalitário se referia apenas ao registro descritivo e geométrico das propriedades urbanas, como se conclui a partir da definição dada pelo Ministério do Interior ainda em 1973: “*O cadastro técnico municipal pode ser conceituado como um conjunto de arquivos que contém o registro de dados da base imobiliária urbana, servindo ao planejamento e controle do uso do solo, à arrecadação municipal e à implantação dos serviços urbanos*” (GARCIA, 2000). Na década de 90, esse conceito foi aprimorado incorporando-se uma base cartográfica ao cadastro: “*Cadastro técnico urbano compreende o conjunto de informações descritivas da propriedade imobiliária pública e particular, dentro do perímetro urbano, apoiadas em um sistema cartográfico próprio*” (ZANCAN, 1996). RAMOS (2000) considera ainda que o cadastro municipal deverá armazenar sistematicamente as informações sobre as tipologias construtivas com a descrição das características básicas dos imóveis, como dimensões, localização, preço ou valor de mercado e as características construtivas dos imóveis; bem como dados referentes aos proprietários, como nome, endereço ou ainda o CPF.

A partir das definições dadas por ZANCAN(1996) e RAMOS (2000), percebe-se que os cadastros técnicos se prestavam basicamente à tributação e ao controle do uso do solo urbano. Não por acaso, essas são duas das principais atribuições que cabem às administrações municipais, estabelecidas pela Constituição Federal (Cap. IV, artigo 30º, incisos III e VIII). Atualmente, considera-se que o cadastro urbano deve ser tido como um instrumento auxiliar na própria gestão do território urbano, buscando modelá-lo de forma fiel e englobando itens como cadastro de logradouros, serviços de saúde e educação, equipamentos urbanos etc.

Dessa forma, o cadastro poderá dar suporte aos três instrumentos de gestão de que dispõem as administrações municipais (VARGAS e RIBEIRO, 2001), que são:

1. **Instrumentos normativos:** Incluem as leis de zoneamento, uso e ocupação do solo urbano, planos diretores, diretrizes orçamentárias etc. Atendem ao nível estratégico de gestão.
2. **Instrumentos preventivos:** Delimitação de áreas de especial interesse, sejam eles de interesse histórico, paisagístico, cultural, ambiental ou social. Derivam de decisões tomadas em nível estratégico.
3. **Instrumentos corretivos:** Constituem-se de intervenções diretas do poder público em desapropriações e obras de implantação e manutenção de infra-estrutura, bem como de

urbanização. A cidade do Rio de Janeiro apresenta como exemplos, as obras dos projetos “Rio-Cidade” e “Favela-Bairro”.

Para que o cadastro possa cumprir essa missão, ele precisa ser capaz de desempenhar as seguintes tarefas (COSTA, 2004):

1. Coletar as informações descritivas, ou seja, todos os elementos que caracterizam o território urbano da cidade em estudo;
2. Manter atualizado o sistema descritivo e o conjunto de informações que caracterizam cada propriedade imobiliária;
3. Manter atualizado o sistema cartográfico. Ele é constituído pelo conjunto de cartas e de uma malha de pontos com coordenadas planas conhecidas do terreno.
4. Disponibilizar aos administradores e ao público em geral, todas as informações contidas sobre a cidade.

#### II.5.1 – FUNÇÕES DO CADASTRO TÉCNICO

Ainda de acordo com COSTA (2004), o cadastro urbano possui as seguintes funções pertinentes à gestão urbana:

1. **Função fiscal:** Identificação dos bens imobiliários e de seus proprietários, com atualização e manutenção das informações básicas para a finalidade de impostos.
2. **Função jurídica:** Localização dos limites e manutenção registros e das informações que definem os direitos de propriedade.
3. **Função de base:** Os produtos de levantamentos cartográficos resultantes das operações para o cadastro fiscal e jurídico são de grande utilidade para o planejamento e execução de diferentes projetos, formando uma base para um futuro sistema de informações.

Modernamente, o Cadastro Técnico Multifinalitário deve extrapolar essas funções, prestando-se também ao planejamento estratégico de uma cidade, tomando a forma de um verdadeiro sistema de suporte à decisão. Para isso, o cadastro técnico também deve cumprir as seguintes funções:

4. **Função regulatória:** Visa atender aos instrumentos normativos e preventivos de gestão, provendo ao nível estratégico as informações necessárias para orientar o zoneamento

urbano, produção de plantas de valores e criação de áreas de preservação histórica e ambiental.

5. **Função administrativa:** O cadastro também pode auxiliar na administração dos espaços e serviços públicos fornecendo ao nível gerencial as informações necessárias para decisões, por exemplo, a respeito de quando e onde implantar uma creche, hospitais ou escolas.
6. **Função de monitoramento:** Atende aos instrumentos de fiscalização do território urbano. O cadastro técnico deve acompanhar e registrar as transformações ocorridas no território urbano, como novas construções (legalizadas ou não), abertura e reconhecimento de logradouros, obras de infra-estrutura etc.

## II.5.2 – VANTAGENS DA IMPLEMENTAÇÃO DO CADASTRO TÉCNICO

Os benefícios e vantagens obtidos com a implantação do cadastro técnico multifinalitário nas prefeituras pode ser resumido da seguinte maneira (SILVA, 2002):

- Qualificar a tributação;
- Ampliar a arrecadação;
- Estabelecer mecanismos de fiscalização fazendária e de obras mais eficientes;
- Qualificar e agilizar o atendimento ao munícipe;
- Estabelecer mecanismos de atualização cadastral mais eficazes;
- Fornecer materiais precisos e detalhados para o planejamento do município;
- Ampliar o controle de uso e ocupação do solo;
- Estabelecer mecanismos de disponibilização de dados a usuários externos;
- Agilizar e ampliar a disponibilização dos dados gráficos e descritivos do cadastro aos diversos setores da administração municipal;
- Subsidiar com mais eficácia a tomada de decisões;
- Criação de uma competência técnica, social e administrativa na forma de funcionários altamente qualificados, motivados e éticos no lidar com a coisa pública municipal.

Sendo assim, o cadastro não pode mais ser encarado simplesmente como um repositório, ou um banco de dados municipais, destinado a armazenar dados de propriedades e proprietários (contribuintes), permanecendo limitado ao nível operacional de gestão. A seção a seguir vai descrever as principais características que deve ter o cadastro técnico multifinalitário para que ele possa cumprir um papel de nível estratégico na administração municipal.

### II.5.3 – CARACTERÍSTICAS DO CADASTRO TÉCNICO

Dada a complexidade e a dinâmica do território urbano, o Cadastro Técnico de uma cidade deverá se fundamentar sobre uma ferramenta poderosa o suficiente e com as características adequadas para produzir informação relevante ao processo decisório. Neste caso, a ferramenta mais apropriada que a tecnologia da informação oferece ao gestor e ao tomador de decisão, atualmente, é o armazém de dados (ou *datawarehouse*).

Um armazém de dados é caracterizado pelos seguintes elementos:

1. Um conjunto de programas capazes de extrair dados dos diversos sistemas operacionais das organizações.
2. Um banco de dados com a finalidade de manter os dados extraídos dos outros sistemas.
3. Informações agregadas aos bancos de dados, provenientes de fontes externas e em formatos diversos, pertinentes ou não aos formatos já existentes na base.
4. Sistemas capazes de manipular os dados e produzir informações de acordo com as necessidades dos usuários.

A definição de “armazém de dados” dada por Inmon em 1992 (*apud* ROSINI e PALMISANO, 2003) diz que ele: “é uma coleção de dados orientada por assunto, integrada, variante no tempo e não-volátil, cuja função é dar suporte aos processos de tomada de decisão”. Os significados para os itens constantes dessa definição, e como elas se aplicam ao sistema de cadastro técnico, são os seguintes:

#### 1. **Orientação por assunto:**

Diz respeito aos interesses específicos da organização. Por exemplo clientes, fornecedores, financeiro, pessoal etc. No caso de uma administração municipal, os assuntos pertinentes ao cadastro dirão respeito aos temas da cidade, por exemplo:

- a) Cadastro de edificações,
- b) Cadastro de lotes não-edificados,
- c) Cadastro de escolas, hospitais, postos de saúde e outros prédios públicos,
- d) Cadastro de logradouros,
- e) Cadastro de contribuintes,
- f) Mapas e plantas digitais da cidade.

## **2. Integração:**

Todos os dados presentes em um armazém de dados devem ser padronizados quanto ao nome que possuirão nesse ambiente de forma que as entidades sejam referenciadas univocamente, ou seja, cada entidade possuirá uma única denominação e essa denominação servirá somente a essa entidade. Dessa forma os diferentes bancos de dados poderão interagir permitindo que os usuários de um determinado sistema acessem os dados produzidos pelos mantenedores de outro sistema. Por exemplo, interessa aos gerentes de uma Secretaria Municipal de Saúde ter acesso ao cadastro de residências e lotes não-edificados para poder decidir qual a melhor localização para a construção de um hospital ou posto de saúde.

## **3. Variante no tempo:**

Os dados carregados em um armazém referem-se a um momento específico que não é atualizável no próprio dado. Para que sejam feitas atualizações é necessária uma nova carga de dados refletindo uma nova posição no tempo e definido o período que ele representa (dia, semana, mês, ano etc.). Esse aspecto é fundamental para que os administradores municipais disponham de uma linha do tempo que acompanhe as transformações da paisagem urbana. Assim, quando um lote é edificado, a sua construção é datada pela concessão do “habite-se” sem que se percam as informações prévias constantes no cadastro de lotes.

## **4. Não-volátil:**

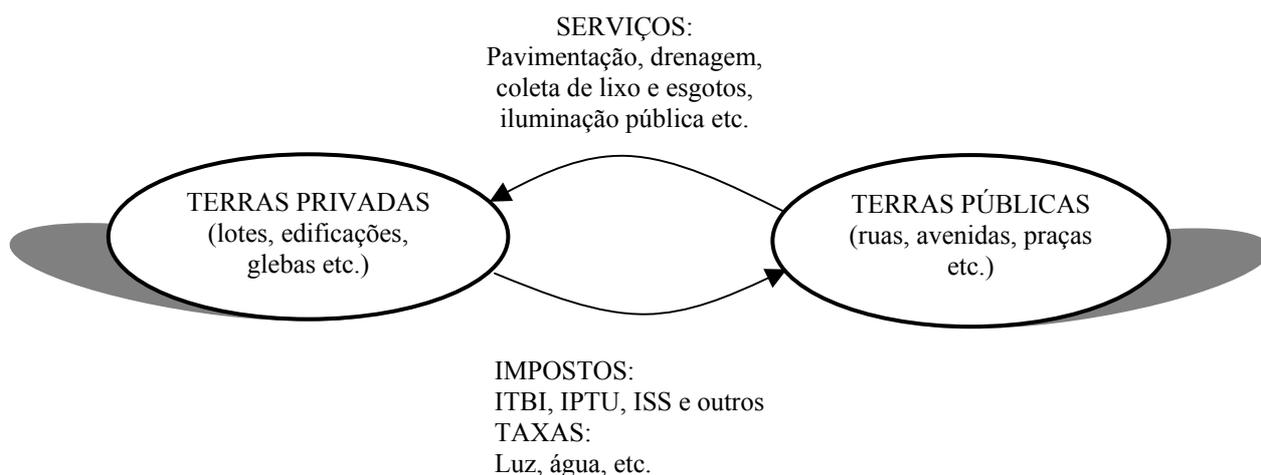
Uma vez carregados, os dados não sofrem alteração ou atualização, como ocorre em sistemas de informação operacionais, onde à medida que um processo é realizado, as transformações efetuadas se refletem sobre a base de dados. Portanto é importante definir o melhor momento para se realizar uma carga de dados no sentido de se capturar momentos significativos em um determinado período de tempo. Abertura de ruas e alterações na malha viária só são sentidas anualmente. No caso de concessões de “habite-se” interessa a carga após um período de 30 a 90 dias. Para concessão de licenças de obras, um período de 30 a 60 dias já é mais conveniente e para o caso de concessão de alvarás, deve-se ater a um período de no máximo 30 dias por causa da questão do recolhimento de impostos.

### **II.5.4 – ELEMENTOS DO CADASTRO TÉCNICO**

A discussão a respeito de quais elementos deve estar presentes em um cadastro técnico municipal (ou multifinalitário) é extensa e extremamente complexa, e o presente texto não tem a pretensão de esgotá-la. Porém, cabem algumas considerações sobre esse assunto.

O território urbano é o resultado de uma forte intervenção da ação humana sobre o meio natural, cuja premissa básica para a sua ocorrência é a apropriação do território a ser transformado. Devido à particular intensidade da ocupação humana sobre o território urbano, o caráter perene dos seus processos de transformação e os conflitos de interesses quanto ao seu uso, existe a necessidade de uma reserva de terras para o uso comum que viabilize essa ocupação. Não é exagero dizer que a principal divisão do território urbano se dá entre terras **públicas** e **privadas**, pois é sobre eles que se observa o desenvolvimento das quatro principais destinações de uma cidade (SILVA JÚNIOR, 2004). **Habitação** e **trabalho**, nas terras de domínio privado e **circulação** e **lazer**, nas terras de domínio público (ruas e avenidas, praças, parques etc.).

É possível dizer também que esses dois territórios coabitam simbioticamente dentro de uma cidade, de forma que enquanto as atividades desenvolvidas nas terras de uso particular geram impostos para o poder público, eles retornam sob a forma de serviços e de infraestrutura, prestados em território público, como esquematizado na Figura II.3.



**Figura II.3:**Esquema da integração entre os territórios público e privado

Sob essa ótica, o cadastro técnico urbano também deve refletir essa divisão em um cadastro de terras públicas e um cadastro de terras privadas.

Pela metodologia do Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM (GARCIA e KING, 2000) e segundo MÖLLER (1995), no cadastro de terras privadas devem constar os seguintes elementos:

1. Código de identificação dos elementos cadastrais: lotes, unidades residenciais, lojas, salas comerciais etc.,
2. Localização dos elementos cadastrais (endereço),

3. Dimensões dos elementos: Lotes – área plana,  
Edificações – área total construída,
4. Características dos elementos:
  - 4.1. Terrenos: Declividade, testada, número de frentes, profundidade,
  - 4.2 Edificações: Tipo – Apartamento, casa, loja, sala, galpão, prédio de uso exclusivo,  
Usos – Residencial, comercial ou industrial,  
Número de cômodos (somente para unidades residenciais),  
Idade;
5. Identificação do(s) proprietário(s): Nome completo e CPF,
6. Valor venal da propriedade,
7. Imposto devido,
8. Situação fiscal.

Por outro lado, no cadastro das terras públicas devem constar os seguintes elementos:

1. Códigos dos logradouros;
2. Tipo de logradouro: rua, avenida, praça, travessa, ladeira, estrada etc.;
3. Nome, excluindo-se títulos (Conde, General etc);
4. Data de reconhecimento do logradouro;
5. Início, fim e extensão;
6. Tipo de pavimento: asfalto, paralelos, terra etc.;
7. Serviços: Rede de drenagem, esgotos, transportes coletivos, água, luz etc.

Essa listagem não esgota a discussão sobre quais elementos devem estar presentes em um cadastro técnico municipal, lembrando que diversos municípios implementam diferentes metodologias cadastrais; as quais utilizam fichas de levantamento mais ou menos detalhadas e que chegam a incluir itens de pesquisa como acabamento dos imóveis, tipos de estrutura (concreto, alvenaria, madeira etc.), coberturas e uma série de outras características dos imóveis. Esse tipo de levantamento, apesar de bem intencionado, possui o inconveniente de carregar um volume muito grande de informação (o que demanda um poder de processamento igualmente grande) e onera significativamente a pesquisa, o que pode prejudicar a frequência com que ela seja feita.

A metodologia proposta pelo IBAM preconiza, ainda, a utilização de uma base cartográfica, denominada Planta de Referência Cadastral, para a espacialização dos elementos do cadastro técnico. Essa base é composta por um conjunto de plantas em diferentes escalas onde são figurados os seguintes elementos:

- a) Perímetro urbano do município – em escalas de 1:10.000 a 1:50.000,
- b) Zoneamento urbano – na escala de 1:10.000,
- c) Bairros, setores fiscais – nas escalas de 1:5000 ou 1:10.000,
- d) Lotes, edificações, logradouros e áreas públicas – na escala de 1:2000 preferencialmente.

Atualmente, com o desenvolvimento das técnicas de geoprocessamento, deve-se optar pela utilização de bases cadastrais digitais juntamente com o cadastro técnico em um Sistema de Informações Geográficas. Ao se utilizar um sistema desse tipo, os administradores municipais poderão aparelhar todos os níveis de gestão, desde o nível de produção de informação até os níveis gerenciais e fornecer suporte aos níveis estratégicos para o planejamento e a tomada de decisão. Na próxima seção será visto como um sistema de informações geográficas pode auxiliar em uma administração municipal.

## II.6 – SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Em 1979, Dueker (KORTE, 1997) definiu sistemas de informações geográficas (SIG) como: “*um caso especial de sistema de informações, no qual o banco de dados é constituído de informações sobre características distribuídas espacialmente, atividades ou eventos definidos no espaço como pontos, linhas ou áreas.* De acordo com o *Federal Interagency Coordinating Comitee – FICC* (idem), os objetivos dos SIGs são capturar, gerenciar, manipular, analisar, modelar e exibir dados espacialmente referenciados para resolver problemas complexos de planejamento e gestão. Mais precisamente, os SIGs também podem ser encarados como um tipo de sistema de informação **especialista**.

Os SIGs evoluíram dentro da categoria de sistemas especialistas, aprimorando as capacidades tecnológicas de sistemas como **CADD** (*Computer-Aided Design and Draft*) e **AM/FM** (*automated mapping/facility manegement*), no que tange à manipulação e análise de dados espaciais; e apropriando-se de outros como **SMDT** (sistema de modelagem digital de terreno) e **SGBD** (sistema de gerenciamento bancos de dados). A maneira como os SIGs se apropriam das características desses sistemas e como eles se relacionam entre si, serão vistas a seguir.

## II.6.1 – CADD

É a tecnologia utilizada para a produção de mapas digitais, os quais estão substituindo aos poucos, os mapas manualmente produzidos (KORTE, 1997). As vantagens oferecidas pelos meios digitais de produção são bastante óbvias; a principal é a facilidade de modificar, corrigir ou atualizar um mapa sem que haja a necessidade de refazê-los totalmente sempre que essas operações forem feitas. Esses sistemas também oferecem outras vantagens, como a facilidade de organizar, armazenar e recuperar dados.

Os elementos constantes nos mapas digitais são referenciados por um sistema de coordenadas planas e são organizados em camadas (*layers*) ou **níveis de informação**. Normalmente esses elementos são dispostos nas camadas de acordo com os temas que eles representam, como cursos d'água, estradas, vegetação etc., ou pelo tipo de representação, como textos ou símbolos. Os mapas digitais possuem ainda uma tabela onde são armazenadas os registros das camadas e algumas características como nome, cor e tipo de linha e certas características-chave dos elementos nelas representados, como identificação e tipo de representação (linhas, textos ou símbolos). A tabela a seguir é um exemplo de uma tabela de camadas e elementos presentes em um mapa digital.

**Tabela II.3:** Exemplo de tabela de registros de um sistema CADD

| <b>Registro</b> | <b>Tipo</b> | <b>Camada</b> | <b>Cor</b> | <b>Linha</b> | <b>Fonte</b> |
|-----------------|-------------|---------------|------------|--------------|--------------|
| 1               | Linha       | Est._vicinais | Vermelho   | Tracejada    |              |
| 2               | Linha       | Cursos_d'água | Verde      | Cheia        |              |
| 3               | Texto       | Texto         | Preto      |              | Arial        |
| 4               | Símbolo     | Símbolo       | Azul       |              |              |

Contudo os sistemas de CADD não podem ser utilizados para realizar análises com os dados de um mapa digital. Com esse sistema, embora os seus elementos estejam organizados em camadas e encontrem-se referenciados a um mesmo sistema de coordenadas, não é possível informar **como** eles se relacionam no espaço. Por exemplo, em um mapa digital do tipo CADD, duas rodovias pertencentes a uma mesma camada podem se interceptar em um cruzamento, porém essa informação não pode ser obtida através das tabelas de dados do sistema (KORTE, 1997). Da mesma maneira, uma linha pode pertencer a uma camada chamada “floresta”, porém o banco de dados não reconhece como essa linha está conectada para formar uma linha poligonal fechada (que define uma área ou uma superfície) sem que um processamento adicional seja executado.

## II.6.2 – AM/FM

Esse tipo de sistema é normalmente utilizado para mapear os componentes físicos de instalações industriais. Por exemplo, uma usina elétrica usa um sistema AM/FM para armazenar os locais e atributos das linhas de força, pólos, transformadores e outros dispositivos. Tal sistema é capaz de referenciar objetos espacialmente em um sistema de coordenadas bem como de organiza-los em camadas, da mesma forma que o CADD. Porém, ele já é capaz de definir relacionamentos de rede entre os componentes do sistema, identificando quais deles estão conectados a outros, sendo que as informações relativas a esses relacionamentos freqüentemente encontram-se armazenadas em um arquivo separado.

Outro importante aspecto desses sistemas, é que eles também armazenam atributos dos elementos das instalações em um banco de dados separado, cujos registros ligam-se aos elementos gráficos do mapa digital por uma chave de identificação única. Esse atributos descrevem as características dos componentes instalados como dimensões, materiais, capacidade e assim por diante.

## II.6.3 – SMDT

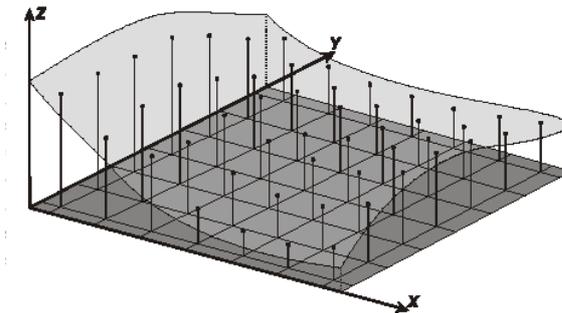
Um **Modelo Digital de Terreno** (MDT) é uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial que ocorre dentro de uma região da superfície terrestre. Eles são usados especialmente para modelar tridimensionalmente o relevo da superfície terrestre, de leitos fluviais ou oceânicos e dados geofísicos e geoquímicos.

Dentre alguns usos do MDT pode-se citar:

- Armazenamento de dados de altimetria para gerar mapas topográficos;
- Análises de corte-aterro para projeto de estradas e barragens;
- Elaboração de mapas de declividade e exposição para apoio a análise geomorfológica e de erodibilidade;
- Análise de variáveis geofísicas e geoquímicas;
- Apresentação tridimensional (em combinação com outras variáveis).

O processo de produção de um MDT se inicia com a coleta de dados amostrais juntamente com a localização das amostras sobre a área de estudo para que seja feito o levantamento do modelo do terreno propriamente dito, cujos principais tipos utilizados são *grades regulares retangulares* e *grades irregulares triangulares* (CÂMARA, 2005). As diferenças entre eles serão vistas a seguir:

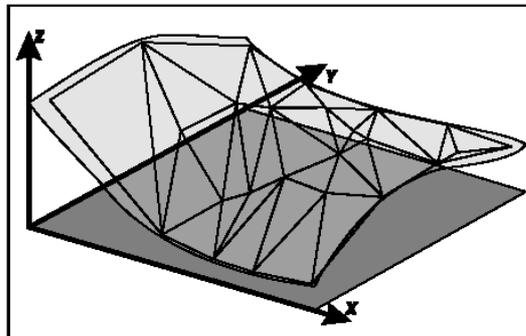
## 1. Grades regulares retangulares



**Figura II.4:** Modelo de uma grade regular retangular

O modelo de grades de retângulos regulares (Figura II.4) consiste de uma malha de pontos, regularmente distribuídos pela área de estudo, que receberão um valor de cota obtido a partir da interpolação dos valores de amostras levantadas que também podem estar regularmente distribuídas ou não. Caso a distribuição das amostras não seja regular, utilizam-se funções de interpolação simples (média aritmética, ponderada, *splines* etc.) entre amostras vizinhas.

## 2. Grades Irregulares Triangulares

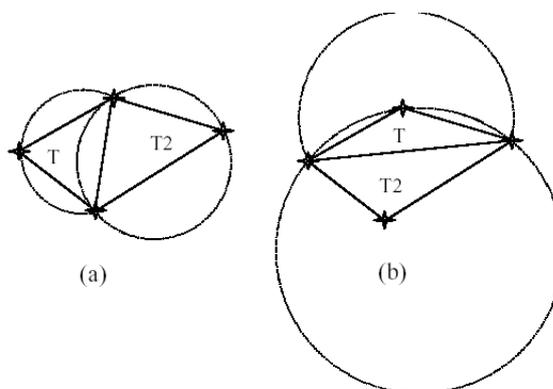


**Figura II.5:** Modelo de grade triangular irregular

Ao contrário do modelo anterior, neste, as amostras irregularmente distribuídas configuram vértices que são conectados por arestas para formar os triângulos da grade, dispensando interpolar os valores das amostras (Figura II.6). Existem várias conformações possíveis de redes de triângulos em um universo amostral, sendo que apenas um deve ser adotado.

O método correntemente utilizado para a geração da rede de triângulos mais adequada para modelar um terreno é a “Triangulação de Delaunay”. Por esse método, os

triângulos gerados devem possuir os maiores ângulos mínimos possíveis. Adotando-se esse método, a rede de triângulos é formada de tal maneira que o círculo que passar pelos três vértices de cada triângulo da malha triangular não contém, no seu interior, nenhum ponto do conjunto das amostras além dos vértices do triângulo em questão. A figura abaixo exemplifica esse postulado:



**Figura II.6:** Os triângulos formados à esquerda (a) são de “Delaunay”, já os da direita (b), não.

A tabela abaixo resume as características de cada um dos modelos de terrenos e o modo como eles melhor se adaptam a tarefas específicas (CÂMARA, 2005).

**Tabela II.3:** Comparativo entre as grades retangulares regulares e as grade irregulares triangulares

| <i>Grade Regular Retangular</i>  | <i>Grade Irregular Triangular</i>  |
|--|--|
| Apresenta regularidade na distribuição espacial dos vértices das células do modelo | Não apresenta regularidade na distribuição espacial dos vértices das células do modelo |
| Os vértices dos retângulos são estimados a partir das amostras                     | Os vértices dos triângulos pertencem ao conjunto amostral                              |
| Apresenta problemas para representar superfícies com variações locais acentuadas   | Representa melhor superfícies não homogêneas com variações locais acentuadas           |
| Estrutura de dados mais simples  | Estrutura de dados mais complexa   |
| Relações topológicas entre os retângulos são explícitas                            | É necessário identificar e armazenar as relações topológicas entre os triângulos       |

#### II.6.4 – SGBD

Sistemas gerenciadores de bancos de dados são utilizados para armazenar os atributos dos objetos presentes em um mapa digital. Entende-se por atributo qualquer informação descritiva (nomes, números, tabelas e textos) relacionada com um único objeto, elemento, entidade gráfica ou um conjunto deles, que caracteriza um dado fenômeno geográfico. O uso desse sistema se justifica principalmente se houver um número expressivo

de objetos no mapa, pois ele otimiza operações de busca, recuperação, manutenção e análise dos dados e garante três requisitos básicos para essas operações que são: integridade, persistência e eficiência.

## II.6.5 – SIG

Os SIGs são um tipo de sistemas de informação especialistas dedicados a lidar com informações geográficas (ou espaciais), que são aquelas que incluem uma componente espacial para a caracterização dos objetos. Esse aspecto particular implica em algo mais do que meramente localizar um objeto (ou fenômeno) dentro de um espaço conhecido como faz o CADD. Em um SIG, as informações ou componentes espaciais abrangem também as relações entre os objetos integrantes de um mesmo espaço; quais sejam relações **topológicas** (vizinhança e pertinência), **métricas** (distância) e **direcionais** (ao lado, acima, ao norte etc.), diferentemente do enfoque dado por um sistema AM/FM.

Informações geográficas são (por sua vez) uma particularização do universo das informações espaciais. Nesse caso, a localização dos objetos se dá sobre a superfície terrestre, utilizando-se um sistema de coordenadas geográficas. Em outras palavras, esses objetos são **georreferenciados** e encontram-se dentro de um espaço conhecido que é chamado de **espaço geográfico**. Os objetos que requerem este tipo de caracterização são chamados de objetos geográficos ou **geo-objetos** e as informações relacionadas a eles também são denominadas **geoinformações**. **Geoprocessamento**, vem a ser então, o conjunto de operações de manipulação e análise de informações geográficas que são executadas por um sistema de informações geográficas. Em um SIG, as representações espaciais dos objetos geográficos podem ser feitas utilizando-se dois formatos: o primeiro é chamado formato **vetorial** e o segundo é chamado de **raster** ou **matricial** (CÂMARA, 2005).

### 1. Formato **vetorial**

Este é um formato que também é utilizado por outros sistemas gráficos, como o CADD, porém nos SIGs sua utilização é bem mais complexa e abrangente, pois além das dimensões e posições dos geo-objetos, eles também descrevem as inter-relações topológicas entre eles. Outra particularidade deste formato é que os geo-objetos são diretamente ligados aos atributos armazenados no banco de dados por um identificador único. Nesse formato, os objetos, podem ser representados por **pontos**, **linhas** ou **polígonos**.

**Pontos:** Não possuem dimensão espacial. Eles representam apenas uma localização para os dados não-espaciais dos objetos, que é definida por um par coordenado (X,Y).

**Linhas:** Possuem uma única extensão espacial; sendo caracterizadas por uma cadeia de pontos.

**Polígonos:** É um a região formada por um conjunto de linhas poligonais conectadas de forma a produzir uma superfície fechada que divide o espaço em duas regiões, uma interior e outra exterior.

**Tabela II.4:** Representação vetorial de alguns elementos do meio urbano

| ENTIDADE  | REPRESENTAÇÃO |
|---|---------------|
| Paradas de ônibus                               | Pontos        |
| Postes, bueiros e outros equipamentos urbanos   | Pontos        |
| Bancas de jornal, quiosques e guaritas          | Pontos        |
| Eixos de logradouros, vias férreas e meios-fios | Linhas        |
| Redes de drenagem, esgotos e abastecimento      | Linhas        |
| Praças  | Polígonos     |
| Quadras, lotes e terrenos vazios                | Polígonos     |
| Edificações                                     | Polígonos     |

Em um sistema destinado à modelagem do espaço urbano, objetos e entidades típicas desse espaço poderiam ser representados como na tabela anterior (Tabela II.4).

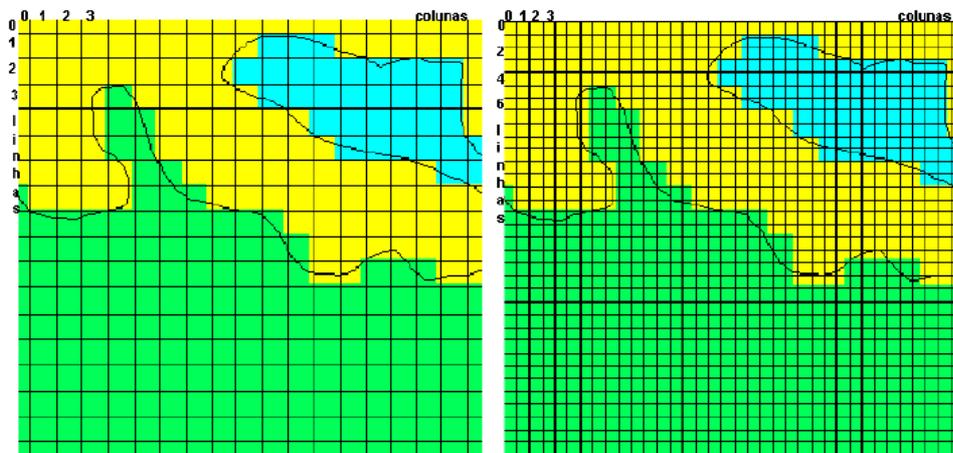
## 2. Formato **matricial**

Neste formato, o espaço geográfico é representado por uma matriz  $P(m,n)$  de células indexadas, onde a cada célula é associado um único valor que corresponde ao valor encontrado para um determinado fenômeno na localização daquela célula ou um código de classe à qual esta célula pertença.

Esta representação parte do princípio de que o espaço geográfico seja primeiro projetado em uma superfície plana e que essa superfície seja subdividida em um número  $m \times n$  de células de modo que cada uma delas corresponda a uma porção do terreno onde um determinado fenômeno esteja sendo estudado. A relação entre o tamanho da célula e a porção do terreno representado, é chamada de *resolução*.

Na figura a seguir pode-se ver um mesmo território sendo reproduzido em dois mapas de formato matricial, no entanto, a resolução do mapa da esquerda é quatro vezes menor que a do mapa da direita; o que significa que a área das células do primeiro mapa é quatro vezes maior que a área das células do segundo. Embora o mapa da direita seja capaz de

representar o mesmo território com maior exatidão, a sua carga de informação é quatro vezes maior que a do mapa da esquerda.



**Figura II.7:** Representações matriciais do mesmo território com resoluções diferentes

Uma característica que deve ser observada neste tipo de mapa, é que ele não representa diretamente os elementos da paisagem de um território, que são melhor representados usando-se o formato vetorial. Porém este tipo de representação se adapta melhor à modelagem de fenômenos contínuos no espaço, como dados meteorológicos (pluviometria, temperaturas etc.), tipos de solos, cobertura vegetal etc. A tabela a seguir (CÂMARA, 2005) faz uma comparação entre os dois formatos apresentados mostrando vantagens e desvantagens e onde eles se aplicam melhor.

**Tabela II.5:** Comparativo entre os formatos de representação vetorial e matricial

| <i>Aspecto</i>                   | <i>Representação Vetorial</i>  | <i>Representação Matricial</i>   |
|----------------------------------|--|--|
| Relações espaciais entre objetos | Relacionamentos topológicos entre objetos disponíveis                        | Relacionamentos espaciais devem ser inferidos  |
| Ligação com banco de dados       | Facilita associar atributos a elementos gráficos                             | Associa atributos apenas a classes do mapa   |
| Análise, Simulação e Modelagem   | Representação indireta de fenômenos contínuos<br>Álgebra de mapas é limitada | Representa melhor fenômenos com variação contínua no espaço<br>Simulação e modelagem mais fáceis |
| Escalas de trabalho              | Adequado tanto a grandes quanto a pequenas escalas                           | Mais adequado para pequenas escalas (1:25.000 e menores)   |
| Algoritmos                       | Problemas com erros geométricos  | Processamento mais rápido e eficiente.   |
| Armazenamento                    | Por coordenadas (mais eficiente)   | Por matrizes   |

## II.5 – LÓGICA NEBULOSA

Lógica nebulosa (OLIVEIRA, 1999) é o conjunto de métodos baseados no conceito de *conjuntos nebulosos* e *operações nebulosas*, que possibilitam a modelagem realista e flexível dos sistemas. Ela é uma técnica que busca capturar conceitos imprecisos e próprios da experiência humana, como “quente”, “frio”, “alto”, “baixo”, “caro”, “barato” etc, e colocá-los em sistemas computacionais. Suas principais aplicações encontram-se atualmente em sistemas de controle de processos como controle de tráfego urbano, injeção eletrônica de combustível em veículos automotivos etc., em sistemas de apoio à decisão como sistemas de análise e liberação de crédito pessoal e de formação de preços de produtos.

Ainda segundo OLIVEIRA, *raciocínio nebuloso* é uma metodologia de inferência que utiliza conceitos e ferramentas da lógica nebulosa para chegarmos a uma conclusão partindo-se de uma dada premissa. Desta forma, de posse de um conjunto de regras de proposições e conclusões, chamadas de *regras lingüísticas*, combinadas por operadores nebulosos, inferimos um conjunto nebuloso, do qual podemos extrair um valor preciso que vem a ser o resultado da análise. No presente trabalho, esta técnica será aplicada no processo de avaliação em massa de imóveis através desse conceito.

Na matemática clássica, um conjunto é definido como uma coleção de elementos distintos ou objetos que pode ser finita ou não. Tal conjunto pode ser descrito de várias maneiras, como, por exemplo, enumerando cada um de seus elementos ( $A = \{1,2,3,4\}$ ), ou então, a partir de uma condição de pertinência ( $A = \{x \in \mathbf{N} \mid x < 5\}$ ).

Ao usar a descrição a partir de uma condição de pertinência, se um elemento  $x$  causar a avaliação dessa condição como verdadeira, então ele pertence ao conjunto; se a avaliação for falsa, então ele não fará parte do conjunto. Para caracterizar o valor-verdade da condição de pertinência, pode-se empregar uma função que retorna **1**, se essa condição for verdadeira, e **0** em caso contrário.

Na teoria dos conjuntos nebulosos (ZIMMERMANN 1985), a função de pertinência não retorna apenas os valores **0** ou **1**, mas qualquer outro valor do intervalo **[0,1]**, o que significa que pode haver vários *graus de pertinência*. Olhando a definição dos conjuntos nebulosos, eles podem ser vistos como um conjunto de pares formados pelos elementos do conjunto nebuloso juntamente com seus graus de pertinência. Desta forma, o conjunto nebuloso  $\tilde{A}$  dos números naturais mais próximos de 4 pode assumir a seguinte notação:

$$\tilde{A} = \{(1,0.3), (2,0.6), (3,0.8), (4,1.0), (5,0.8), \dots\} \quad (\text{II.9})$$

Como se observa, **4** é o número mais próximo de **4**, logo ele recebe o grau de pertinência **1.0**, enquanto os outros números que se afastam de **4** vão recebendo graus de menor valor. Outra forma de se representar um conjunto nebuloso é usando-se a notação abaixo:

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in X\} \quad (\text{II.10})$$

Onde o termo  $\mu_{\tilde{A}}$  é a função de pertinência que estabelece o grau de pertinência de cada elemento do conjunto nebuloso. Quando  $\mu_{\tilde{A}}$  possui apenas os dois pontos **0** e **1**,  $\tilde{A}$  não pode ser considerado um conjunto nebuloso, sendo normalmente chamado de conjunto *crisp* (clássico ou preciso). A função de pertinência que descreve explicitamente graus de pertinência dos elementos do conjunto do exemplo acima, pode ser fornecida analiticamente como é apresentado a seguir.

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid \mu_{\tilde{A}}(x) = (1 + (x - 4)^2)^{-1}\} \quad (\text{II.11})$$

A Teoria dos Conjuntos Nebulosos tem vários sub-ramos, entre eles, a Aritmética Nebulosa, a Programação Matemática Nebulosa, a Teoria de Grafos Nebulosos e a Lógica Nebulosa. É comum empregar o termo Lógica Nebulosa tanto no seu sentido mais restrito, referindo-se à lógica do raciocínio aproximado, como num sentido mais amplo, praticamente como sinônimo da própria Teoria dos Conjuntos Nebulosos (ZADEH 1965).

A Lógica Nebulosa é uma aplicação da teoria dos conjuntos nebulosos. Dentro do estudo da Lógica Nebulosa e do raciocínio nebulosos, é bastante utilizado um objeto conhecido como *variável lingüística*, também chamada de variável de ordem mais alta. Essas variáveis não possuem números como valores, mas termos ou sentenças de uma linguagem natural ou artificial.

Uma variável lingüística é definida por uma quintupla  $(x, T(x), U, G, \tilde{M})$  onde:

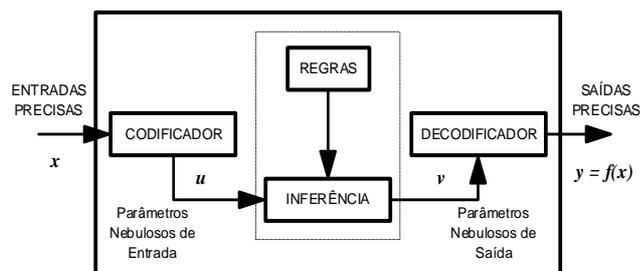
- $x$  é o nome da variável;
- $T(x)$  denota o conjunto de termos de  $x$ , isto é, o conjunto de nomes dos *termos lingüísticos* de  $x$  com cada termo sendo um conjunto nebuloso;
- $U$  é o universo de discurso dos conjuntos nebulosos que formam os termos de  $T(x)$ , isto é, o intervalo entre os valores mínimo e máximo que a variável lingüística pode assumir;

- $G$  é a regra sintática, que usualmente tem a forma de uma gramática, para gerar os nomes dos valores lingüísticos;
- $\tilde{M}(X)$  é a regra semântica que atribui um significado ao termo  $X$  do conjunto  $T(x)$ , ou seja,  $\tilde{M}(X)$  é um subconjunto nebuloso de  $U$ .

Como exemplo, pode-se citar a variável lingüística com rótulo  $x=velocidade$ , com conjunto de termos  $T(velocidade) = \{Muito Lenta, Lenta, Rápida, Muito Rápida\}$ , universo de discurso  $U=[10Km/h,120Km/h]$  e um dos valores  $\tilde{M}(X)$  como mostrado abaixo.

$$\tilde{M}(lenta) = \{(u, \mu_{lenta}(u)) \mid u \in [10Km/h, 120Km/h]\} \quad (II.12)$$

A Lógica Nebulosa normalmente é empregada na construção dos chamados Sistemas de Lógica Nebulosa (MENDEL 1995), representados pela Figura II.8. Nesses sistemas, são fornecidas entradas precisas para um módulo *codificador*, que, por sua vez, fornece os **graus de pertinência** dos elementos dos conjuntos nebulosos para um máquina de inferência, o qual processa a aplicação de uma regra do tipo *SE-ENTÃO*, constituída de proposições, envolvendo termos de variáveis lingüísticas. Após o processamento de uma regra, o valor nebuloso, obtido como resposta da inferência, é *decodificado*, obtendo-se, dessa forma, a saída precisa do sistema.



**Figura II.8** Sistema de Lógica Nebulosa.

O *codificador* mapeia um valor preciso (*crisp*)  $x \in X$  para um conjunto nebuloso  $\tilde{A}$  em  $X$ . Uma entrada precisa pode ser *codificada*, seguindo o método *singleton*, trapezoidal, triangular ou gaussiano. O método mais usado é o *singleton* que nada mais é do que criar o conjunto nebuloso  $\tilde{A}$  com sua função de pertinência assumindo valor **1** no ponto de  $X$  em que o parâmetro tem a sua definição e, nos demais pontos, o valor da pertinência seria **0**.

A *decodificação* pode ser feita, por exemplo, através do valor máximo, da média de valores máximos ou por meio do cálculo do centróide (MENDEL 1995). O método do centróide, baseia-se no cálculo do centro de gravidade conforme a expressão mostrada abaixo.

$$\bar{x} = \frac{\int_S x \mu_{\bar{A}}(x) dx}{\int_S \mu_{\bar{A}}(x) dx} \quad (\text{II.13})$$

Na expressão (II.13),  $\bar{x}$  é o valor *decodificado* de um dado parâmetro que corresponde ao centro de gravidade (centróide) do conjunto nebuloso com função de pertinência  $\mu_{\bar{A}}(x)$  e suporte  $S$ .

O procedimento descrito acima pode ser utilizado como um método de avaliação de imóveis no qual as características descritivas de um determinado imóvel sirvam para estimar seu valor final, através de proposições lógicas (ou *regras lingüísticas*). Um exemplo de uma dessas proposições, pode ser.

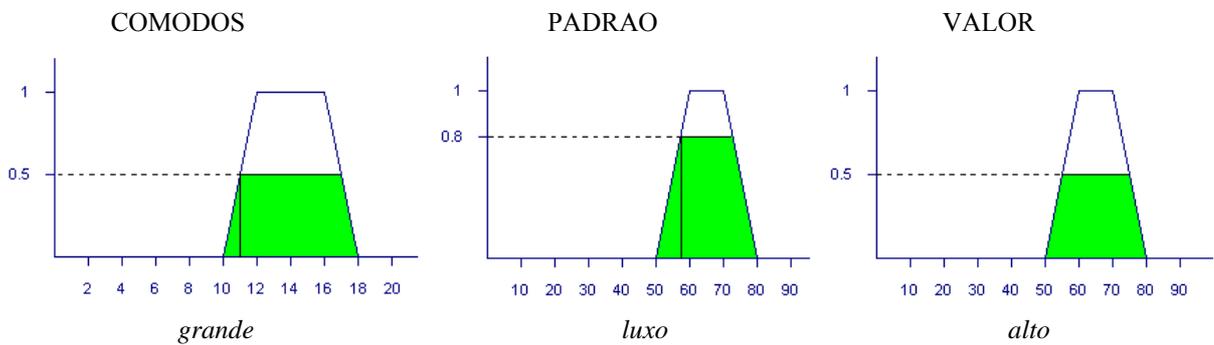
Se o apartamento é **GRANDE** e de **LUXO**, então seu preço é **ALTO** (I)

Essa sentença é uma proposição composta por dois *antecedentes*, que são os termos **GRANDE** e **LUXO**, e um *conseqüente*, que é o termo **ALTO**. Esses termos são chamados de *termos lingüísticos*, ou *termos das regras*. Em um sistema de lógica nebulosa, esses termos são valores possíveis para as variáveis lingüísticas **tamanho**, **padrão** e **preço**, por exemplo, que são atributos qualificativos dos imóveis.

Quando se utiliza esse procedimento para a valorização de um imóvel, características como número de cômodos, idade, estado de conservação, entre outros, são avaliadas de modo a se inferir os graus de pertinência dessas características frente aos conjuntos nebulosos definidos pelas **funções de pertinência** dos termos lingüísticos do sistema de lógica nebulosa. Em outras palavras, se um imóvel possui 8 cômodos (3 quartos + 1 sala + 2 banheiros + 1 cozinha + 1 área + 1 quarto e + 1 banheiro de empregados) ele pode ser considerado **GRANDE** ou **MUITO\_GRANDE**. A avaliação do número de cômodos para esses termos é feita pela máquina de inferência *fuzzy* e a essa operação se dá o nome de codificação, ou *fuzzyficação*.

Na operação de *codificação* das variáveis de entrada, os graus de pertinência alcançados são avaliados pelo **Mínimo** (método de Mandani); resultando em um conjunto

nebuloso cuja função de pertinência é a mesma função dos **conseqüentes** das regras de inferência, só que truncadas na altura do menor dos graus de pertinência, como mostrado na Figura II.9.



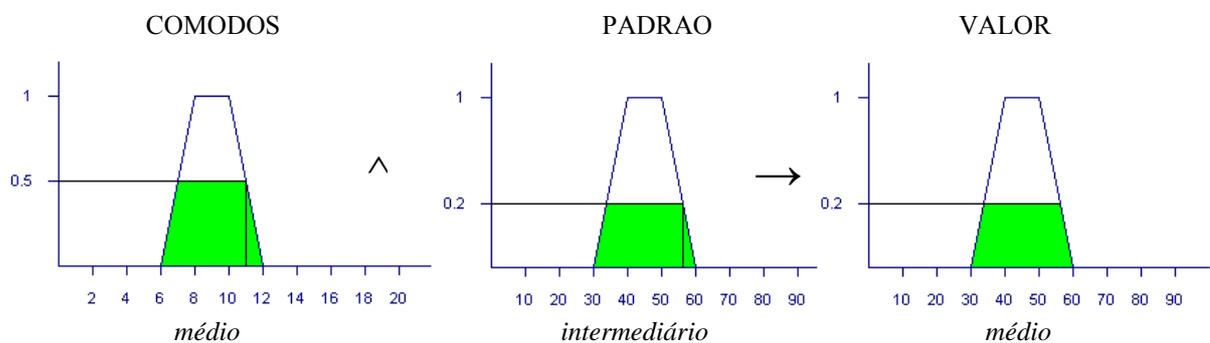
**Figura II.9:** Funções de pertinência dos termos *grande*, *luxo* e *alto* das variáveis *comodos*, *padrao* e *valor*, respectivamente.

Este exemplo mostra a avaliação da regra lingüística (I) mostrada acima, frente a um apartamento provido de 11 cômodos, com um padrão de acabamento 58 (de acordo com a metodologia da planta de valores da cidade de Palmas, já discutida). O resultado da inferência desta regra é um conjunto nebuloso descrito pela função de pertinência do termo *alto* (da variável *valor*), truncada pelo menor grau de pertinência, igual a 0.5.

Por outro lado, se o mesmo apartamento for analisado pela regra de inferência abaixo:

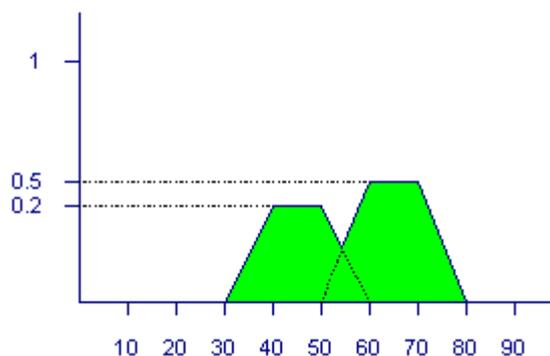
Se o apartamento é **MÉDIO** e de padrão **MEDIANO**, então seu valor é **MÉDIO** (II)

O conjunto nebuloso resultante será o mostrado pela Figura II.10.



**Figura II.10:** Funções de pertinência dos termos *médio*, *intermediário* e *médio* das variáveis *comodos*, *padrao* e *valor*, respectivamente.

O resultado final da operação de *fuzzyficação* do apartamento do exemplo acima, pelas duas regras lingüísticas descritas, é o conjunto nebuloso da variável *valor* mostrado na Figura II.11. Esse conjunto possui como função de pertinência, o gráfico resultante da **soma** dos gráficos obtidos pela inferência das duas regras. O próximo passo a seguir após a *fuzzyficação* dos atributos dos imóveis (que vai produzir um conjunto nebuloso) é a operação oposta, ou seja, a *desfuzzyficação* do conjunto nebuloso resultante para se obter um valor *crisp*, ou preciso; o que é feito pelo método do *centróide*.



**Figura II.11:** Conjunto nebuloso resultante da *fuzzyficação* do apartamento

## II.6 – COMENTÁRIOS

Nesse capítulo foi dada uma visão panorâmica a respeito dos conceitos utilizados para dar embasamento à metodologia desenvolvida nesta dissertação.

No capítulo seguinte, será apresentado a maneira como esses conceitos foram utilizados para a produção das **superfícies de valor** e como foi modelado um sistema de lógica nebulosa que tem por finalidade executar a homogeneização de uma amostra de apartamentos postos à venda com vistas a uma avaliação coletiva de imóveis.

## **CAPÍTULO III — MODELAGEM DO SISTEMA**

### **III.1 – INTRODUÇÃO**

Neste capítulo serão mostradas as etapas a serem percorridas para a produção das Superfícies de Valor mencionadas no primeiro capítulo. Elas são, na realidade, mapas digitais da cidade onde os valores unitários dos imóveis são plotados de forma a comporem uma coordenada espacial de relevo, tornando-se visíveis para administradores e auxiliando no planejamento e em tomadas de decisão.

As superfícies de valor são geradas por um sistema de informações geográficas após o processamento dos dados cadastrais de imóveis urbanos, feito pelo Sistema de Lógica Nebulosa (SLN) proposto, que efetuará a inferência dos valores relativos desses imóveis.

Serão discutidos os aspectos lógicos do funcionamento do SLN no processamento dos dados da amostra, bem como serão apresentados os insumos utilizados pelo sistema, como mapas digitais e bancos de dados.

### **III.2 – BASE DE DADOS**

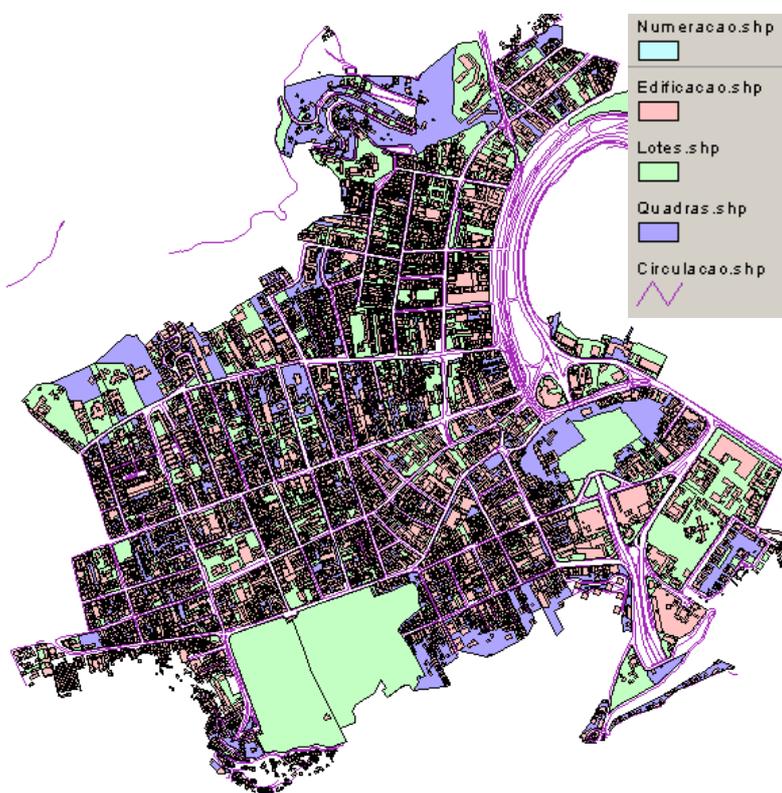
Para efeito do presente trabalho, foi feito um levantamento das ofertas de venda de apartamentos no bairro de Botafogo, em pesquisa feita ao site "[www.planetaimovel.com](http://www.planetaimovel.com)", entre os dias 27 de março e 17 de abril do ano corrente, onde se obteve as informações descritivas dos imóveis. Em seguida, tais informações foram inseridas no banco de dados do sistema de informações geográficas onde esses imóveis já se encontram cadastrados e mapeados em uma base cadastral digital.

A base cadastral utilizada é formada por mapas digitais de logradouros, terrenos, edificações e números de porta, do bairro de Botafogo (Zona Sul do Rio de Janeiro), produzidos pelo Instituto Pereira Passos (IPP) da Prefeitura do Rio de Janeiro. Os mapas utilizados correspondem aos seguintes níveis de informação:

1. Logradouros existentes na área de estudo; representados por linhas.
2. Terrenos vazios (lotes); representados por polígonos.
3. Imóveis edificadas (casas e edifícios) na região; representados por polígonos.
4. Números de porta das edificações; representados por polígonos.

5. Uma rede de triângulos irregulares, gerada a partir da associação gerado a partir da associação dos preços de oferta dos imóveis da área com seus números de porta.
6. Redes de triângulos irregulares de preços homogêneos, obtidos com a utilização da lógica nebulosa

Esses mapas (Figura III.1) encontram-se disponíveis no formato *shape*, nativo do *software* de geoprocessamento ArcView v 3.2 da ESRI (*Envinromental Software Research Institute*); sendo que os quatro primeiros níveis de informação relacionados acima correspondem aos *shapes* **Circulacao.shp**, **Lotes.shp**, **Edificacao.shp** e **Numeracao.shp**, respectivamente. Para sua utilização neste trabalho, eles foram convertidos para uma versão mais recente (8.2).



**Figura III.1:** Mapa de Botafogo composto pelos níveis de informação (*shape*) logradouros, quadras, lotes, edificações e numeração.

O mapa digital (ou *shape*) que foi utilizado para o georeferenciamento dos valores de mercado, é aquele denominado *Numeracao*. Essa escolha deveu-se ao fato de que, pela metodologia cadastral adotada pelo IPP, é no campo *Chave* da tabela de atributos desse *shape* (Tabela III.1) que se encontra relacionada a chave de identificação das edificações e não no próprio *shape* Edificacao, como se poderia supor. Os registros desse campo (*Chave*) são

formados por uma cadeia de caracteres numéricos, resultante da concatenação dos códigos de logradouros com os números de porta das edificações; o que permite localizar as feições existentes no mapa digital de acordo com os endereços das edificações amostradas. Essa chave é a utilizada para fazer a ligação (*join*) com a tabela de atributos dos apartamentos, como será visto a seguir.

**Tabela III.1:** Alguns registros da tabela de atributos do *shape* Numeracao. A chave primária desta tabela é o campo Numeroporta#.

| <i>Shape</i> | <i>Numeroporta#</i> | <i>Id</i> | <i>Chave</i> | <i>Cod_nivel</i> |
|--------------|---------------------|-----------|--------------|------------------|
| Polygon      | 1                   | 4633      | 00144600049  | 324              |
| Polygon      | 2                   | 4634      | 00144600050  | 324              |
| Polygon      | 3                   | 4635      | 00144600059  | 324              |
| Polygon      | 4                   | 4636      | 00144600060  | 324              |
| Polygon      | 5                   | 4637      | 00144600069  | 324              |
| Polygon      | 6                   | 4638      | 00144600070  | 324              |
| Polygon      | 7                   | 4639      | 00144600079  | 324              |
| Polygon      | 8                   | 4640      | 00144600080  | 324              |

Os atributos dos apartamentos pesquisados foram armazenados em uma tabela de banco de dados (Tabela 1 – Apêndice A), produzido com o uso do *software* Access da Microsoft®. Ela possui os seguintes campos:

- **Chave-** É a chave primária desta tabela.
- **Codigo-** É um código arbitrário adotado pelas imobiliárias para identificar o apartamento.
- **Logradouro-** É o código do logradouro (estabelecido pela prefeitura do Rio de Janeiro) onde se localiza o imóvel.
- **Endereco-** É o nome do logradouro sem tipologia (rua, avenida, praça etc.).
- **Numero-** Número de porta do edifício onde se encontra o apartamento.
- **Preço-** Preço do apartamento em reais (R\$).
- **Area-** Área útil do apartamento.
- **Precom2-** Preço por metro quadrado do imóvel (**Preço / Area**).
- **IndiceVf-** Índice de valorização calculado pelo sistema de lógica nebulosa.
- **Pf-** É o preço final homogeneizado do apartamento.

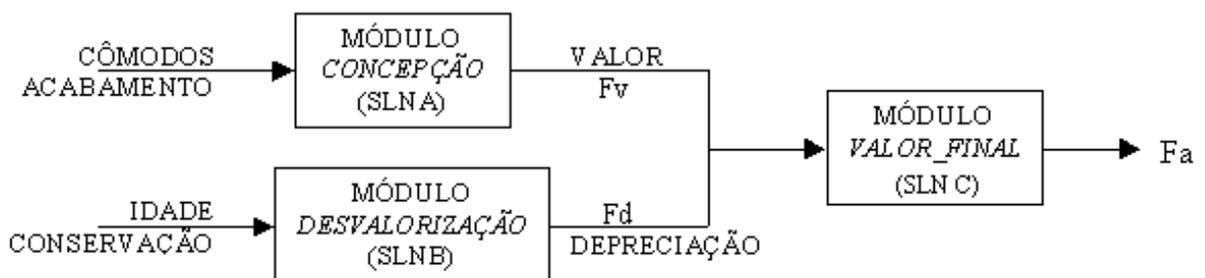
Com relação aos fatores (variáveis) que podem influenciar na composição de preços de apartamentos e que são normalmente divulgadas como parâmetros de valorização, por parte das imobiliárias, podemos destacar:

1. Número de cômodos;
2. Padrão construtivo;
3. Idade do apartamento;
4. Estado de conservação;

Esses fatores correspondem às variáveis lingüísticas *comodos*, *acabamento*, *idade* e *estado*, respectivamente, do Sistema de Lógica Nebulosa (SLN). Essas variáveis serão definidas na próxima seção.

### III.3 – SISTEMA DE LÓGICA NEBULOSA

O sistema de lógica nebulosa (SLN) foi desenvolvido com o uso da ferramenta Delphi 5® da Borland. Ele é composto por três módulos de inferência que funcionam independentemente, cada um deles possuindo seu próprio conjunto de regras de inferência e seu próprio conjunto de variáveis lingüísticas; porém, integrados de tal maneira que os dados de saída dos dois primeiros (SLNA e SLNB) correspondem aos dados de entrada do último (SLNC) conforme é mostrado no esquema abaixo (Figura III.2). O objetivo de subdividir o sistema em módulos foi o de simular a questão da valorização dos imóveis partindo-se da percepção de que um imóvel possui um valor intrínseco e que este valor é reduzido, ou influenciado, pela sua desvalorização. Desta forma, o módulo que modela os fatores de valorização intrínseca dos imóveis foi denominado *Concepção* e aquele que modela os fatores de depreciação foi denominado *Desvalorização*. O processamento das saídas desses dois módulos, pelo módulo *Valor\_Final*, fornece o “Fator de Valorização Final”, que é o fator utilizado na homogeneização da amostra levantada.



**Figura III.2:** Esquema do Sistema de Lógica Nebulosa(SLN).

Os módulos mencionados acima possuem a seguinte descrição:

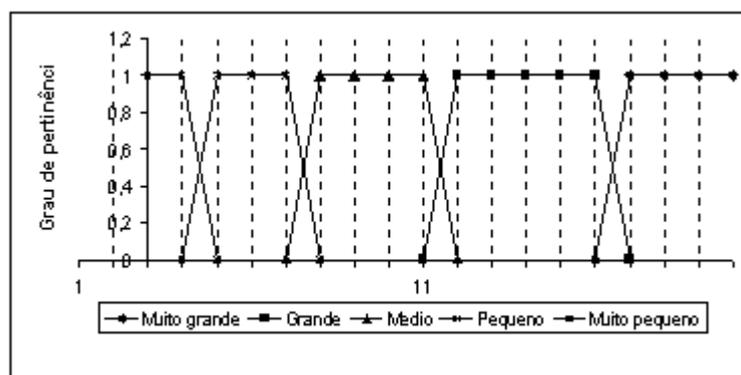
1. **Concepção**: Suas variáveis de entrada são denominadas **numero\_de\_comodos**, que corresponde ao número total de cômodos do imóvel e **acabamento**, que corresponde ao padrão construtivo do imóvel. Sua saída é dada pela variável **valor**;
2. **Desvalorização**: Suas variáveis de entrada são **idade**, contada em anos a partir da concessão do *habite-se* e **conservacao**, que quantifica o estado geral de conservação do imóvel. Sua variável de saída é dada pela variável **depreciacao** e
3. **Valor\_Final**: Suas variáveis de entrada são as variáveis **valor** e **depreciacao** e a variável de saída é denominada **valor\_final**.

As variáveis do sistema são descritas a seguir:

### III.3.1 – VARIÁVEIS DO SISTEMA

#### III.3.1.1 – Variável lingüística *numero\_de\_comodos*

O universo de discurso desta variável é um conjunto de inteiros positivos com valor máximo em 30. Os termos desta variável lingüística são definidos como: ***muito\_pequeno***, ***pequeno***, ***médio***, ***grande*** e ***muito\_grande***. As funções de pertinência para cada um desses termos são apresentadas a seguir:

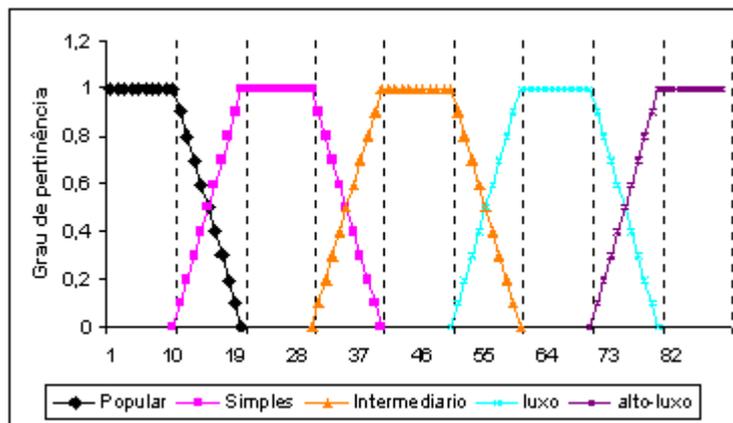


**Figura III.3:** Funções de pertinência dos termos da variável *comodos*.

#### III.3.1.2 – Variável lingüística *acabamento*

O universo de discurso desta variável é um conjunto de valores inteiros na faixa de 1 a 90. Tomando-se como base a metodologia da cidade de Palmas, que atribui “pontos” para os diversos tipos de acabamento (alvenarias, revestimentos, esquadrias etc.- Anexo B, Tabelas 8 a 18). Os termos desta variável lingüística serão definidos como: ***popular***, ***simples***, ***mediano***,

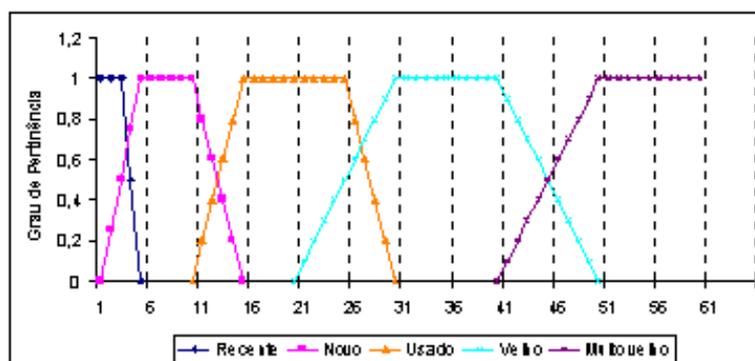
*luxo* e *alto\_luxo*. As funções de pertinência para cada um desses termos são apresentadas a seguir:



**Figura III.4:** Funções de pertinência dos termos da variável *acabamento*

### III.3.1.3 – Variável lingüística *idade*

O universo de discurso desta variável é um conjunto de inteiros não negativos com valor máximo em 100 anos. É sabido que um imóvel pode ter uma idade superior a 100 anos, porém para o escopo de nosso estudo, será levado em conta tal limite máximo, baseado no contexto do Município do Rio de Janeiro em que imóveis com uma idade muito avançada passa a gozar de isenções tributárias. Os termos desta variável lingüística seriam definidos como: *recente*, *novo*, *usado*, *velho* e *muito\_velho*. As funções de pertinência para cada um desses termos são apresentadas a seguir:



**Figura III.5:** Funções de pertinência dos termos da variável *idade*

### III.3.1.4 – Variável lingüística *conservação*

O universo de discurso desta variável é um conjunto de valores inteiros na faixa de 1 a 9. Os termos desta variável lingüística seriam definidos como: *ótima*, *boa*, *regular*, *má* e *péssimo*; adaptado da classificação de Heidecke (*apud* DANTAS 1998), que define estas variáveis da seguinte maneira:

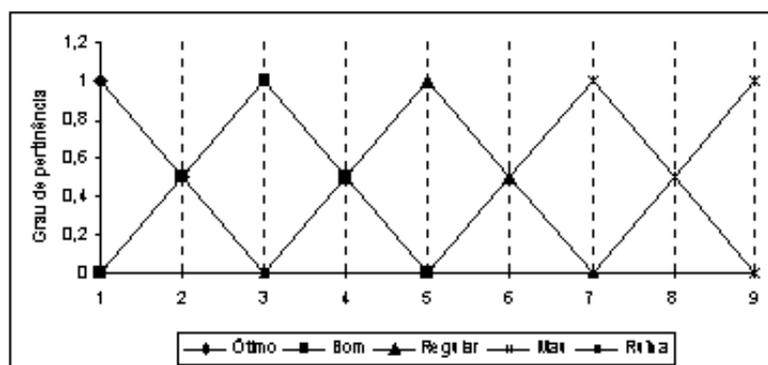
- **Ótima:** Não sofreu nem necessita reparos (1).
- **Boa:** Requer apenas pequenos reparos (3).
- **Regular:** Requer reparações simples (5).
- **Má:** Requer reparos importantes em até 50% da área útil do imóvel (7).
- **Péssima:** Requer reparos importantes em mais de 50% da área útil do imóvel (9).

Para melhor definirmos a extensão das possíveis reparações a serem efetuadas, adotaremos os seguintes critérios; baseados igualmente na metodologia da cidade de Palmas, adotada para a caracterização dos imóveis:

- **Reparos pequenos:** São aqueles que devem ser feitos apenas no acabamento interno (pintura) ou nas instalações elétricas ou hidro-sanitárias que não requeiram demolição.
- **Reparos simples:** São aqueles que devem ser feitos no revestimento (reboco) ou esquadrias.
- **Reparos importantes:** São aqueles que devem ser feitos quando pisos, forros ou alvenarias encontram-se comprometidos, ou quando requerem demolição para serem feitos nas instalações hidro-sanitárias (existência de vazamentos ou infiltrações).

Como não é possível definir um único estado de conservação para toda uma edificação, tornamos possível adotar-se valores intermediários que descrevam de forma mais próxima da realidade o seu estado geral.

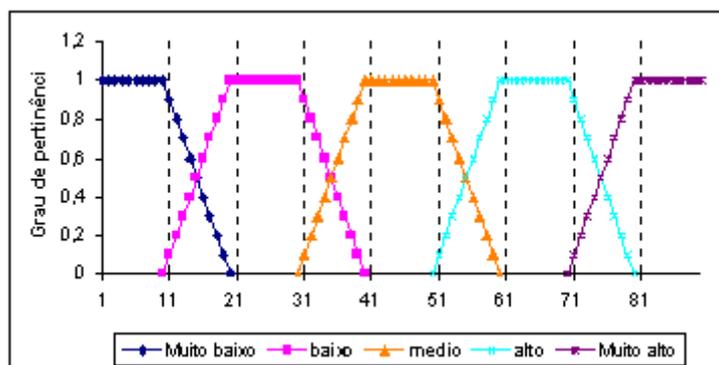
As funções de pertinência para cada um desses termos são apresentadas a seguir:



**Figura III.6:** Funções de pertinência dos termos da variável *conservação*

### III.3.1.5 – Variável Lingüística *valor*

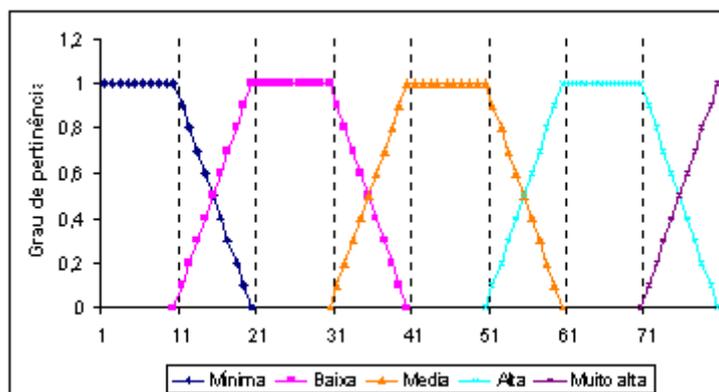
O universo de discurso desta variável é um conjunto de valores inteiros não-negativos no intervalo de 10 a 90. Os termos desta variável lingüística serão definidos como: *muito\_alto*, *alto*, *médio*, *baixo* e *muito\_baixo*. As funções de pertinência para cada um destes termos são apresentadas a seguir:



**Figura III.7:** Funções de pertinência dos termos da variável *valor*

### III.3.1.6 – Variável Lingüística *depreciação*

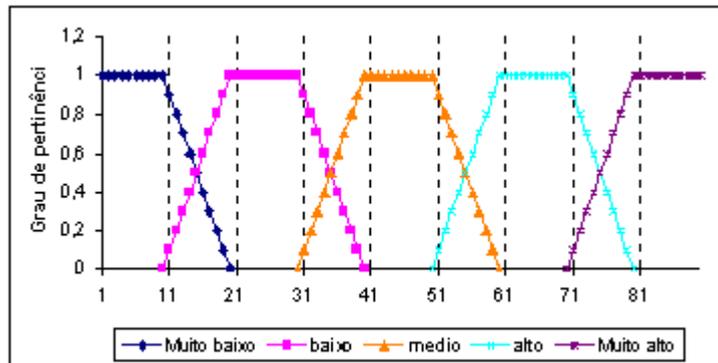
O universo de discurso desta variável é um conjunto de valores inteiros não-negativos no intervalo de 10 a 80. Os termos desta variável lingüística serão definidos como: *mínima*, *baixa*, *média*, *alta* e *muito\_alta*. As funções de pertinência para cada um destes termos são apresentadas a seguir:



**Figura III 8:** Funções de pertinência dos termos da variável *depreciacao*.

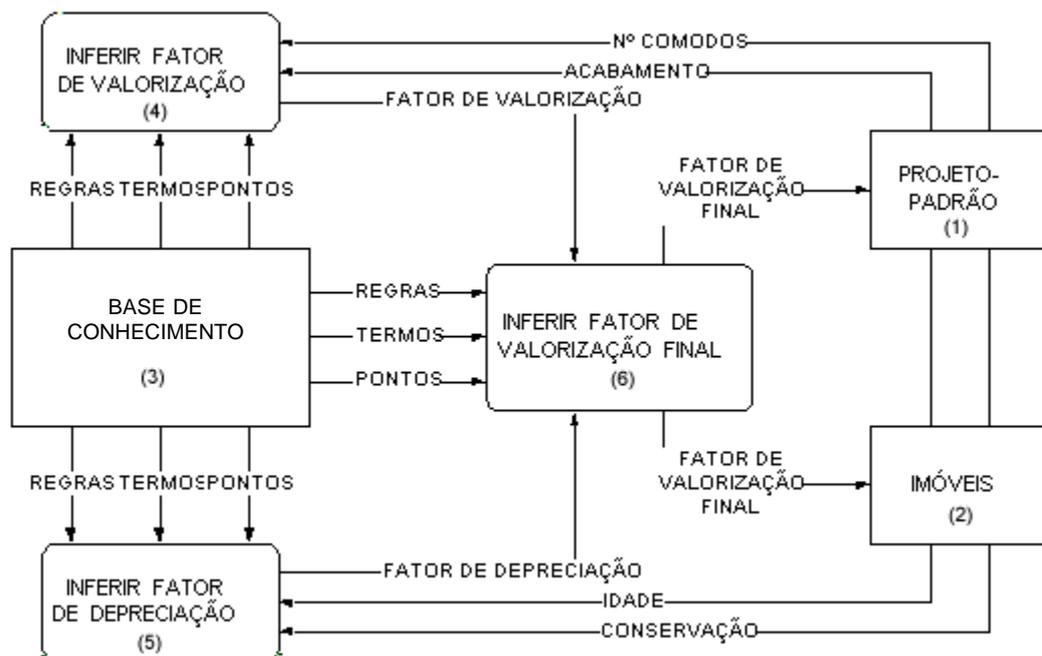
### III.3.1.7 – Variável Lingüística *valor\_final*

O universo de discurso desta variável é um conjunto de valores inteiros não-negativos no intervalo de 10 a 90. Os termos desta variável lingüística serão definidos como *muito\_alto*, *alto*, *médio*, *baixo* e *muito\_baixo*. As funções de pertinência para cada um destes termos são apresentadas a seguir:



**Figura III 9:** Funções de pertinência dos termos da variável *valor\_final*.

### III.3.2. DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS



**Figura III.10:** Diagrama de fluxo de dados do Sistema de Lógica Nebulosa

No esquema acima, pode-se ver duas tabelas denominadas Projeto-padrão (1) e Imóveis (2). Elas são destinadas ao armazenamento dos atributos descritivos dos imóveis levantados e do **projeto-padrão**. Esses atributos, que são o número de cômodos, o padrão

construtivo, a idade e o estado de conservação; são passados aos processos de inferência pelas variáveis *número\_de\_comodos*, *acabamento*, *idade* e *conservacao*, e são chamadas de variáveis de *entrada* do sistema. A Base de Conhecimento (3) vem a ser um banco de dados simplificado que armazena, em suas tabelas, os parâmetros utilizados pelos processos de inferência do sistema nas operações de *fuzzyficação* e *desfuzzyficação* das variáveis de entrada e saída. Esses parâmetros são passados aos processos *Inferir Fator de Valorização* (4), *Inferir Fator de Depreciação* (5) e *Inferir Fator de Valorização Final* (6) através das variáveis *regras*, *termos* e *pontos*.

A operação de *fuzzyficação* é executada através da avaliação das variáveis de entrada frente a um conjunto de 25 **regras de inferência**, diferentes para cada um desses processos. Abaixo, um exemplo de uma dessas regras:

*Se o imóvel é **GRANDE** e de **LUXO**, então seu valor é **MUITO\_ALTO*** (I)

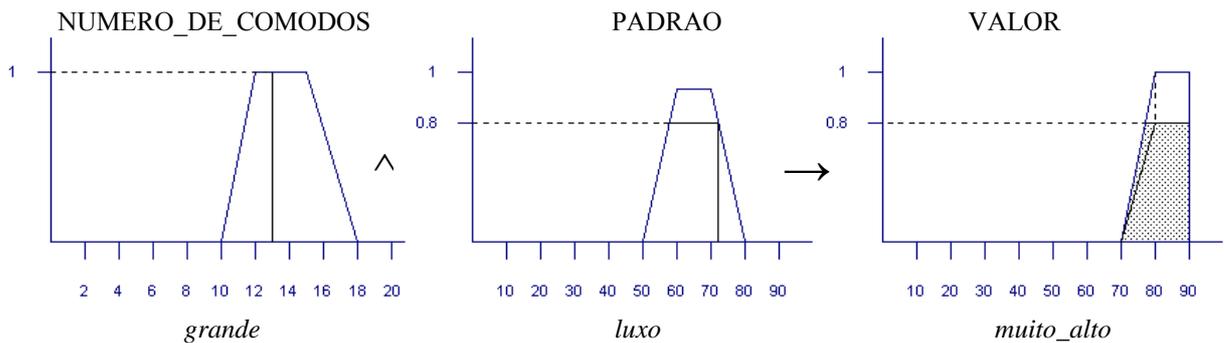
Nesse exemplo, os antecedentes **GRANDE** e **LUXO** são termos pertencentes às variáveis lingüísticas *numero\_de\_comodos* e *acabamento*, enquanto que o conseqüente **MUITO\_ALTO** é um termo pertencente à variável lingüística *valor*.

Os processos “Inferir Fator de Valorização”, “Inferir Fator de Depreciação” e “Inferir Fator de Valorização Final” correspondem aos módulos do Sistema de Lógica Nebulosa *Concepção*, *Desvalorização* e *Valor\_Final* discutidos acima. Eles são formados por um conjunto de instruções codificadas em *Pascal* visando fornecer, como resultado, os fatores denominados de *Fator de Valorização*, *Fator de Depreciação* e *Fator de Valorização-final*. Os dois primeiros processos de inferência, (1) e (2), executam em uma etapa inicial, as variáveis de entrada *numero\_de\_comodos*, *acabamento*, *idade* e *conservacao* referentes ao projeto-padrão que encontram-se armazenadas em uma tabela de banco de dados Projeto-padrão. As variáveis *comodos* e *acabamento* são processadas pelo módulo *Concepção*, resultando na variável *valor*; enquanto que as variáveis *idade* e *conservacao* são processadas pelo módulo *Desvalorização*, resultando na variável *depreciação*.

Em seguida, os fatores resultantes desses processamentos são enviados (agora como variáveis de entrada) ao processo (3); o qual retorna à tabela “Projeto-Padrão” (Tabela III.2), o Fator de Valorização Final (**Fp**) referente ao projeto-padrão. Em uma etapa posterior, os mesmos procedimentos são executados para cada um dos registros pertencentes à tabela de imóveis amostrados (Tabela III.2), os quais também possuem como atributos as variáveis de entrada mencionadas acima. Após o processamento dos registros dessa tabela, eles passam a

possuir como um de seus atributos um fator de valorização **Fa** análogo ao Fp, os quais serão utilizados na homogeneização das amostras como será visto adiante.

Uma diferença fundamental que deve ser observada na presente metodologia, é que a função de pertinência do termo *conseqüente* é **rebaixada** (ao invés de **truncada**) pelo menor grau de pertinência dos antecedentes, no processo de *fuzzyficação* das variáveis de entrada, como pode ser visto na figura abaixo (Figura III.11). Se a função de pertinência do conseqüente fosse **truncada**, ela seria definida pela área sombreada da figura.



**Figura III.11:** Funções de pertinência dos termos *grande*, *luxo* e *muito\_alto* das variáveis *numero\_de\_comodos*, *padrao* e *valor*, respectivamente.

Outra adaptação utilizada neste trabalho, refere-se ao processo de *desfuzzyficação*. Nele, o cálculo do centróide foi modificado de modo que ele seja calculado em cada um dos gráficos dos conseqüentes das regras lingüísticas do sistema. Ao final, é efetuada a **média ponderada** entre as abscissas dos centróides desses gráficos e a área total acumulada dos gráficos das 25 regras de inferência de cada um dos módulos do sistema de lógica nebulosa.

$$F = \frac{\sum_{25}^1 \left( \int x f(x) dx \right)}{\sum_{25}^1 \left( \int f(x) dx \right)} \quad (\text{III.1})$$

### III.3.3- MODELO ENTIDADE-RELACIONAL

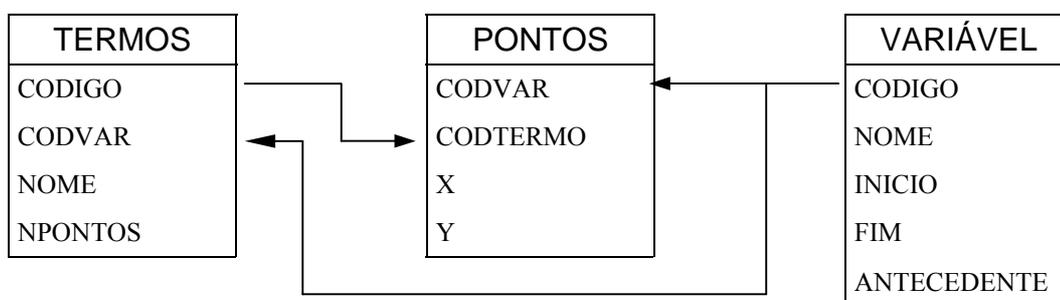
O banco de dados do Sistema de Lógica Nebulosa é composto de seis tabelas a saber:

1. SLNA: Responsável pelo armazenamento das regras lingüísticas referentes ao módulo *Concepção*;

2. SLNB: Responsável pelo armazenamento das regras lingüísticas referentes ao módulo *Desvalorização*;
3. SLNC: Responsável pelo armazenamento das regras lingüísticas referentes ao módulo *Valor\_final*;
4. Variável: É a tabela que guarda os parâmetros que definem as variáveis lingüísticas, como nome, intervalo do universo de discurso e se ela é um antecedente ou um conseqüente das regras de inferência;
5. Termos: Ela guarda os termos de cada variável lingüística, juntamente com o número de pontos de inflexão das funções de pertinência desses termos;
6. Quebra: Esta tabela guarda as coordenadas cartesianas do pontos de inflexão das funções de pertinência dos termos das regras.

Os termos das regras lingüísticas dos módulos do sistema são armazenados nas tabelas SLNA, SLNB e SLNC em três campos de texto onde se encontram os dois antecedentes e o conseqüente das regras lingüísticas. Essas tabelas direcionam todo o processamento das variáveis provenientes do banco de dados de imóveis e do projeto-padrão.

Nas outras tabelas (*termos*, *pontos* e *variavel* – Figura III.12) encontram-se relacionados os dados complementares necessários ao processo de inferência dos fatores de valorização dos imóveis da amostra.



**Figura III.12:** Tabelas de dados complementares do SLN

A tabela *Variavel* armazena os dados que definem as variáveis lingüísticas do sistema e é composta pelos seguintes campos:

- a) CODIGO: É a chave primária da tabela.
- b) NOME: É o nome das variáveis de todos os módulos do sistema.
- c) INICIO: É o menor valor do universo de discurso de cada variável do sistema.
- d) FIM: É o valor final do universo de discurso de cada variável do sistema.

e) ANTECEDENTE: É um campo lógico que sinaliza se a variável em questão faz parte dos antecedentes ou é um conseqüente das regras lingüísticas.

A tabela *Termos* armazena os dados que definem termos de todas as variáveis lingüísticas do sistema e é composta pelos seguintes campos:

- a) CODIGO: É a chave primária da tabela.
- b) CODVAR: É a chave estrangeira da tabela *Variavel*.
- c) NOME: É o nome de todos os termos das variáveis lingüísticas do sistema.
- d) NPONTOS: É o número de “pontos de quebra” (ou de inflexão) das funções de pertinência dos termos das regras do sistema.

A tabela *Pontos* armazena os dados que definem as funções de pertinência dos termos das variáveis lingüísticas do sistema e é composta pelos seguintes campos:

- a) CODVAR: É a chave estrangeira da tabela *Variavel*.
- b) CODVAR: É a chave estrangeira da tabela *Termos*.
- c) X e Y: São as coordenadas cartesianas dos pontos de inflexão dos seguimentos de reta das funções de pertinência (trapezoidais e triangulares) dos termos das regras do sistema.

Os campos CODVAR e CODTERMOS formam a chave primária dessa tabela.

#### III.4. HOMOGENEIZAÇÃO DE VALORES

O objetivo do sistema proposto não é o de inferir diretamente o valor venal de um determinado imóvel, mas sim, homogeneizar uma amostra de imóveis levantada no mercado imobiliário, de modo que eles sejam convertidos a um projeto-padrão, definido pela NBR 12721 com o código **H4/2N**.

Este projeto corresponde ao de um apartamento de dois quartos e de padrão construtivo "*normal*" (**2N**), construído em um prédio de quatro pavimentos (**H4**). Para efeito da metodologia proposta deu-se preferência a usar um número total de cômodos igual a 6 (2 quartos, 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 1 área de serviço). As características descritivas do projeto-padrão encontram-se discriminadas na tabela seguinte:

**Tabela III.1:** Tabela dos atributos do projeto-padrão utilizado na homogeneização da amostra

| Código | Cômodos | Acabamento | Idade | Conservação | Fp |
|--------|---------|------------|-------|-------------|----|
| H4/2N  | 6       | 57         | 5     | 3           | 63 |

Os valores expressos para **acabamento** e **conservação**, nessa tabela, correspondem a um padrão construtivo *intermediário* e a um estado de conservação considerado *bom*. O valor do campo Fp (Fator de Valorização Final) é o resultado final fornecido pelo SLN, após o processamento dos atributos do projeto-padrão. Este é o fator que será utilizado na homogeneização da amostra de imóveis; que será descrita a seguir.

Com este procedimento, espera-se que os valores obtidos para os imóveis simulem uma situação hipotética em que todos esses imóveis sejam idênticos. Para tanto, o SLN recebe como entrada para o *codificador*, valores precisos de características intrínsecas dos imóveis como número de cômodos, idade etc. O SLN fornecerá como resultado final do processamento, um fator de correção adimensional (Fa) variando entre 1 e 90 que será aplicado aos preços de venda dos imóveis juntamente com o fator obtido pelo processamento do projeto-padrão (Fp), de acordo com a fórmula abaixo:

$$Pf = Pa \times Fp/Fa \quad (III.2)$$

Onde: Pf é o preço final homogeneizado da amostra,

Pa é o preço de oferta da amostra,

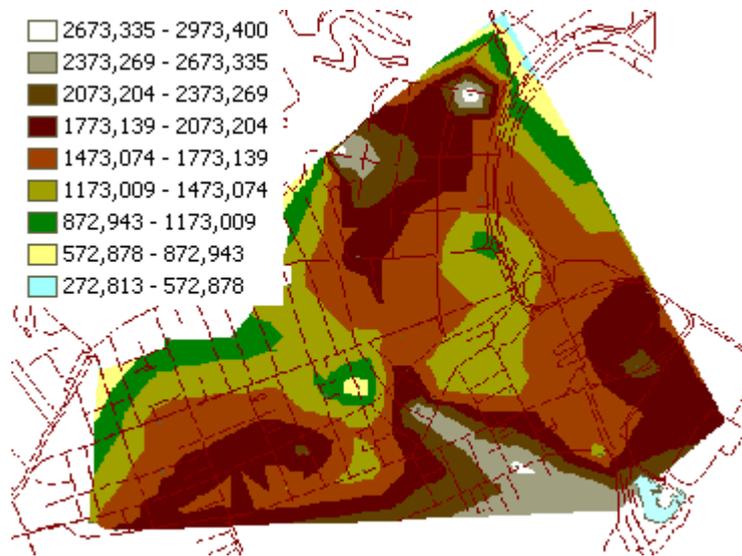
Fa é o fator de valorização fornecido pelo SLN para a amostra e

Fp é o fator de valorização fornecido pelo SLN para o projeto-padrão.

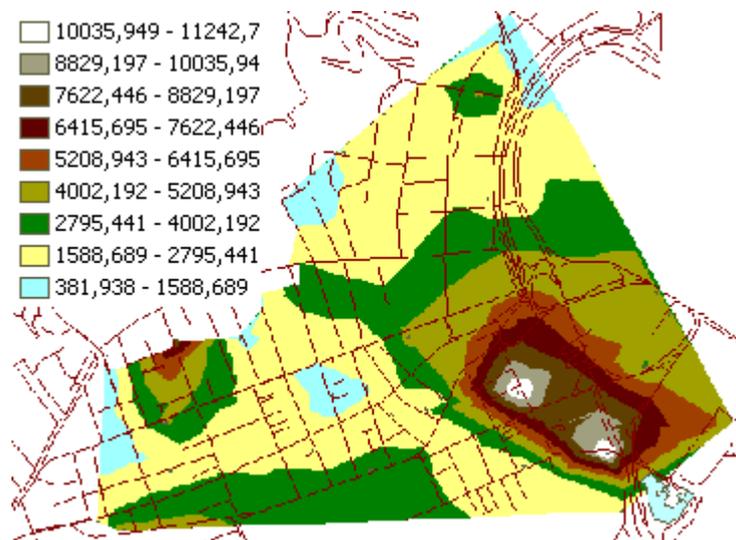
### III.5. SUPERFÍCIES DE VALOR

As superfícies de valor, geradas pelo sistema com o auxílio do *software* de geoprocessamento *ArcView 8.0*®, são um modelo tridimensional de relevo onde a elevação do terreno é dada pelos valores de mercado. Elas funcionam como janelas que dão visibilidade ao mercado imobiliário. A primeira delas, é a **superfície de valores de mercado** (Figura III.13) e é obtida com o lançamento dos valores de *mercado* dos imóveis pesquisados sobre o mapa digital da cidade. A outra, que é a **superfície de valores homogêneos** (Figura III.14), e obtida após a homogeneização da amostra do mercado imobiliário.

Nas figuras abaixo podem ser visualizadas as alterações sofridas pela superfície de valores de mercado (Figura III.13) após o processamento efetuado pelo Sistema de Lógica Nebulosa. As principais diferenças observadas são:



**Figura III 13:** Superfície de valores de mercado.



**Figura III 14:** Superfície de valores homogêneos.

1. A superfície de valores homogêneos (Figura III.14) apresenta um relevo mais suave, e com maiores áreas de mesmo valor, que a superfície de valores de mercado (Figura III.13).
2. Os picos de valores de mercado, após a homogeneização, foram rebaixados para valores mais próximos dos seus vizinhos perdendo sua relevância como parâmetros de valores na área de estudo.

3. Percebe-se, na superfície de valores homogêneos, o surgimento de dois picos de valorização, que não existiam antes do processamento, na porção sul da área de estudo nas proximidades do Shopping Rio Sul, destacado em verde-claro. Esse fenômeno, que altera profundamente o relevo da superfície de valores, corrobora a opinião de MÖLLER (1995) de que centros comerciais constituem-se em pólos de valorização de uma cidade.

Algumas considerações devem ser feitas a respeito da definição de *valores de mercado*, pois esta definição esbarra em algumas dificuldades. A primeira delas é a própria noção de “mercado”, que é entendido como o conjunto de transações de compra-e-venda de um determinado bem, sendo assim, mercado imobiliário é aquele em que se negociam bens imóveis. Este mercado, devido à natureza multifacetada dos bens transacionados, pode ser subdividido em diversos segmentos, como mercado de terrenos, de salas comerciais, apartamentos etc. Outras subdivisões ainda são permitidas (DANTAS 1998), como mercado de apartamentos de luxo, ou de apart-hotéis (conforme o padrão de consumo), podendo também ser subdividido de acordo com o número de cômodos (1 quarto, 2 quartos etc.). Desta forma, quando se trata de buscar um valor para um determinado bem imóvel, é conveniente procurar segmentar o mercado imobiliário de forma a encontrar-se aquela categoria que melhor se adequa ao bem pesquisado. Neste estudo será focado o mercado de **apartamentos**, não importando o número de cômodos ou faixa de consumo (preço).

Não se pode esquecer que para que um mercado possa existir, é necessário que existam bens a serem negociados, partes desejosas de adquiri-los e partes decididas a vendê-los. O aspecto quantitativo desses três elementos formadores do mercado é determinante na formação dos preços; onde a situação ideal é aquela em que existem muitos compradores, muitos vendedores e nenhuma das partes (individualmente ou em grupo) tenha poder suficiente para influenciar os preços. Esta situação é denominada concorrência perfeita. Quando se atinge essa condição ideal, o preço que se paga pelo bem em uma transação é considerado justo e coincide com o seu valor *de mercado* (DANTAS 1998, GONZÁLES 2000). Este valor é considerado aqui, como aquele que é o mais provável de ser atingido em uma transação *normal* de compra-e-venda (GONZÁLES 2000), ou seja, aquela que é realizada livre e espontaneamente por ambas as partes.

Porém, o mercado imobiliário se afasta desta condição devido a diversos fatores, o principal deles é a escassez de bens postos à venda frente a uma forte demanda. Tal fato leva a uma dificuldade na formação dos preços de oferta por parte dos ofertantes, e em consequência disso, os preços realizados por vezes ultrapassam os valores ditos “de mercado”. Levando-se

em conta esta realidade, deve-se, ter em mente que nem sempre este valor é necessariamente o preço efetivamente alcançado em uma transação realizada.

De acordo com SILVA (1999), as fontes de dados do mercado imobiliário, (considerando-se todo e qualquer tipo de imóvel) a serem consultadas para se inferir o valor de mercado para um determinado imóvel, podem ser divididas em duas grandes vertentes, que são as **ofertas** e as **transações** de imóveis. As principais fontes que lidam com as ofertas de imóveis são as corretoras imobiliárias e os classificados de jornais. No lado das transações imobiliárias, destacam-se em importância as guias do ITBI e os cartórios de registro público.

Essas duas vertentes possuem características e limitações próprias que podem desviar o enfoque da pesquisa, pois, se por um lado as ofertas de imóveis tendem a ser supervalorizadas; por outro, os valores declarados nas guias de ITBI possuem uma tendência oposta, tendo em vista a prática comum da subvalorização das declarações das transações efetuadas.

Tendo em vista que o escopo deste trabalho não inclui a inferência de um valor de mercado **real** para os imóveis de uma determinada área, mas sim a pesquisa das diferenças relativas entre diferentes eventos de mercado, foram feitas pesquisas apenas quanto às ofertas. É sabido que os preços de oferta refletem apenas uma intenção, mas em um mercado amadurecido, relativamente estável e com uma razoável quantidade de bens ofertados; mesmo que haja uma pressão maior no lado da procura, espera-se que os preços de oferta não se afastem de maneira significativa dos preços efetivos de mercado.

### **III.6. COMENTÁRIOS**

Nesse capítulo foram apresentados os subsídios utilizados pelo sistema para, com o auxílio de um *software* de geoprocessamento, produzir as superfícies de valor, que são o primeiro passo para a geração de uma planta de valores de referência.

Aqui, foi apresentado o esquema lógico do sistema e o modo como ele executa a homogeneização de uma amostra de imóveis.

A seguir serão fornecidos mais detalhes sobre o funcionamento do sistema, como suas funcionalidades, interfaces e comandos.

## **CAPÍTULO IV — IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE PLANTA DE VALORES**

### **IV.1 - INTRODUÇÃO**

Neste capítulo serão apresentadas as funcionalidades do aplicativo desenvolvido para a implementação da metodologia discutida no capítulo anterior. Ele é o responsável pela entrada de dados no sistema e pela execução das rotinas do motor de inferência *fuzzy*.

Com esse objetivo serão apresentadas, na seção a seguir, as interfaces gráficas do sistema, com a descrição dos *menus* de opções, dos comandos de controle e dos mecanismos de entrada de dados; assim como a maneira como esses itens foram organizados nessas interfaces.

Na seção IV.3, será discutida a lógica da programação, descrevendo como as funções processam os dados inseridos no sistema e como elas são acionadas. Será apresentado, também, o esquema lógico da função responsável pela operação do motor de inferência nebulosa, o qual será visualizado através de um diagrama Nassi-Schneiderman devidamente comentado.

### **IV.2 – INTERFACE DO SISTEMA**

Nesta seção será comentada a interface homem-máquina do sistema implementado a qual é responsável pela execução das seguintes tarefas durante a operação do sistema.

1. Proceder à entrada e edição de dados na tabela de imóveis.
2. Proceder à entrada e edição dos dados do projeto-padrão.
3. Proceder à entrada das regras de inferência.
4. Proceder à entrada dos termos das regras.
5. Proceder à entrada dos pontos de quebra das funções de pertinência.
6. Exibir os resultados obtidos.

Além das tarefas referentes à interação com o usuário, o aplicativo também executa as tarefas referentes ao processamento e manipulação dos dados inseridos no banco de dados do sistema. Essas tarefas encontram-se listadas abaixo:

7. Executar a inferência dos fatores de valorização, depreciação e valor final dos imóveis e do projeto-padrão.
8. Calcular os preços por metro quadrado dos imóveis.
9. Calcular os preços homogeneizados dos imóveis.

Essas tarefas são controladas através de duas interfaces (ou telas) que reúnem os comandos de execução e de acesso ao sistema, de forma que os comandos destinados à inserção dos dados referentes aos imóveis (e ao projeto-padrão) encontram-se em uma tela separada daquela que é destinada aos comandos referentes à execução do sistema de lógica nebulosa.

A figura abaixo (Figura IV.1) mostra a primeira tela (Dados Amostrais) que é exibida quando o aplicativo é iniciado. Ela é encarregada de controlar a execução das tarefas 1, 2, 6, 7, 8 e 9 listadas acima.

A imagem mostra a interface gráfica de usuário 'Dados Amostrais'. O título da janela é 'Dados Amostrais'. Abaixo do título, há uma seção 'Opções' com o subtítulo 'Apartamento'. Esta seção contém seis campos de entrada: 'CÓDIGO', 'CodLog', 'Logradouro', 'Número', 'Preço' e 'Área'. Abaixo disso, há duas seções principais: 'Concepção' e 'Depreciação'. A seção 'Concepção' possui três campos de entrada: 'Número de cômodos', 'Padrão construtivo' e 'Resultado da inferência', com um botão 'Inferir SLNA' abaixo. A seção 'Depreciação' possui três campos de entrada: 'Idade do imóvel', 'Estado de conservação' e 'Resultado da inferência', com um botão 'Inferir SLNB' abaixo. Na parte inferior da interface, há quatro botões de comando: 'Criar padrão', 'Exibir padrão', 'Editar padrão' e 'Inferir amostra padrão'. À direita, há uma seção 'Valor final' com um campo de entrada 'Resultado final' e um botão 'Inferir SLNC'.

**Figura IV.1:** Tela de comandos e entrada dos dados da amostra

Essa tela dispõe de quatro botões de comandos isolados e de quatro blocos que reúnem os formulários de entrada de dados e os comandos destinados tanto à entrada de dados quanto à execução da inferência de cada um dos módulos do sistema (Concepção, Depreciação e Valor Final). São eles:

*Apartamentos:* Neste bloco estão dispostos os campos de inserção dos atributos de identificação dos imóveis levantados na pesquisa amostral:

- CODIGO – Código arbitrário dado ao apartamento;
- CodLog – Código do logradouro onde se encontra o imóvel;
- Logradouro – Nome do logradouro onde se encontra o imóvel;
- Número – Número de porta da edificação;
- Preço – Preço de oferta;
- Área – Área do apartamento.

*Concepção:* Neste bloco estão dispostos os campos de inserção dos atributos que caracterizam os aspectos valorativos dos apartamentos, que são o número de cômodos e o padrão construtivo. Neste bloco encontra-se também o botão disparador da rotina de cálculo do *Fator de Valorização*, além do campo de exibição dos resultados.

*Depreciação:* Neste bloco estão dispostos os campos de inserção dos atributos que caracterizam os aspectos depreciativos dos apartamentos, que são a idade e o estado de conservação. Neste bloco encontra-se também o botão disparador da rotina de cálculo do *Fator de Valorização*, além do campo de exibição dos resultados.

*Valor Final:* Neste bloco encontram-se apenas o botão disparador da rotina de cálculo do *Fator de Valorização Final* dos imóveis e o campo de exibição dos resultados, uma vez que os dados necessários para a execução dessa rotina são os resultados das duas primeiras rotinas.

As rotinas executadas pelos módulos do sistema encontram-se descritas na tabela abaixo:

**Tabela IV.1:** Rotinas disparadas pelos botões de comando dos módulos do sistema

| <b>Botão</b>        | <b>Rotina</b> | <b>Ação</b>   |
|---------------------|---------------|---|
| <i>Inferir SLNA</i> | InfereAClick  | Executa o processo de inferência <i>fuzzy</i> do módulo <b>Concepção</b> para os valores que se encontrarem exibidos nas caixas de texto do bloco correspondente.   |
| <i>Inferir SLNB</i> | InfereBClick  | Executa o processo de inferência <i>fuzzy</i> do módulo <b>Depreciação</b> para os valores que se encontrarem exibidos nas caixas de texto do bloco correspondente. |
| <i>Inferir SLNC</i> | InfereCClick  | Calcula o Fator de Valorização Final a partir dos resultados obtidos pela execução das rotinas “InfereBClick” e “InfereAClick”.                                     |

A tela “Dados Amostrais” dispõe ainda do *menu* de opções mostrado na Figura IV.2. Ele é encarregado de direcionar as entradas dos dados para as tabelas dos **registros de imóveis** do banco de dados, ou para inserir os dados referentes ao **projeto-padrão**. Outra função por ele desempenhada é abrir a tela de interface do Sistema de Inferência *Fuzzy*, que serve para dar entrada aos parâmetros do sistema que são as **variáveis lingüísticas**, as **regras de inferência**, os **termos das regras** e as **funções de pertinência**. Para isso, cada vez que uma opção é selecionada, as referências dos botões de comando (que se encontram fora dos blocos) são alteradas para as rotinas apropriadas.



**Figura IV.2:** *Menu* de opções da tela “Dados Amostrais”

As opções presentes nesse *menu* são:

a) Registros de imóveis

Quando essa opção é selecionada, todo o aplicativo se volta para as operações referentes à manipulação dos dados dos **imóveis**; e os quatro botões de comandos isolados passam a exibir os rótulos *Inserir Registro*, *Exibir Registro*, *Editar Registro* e *Inferir Todos os Registros*. Na tabela a seguir, uma breve descrição dos comandos executados por esses botões.

**Tabela IV.2:** Tabela das rotinas executadas pelos comandos de entrada de dados dos imóveis

| <b>Botão</b>            | <b>Rotina</b>      | <b>Ação</b>  |
|-------------------------|--------------------|--|
| <i>Inserir Registro</i> | CriaRegistroClick  | Inserir os valores presentes nas caixas de texto do bloco <i>Apartamento</i> nos campos da tabela <i>Apartamentos</i> do banco de dados.                     |
| <i>Exibir Registro</i>  | ExibeRegistroClick | Exibe nas caixas de texto do bloco <i>Apartamentos</i> , os atributos dos registros correspondentes ao código presente na caixa <b>CÓDIGO</b> .              |
| <i>Editar Registro</i>  | EditaRegistroClick | Localiza o registro cuja chave é idêntica ao valor da caixa de texto <b>CÓDIGO</b> e troca seus atributos por aqueles constantes nas demais caixas de texto. |

**Tabela VI.2:** Continuação

| <b>Botão</b>                      | <b>Rotina</b>   | <b>Ação</b>  |
|-----------------------------------|-----------------|--|
| <i>Inferir Todos os Registros</i> | InfereTudoClick | Executa o processo de inferência <i>fuzzy</i> em cada um dos registros da tabela de imóveis, insere o <i>Fator de Valorização Final</i> nessa tabela e calcula o preço (por m <sup>2</sup> ) homogeneizado dos apartamentos. |

## b) Amostras padrão

Quando essa opção é selecionada, o aplicativo é direcionado para as operações referentes à manipulação dos dados do **projeto-padrão**. Nesse momento, apenas a caixa CÓDIGO do bloco *Apartamentos* permanece ativada, tendo em vista que o padrão de referência não possui endereço e os quatro botões de comandos isolados passam, então, a exibir os rótulos *Criar Padrão*, *Exibir Padrão*, *Editar Padrão* e *Inferir Amostra Padrão* e disparar as rotinas conforme descrito na tabela abaixo.

**Tabela IV.3:** Tabela das rotinas executadas pelos comandos de entrada de dados do projeto-padrão

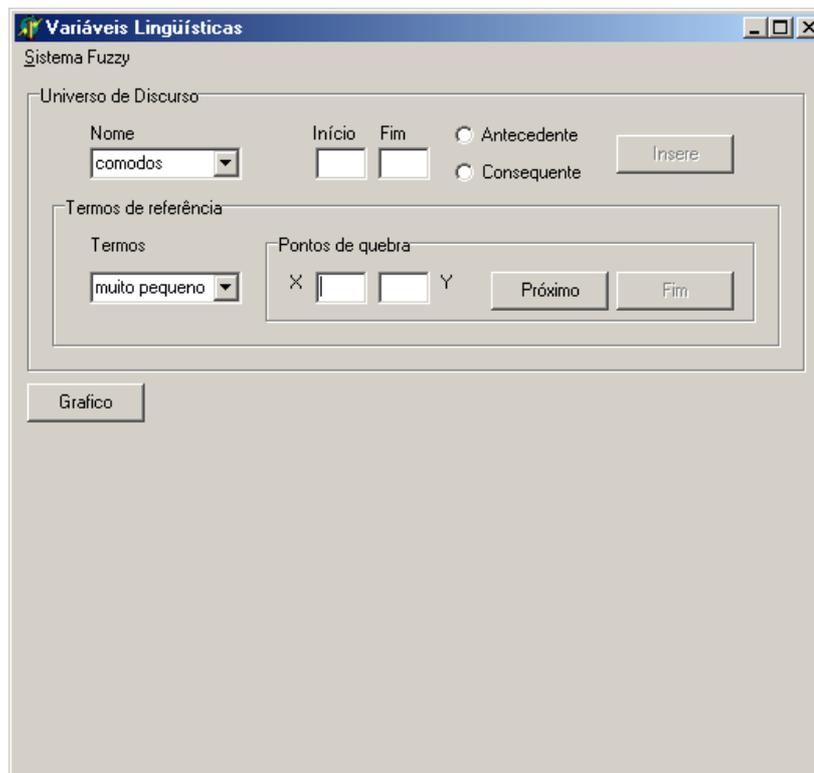
| <b>Botão</b>                  | <b>Rotina</b>     | <b>Ação</b>  |
|-------------------------------|-------------------|--|
| <i>Criar Padrão</i>           | CriaPadraoClick   | Insere os valores presentes nas caixas de texto do bloco <i>Apartamento</i> nos campos da tabela Projeto-padrão do banco de dados.         |
| <i>Exibir Padrão</i>          | ExibirPadraoClick | Exibe nas caixas de texto do bloco <i>Apartamentos</i> , os atributos do projeto-padrão correspondente ao código presente na caixa CÓDIGO. |
| <i>Editar Padrão</i>          | EditarPadraoClick | Troca os atributos do projeto-padrão por aqueles constantes nas caixas de texto.   |
| <i>Inferir Amostra Padrão</i> | InferePadraoClick | Executa o processo de inferência <i>fuzzy</i> do projeto-padrão e insere o <i>Fator de Valorização Final</i> na sua tabela.                |

## c) Sistema Fuzzy

Quando essa opção é selecionada, a tela da Figura IV.3 (Sistema Fuzzy) passa a ser exibida. Essa interface está encarregada da criação das variáveis do Sistema de Lógica Nebulosa e responde pela execução das tarefas 3, 4 e 5.

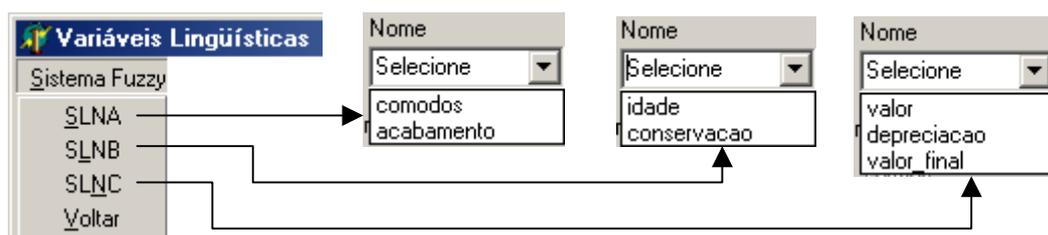
Esse sistema foi desenvolvido de tal maneira que as informações básicas para o processamento da inferência nebulosa foram tabuladas em um banco de dados (como foi descrito no capítulo anterior) que possibilita a simulação dos módulos do sistema através do armazenamento dos seguintes parâmetros:

1. **Variáveis lingüísticas** – São armazenadas na tabela “Variável”;
2. **Regras de inferência** – Armazenadas na tabela “Regras”;
3. **Termos das regras** – Armazenados na tabela “Termos” e
4. **Funções de pertinência** – Armazenadas na tabela “Quebra” através das coordenadas cartesianas dos pontos de inflexão (ou de “quebra”) dos gráficos das funções.



**Figura IV.3:** Interface de entrada do banco de dados do sistema de lógica nebulosa

Essa tela também dispõe de um *menu* próprio, com as opções SLNA, SLNB e SLNC, que direciona a entrada dos dados para as tabelas de cada um dos módulos do sistema. Dessa forma, quando um determinado módulo é acionado, a caixa *combo* “Nome” passa a exibir os nomes das variáveis lingüísticas referentes ao módulo selecionado, como está esquematizado na figura abaixo:



**Figura IV.4:** Exibição das caixas *combo* “Nome” para cada um dos módulos do sistema de lógica nebulosa.

Ao mesmo tempo em que uma dessas variáveis é escolhida, a caixa *combo* “Termos” também passa a exibir os termos correspondentes dessa variável, provendo adequadamente o preenchimento dos pontos de quebra das funções de pertinência desses termos na tabela “Quebra” do banco de dados do sistema. Na tabela abaixo encontram-se relacionadas as variáveis lingüísticas de cada módulo do sistema de lógica nebulosa e seus respectivos termos.

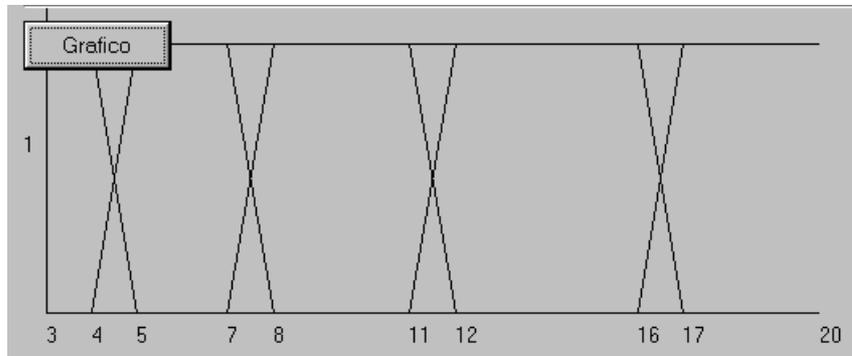
**Tabela IV.4:** Tabela de opções das caixas *combo* “Nome” e “Termos” de acordo com os sistemas selecionados

| Sistema de Lógica Nebulosa | Caixa “Nome” | Caixa “Termos”  |
|----------------------------|--------------|---|
| SLNA                       | Acabamento   | <i>Popular, Simples, Intermediário, Luxo e Alto_luxo</i>    |
|                            | Cômodos      | <i>Muito_pequeno, Pequeno, Médio, Grande e Muito_grande</i> |
| SLNB                       | Idade        | <i>Muito_velho, Velho, Usado, Novo e Recente</i>            |
|                            | Conservação  | <i>Péssima, Ruim, Regular, Boa e Ótima</i>                  |
| SLNC                       | Valor        | <i>Muito_baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito_alto</i>         |
|                            | Depreciação  | <i>Muito_baixa, Baixa, Média, Alta e Muito_alta</i>         |
|                            | Valor_Final  | <i>Muito_baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito_alto</i>         |

**Figura IV.5:** Caixas de entrada das coordenadas dos pontos de quebra dos gráficos das funções de pertinência dos termos das regras

As caixas de texto “Início” e “Fim” (Figura IV.5) servem para dar entrada aos valores inicial e final do universo de discurso da variável lingüística que estiver ativa ou selecionada no momento da digitação. Por sua vez, as caixas de texto “X” e “Y” do bloco “Pontos de quebra” (Figura IV.5) dão entrada às coordenadas cartesianas dos pontos de quebra das funções de pertinência dos termos das regras.

Ainda como um recurso adicional, a tela “Sistema Fuzzy” também é capaz de mostrar (no painel localizado abaixo dos blocos de seleção) os gráficos das funções de pertinência na medida em que os pontos de quebra são inseridos no banco de dados (Figura IV.6)



**Figura IV.6:** Painel de exibição dos gráficos das funções de pertinência

d) Sair – Interrompe a execução do sistema.

### IV.3 – ESTRUTURA DE PROGRAMAÇÃO

A lógica de programação do sistema (cujo *código-fonte* pode ser visto no Apêndice B) foi estruturada segundo uma orientação para eventos, ou seja, é toda baseada nas ações que são processadas durante a execução do aplicativo. Dessa forma, a estrutura de módulos, como foi apresentada, não se reflete de maneira literal nos códigos da programação; como seria de se esperar se a programação fosse orientada “a objetos”. Em outras palavras, o que define os módulos do sistema são os registros presentes nas tabelas SLNA, SLNB e SLNC do banco de dados. Nesse contexto, a principal função do sistema de lógica nebulosa é a função `InferenciaSLN()` que possui a seguinte sintaxe:

```
InferenciaSLN(sistema, entrada1, entrada2)
```

Essa função é executada sempre que as rotinas (ou comandos) `InferenciaAClick`, `InferenciaBClick` e `InferenciaCClick` são acionados, fazendo com que a variável de entrada `sistema` passe a assumir os valores A, B e C (respectivamente), o que determina qual módulo irá processar as variáveis `entrada1` e `entrada2`, as quais carregam os valores constantes nas caixas de texto presentes nos blocos de cada módulo.

O processamento das variáveis *entrada1* e *entrada2* baseia-se na leitura dos registros textuais das tabelas SLNA, SLNB e SLNC, onde se encontram os termos das variáveis lingüísticas dos módulos do sistema. Esse processamento também depende dos valores textuais que são carregados nas três variáveis de controle denominadas *ant1*, *ant2* e *cons*, as quais representam os dois antecedentes e os conseqüentes das regras lingüísticas do sistema. Os valores carregados nas variáveis de controle variam conforme o módulo selecionado, de modo que eles correspondam aos nomes das variáveis lingüísticas desse mesmo módulo. Dessa forma, cada registro lido irá se traduzir em uma regra lingüística nas quais os antecedentes e o conseqüente são os valores dos campos identificados pelas variáveis de controle. Para ilustrar esse procedimento, utilizaremos como exemplo os dois primeiros registros da tabela SLNA:

| SLNA : Tabela |            |            |
|---------------|------------|------------|
| Comodos       | Acabamento | Valor      |
| muito_grande  | alto_luxo  | muito_alto |
| muito_grande  | luxo       | muito_alto |

**Figura IV.7:** Registros da Tabela SLNA do banco de dados do Sistema de Lógica Nebulosa

Nesse exemplo, as variáveis *ant1*, *ant2* e *cons* assumem os valores *comodos*, *acabamento* e *valor*, que são os nomes das variáveis lingüísticas do módulo Concepção (SLNA). A partir da leitura desses dois registros, constroem-se então as seguintes regras de inferência:

1. Se o apartamento é **muito grande** e de **alto luxo**, então seu valor é **muito alto** e
2. Se o apartamento é **muito grande** e de **luxo**, então seu valor é **muito alto**.

De acordo com o sistema executado, os valores carregados nas variáveis *sistema*, *ant1*, *ant2* e *cons* são aqueles expressos na tabela a seguir:

**Tabela IV.5:** Tabela das variáveis *sistema*, *ant1*, *ant2* e *cons* para cada módulo do sistema de lógica nebulosa

| <i>sistema</i> | <i>ant1</i>  | <i>ant2</i>        | <i>cons</i>        |
|----------------|--------------|--------------------|--------------------|
| A              | comodos      | acabamento         | <b>valor</b>       |
| B              | idade        | conservação        | <b>depreciacao</b> |
| C              | <b>valor</b> | <b>depreciacao</b> | <b>valor-final</b> |

A partir da leitura dos termos das regras, são lidos os registros da tabela “Quebra”, onde se encontram armazenadas as coordenadas cartesianas dos pontos de quebra das funções de pertinência. O conhecimento desses pontos permite montar os segmentos de reta dessas funções para proceder-se ao cálculo dos graus de ativação das regras lingüísticas.

Além das variáveis *ant1*, *ant2* e *cons*, o sistema também faz uso de duas outras variáveis; que são as variáveis *area* e *xarea*. A primeira tem por objetivo armazenar o valor total das áreas sob os gráficos das funções de pertinência dos termos consequentes das regras de inferência, enquanto a segunda armazena o somatório das abscissas dos centróides dos gráficos dos termos consequentes das regras de inferência. Abaixo, as expressões que definem as variáveis *area* e *xarea*:

$$\text{area} = a/2*(X1*X1 - X0*X0) + b*(X1 - X0) \quad (\text{III.1})$$

$$\text{xarea} = a/3*(X1*X1*X1 - X0*X0*X0) + b/2*(X1*X1 - X0*X0) \quad (\text{III.2})$$

Onde: *a* = Coeficiente angular da função de pertinência entre os pontos de quebra (*x0*, *y0*) e (*x1*, *y1*) e

*b* = Coeficiente linear da função de pertinência entre os pontos de quebra (*x0*, *y0*) e (*x1*, *y1*)

As variáveis de controle *ant1*, *ant2* e *cons* também determinam a execução de diversas outras funções que complementam o processo de inferência dos fatores de valorização dos imóveis. As ações que elas executam estão esquematizadas na tabela a seguir.

**Tabela IV.3:** Tabela das funções auxiliares da função *InferenciaSLN()*

| Função                     | Ação   |
|----------------------------|--|
| <i>BuscaVariável()</i>     | Busca na tabela <i>Variável</i> o código da variável lingüística cujo valor do campo <i>NOME</i> seja idêntico ao valor armazenado nas variáveis <i>ant1</i> , <i>ant2</i> e <i>cons</i> .   |
| <i>BuscaTermo()</i>        | Busca na tabela <i>Termos</i> os códigos dos termos lingüísticos que possuem o mesmo código da variável lingüística (campo <i>CODVAR</i> ) correspondente às variáveis <i>ant1</i> , <i>ant2</i> e <i>cons</i> .   |
| <i>Ativacao()</i>          | Carrega e ordena um vetor de pares ordenados com as coordenadas cartesianas dos pontos de quebra das funções de pertinência dos termos das variáveis lingüísticas para, em seguida, calcular o grau de ativação das variáveis <i>entrada1</i> e <i>entrada2</i> .  |
| <i>CalculaInferencia()</i> | Calcula o valor da variável <i>area</i> , que corresponde ao total das áreas sob os gráficos das funções de pertinência dos termos consequentes das regras de inferência e <i>xarea</i> , que corresponde ao somatório das abscissas dos centróides dos gráficos dos termos consequentes das regras de inferência. |

Após a execução das funções descritas nessa tabela, o sistema acumula, nas variáveis *areacumul* e *xareacumul*, os valores armazenados pelas variáveis *area* e *xarea* obtidos no processamento da função *CalculaInferencia()*. Em seguida os fatores de valorização são inseridos na variável *InfereSLN* através da expressão abaixo:

$$\text{InfereSLN} = \text{xareacumul} / \text{areacumul} \quad (\text{III.3})$$

O valor obtido quando o módulo *Valor\_Final* é processado nessa operação, é então transferido para o banco de dados dos imóveis e entrará no cálculo do valor homogêneo dos mesmos.

Para complementar a descrição do Sistema de Lógica Nebulosa, na próxima seção será discutido o esquema lógico do motor de inferência *fuzzy*.

#### IV.3.1 – Diagrama Lógico do Sistema de Inferência Fuzzy

O Diagrama IV.1 esquematiza o processamento do motor de inferência *fuzzy*, o qual é executado pela função *InfereSLN()*.

O primeiro passo dado na execução dessa função é atribuir os nomes das variáveis lingüísticas do módulo selecionado (que é definido pela variável *sistema*) às variáveis de controle *ant1*, *ant2* e *cons* (vide Tabela IV.5). A partir daí, o programa se encarrega de processar interativamente a leitura das 25 regras de inferência do módulo em execução, o que é feito nos registros das tabelas *SLNA*, *SLNB* e *SLNC* do banco de dados do Sistema de Lógica Nebulosa.

Os termos das regras armazenados nessas tabelas são os conjuntos nebulosos das variáveis lingüísticas e são definidos por suas funções de pertinência. Uma vez que todas essas funções têm a forma trapezoidal ou triangular, ou seja, são formadas por segmentos de reta delimitados pelos pontos de interseção das suas equações de formação; optou-se por armazenar no banco de dados, as coordenadas cartesianas dessas interseções, às quais se deu o nome de “pontos de quebra”.

Sendo assim, cada vez que um termo é lido no banco de dados, a função *BuscaTermo()* vai recuperar a sua chave primária para que, em seguida, a função *Ativacao()* efetue a pesquisa dos pontos de quebra da função de pertinência correspondente. Essa função irá calcular o grau de pertinência das variáveis *entrada1* e *entrada2* aos conjuntos nebulosos das variáveis lingüísticas, armazenando-os nas variáveis

var1 e var2. Após isso, o motor avalia qual das duas variáveis possui o menor grau de pertinência e carrega-o em outra variável denominada grau (expressões IV, V e VI).

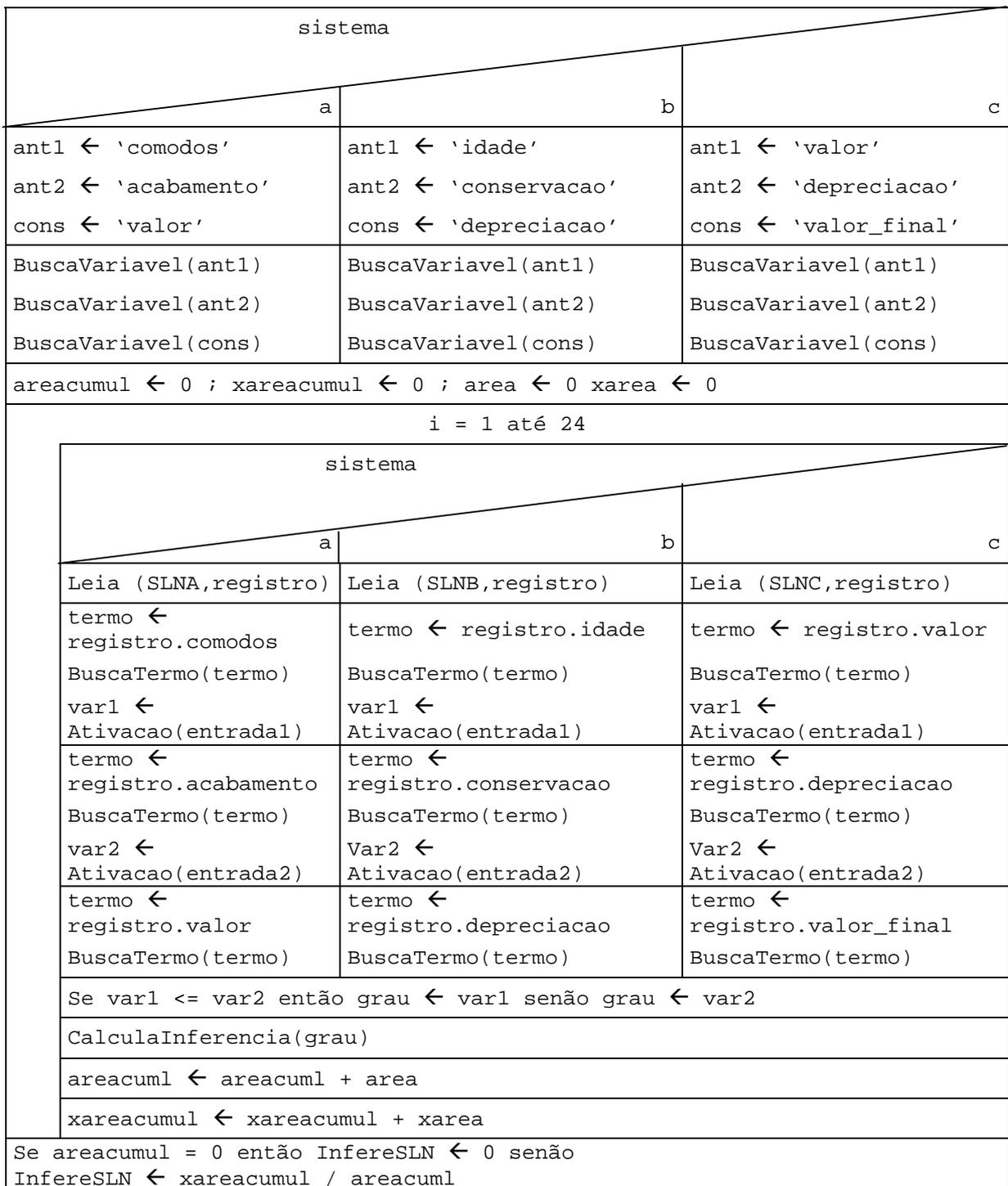
var1 ← Ativacao(entrada1) (IV)

var2 ← Ativacao(entrada2) (V)

Se var1 ≤ var2 então grau ← var1 senão grau ← var2 (VI)

**Diagrama IV.1:** Diagrama da função InfereSLN( )

InfereSLN (sistema, entrada1, entrada2)



À medida que é feita a recuperação dos pontos de quebra das funções de pertinência, suas coordenadas são carregadas em um vetor de pares ordenados  $[X = 1..n, Y = 1..n]$ , cujos valores de  $X$  são dispostos em ordem crescente de forma a recriar o comportamento dessas funções. Após este procedimento, é feita a comparação dos valores das variáveis *entrada1* e *entrada2* com os elementos dos vetores ordenados de forma a se descobrir em quais segmentos das funções de pertinência eles se encontram. O valor do grau de pertinência das variáveis *entrada1* e *entrada2* é dado pelas ordenadas da equação da reta do segmento à qual ele pertence. O código *Pascal* da função *Ativacao()* pode ser visto abaixo.

```
function Ativacao(entrada : real) : real;
var X0,Y0,X1,Y1,X,Y,i,j,k,nreg : integer;
    trocou : boolean;
    ponto : array [1..6] of array[1..2] of integer;
Begin
    nreg := Form1.Pontos.RecordCount;
    i := 1; trocou := false;
    Form1.Pontos.Open; Form1.Pontos.First;
    For k :=1 to nreg do
        Begin
            If (Form1.Pontos.FieldValues['codvar'] = codvar) and
                (Form1.Pontos.FieldValues['codtermo'] = codtermo) then
                Begin
                    ponto[i,1] := Form1.Pontos.FieldValues['X'];
                    ponto[i,2] := Form1.Pontos.FieldValues['Y'];
                    inc(i);
                End;
            If k <> nreg then Form1.Pontos.Next;
        End;
    Form1.Pontos.Close;
    Repeat
        For j := 1 to (i-1) do
            Begin
                If ponto[j,1] > ponto[(j+1),1] then
                    Begin
                        X := ponto[j,1]; Y := ponto[j,2];
                        ponto[j,1] := ponto[(j+1),1]; ponto[j,2] := ponto[(j+1),2];
                        ponto[(j+1),1] := X; ponto[(j+1),2] := Y;
                        trocou := true;
                    End;
            End;
        Until not trocou; j :=1;
```

```

While entrada >= ponto[j,1] do
  Begin
    X0 := ponto[j,1]; Y0 := ponto[j,2]; inc(j);
  End;
X1 := ponto[(j+1),1]; Y1 := ponto[(j+1),2];
If entrada >= fim then ativacao := ponto[i,2] else
  ativacao := (entrada - X0)* (Y1 - Y0)/(X1 - X0) + Y0;
End;

```

A partir do conhecimento do menor dos graus de ativação das variáveis entrada1 e entrada2, é feito então o cálculo do grau de **ativação** da regra lingüística que estiver sendo processada no momento. Esse cálculo é efetuado pela função `CalculaInferencia(grau)`, cujo código encontra-se abaixo:

```

procedure CalculaInferencia(g : real);
var i : integer;
    a,b,X0,Y0,X1,Y1 : real;
Begin
  a := 0; b := 0; area := 0; xarea := 0;
  Form1.Pontos.Open; Form1.Pontos.First;
  While (Form1.Pontos.FieldValues['codvar'] <> codvar) or
    (Form1.Pontos.FieldValues['codtermo'] <> codtermo) do
    Form1.Pontos.Next;
  X0 := Form1.Pontos.FieldValues['X']; Y0 := Form1.Pontos.FieldValues['Y'];
  If g <= Y0 then Y0 := g;
  Form1.Pontos.Next;
  For i :=1 to npontos do
    Begin
      X1 := Form1.Pontos.FieldValues['X']; Y1 :=
        Form1.Pontos.FieldValues['Y'];
      If g <= Y1 then Y1 := g;
      a := (Y1-Y0)/(X1-X0); b := Y1 - a * X1;
      area := area + a/2*(X1*X1-X0*X0) + b*(X1-X0);
      xarea := xarea + a/3*(X1*X1*X1-X0*X0*X0) + b/2*(X1*X1-X0*X0);
      X0 := X1; Y0 := Y1;
      Form1.Pontos.Next;
    End;
  End;
End

```

#### **IV.4 COMENTÁRIOS**

No presente capítulo foi discutido como o sistema funciona, tendo sido apresentados os botões de comando e as interfaces com o usuário. A seguir serão discutidos exemplos tirados do processamento das amostras de mercado e como o sistema opera para proceder à homogeneização de valores.

## CAPÍTULO V — ANÁLISES E ESTUDOS DE CASOS

### V.1 – INTRODUÇÃO

Neste capítulo, serão analisados os resultados obtidos de forma a se construir um retrato do mercado imobiliário situado dentro da área de estudo. Em uma primeira etapa será feito um estudo sobre os resultados mais significativos e o que eles representam dentro do universo amostral. Esta pesquisa será feita à luz da metodologia tradicional de classificação de imóveis residenciais, mais especificamente de apartamentos, onde eles são classificados de acordo com o número de **quartos**. Neste ponto serão discutidas as possíveis inconveniências que essa abordagem pode propiciar.

Seguindo essa mesma linha, serão discutidos os pontos em comum que levaram à obtenção de um mesmo fator de valorização para diferentes apartamentos, e também a maneira como esses fatores se coadunam com as pesquisas correntemente publicadas do mercado imobiliário.

Serão realizados, ainda, alguns estudos de casos particulares nos quais o Fa (ver capítulo II) calculado foi diferente de outros majoritários, de modo a se identificar as causas que levaram a tais discrepâncias. Além disso, será feita uma comparação entre alguns apartamentos com características tais que servirão para corroborar a metodologia proposta.

Para completar o estudo, ao final deste capítulo serão discutidos os produtos finais do processamento da amostra, que são as **superfícies de valor**. Com elas será possível o estabelecimento de zonas de valor homogêneo que são a matéria-prima para a produção de uma planta de valores de referência.

### V.2 – ANÁLISE PRELIMINAR

Inicialmente, foi levantada uma amostra de 36 imóveis ofertados no período compreendido entre os dias 17 de março e 27 de abril de 2004. Apesar do número reduzido de imóveis levantados, essa amostra conta com uma boa distribuição espacial pelo bairro de Botafogo, cobrindo tanto os limites do bairro como suas ruas internas de maneira uniforme. Em um passo posterior, essa amostra foi processada pelo Sistema de Lógica Nebulosa com o objetivo de se fazer uma classificação mais acurada dos elementos amostrais através do cálculo dos seus fatores de valorização, que foi realizado de acordo com o número de cômodos, idade, padrão construtivo e estado de conservação dos imóveis levantados; de

forma a refletir as diferenças que justifiquem variações de preços como as que serão discutidas neste capítulo.

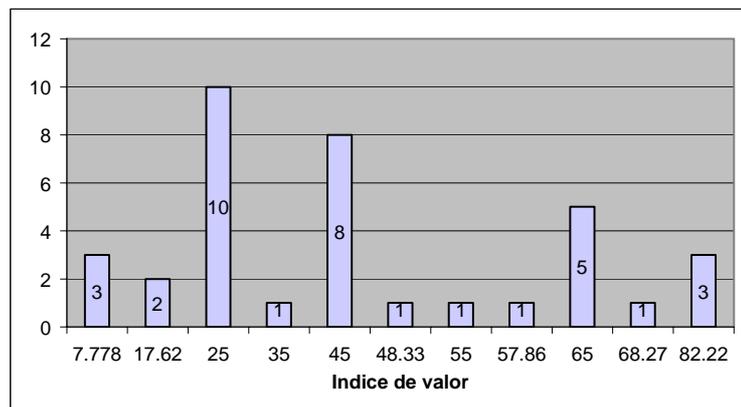
É procedimento comum entre profissionais ligados ao mercado imobiliário, dividi-lo em faixas de mercado de acordo com o número de quartos dos imóveis. Tal abordagem pode ser conveniente quando se pretende realizar uma pesquisa de mercado para encontrar os valores venais dos imóveis; porém, esse tipo de levantamento peca por não levar em consideração os fatores que influenciam na formação dos preços dos imóveis, acarretando grandes diferenças entre os preços máximos e mínimos pesquisados. Isso pode ser visto na tabela de preços de apartamentos abaixo (Tabela V.1), extraída da edição do dia 27 de fevereiro de 2005 do jornal “O Globo”.

**Tabela V.1:** Limites de preços de apartamentos em Botafogo segundo o número de **quartos**.

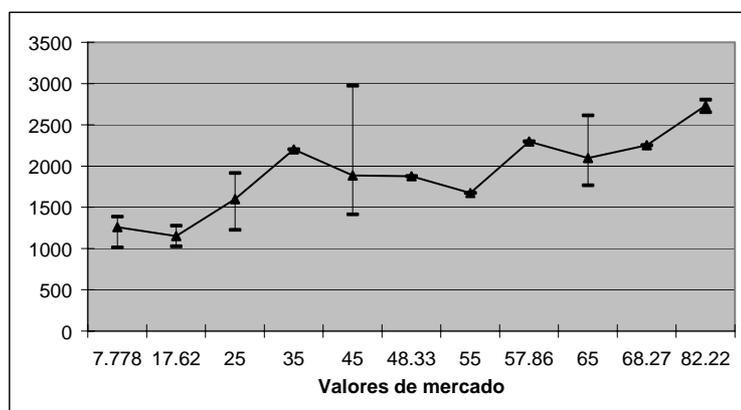
| Nº de quartos | Preço mínimo | Médio      | Máximo     | Variação (%) |
|---------------|--------------|------------|------------|--------------|
| Conjugado     | 25.000,00    | 53.809,00  | 80.000,00  | 220          |
| 1 quarto      | 60.000,00    | 135.585,00 | 300.000,00 | 400          |
| 2 quartos     | 100.000,00   | 215.978,00 | 500.000,00 | 400          |
| 3 quartos     | 150.000,00   | 300.591,00 | 600.000,00 | 400          |
| 4 ou mais     | 180.000,00   | 359.259,00 | 750.000,00 | 316          |

Para evitar essa situação, pode-se utilizar a Lógica Nebulosa como uma técnica para separar uma amostra heterogênea de imóveis em categorias de valores semelhantes, buscando-se agrupar nessas categorias imóveis com características semelhantes e reduzir as diferenças encontradas nos preços. Com esse objetivo, cada um dos elementos da amostra foi processado pelo SLN visando a obtenção do seu Fator de Valorização (**Fa**), que é um número adimensional obtido após as operações de *fuzzificação* e *desfuzzificação* das variáveis que reproduzem as características próprias dos imóveis. Como resultado do processamento chegou-se a 11 fatores diferentes de valorização, que variam entre 7,778 e 82,222 e cuja distribuição pode ser vista no gráfico abaixo (Figura V.1).

Pelos resultados obtidos, os fatores de valorização mais significativos são os de número 25, 45, 65 e 82,22; que possuem 10, 8, 5 e 3 elementos amostrais respectivamente. As variações dos preços de oferta (em UFIR por metro quadrado) das amostras, em função dos fatores de valorização pode ser visualizada no gráfico da Figura V.2.



**Figura V.1:** Distribuição dos elementos amostrais para cada **Fa** calculado.



**Figura V.2:** Variações dos preços dos apartamentos (em UFIR/m<sup>2</sup>) em função do **Fa**.

Através desse gráfico percebe-se que as amostras que apresentaram maior variação nos preços por metro quadrado foram aquelas cujo fator de valorização eram iguais a 45 (8 apartamentos no total) com uma diferença de 101,97% entre o apartamento ofertado pelo preço mais alto por metro quadrado e o mais barato.

Por outro lado, as amostras cujos fatores de valorização foram iguais a 25 (10 apartamentos) apresentaram uma variação bem menor nos preços por metro quadrado (56,25%), semelhante à variação de preços dos apartamentos com fator de valorização igual a 65, que foi de 47,93% (Tabela V.2). Os imóveis que apresentaram a menor variação de preços em função dos fatores de valorização foram aqueles com  $Fa = 82,22$ , com 5,76% de variação. Essa pequena diferença pode ser explicada pela reduzida participação dos imóveis dessa faixa de valor dentro da amostra (3 apartamentos), que por sua vez, reflete uma reduzida participação desse tipo de apartamento no próprio mercado imobiliário.

**Tabela V.2:** Variação dos preços de oferta para apartamentos com o mesmo Fa.

| Fa    | Mínimo    | Médio     | Máximo    | Varição (%) | Nº amostras |
|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| 25    | 1.225,256 | 1.599,147 | 1.914,462 | 56,25       | 10          |
| 45    | 1.414,575 | 1.886,181 | 2.973,398 | 101,97      | 8           |
| 65    | 1.766,526 | 2.099,027 | 2.613,240 | 47,93       | 5           |
| 82,22 | 2.652,327 | 2733,766  | 2804,909  | 5,75        | 3           |

Para que se possa comparar os valores venais publicados pela imprensa (Tabela V.1) e que se encontram separados pelo número de quartos, com aqueles classificados pela metodologia proposta, toma-se inicialmente como exemplo os imóveis com Fa igual a 7,78 e 17,62 (Tabela V.3). O porte desses apartamentos varia entre um número de três até oito cômodos no total e seus preços variam entre R\$ 50.000,00 e R\$ 95.000,00, que é a faixa de preços praticada para apartamentos conjugados ou com 1 quarto no máximo. A exceção é um apartamento de 8 cômodos (que certamente possui mais de um quarto) que caiu na categoria mais baixa de valor. Não por acaso, este apartamento possui o menor preço de oferta (R\$ 50.000,00).

**Tabela V.3:** Apartamentos com Fa = 7,78 e com Fa = 17,62.

| Endereco      | Numero | Comodos | Padrao | Idade | Estado | Preco | Area | IndiceVf |
|---------------|--------|---------|--------|-------|--------|-------|------|----------|
| PASSAGEM      | 102    | 3       | 25     | 32    | 4      | 58000 | 28   | 7.777778 |
| GOES MONTEIRO | 171    | 4       | 36     | 35    | 4      | 78000 | 38   | 7.777778 |
| REAL GRANDEZA | 41     | 8       | 30     | 37    | 3      | 50000 | 33   | 7.777778 |
| POLIDORO      | 72     | 4       | 40     | 16    | 4      | 80000 | 42   | 17.61905 |
| BOTAFOGO      | 176    | 6       | 35     | 23    | 7      | 95000 | 62   | 17.61905 |

A faixa de preços dos imóveis com Fa = 25 (Tabela V.4) varia desde R\$ 115.000,00 até R\$ 230.000,00, a qual corresponde a apartamentos de um ou dois quartos, no máximo (conforme tabela de preços publicada em jornal). Por outro lado, o número total de cômodos desses apartamentos variou entre 6 e 10, certamente incluindo apartamentos maiores. De acordo com a metodologia proposta, os apartamentos dessa tabela são considerados como *pequenos* ou *médios*, com um padrão construtivo que pode ser *mediano* ou de *luxo* (havendo uma forte predominância do primeiro). Apesar do imóvel mais novo ter 6 anos e o mais velho possuir 57 anos, o fator *idade* não foi preponderante para a formação dos fatores de valorização.

Apartamentos maiores (três quartos ou mais) possuem preços de oferta entre R\$ 150.000,00 e R\$ 750.000,00, de acordo com a Tabela V.1. Esses imóveis transitam em uma faixa de valorização cujo Fa varia entre 35 e 82,22. A partir desse ponto, a classificação dos apartamentos através do número de quartos deixa de ser adequada devido à grande

diversidade encontrada entre os exemplares pesquisados. O exemplo disso é o apartamento mais caro da amostra (R\$ 600.000,00), com 13 cômodos no total e 200m<sup>2</sup> (Tabela V.5), que possui um Fa = 45; menor que o fator de valorização do imóvel ofertado pelo menor preço nessa faixa de mercado (R\$ 185.000,00) que é igual a 48,33 (vide Tabela 1 – Apêndice A). Apesar da enorme diferença nos preços totais, os preços em por metro quadrado (em reais) desses apartamentos são bem mais próximos, 3.000,00 R\$/m<sup>2</sup> e 2.803,00 R\$/m<sup>2</sup>, respectivamente.

**Tabela V.4:** Apartamentos com Fa = 25.

| Endereco       | Numer | Comodos | Padrao | Idade | Estado | Preco  | Area | IndiceVf |
|----------------|-------|---------|--------|-------|--------|--------|------|----------|
| PAULO BARRETO  | 43    | 7       | 55     | 6     | 7      | 128000 | 70   | 25       |
| POLIDORO       | 190   | 6       | 50     | 53    | 4      | 115000 | 60   | 25       |
| JOIA VALANSI   | 103   | 9       | 40     | 30    | 3      | 160000 | 80   | 25       |
| MARIANA        | 21    | 10      | 40     | 38    | 2      | 185000 | 89   | 25       |
| VOLUNTARIOS DA | 175   | 7       | 40     | 47    | 4      | 175000 | 70   | 25       |
| VOLUNTARIOS DA | 123   | 8       | 58     | 57    | 6      | 135000 | 53   | 25       |
| BARTOLOMEU     | 185   | 8       | 40     | 29    | 4      | 150000 | 57   | 25       |
| PINHEIRO       | 132   | 7       | 45     | 20    | 5      | 230000 | 85   | 25       |
| PASTEUR        | 142   | 6       | 52     | 34    | 4      | 210000 | 75   | 25       |
| LAURO MULLER   | 96    | 6       | 50     | 44    | 4      | 120000 | 42   | 25       |

Dentre esses imóveis, existem 8 apartamentos cujo Fa é igual a 45 (Tabela V.5) e cuja diferença de preços de oferta (em UFIR/m<sup>2</sup>) é a mais ampla (Tabela V.2), formando o extrato mais heterogêneo da amostra. Esses apartamentos possuem entre 7 e 13 cômodos no total, e são classificados como apartamentos *pequenos*, *médios* ou *grandes*, sendo que quase todos são *médios* (entre 8 e 12 cômodos). O padrão construtivo desses apartamentos encontra-se entre as classes *mediano*, *luxo* e *alto luxo*, predominando as duas últimas. Em termos de idade, esse extrato possui exemplares cujas idades variam entre 5 e 58 anos. Essa diferença, juntamente com os diferentes padrões construtivos (variável *padrão*) justifica a amplitude da faixa de preços alcançados.

**Tabela V.5:** Apartamentos com Fa = 45.

| Endereco          | Numero | Cômodo | Padrao | Idade | Estado | Preco  | Area | IndiceVf |
|-------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|------|----------|
| SILVA             | 121    | 7      | 60     | 58    | 2      | 190000 | 90   | 45       |
| PALMEIRAS         | 126    | 12     | 50     | 26    | 4      | 270000 | 125  | 45       |
| TEREZA GUIMARAES  | 54     | 8      | 62     | 44    | 2      | 200000 | 85   | 45       |
| PAULINO FERNANDES | 98     | 8      | 80     | 30    | 1      | 235000 | 90   | 45       |
| ASSUNCAO          | 148    | 7      | 58     | 48    | 2      | 220000 | 78   | 45       |
| BOTAFOGO          | 48     | 13     | 72     | 31    | 3      | 600000 | 200  | 45       |
| FARANI            | 155    | 10     | 70     | 30    | 3      | 345000 | 114  | 45       |
| OLINDA            | 121    | 8      | 50     | 5     | 2      | 355000 | 80   | 45       |

Conforme pode ser visto nas Tabelas V.6 e V.7, os imóveis com  $Fa = 65$  (Tabela V.6) e  $Fa = 82,22$  (Tabela V.7) são aqueles que possuem as variáveis *numero\_de\_comodos*, *padrão*, *idade* e *estado* mais semelhantes entre si. Levando-se em conta o número de cômodos, esses apartamentos podem ser *médios* ou *grandes*. Os padrões de acabamento dos apartamentos  $Fa = 65$  são quase todos de *luxo*, à exceção de um deles que é de *alto-luxo* (85), ao passo que os apartamentos com  $Fa = 82,22$  possuem um padrão de acabamento mais alto (80). As idades dos apartamentos do primeiro grupo de imóveis variam em torno de 20 anos do mais novo para o mais velho; em outras palavras, esses apartamentos são *recentes*, *novos* ou *usados*. Apesar dessas semelhanças, a diferença entre o menor preço de oferta (R\$ 225.000,00) e o maior (R\$ 390.000,00) é da ordem de 73%, enquanto a diferença entre os preços de oferta por metro quadrado é de 47,93%. Nesse caso, a variável *idade* pode ter influenciado os preços de oferta, apesar dela não ter apresentado o mesmo efeito no cálculo do fator de valorização ( $Fa$ ).

**Tabela V.6:** Apartamentos com  $Fa = 65$ .

| Endereco    | Numero | Comodo | Padrao | Idade | Estado | Preco  | Area | IndiceVf |
|-------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|------|----------|
| LUCENA      | 111    | 12     | 66     | 23    | 3      | 340000 | 110  | 65       |
| DEZENOVE DE | 135    | 11     | 58     | 1     | 1      | 390000 | 100  | 65       |
| CLEMENTE    | 135    | 12     | 60     | 11    | 2      | 225000 | 80   | 65       |
| SOROCABA    | 161    | 12     | 85     | 21    | 2      | 373887 | 116  | 65       |
| CARAVELAS   | 49     | 8      | 60     | 2     | 1      | 290000 | 110  | 65       |

Por outro lado, como pode ser visto na Tabela V.7, os apartamentos do segundo grupo apresentam variáveis com valores bastante próximos entre si, e suas idades variam entre 1 e 6 anos no máximo, sendo todos classificados como *recentes* ou *novos*. A diferença entre os preços por metro quadrado (em UFIR) desses apartamentos é de apenas 7,34%, confirmando assim a homogeneidade desse extrato da amostra.

**Tabela V.7:** Apartamentos com  $Fa = 82,22$ .

| Endereco       | Numero | Comodo | Padrao | Idade | Estado | Preco  | Area | IndiceVf |
|----------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|------|----------|
| ALVARO RAMOS   | 135    | 8      | 80     | 1     | 1      | 430000 | 105  | 82,2222  |
| CARLOS PEIXOTO | 83     | 9      | 80     | 6     | 1      | 380000 | 96   | 82,2222  |
| RAUL FERNANDES | 199    | 10     | 80     | 2     | 1      | 360000 | 86   | 82,2222  |

Como pôde ser visto, a Lógica Nebulosa pode ser útil na classificação e diferenciação de imóveis com características próprias, através da obtenção de um número que vem a ser o resultado do processamento de variáveis nebulosas (*fuzzy*) que representam elementos qualificativos de caráter subjetivo que agem como formadores de preços de

mercado, neste caso, de bens imóveis. Outro fator extremamente importante para a formação de preços, e que ainda não foi discutido, é a influência que os bens imóveis sofrem da sua localização. Esta variável foi propositadamente deixada de lado e será abordada mais adiante.

### V.3 ESTUDOS DE CASO

Em linhas gerais, pode-se separar a amostra em cinco categorias principais de valor:

1. **Fa = 7,78** ou **Fa = 17,62**

Neste grupo encontram-se os apartamentos menores (4 ou 6 cômodos), com pior padrão construtivo (40 no máximo), mais velhos (mais de 30 anos) e em pior estado de conservação (4 ou 7).

2. **Fa = 25**

Os apartamentos desse grupo já são maiores que os anteriores (7 a 10 cômodos) e contam ainda com um padrão construtivo relativamente baixo (entre 40 e 60). A idade desses apartamentos oscila entre 30 e 60 anos e o estado de conservação desses imóveis, de um modo geral, é ruim.

3. **Fa = 45**

Aqui, os apartamentos são de mesmo porte que os do grupo anterior, porém possuem um melhor padrão construtivo que aqueles (entre 60 e 70). As idades desses apartamentos são semelhantes, embora se encontrem em melhor estado de conservação (regular ou bom).

4. **Fa = 65**

Os apartamentos pertencentes a este grupo, por sua vez, já são maiores (8 a 12 cômodos), porém com um padrão que gira em torno de 60. As idades desses imóveis variam entre 10 e 20 anos e encontram-se em bom estado de conservação.

5. **Fa = 82,22**

Nesse grupo encontram-se os apartamentos mais valorizados da amostra. Isto fica claro ao se observar as variáveis *padrão* (80) e *idade* (1 ou 6 anos), ou seja, são apartamentos de *luxo* e recentemente lançados, o que lhes confere os mais altos índices de valorização e as menores depreciações.

Nesta seção serão abordados alguns casos especiais de apartamentos que apresentaram fatores de valorização discrepantes desses discutidos acima. Como já foi visto anteriormente, os fatores de valorização mais significativos foram os de número 25, 45, 65 e

82,22 (com 10, 8, 5 e 3 elementos amostrais respectivamente). Dessa forma, os apartamentos que atingiram fatores de valorização diferentes destes; quais sejam, os fatores 35, 48,33, 55 e 68,27, podem ser considerados como “*outliers*”, uma vez que uma (ou mais de uma) de suas variáveis descritivas os colocou em uma categoria diferente de valor. Deve-se observar que esses fatores contemplaram somente um elemento da amostra cada um, cujos exemplos podem ser vistos na tabela abaixo (Tabela V.8). Ao se comparar esses resultados com os resultados das outras tabelas acima, será possível identificar os fatores que levaram a essas diferenças.

Em primeiro lugar será feita a análise do imóvel à Rua General Severiano número 86. Levando-se em consideração o seu número de cômodos, esse imóvel encontra-se classificado juntamente com outros imóveis cujo Fa é igual a 45 (Tabela V.5). Porém o valor da variável *padrao* (40) veio a contribuir para uma menor valorização desse imóvel, pois ele é o menor valor dentre todos os outros apartamentos dessa tabela. Apesar da sua idade ser a menor de todas, essa vantagem foi diminuída pelo mau estado de conservação do imóvel (variável *conservacao* = 4).

**Tabela V.8:** Apartamentos com Fa diferentes dos demais.

| Endereco       | Numero | Comodo | Padrao | Idade | Estado | Preco  | IndiceVf | PrHomog  |
|----------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|----------|----------|
| SEVERIANO      | 86     | 8      | 40     | 10    | 4      | 230000 | 35       | 3962,936 |
| ORLANDO DANTAS | 47     | 5      | 81     | 21    | 4      | 185000 | 48,33333 | 2448,141 |
| BOTAFOGO       | 400    | 9      | 65     | 26    | 2      | 240000 | 55       | 1918,813 |
| SOROCABA       | 80     | 11     | 75     | 5     | 1      | 370000 | 68,27004 | 2079,86  |

Em seguida serão analisados os apartamentos situados à Rua Orlando Dantas 47 e à Praia de Botafogo nº 400 (Tabela V.5). Esses apartamentos obtiveram fatores de valorização iguais a 48,33 e 55 respectivamente, acima do fator 45 comum a outros imóveis semelhantes. Apesar da área do primeiro apartamento ser menor (66 m<sup>2</sup>) e possuir um reduzido número de cômodos (5), ele conta com um padrão construtivo bastante superior (81). Além desse aspecto positivo, e da idade desse imóvel ser relativamente reduzida em comparação a outros apartamentos com Fa igual a 45, o mau estado de conservação desse apartamento impediu que o seu Fa ficasse maior do que 48,33. Já o apartamento da Praia de Botafogo possui tanto seu número de cômodos (9 cômodos) bem como seu padrão construtivo (65) um pouco acima das médias desses parâmetros para o restante do grupo (8,66 e 62,45, respectivamente). Aliado a isso, esse apartamento é um dos mais novos do grupo (26 anos) e em melhor estado de conservação. Esse conjunto de variáveis pode explicar a sobrevalorização desse imóvel. As características desses imóveis estão reproduzidas na tabela abaixo (Tabela V.9) juntamente com as médias das variáveis dos apartamentos com Fa igual a 45.

**Tabela V.9:** Médias das variáveis dos apartamentos com  $Fa = 45$ .

| Endereco       | Numero | Comodos | Padrao | Idade | Estado | Preco  | IndiceVf |
|----------------|--------|---------|--------|-------|--------|--------|----------|
| Fa = 45        | ---    | 8,66    | 62,45  | 29,9  | 2,72   | 200000 | 45       |
| Orlando Dantas | 47     | 5       | 81     | 21    | 4      | 185000 | 48,33    |
| Botafogo       | 400    | 9       | 65     | 26    | 2      | 240000 | 55       |

O último caso em questão é o do apartamento da Rua Sorocaba. Esse imóvel possui um  $Fa = 68,88$ , o que o coloca em uma faixa intermediária entre os apartamentos mais valorizados da amostra, ou seja, aqueles cujo  $Fa$  é maior ou igual a 65 e menor do que 82,22. Sobre os primeiros imóveis, ou seja, aqueles presentes na Tabela V.6, ele possui as vantagens de ser mais novo (5 anos) e de possuir um melhor padrão de acabamento (75). Por outro lado, ele se encontra em situação inferior (exatamente nas mesmas variáveis) em relação aos imóveis com índice de valorização mais alto (82,22), como pode ser visto na tabela abaixo (Tabela V.10):

**Tabela V.10:** Médias das variáveis dos apartamentos com  $Fa = 65$  e  $Fa = 82,22$ .

| Endereco   | Numero | Comodos | Padrao | Idade | Estado | Preco  |
|------------|--------|---------|--------|-------|--------|--------|
| Fa = 65    | ---    | 10,83   | 69     | 13    | 1,67   | 200000 |
| Sorocaba   | 81     | 11      | 75     | 5     | 1      | 185000 |
| Fa = 82,22 | ---    | 9       | 80     | 3     | 1      | 240000 |

No sentido de comprovar a validade do Fator de Valorização, calculado pelo SLN, como indicador do valor relativo de um imóvel, foram elaborados testes com alguns outros apartamentos de Botafogo. São evidenciados três casos particulares de resultados de  $Fa$  obtidos pela inferência do SLN, quais sejam:

### 1. Apartamentos semelhantes com $Fa$ iguais

São mostrados nos registros com as chaves 9 e 22 da Tabela V.11. Tais apartamentos são semelhantes, pois possuem o mesmo padrão, o mesmo estado, a idade com um valor aproximado, visto que existe uma diferença de apenas 5 anos e o número de cômodos dos dois é bastante aproximado, isto é, o apartamento 22 possui um a mais. Outros imóveis que apresentam o mesmo comportamento são os apartamentos 105 e 1, ambos com  $Fa$  igual a 45. Da mesma forma que o primeiro par, esses últimos também possuem valores bastante aproximados para todas as suas variáveis descritivas, como pode ser visto na tabela abaixo (Tabela V.11). Através dos resultados dessa tabela, pode-se observar que imóveis

diferenciados como os apartamentos 9 e 22 e 105 e 1, passam a ter valores (em UFIR/m<sup>2</sup>) bem mais aproximados.

**Tabela V.11:** Exemplos apartamentos com variáveis semelhantes.

| chave | Comodos | Padrao | Idade | Estado | Preco  | Area | IndiceVf | PrHomog  |
|-------|---------|--------|-------|--------|--------|------|----------|----------|
| 9     | 8       | 80     | 1     | 1      | 430000 | 105  | 82.22    | 2102,545 |
| 22    | 9       | 80     | 6     | 1      | 380000 | 96   | 82.22    | 2032,256 |
| 105   | 8       | 62     | 44    | 2      | 200000 | 85   | 45       | 2207,262 |
| 1     | 7       | 58     | 48    | 2      | 220000 | 78   | 45       | 2645,885 |

## 2. Apartamentos semelhantes a menos de uma variável com Fa diferentes

Essa variável acarretará uma dicotomia entre tais apartamentos, cujos exemplos são mostrados nos registros com as chaves 120 (**Fa = 25**) e 46 (**Fa = 35**) e 9 (**Fa = 82,22**) e 76 (**Fa = 45**) da Tabela V.12. A variável destoante em ambos os casos é a idade, com uma diferença de 19 anos para o primeiro par e de 29 anos para os outros dois; sendo as demais variáveis são idênticas.

**Tabela V.12:** Exemplos apartamentos com variáveis semelhantes, exceto uma.

| chave | Comodos | Padrao | Idade | Estado | Preco  | Area | IndiceVf | PrHomog  |
|-------|---------|--------|-------|--------|--------|------|----------|----------|
| 120   | 8       | 40     | 29    | 4      | 150000 | 57   | 25       | 4443,566 |
| 46    | 8       | 40     | 10    | 4      | 230000 | 70   | 35       | 3962,936 |
| 9     | 8       | 80     | 1     | 1      | 430000 | 105  | 82.22    | 2102,545 |
| 76    | 8       | 80     | 30    | 1      | 235000 | 90   | 45       | 2449,448 |

## 3. Apartamentos com variáveis complementares

São exemplos deste caso, os apartamentos com chaves 111 e 70, e 31 e 77 (Tabela V.13), os quais apresentam **Fa** iguais a 45 e 25 respectivamente e cujas variáveis descritivas são aproximadamente complementares. Pode-se notar tal complementaridade entre as variáveis *cômodos* e *padrão* em ambos os casos pois, enquanto o apartamento 111 possui menos *cômodos* (7) e um maior padrão (60) do que o apartamento 70 (12 e 50, respectivamente), o apartamento 31 (com 10 cômodos) é maior do que o apartamento 77 (que possui 7). Quanto ao outro par complementar, que envolve as variáveis *idade* e *estado*, o apartamento 111 possui 58 anos enquanto o 70, 26. No caso da variável *estado*, o apartamento 111 está melhor conservado do que o 70, com valores 2 e 4, respectivamente, opondo-se, dessa forma, à idade. Os valores das variáveis *idade* e *estado* dos apartamentos 31 e 77 são 38 e 2 e 6 e 7 respectivamente.

**Tabela V.13:** Apartamentos com variáveis complementares

| <b>chave</b> | <b>Comodos</b> | <b>Padrao</b> | <b>Idade</b> | <b>Estado</b> | <b>Preco</b> | <b>Area</b> | <b>IndiceVf</b> | <b>PrHomog</b> |
|--------------|----------------|---------------|--------------|---------------|--------------|-------------|-----------------|----------------|
| 111          | 7              | 60            | 58           | 2             | 190000       | 90          | 45              | 1980,404       |
| 70           | 12             | 50            | 26           | 4             | 270000       | 125         | 45              | 2026,266       |
| 31           | 10             | 40            | 38           | 2             | 185000       | 89          | 25              | 3509,918       |
| 77           | 7              | 55            | 6            | 7             | 128000       | 70          | 25              | 3087,644       |

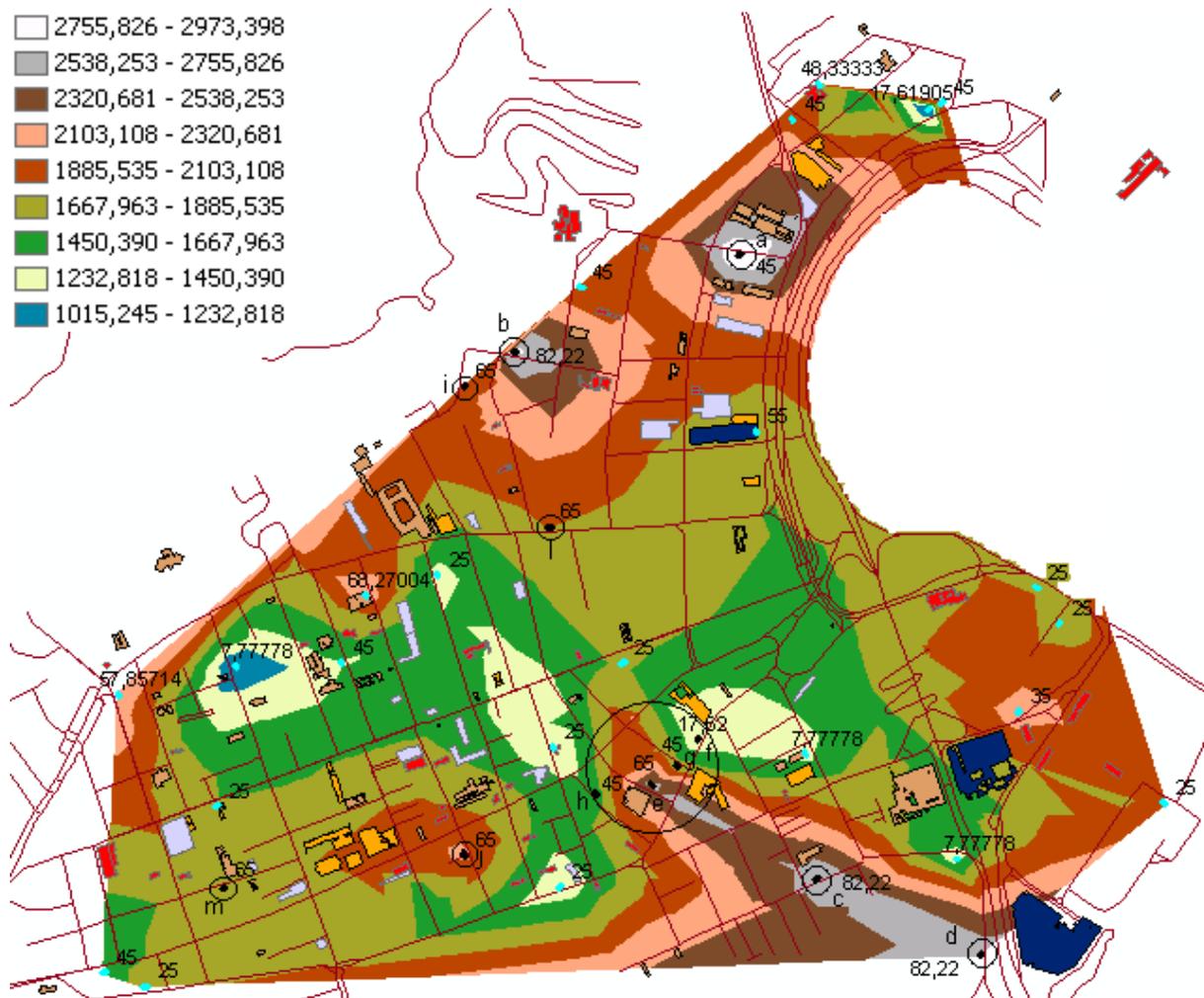
#### **V.4 – ANÁLISE DAS SUPERFÍCIES DE VALOR**

Os últimos produtos a serem analisados são as superfícies de valor (Figuras V.3 e V.4) geradas com o auxílio do *software* de geoprocessamento *ArcView 8.0*. Como já foi dito anteriormente, elas são modelos tridimensionais que reproduzem espacialmente a valorização de imóveis em uma determinada região, que neste caso vem a ser o bairro de Botafogo. Através dessa análise será possível identificar e separar as áreas de maior e menor valorização imobiliária, estabelecendo-se assim as **zona de valor homogêneo**.

##### V.4.1 – Superfície de Valores de Mercado

Na Figura V.3 é possível verificar como se dá a variação dos preços de oferta (em UFIR/m<sup>2</sup>) dos apartamentos da área de estudo. Essa figura é uma representação hipotética de um “relevo” onde as “altitudes” são dadas pelos preços de oferta desses imóveis. Nela também se pode ver alguns estabelecimentos comerciais de maior importância, como *shopping centers*, agências bancárias, escolas e hospitais, bem como equipamentos de lazer (cinemas, museus, teatros etc.). Também estão presentes áreas de estacionamento comercial.

Observando-se essa figura em detalhe, pode-se notar que existem quatro “picos” de valor na superfície de mercado (a, b, c e d) nas porções norte e sul da área de estudo (acima e abaixo na figura), correspondentes aos apartamentos da Tabela V.14. Como já era de se esperar, esses apartamentos (b, c e d) possuem o maior fator de valorização (82,22), à exceção do imóvel situado à Rua Marques de Olinda (a) que possui um fator de valorização igual a 45. Fazendo-se uma contraposição desses aspectos com os valores de oferta plotados na planta, observa-se que esses apartamentos encontram-se localizados em ruas exclusivamente residenciais, ou afastados de atividades comerciais, confirmando uma característica do mercado de construir imóveis mais valorizados justamente nesse tipo de entorno.



**Figura V.3:** Superfície de valores de mercado.

**Tabela V.14:** Apartamentos com valor de mercado mais alto.

| Endereço           | Numero | Preco   | Ufir       | Area   | Indicevf | Ufirm2  | Prhomog |
|--------------------|--------|---------|------------|--------|----------|---------|---------|
| (a) OLINDA         | 21     | 355.000 | 237871,89  | 80,00  | 45       | 2973,40 | 4162,76 |
| (b) RAUL FERNANDES | 90     | 360.000 | 241222,19  | 86,00  | 82,22    | 2804,91 | 2149,17 |
| (c) ALVARO RAMOS   | 104    | 430.000 | 288126,50  | 105,00 | 82,22    | 2744,06 | 2102,54 |
| (d) CARLOS PEIXOTO | 60     | 380.000 | 254.623,42 | 96,00  | 82,22    | 2652,33 | 2032,25 |

Um outro fenômeno que também merece atenção é a grande diferença de preços exibida pelos apartamentos da tabela a seguir (Tabela V.15), que se localizam em uma mesma proximidade na porção centro-sul da área de estudo, estando circunscritos dentro de um raio de 130m. Como se pode notar, os preços destes imóveis são diretamente proporcionais aos seus índices de valorização, ou seja, quanto maior for este índice, maior será o seu preço; não havendo nenhuma relação entre eles e sua posição geográfica.

**Tabela V.15:** Apartamentos próximos com preços diferentes sem relação com a localização.

|     | Endereco              | Numero | Preco   | Ufir       | Area   | Indicevf | Ufirm2   | Prhomog |
|-----|-----------------------|--------|---------|------------|--------|----------|----------|---------|
| (e) | DEZENOVE DE FEVEREIRO | 185    | 390.000 | 261.324,05 | 100,00 | 65,00    | 2.613,24 | 2532,83 |
| (f) | POLIDORO              | 74     | 800.000 | 53.604,93  | 42,00  | 17,62    | 1.276,31 | 4563,66 |
| (g) | PAULINO FERNANDES     | 98     | 235.000 | 157.464,48 | 90,00  | 45,00    | 1.749,61 | 2449,45 |
| (h) | TEREZA GUIMARAES      | 55     | 200.000 | 134.012,33 | 85,00  | 45,00    | 1.576,62 | 2207,26 |

Por outro lado, os apartamentos da Tabela V.16 (i, j, l, e m), todos com o mesmo Fa (65), mostram diferenças de preços que aparentemente poderiam ser relacionadas às suas localizações, porém a comparação direta dos imóveis não conduz a uma conclusão coerente pois ela é feita com objetos muito diferentes entre si. Além disso, a formação desses preços é resultante de três fatores concorrentes: em primeiro lugar, o **desejo do ofertante**; em seguida, as características do **bem ofertado** e por último, a **localização** do bem (já que se trata de bens imóveis). Para que se possa contornar esse problema, é feita a **homogeneização** da amostra e os valores homogeneizados são então plotados sobre a planta da região de estudo. O resultado obtido é a **planta de valores homogêneos**. Nela, é possível a identificação das áreas de maior valorização após o expurgo das diferenças entre os elementos da amostra que influenciam a formação dos seus preços. Após a operação de homogeneização, todos os imóveis constantes nessa tabela estarão localizados na mesma faixa de valor ou em outras palavras, na mesma **zona de valor homogêneo**.

**Tabela V.16:** Apartamentos de mesmo Fa com preços diferentes.

|     | Endereço  | Numero | Preco   | Ufir      | Area   | Indicevf | Ufirm2  | Prhomog  |
|-----|-----------|--------|---------|-----------|--------|----------|---------|----------|
| (i) | LUCENA    | 115    | 340.000 | 227820,95 | 110,00 | 65       | 2071,10 | 2007,37  |
| (j) | SOROCABA  | 682    | 373.887 | 250527,34 | 116,00 | 65       | 2159,72 | 2093,26  |
| (l) | CLEMENTE  | 134    | 225.000 | 150763,9  | 80,00  | 65       | 1884,55 | 1826,562 |
| (m) | CARAVELAS | 49     | 290.000 | 194317,9  | 110,00 | 65       | 1766,53 | 1712,172 |

#### V.4.2 – Superfície de Valores Homogêneos

A Figura V.2 representa a superfície obtida após a operação de homogeneização da amostra, que visa eliminar as diferenças entre os apartamentos de modo que os valores relativos obtidos devam-se somente à localização dos imóveis. Ela apresenta um relevo bastante diferente da primeira e fornece uma imagem visível da variação da valorização





primeira com alta concentração de imóveis comerciais e a segunda com menor presença desses imóveis; os picos mais altos de valorização localizados na porção sul da área de estudo e por fim, as regiões de transição entre as duas primeiras e a última. Essas quatro regiões identificadas derivaram então quatro **zonas de valor homogêneo** (Figura V.5). São elas:

1. Zona Comercial;
2. Zona predominantemente residencial
3. Zona de alta valorização
4. Zona de transição

Através da criação das zonas de valor homogêneo e do uso de uma ferramenta adequada de geoprocessamento é possível realizar pesquisas de análise espacial com o objetivo de se aprofundar o conhecimento sobre a área de estudo, bem como conhecer as vantagens e/ou desvantagens de se adotar uma determinada solução. Entre as possibilidades oferecidas por esta metodologia, podemos destacar:

1. Conhecer automaticamente o número de imóveis (sejam eles apartamentos, casas, lojas etc.) incluídos dentro de uma determinada zona de valor;
2. Associar automaticamente um valor de referência e uma alíquota de imposto a cada um dos imóveis pertencentes a uma determinada zona de valor homogêneo;
3. Estabelecer automaticamente qual a arrecadação proporcionada por cada uma das zonas de valor ou por alguma outra área de interesse (bairros, setores fiscais etc.);
4. Automatizar as operações de alteração e atualização da planta de valores, tanto na sua geometria como nos seus valores;
5. Permitir a inclusão de novos imóveis construídos dentro da planta de valores.

## **V.6 – COMENTÁRIOS**

Através dos resultados obtidos foi possível realizar uma análise bastante acurada do mercado imobiliário do bairro de Botafogo que levou à identificação dos principais aspectos desse mercado.

Foi possível ainda, ao final da análise, a classificação da região estudada em quatro zonas de valor homogêneo que servem de base para a criação de uma planta de valores de referência. O mapa digital dessas zonas, se incluído dentro de um sistema de

geoprocessamento, é um instrumento bastante útil para as administrações municipais adquirirem informações relevantes sobre o mercado imobiliário e sobre as potencialidades do território.

No capítulo seguinte serão lançadas algumas perspectivas de aperfeiçoamento e desenvolvimento futuros do sistema de modo que ele possa vir a atingir os objetivos a que se propõe.

## **CAPÍTULO VI — CONCLUSÃO**

Os resultados apresentados e discutidos no capítulo anterior mostraram-se satisfatórios e deram embasamento à metodologia proposta. Através deles foi possível observar como se comporta o mercado imobiliário do bairro de Botafogo e como a metodologia proposta atende aos seus objetivos, que é o de subsidiar a produção de plantas de valores genéricos provendo um enfoque científico sobre um assunto que está presente no cotidiano de todo cidadão e que tem sido tratado de forma empírica em quase todos municípios brasileiros.

Na seção seguinte serão comentados alguns possíveis aperfeiçoamentos a serem implementados no sistema para que ele possa cumprir sua função de forma adequada, bem como ampliar o seu escopo e se tornar uma ferramenta útil para administradores municipais e pesquisadores poderem obter as informações necessárias para o desempenho de suas tarefas.

### **VI.1 – PERSPECTIVAS FUTURAS**

1. Os dados constantes da tabela de imóveis utilizada, devem ser os mesmos presentes em um cadastro técnico urbano (multifinalitário).

A ferramenta desenvolvida neste trabalho só pode funcionar em um ambiente em que já se encontre implantado um cadastro técnico multifinalitário, que será sua fonte alimentadora de dados e que será compartilhada com outros sistemas, permitindo que ela esteja integrada a um sistema de gerência que atenda à administração municipal como um todo.

2. O cadastro imobiliário deverá fazer uma ponte desse sistema com outros, como o de cadastro fiscal (ITBI e IPTU) e de licenças de construção (urbanismo).

Dessa forma, será possível atualizar imóveis recém edificados (ou demolidos) e monitorar a arrecadação. Se por outro lado, houver uma modificação na planta de valores, essa informação repercutirá em todo o sistema fazendo com que a cobrança dos impostos seja automaticamente atualizada.

3. Há a necessidade de criar modelos para outros tipos de edificações como imóveis comerciais (lojas, galpões, salas etc.), residências unifamiliares e outros.

Para que a planta de valores seja a mais próxima possível da realidade do mercado imobiliário, é necessário que sejam adotados diversos padrões para comparação, dada a

multiplicidade construtiva encontrada no ambiente de uma cidade. Deve-se ter em mente que diferentes parâmetros descrevem diferentes edificações, por exemplo: o número de cômodos pode servir para um apartamento, mas não se aplica a uma sala comercial ou loja.

4. A escolha do padrão de referência deve ser feita de acordo com o tipo dominante das edificações de uma determinada área e pode ser feita por um sistema de análise espacial com uso de inteligência artificial.

O projeto padrão em relação ao qual é feita uma avaliação coletiva de imóveis, deve ser o mais semelhante possível àquele imóvel que é encontrado em maior número na região estudada. Possivelmente com a criação de *clusters* (redes de Kohonen) possibilite a identificação dos padrões construtivos da área.

5. Deve ser criada uma metodologia para a separação das zonas de valor homogêneo e criação da planta de valores.
6. Deve ser criada uma metodologia para a obtenção dos valores venais dos imóveis para o lançamento das alíquotas do IPTU.

Estes são os dois últimos passos a serem dados para completar a metodologia e se conseguir um sistema consistente para o cálculo do IPTU e, por conseguinte, do ITBI.

## **VI.2 – COMENTÁRIOS FINAIS**

O objetivo da proposta aqui apresentada foi o de lançar um enfoque científico sobre a problemática da cobrança do IPTU e da aquisição dos valores de referência de imóveis urbanos sobre os quais incide esse imposto. O autor julga que a busca de soluções através da pesquisa científica é a melhor abordagem a ser adotada para se enfrentar qualquer tipo de problema e este, certamente não é exceção.

O presente texto tentou abordar um assunto sobre o qual muito pouco tem sido publicado e que merece ser melhor estudado para o bem estar fiscal e financeiro dos municípios brasileiros, posto que nenhuma fonte de renda pode ser subaproveitada por parte do setor público em nenhuma esfera de poder; evitando-se assim a tentação do aumento de receita através do mero aumento de impostos.

Com a presente dissertação, o autor espera ter contribuído para elucidar a questão da valorização imobiliária em função da *localização* dos imóveis, tendo como pano de fundo a cidade e a importância que o correto conhecimento do valor desse patrimônio tem para qualquer pessoa que viva no meio urbano.

## BIBLIOGRAFIA

- ABNT – NBR 5676; *Avaliação de Imóveis Urbanos*, Rio de Janeiro, 1989.
- ABNT – NBR 12721; *Avaliação de Custos Unitários e Preparo de Orçamento de Construção para Incorporação de Edifícios em Condomínio*, Rio de Janeiro, 1989.
- ANDERSON, J. R.; HARDY, E. E.; ROACH, J. T.; WITMER, R. E.; *Sistema de Classificação do Uso da Terra e do Revestimento do Solo para Utilização com Dados de Sensores Remotos*, Rio de Janeiro, IBGE, 1979.
- AZEVEDO, L. H.; SALOMÃO, M.; *Informações localizadas cartograficamente como Apoio à Administração municipal*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 2002, 6 a 10 de Outubro.
- AVERBECK, C. E.; LOCH, C.; OLIVEIRA, R.; *Planta de Valores Genéricos: Necessidade de Compromisso com a Realidade de Mercado*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 2002, 6 a 10 de Outubro.
- BATISTA, E. O.; *Sistemas de Informação*, Editora Saraiva, São Paulo 2004.
- BOOTH, B.; *Using ArcGIS 3D Analyst*, ESRI 2000.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; *Introdução à Ciência da Geo-informação*, Capítulo 2, Edição eletrônica, INPE/DPI, <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap2-conceitos.pdf>, consultado em 24/05/2005.
- CARVALHO, K.; Bases de Dados Espaciais para Pluviometria – Estudo de Caso: Recife. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 2002, 6 a 10 de Outubro.
- COSTA, A. M.; LOCH, C.; SCHENINI, P. C.; SOUZA, D. A.; *Contribuições do Cadastro Técnico Multifinalitário para a Gestão Municipal*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 2004, 10 a 14 de Outubro.
- DANTAS, R. A.; *Engenharia de Avaliações: uma Introdução à Metodologia Científica*, Editora Pini, São Paulo 1998.
- DAVIS, C.; YUASSA, F.; SIKORSKI, S.; “SIG em Prefeituras”. In: FERRARI JUNIOR, R., *Viagem ao SIG- Planejamento Estratégico, Implantação e Gerenciamento de Sistemas de Informações Geográficas*, Capítulo 13, Editora Sagres, Curitiba.
- GARCIA, R. C.; KLING, S. L.; *Cadastro Técnico e Planta de Referência Cadastral*. In: Curso de Cadastro Técnico Multifinalitário, IBAM, Rio de Janeiro, 8 a 12 de Maio de 2000.

- GONZÁLEZ, M. A. S.; FORMOSO, C. T.; *Planta de Valores Utilizando Inteligência Artificial*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 2000, 15 a 19 de Outubro.
- KHAIR, A. A.; VIGNOLI, F. H.; TAKITANI, N.; ALVES, R.; AGUIAR, V. M. A.; *Manual de Orientação para o Crescimento da Receita Municipal*, EAESP/FGV, 2ª Edição, São Paulo, 2001.
- G. B. KORTE, *The GIS Book*, Fourth Edition, OnWord Press, 1997.
- MAGUIRE, D.; GOODCHILD, M.; RHIND, D.; *Geographical Information Systems: Principles and Applications*, New York, John Wiley and Sons, 1991.
- MARTINS, L. G. V., *Desigualdades Sociais e Iniquidades Fiscais na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: impactos da reestruturação e da descentralização*. Tese de M.Sc., UFRJ/IPPUR, Rio de Janeiro, 1998.
- MELO, M. F., *Planta de Valores Genéricos: Um Produto Cartográfico como Instrumento para a Equidade Tributária e o Planejamento Municipal*. Tese de M.Sc., ENCE/IBGE, Rio de Janeiro, 2001.
- MENDEL, J. M.; *Fuzzy Logic Systems for Engineering: A Tutorial*, Proceedings of the IEEE, vol. 83, no 3, março, 1995.
- MÖLLER, L. F.; *Planta de Valores Genéricos*, Sagra-Luzzatto Editores, Porto Alegre 1995.
- MURGEL FILHO, W., BERNARDO FILHO, O., SOUZA, F., J.; *Gerador de Valores de Referência Imobiliários com Lógica Nebulosa*. In: GisBrasil 2004 – 4ª Mostra do Talento Científico, São Paulo 17 a 20 de agosto.
- MURGEL FILHO, W., BERNARDO FILHO, O., SOUZA, F., J.; *Avaliação em Massa de Imóveis com Lógica Nebulosa*, In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 2004, 10 a 14 de Outubro.
- MURGEL FILHO, W., BERNARDO FILHO, O., SOUZA, F., J.; *Homogeneização de Valores de Referência Imobiliários com Lógica Nebulosa*, In: Simpósio Mineiro de Sistemas de Informação, Belo Horizonte, 2004, 28 e 29 de outubro.
- PEDRYCZ, W.; GOMIDE, F.; *An Introduction to Fuzzy Sets: Analysis and Design (Complex Adaptive Systems)*, MIT Press, 1998.
- PEREIRA, N. E. C.; *Repensando o Valor do Cadastro Técnico Urbano*, In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 2002, 6 a 10 de Outubro.
- RAMOS, L. S.; SILVA, E.; LOCH, C.; *Avaliação Coletiva de Imóveis x Cadastro Técnico Urbano*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 2000, 15 a 19 de Outubro.

- ROSINI, A. N., PALMISANO, A.; *Administração de Sistemas de Informação e a Gestão do Conhecimento*, Pioneira Thomson Learning, São Paulo 2003.
- SAUL, I.; *Curso Prático de Engenharia de Avaliações e Perícias Judiciais*, ABENC – RJ Associação Brasileira dos Engenheiros Civis do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- SILVA, E.; *Proposta de Avaliação Coletiva de Imóveis. Aplicação aos Imóveis do Tipo Apartamento na Cidade de Blumenau – Santa Catarina*, Tese de M.Sc., UFSC, Florianópolis, 1999.
- SILVA, E.; VERDINELLI, M. A.; *Utilização de Ferramentas de Análise Estatística de Dados na Tributação Imobiliária*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 2000, 15 a 19 de Outubro.
- SILVA, E.; RAMOS, L. S.; LOCH, C.; *Considerações Sobre a Elaboração de uma Planta de Valores Genéricos*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 2002, 6 a 10 de Outubro.
- SILVA JR. N. A., LEAL, P. R., SCHIGUNOV, P.; *O Cadastro Técnico como Ferramenta para a Gestão Urbana*, In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 2004, 10 a 14 de Outubro.
- SOUZA, E. C. B.; *Sistema Georreferenciado para Imobiliárias*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 2000, 15 a 19 de Outubro.
- SMF/PCRJ; *Cartilha dos Impostos Municipais*,  
<http://www2.rio.rj.gov.br/smf/pagsmf/index.html>, consultado em 10/05/2004.
- TRIVELLONI, C. A. P. HOCHHEIM, N.; *Avaliação de Imóveis com Técnicas de Análise Multivariada*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 1998, 18 a 22 de Outubro.
- VARGAS, H. C.; RIBEIRO, H.; *Novos Instrumentos de Gestão Urbana*, EDUSP, São Paulo, 2004.
- ZADEH, L. A.; *Fuzzy Sets, Information and Control*, 1965.
- ZANCAN, E. C.; *Avaliações de Imóveis em Massa para Efeitos de Tributos Municipais*, Ed. Rocha, Florianópolis 1996.
- ZIMMERMANN, H. J.; *Fuzzy Set Theory - and Its Applications*, Kluwer-Nijhoff Publishing, 1985.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A: TABELA DOS APARTAMENTOS PESQUISADOS

| chave | Codigap     | Endereco           | Numero | Comodos | Padrao | Idade | Estado | Preco  | UFIR     | Area | UFIRm2   | IndiceVf | PrHomog  |
|-------|-------------|--------------------|--------|---------|--------|-------|--------|--------|----------|------|----------|----------|----------|
| 1     | 06586200147 | ASSUNCAO           | 147    | 7       | 58     | 48    | 2      | 220000 | 147413.6 | 78   | 1889.917 | 45       | 2645.885 |
| 9     | 06487300104 | ALVARO RAMOS       | 104    | 8       | 80     | 1     | 1      | 430000 | 288126.5 | 105  | 2744.062 | 82.22222 | 2102.545 |
| 15    | 06637300115 | LUCENA             | 115    | 12      | 66     | 23    | 3      | 340000 | 227821   | 110  | 2071.1   | 65       | 2007.374 |
| 16    | 06708200154 | BOTAFOGO           | 154    | 13      | 72     | 31    | 3      | 600000 | 402037   | 200  | 2010.185 | 45       | 2814.259 |
| 17    | 06708200166 | BOTAFOGO           | 166    | 6       | 35     | 23    | 7      | 95000  | 63655.86 | 62   | 1026.707 | 17.61905 | 3671.173 |
| 18    | 06708200400 | BOTAFOGO           | 400    | 9       | 65     | 26    | 2      | 240000 | 160814.8 | 96   | 1675.154 | 55       | 1918.813 |
| 22    | 06783500060 | CARLOS PEIXOTO     | 60     | 9       | 80     | 6     | 1      | 380000 | 254623.4 | 96   | 2652.327 | 82.22222 | 2032.256 |
| 24    | 06864300031 | IRAJA              | 31     | 9       | 64     | 26    | 3      | 343000 | 229831.1 | 100  | 2298.312 | 57.85714 | 2502.606 |
| 25    | 06943500045 | REAL GRANDEZA      | 45     | 8       | 30     | 37    | 3      | 50000  | 33503.08 | 33   | 1015.245 | 7.777778 | 8223.484 |
| 26    | 06950000185 | DEZENOVE DE        | 185    | 11      | 58     | 1     | 1      | 390000 | 261324   | 100  | 2613.24  | 65       | 2532.833 |
| 28    | 06985600047 | ORLANDO DANTAS     | 47     | 5       | 81     | 21    | 4      | 185000 | 123961.4 | 66   | 1878.203 | 48.33333 | 2448.141 |
| 31    | 07004500021 | MARIANA            | 21     | 10      | 40     | 38    | 2      | 185000 | 123961.4 | 89   | 1392.825 | 25       | 3509.918 |
| 38    | 07123300053 | FARANI             | 53     | 10      | 70     | 30    | 3      | 345000 | 231171.3 | 114  | 2027.818 | 45       | 2838.945 |
| 42    | 07261100074 | POLIDORO           | 74     | 4       | 40     | 16    | 4      | 80000  | 53604.93 | 42   | 1276.308 | 17.61905 | 4563.663 |
| 43    | 07261100192 | POLIDORO           | 192    | 6       | 50     | 53    | 4      | 115000 | 77057.09 | 60   | 1284.285 | 25       | 3236.398 |
| 46    | 07266000082 | SEVERIANO          | 82     | 8       | 40     | 10    | 4      | 230000 | 154114.2 | 70   | 2201.631 | 35       | 3962.936 |
| 53    | 07398100096 | LAURO MULLER       | 96     | 6       | 50     | 44    | 4      | 120000 | 80407.4  | 42   | 1914.462 | 25       | 4824.444 |
| 60    | 07667900021 | OLINDA             | 21     | 8       | 50     | 5     | 2      | 355000 | 237871.9 | 80   | 2973.398 | 45       | 4162.758 |
| 70    | 07849300060 | PALMEIRAS          | 60     | 12      | 50     | 26    | 4      | 270000 | 180916.6 | 125  | 1447.333 | 45       | 2026.266 |
| 72    | 07872500104 | PASSAGEM           | 104    | 3       | 25     | 32    | 4      | 58000  | 38863.57 | 28   | 1387.985 | 7.777778 | 11242.68 |
| 73    | 07874100146 | PASTEUR            | 146    | 6       | 52     | 34    | 4      | 210000 | 140713   | 75   | 1876.173 | 25       | 4727.955 |
| 76    | 07885700098 | PAULINO FERNANDES  | 98     | 8       | 80     | 30    | 1      | 235000 | 157464.5 | 90   | 1749.605 | 45       | 2449.448 |
| 77    | 07888100043 | PAULO BARRETO      | 43     | 7       | 55     | 6     | 7      | 128000 | 85767.89 | 70   | 1225.256 | 25       | 3087.644 |
| 80    | 07934300106 | PINHEIRO GUIMARAES | 106    | 7       | 45     | 20    | 5      | 230000 | 154114.2 | 85   | 1813.108 | 25       | 4569.032 |
| 88    | 08108300134 | CLEMENTE           | 134    | 12      | 60     | 11    | 2      | 225000 | 150763.9 | 80   | 1884.548 | 65       | 1826.562 |

APÊNDICE A: Continuação

| chave | Codigap     | Endereco              | Numero | Comodos | Padrao | Idade | Estado | Preco  | UFIR     | Area | UFIRm2   | IndiceVf | PrHomog  |
|-------|-------------|-----------------------|--------|---------|--------|-------|--------|--------|----------|------|----------|----------|----------|
| 102   | 08202400080 | SOROCABA              | 80     | 11      | 75     | 5     | 1      | 370000 | 247922.8 | 110  | 2253.844 | 68.27004 | 2079.86  |
| 103   | 08202400682 | SOROCABA              | 682    | 12      | 85     | 21    | 2      | 373887 | 250527.3 | 116  | 2159.719 | 65       | 2093.266 |
| 105   | 08265100055 | TEREZA GUIMARAES      | 55     | 8       | 62     | 44    | 2      | 200000 | 134012.3 | 85   | 1576.616 | 45       | 2207.262 |
| 109   | 08359200049 | CARAVELAS             | 49     | 8       | 60     | 2     | 1      | 290000 | 194317.9 | 110  | 1766.526 | 65       | 1712.172 |
| 111   | 08371700125 | SILVA                 | 125    | 7       | 60     | 58    | 2      | 190000 | 127311.7 | 90   | 1414.575 | 45       | 1980.404 |
| 113   | 08384000127 | VOLUNTARIOS DA PATRIA | 127    | 8       | 58     | 57    | 6      | 135000 | 90458.32 | 53   | 1706.761 | 25       | 4301.037 |
| 114   | 08384000375 | VOLUNTARIOS DA PATRIA | 375    | 7       | 40     | 47    | 4      | 175000 | 117260.8 | 70   | 1675.154 | 25       | 4221.388 |
| 120   | 08397200025 | BARTOLOMEU PORTELA    | 25     | 8       | 40     | 29    | 4      | 150000 | 100509.3 | 57   | 1763.32  | 25       | 4443.567 |
| 134   | 08772600176 | GOES MONTEIRO         | 176    | 4       | 36     | 35    | 4      | 78000  | 52264.81 | 38   | 1375.39  | 7.777778 | 11140.66 |
| 155   | 13529300090 | RAUL FERNANDES        | 90     | 10      | 80     | 2     | 1      | 360000 | 241222.2 | 86   | 2804.909 | 82.22222 | 2149.167 |

## APÊNDICE B: CÓDIGO – FONTE DO SISTEMA DE LÓGICA NEBULOSA

### Unit *FormUnit2*

```
unit FormUnit2;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  StdCtrls, Db, ADODB, Menus, Regras, Progresso, ComCtrls;

type
  TForm2 = class(TForm)
    GroupBox1: TGroupBox;
    Edit1: TEdit;
    Label1: TLabel;
    Edit2: TEdit;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Edit3: TEdit;
    Label4: TLabel;
    Edit4: TEdit;
    Label5: TLabel;
    Edit5: TEdit;
    GroupBox2: TGroupBox;
    Label6: TLabel;
    Edit6: TEdit;
    Label7: TLabel;
    Edit7: TEdit;
    GroupBox3: TGroupBox;
    Label9: TLabel;
    Label10: TLabel;
    Label11: TLabel;
    Edit9: TEdit;
    Edit10: TEdit;
    Edit11: TEdit;
    GroupBox4: TGroupBox;
    Label12: TLabel;
    Edit12: TEdit;
    TabApartamentos: TADOTable;
    CriaRegistro: TButton;
    Edit13: TEdit;
    Label13: TLabel;
    MainMenu: TMainMenu;
    CriarSistemaFuzzyl: TMenuItem;
    CriaSLN: TMenuItem;
    Sair2: TMenuItem;
    EditaRegistro: TButton;
    ExibeRegistro: TButton;
    RegrasSLNA: TADOTable;
    RegrasSLNB: TADOTable;
    RegrasSLNC: TADOTable;
    InfereTudo: TButton;
    InfereC: TButton;
    Amostraspadrol: TMenuItem;
    TabPadroes: TADOTable;
    CriaPadrao: TButton;
    ExibirPadrao: TButton;
    EditarPadrao: TButton;
    InferePadrao: TButton;
    Label8: TLabel;
    Edit8: TEdit;
    InfereA: TButton;
    InfereB: TButton;
    Registrosdeimveis1: TMenuItem;
    procedure CriaRegistroClick(Sender: TObject);
    procedure Sair2Click(Sender: TObject);
    procedure CriaSLNClick(Sender: TObject);
    procedure ExibeRegistroClick(Sender: TObject);
    procedure InfereAClick(Sender: TObject);
    procedure InfereBClick(Sender: TObject);
    procedure InfereCClick(Sender: TObject);
    procedure InfereTudoClick(Sender: TObject);
    procedure AmostraspadrolClick(Sender: TObject);
    procedure CriaPadraoClick(Sender: TObject);
  end;
end.
```

```

procedure InferePadraoClick(Sender: TObject);
procedure RegistrosdeImveis1Click(Sender: TObject);
procedure ExibirPadraoClick(Sender: TObject);
procedure EditaRegistroClick(Sender: TObject);
procedure EditarPadraoClick(Sender: TObject);

private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end;

var
Form2: TForm2;
valor, depreciacao, valor_final : real;
codigo : integer;

implementation

uses Principal;

{$R *.DFM}

procedure TForm2.CriaRegistroClick(Sender: TObject);
const ufir = 1.4924;
var i,nreg : integer;
preco,precufig,area : real;

begin
nreg := TabApartamentos.RecordCount;

TabApartamentos.Edit;
TabApartamentos.Append;
TabApartamentos.FieldValues['chave'] := (nreg + 1);
TabApartamentos.FieldValues['codigo'] := Form2.Edit1.text;
TabApartamentos.FieldValues['logradouro'] := Form2.Edit4.text;
TabApartamentos.FieldValues['endereco'] := Form2.Edit2.text;
TabApartamentos.FieldValues['numero'] := Form2.Edit3.text;

TabApartamentos.FieldValues['comodos'] := Form2.Edit6.text;
TabApartamentos.FieldValues['padrao'] := Form2.Edit7.text;
TabApartamentos.FieldValues['idade'] := Form2.Edit9.text;
TabApartamentos.FieldValues['estado'] := Form2.Edit10.text;

val(Form2.Edit5.text,preco,i);
TabApartamentos.FieldValues['preco'] := preco;

precufig := preco/ufir;
TabApartamentos.FieldValues['ufir'] := precufig;

val(Form2.Edit13.text,area,i);
TabApartamentos.FieldValues['area'] := area;

TabApartamentos.FieldValues['ufirm2'] := precufig/area;

Form2.Edit1.clear();
Form2.Edit2.clear();
Form2.Edit3.clear();
Form2.Edit4.clear();
Form2.Edit5.clear();
Form2.Edit6.clear();
Form2.Edit7.clear();
Form2.Edit9.Clear();
Form2.Edit10.Clear();
Form2.Edit12.Clear();
Form2.Edit13.Clear();

end;

procedure TForm2.ExibeRegistroClick(Sender: TObject);
var
numero,comodos,padrao,idade,estado : integer;
area,preco : real;
s : string;

begin
TabApartamentos.Open;
TabApartamentos.First;
While TabApartamentos.FieldValues['CODIGO'] <> Form2.Edit1.Text do TabApartamentos.Next;

```

```

Form2.Edit2.Text := TabApartamentos.FieldValues['Endereco'];
numero := TabApartamentos.FieldValues['Numero']; str(numero,s);
Form2.Edit3.Text := s;
Form2.Edit4.Text := TabApartamentos.FieldValues['Logradouro'];
preco := TabApartamentos.FieldValues['Preco']; str(preco:6:2,s);
Form2.Edit5.Text := s;
comodos := TabApartamentos.FieldValues['comodos']; str(comodos,s);
Form2.Edit6.Text := s;
padrao := TabApartamentos.FieldValues['padrao']; str(padrao,s);
Form2.Edit7.Text := s;
idade := TabApartamentos.FieldValues['idade']; str(idade,s);
Form2.Edit9.Text := s;
estado := TabApartamentos.FieldValues['estado']; str(estado,s);
Form2.Edit10.Text := s;
area := TabApartamentos.FieldValues['area']; str(area:6:2,s);
Form2.Edit13.Text := s;
TabApartamentos.Close;
Form2.EditaRegistro.Enabled := true;
end;

procedure TForm2.EditaRegistroClick(Sender: TObject);
const ufir = 1;
var i : integer;
    preco,precufir,area : real;

begin
    TabApartamentos.Open; TabApartamentos.First;
    While TabApartamentos.FieldValues['CODIGO'] <> Form2.Edit1.Text do TabApartamentos.Next;
    TabApartamentos.Edit;
    TabApartamentos.FieldValues['codigo'] := Form2.Edit1.text;
    TabApartamentos.FieldValues['logradouro'] := Form2.Edit4.text;
    TabApartamentos.FieldValues['endereco'] := Form2.Edit2.text;
    TabApartamentos.FieldValues['numero'] := Form2.Edit3.text;
    TabApartamentos.FieldValues['comodos'] := Form2.Edit6.text;
    TabApartamentos.FieldValues['padrao'] := Form2.Edit7.text;
    TabApartamentos.FieldValues['idade'] := Form2.Edit9.text;
    TabApartamentos.FieldValues['estado'] := Form2.Edit10.text;

    val(Form2.Edit5.text,preco,i);
    TabApartamentos.FieldValues['preco'] := preco;

    precufir := preco/ufir;
    TabApartamentos.FieldValues['ufir'] := precufir;

    val(Form2.Edit13.text,area,i);
    TabApartamentos.FieldValues['area'] := area;

    TabApartamentos.FieldValues['ufirm2'] := precufir/area;
    TabApartamentos.Post; TabApartamentos.Close;

    Form2.Edit1.clear();
    Form2.Edit2.clear();
    Form2.Edit3.clear();
    Form2.Edit4.clear();
    Form2.Edit5.clear();
    Form2.Edit6.clear();
    Form2.Edit7.clear();
    Form2.Edit9.Clear();
    Form2.Edit10.Clear();
    Form2.Edit12.Clear();
    Form2.Edit13.Clear();
end;

procedure TForm2.InfereAClick(Sender: TObject);
var s : string;
begin
    Form2.TabApartamentos.Open; Form2.TabApartamentos.First;
    While TabApartamentos.FieldValues['CODIGO'] <> Form2.Edit1.Text do TabApartamentos.Next;
    Form2.RegrasSLNA.Open;
    valor := InfereSLN('A',Form2.TabApartamentos.FieldValues['Comodos'],
        Form2.TabApartamentos.FieldValues['Padrao']);
    str(valor:4:2,s); Form2.Edit8.Text := s;
    Form2.TabApartamentos.Close; RegrasSLNA.Close;
end;

procedure TForm2.InfereBClick(Sender: TObject);
var s : string;
begin
    Form2.TabApartamentos.Open; Form2.TabApartamentos.First;

```

```

While TabApartamentos.FieldValues['CODIGO'] <> Form2.Edit1.Text do TabApartamentos.Next;
RegrasSLNB.Open;
depreciacao := InfereSLN('B',Form2.TabApartamentos.FieldValues['Idade'],
                        Form2.TabApartamentos.FieldValues['Estado']);
str(depreciacao:4:2,s); Form2.Edit11.Text := s;
Form2.TabApartamentos.Close; RegrasSLNB.Close;
end;

procedure TForm2.InfereCClick(Sender: TObject);
var s : string;
begin
Form2.TabApartamentos.Open; Form2.TabApartamentos.First;
While TabApartamentos.FieldValues['CODIGO'] <> Form2.Edit1.Text do TabApartamentos.Next;
Form2.RegrasSLNA.Open;
valor := InfereSLN('A',Form2.TabApartamentos.FieldValues['Comodos'],
                  Form2.TabApartamentos.FieldValues['Padrao']);
str(valor:4:2,s); Form2.Edit8.Text := s;
Form2.RegrasSLNA.Close; Form2.RegrasSLNB.Open;
depreciacao := InfereSLN('B',Form2.TabApartamentos.FieldValues['Idade'],
                        Form2.TabApartamentos.FieldValues['Estado']);
str(depreciacao:4:2,s); Form2.Edit11.Text := s;
Form2.RegrasSLNB.Close; Form2.RegrasSLNC.Open;
valor_final := InfereSLN('C',valor,depreciacao);
str(valor_final:4:2,s); Form2.Edit12.Text := s;
TabApartamentos.Edit; TabApartamentos.FieldValues['IndiceVf'] := valor_final;
TabApartamentos.Post; Form2.TabApartamentos.Close; RegrasSLNC.Close;
end;

procedure TForm2.InfereTudoClick(Sender: TObject);
var i,nreg : integer;
    v,d,vf,vp,ph : real;
begin
Progresso.Form3.Visible := true;
Progresso.Form3.Enabled := true;
Progresso.Form3.Label1.Enabled := true; Progresso.Form3.Label1.Visible := true;
Form2.RegrasSLNA.Open; RegrasSLNB.Open; RegrasSLNC.Open;
Form2.TabPadroes.Open; vp := Form2.TabPadroes.FieldValues['VfPadrao'];
Form2.TabPadroes.Close;
Form2.TabApartamentos.Open; Form2.TabApartamentos.First;
nreg := TabApartamentos.RecordCount;
Progresso.Form3.ProgressBar1.Min := 1;
Progresso.Form3.ProgressBar1.Max := nreg;
For i :=1 to nreg do
Begin
If Form2.TabApartamentos.FieldValues['Ref'] then
Begin
Progresso.Form3.ProgressBar1.Position := i;
Form2.TabApartamentos.Edit;
v := InfereSLN('A',Form2.TabApartamentos.FieldValues['Comodos'],
              Form2.TabApartamentos.FieldValues['Padrao']);
d := InfereSLN('B',Form2.TabApartamentos.FieldValues['Idade'],
              Form2.TabApartamentos.FieldValues['Estado']);
vf := InfereSLN('C',v,d);
ph := Form2.TabApartamentos.FieldValues['UFIRM2'] * vp / vf;
TabApartamentos.FieldValues['IndiceVf'] := vf;
TabApartamentos.FieldValues['PrHomog'] := ph;
Form2.TabApartamentos.Post;
End;
if i <> nreg then Form2.TabApartamentos.next;
End;
Form2.TabApartamentos.Close; Form2.RegrasSLNA.Close; Form2.RegrasSLNB.Close;
Form2.RegrasSLNC.Close; halt;
end;

procedure TForm2.CriaPadraoClick(Sender: TObject);
begin
TabPadroes.Append;
TabPadroes.FieldValues['codigo'] := Form2.Edit1.text;
TabPadroes.FieldValues['comodos'] := Form2.Edit6.text;
TabPadroes.FieldValues['acabamento'] := Form2.Edit7.text;
TabPadroes.FieldValues['idade'] := Form2.Edit9.text;
TabPadroes.FieldValues['conservacao'] := Form2.Edit10.text;
TabPadroes.Post;
end;

procedure TForm2.ExibirPadraoClick(Sender: TObject);

var comodos,padrao,idade,estado : integer;
    s : string;
begin

```

```

TabPadroes.Open;
TabPadroes.First;
While TabPadroes.FieldValues['CODIGO'] <> Form2.Edit1.Text do TabPadroes.Next;
comodos := TabPadroes.FieldValues['comodos']; str(comodos,s);
Form2.Edit6.Text := s;
padrao := TabPadroes.FieldValues['acabamento']; str(padrao,s);
Form2.Edit7.Text := s;
idade := TabPadroes.FieldValues['idade']; str(idade,s);
Form2.Edit9.Text := s;
estado := TabPadroes.FieldValues['conservacao']; str(estado,s);
Form2.Edit10.Text := s;
TabPadroes.Close;
end;

procedure TForm2.EditarPadraoClick(Sender: TObject);
begin
  TabPadroes.Open;
  TabPadroes.First;
  While TabPadroes.FieldValues['CODIGO'] <> Form2.Edit1.Text do TabPadroes.Next;
  TabPadroes.Edit;
  TabPadroes.FieldValues['codigo'] := Form2.Edit1.text;
  TabPadroes.FieldValues['comodos'] := Form2.Edit6.text;
  TabPadroes.FieldValues['acabamento'] := Form2.Edit7.text;
  TabPadroes.FieldValues['idade'] := Form2.Edit9.text;
  TabPadroes.FieldValues['conservacao'] := Form2.Edit10.text;
  TabPadroes.Post; TabPadroes.Close;
end;

procedure TForm2.InferePadraoClick(Sender: TObject);
var v,d,vf : real; s : string;
begin
  Form2.RegrasSLNA.Open; RegrasSLNB.Open; RegrasSLNC.Open;
  Form2.TabPadroes.Open; Form2.TabPadroes.First; Form2.TabPadroes.Edit;
  While TabPadroes.FieldValues['CODIGO'] <> Form2.Edit1.Text do TabPadroes.Next;
  v := InfereSLN('A',Form2.TabPadroes.FieldValues['Comodos'],
    Form2.TabPadroes.FieldValues['Acabamento']);
  str(v:4:2,s); Form2.Edit8.Text := s;
  d := InfereSLN('B',Form2.TabPadroes.FieldValues['Idade'],
    Form2.TabPadroes.FieldValues['Conservacao']);
  str(d:4:2,s); Form2.Edit11.Text := s;
  vf := InfereSLN('C',v,d);
  str(vf:4:2,s); Form2.Edit12.Text := s;
  TabPadroes.FieldValues['VfPadrao'] := vf;
  Form2.TabPadroes.Post; Form2.TabPadroes.Close;
  Form2.RegrasSLNA.Close; Form2.RegrasSLNB.Close; Form2.RegrasSLNC.Close;
end;

procedure TForm2.Registrosdeimveis1Click(Sender: TObject);
begin
  Form2.CriaPadrao.Visible := false;
  Form2.EditarPadrao.Visible := false;
  Form2.ExibirPadrao.Visible := false;
  Form2.InferePadrao.Visible := false;
  Form2.CriaPadrao.Enabled := false;
  Form2.EditarPadrao.Enabled := false;
  Form2.ExibirPadrao.Enabled := false;
  Form2.InferePadrao.Enabled := false;
  Form2.Edit3.Enabled := true;
  Form2.Edit4.Enabled := true;
  Form2.Edit2.Enabled := true;
  Form2.Edit5.Enabled := true;
  Form2.Edit13.Enabled := true;
  Form2.Label3.Enabled := true;
  Form2.Label4.Enabled := true;
  Form2.Label2.Enabled := true;
  Form2.Label5.Enabled := true;
  Form2.Label13.Enabled := true;
  Form2.InfereA.Enabled := true;
  Form2.InfereB.Enabled := true;
  Form2.InfereC.Enabled := true;
  Form2.CriaRegistro.Enabled := true;
  Form2.CriaRegistro.Visible := true;
  Form2.ExibeRegistro.Enabled := true;
  Form2.ExibeRegistro.Visible := true;
  Form2.EditaRegistro.Enabled := false;
  Form2.EditaRegistro.Visible := true;
  Form2.InfereTudo.Enabled := true;
  Form2.InfereTudo.Visible := true;
end;

```

```

procedure TForm2.Amostraspadro1Click(Sender: TObject);
begin
  Form2.Edit3.Enabled := false;
  Form2.Edit4.Enabled := false;
  Form2.Edit2.Enabled := false;
  Form2.Edit5.Enabled := false;
  Form2.Edit13.Enabled := false;
  Form2.Label3.Enabled := false;
  Form2.Label4.Enabled := false;
  Form2.Label2.Enabled := false;
  Form2.Label5.Enabled := false;
  Form2.Label13.Enabled := false;
  Form2.InfereA.Enabled := false;
  Form2.InfereB.Enabled := false;
  Form2.InfereC.Enabled := false;
  Form2.CriaRegistro.Enabled := false;
  Form2.CriaRegistro.Visible := false;
  Form2.ExibeRegistro.Enabled := false;
  Form2.ExibeRegistro.Visible := false;
  Form2.EditaRegistro.Enabled := false;
  Form2.EditaRegistro.Visible := false;
  Form2.InfereTudo.Enabled := false;
  Form2.InfereTudo.Visible := false;
  Form2.CriaPadrao.Visible := true;
  Form2.EditarPadrao.Visible := true;
  Form2.ExibirPadrao.Visible := true;
  Form2.InferePadrao.Visible := true;
  Form2.CriaPadrao.Enabled := true;
  Form2.EditarPadrao.Enabled := true;
  Form2.ExibirPadrao.Enabled := true;
  Form2.InferePadrao.Enabled := true;
end;

procedure TForm2.Sair2Click(Sender: TObject);
begin
  halt;
end;

procedure TForm2.CriaSLNClick(Sender: TObject);
begin
  Form1.Show; Form2.Hide;
end;

end.

```

## Unit Principal

```

unit Principal;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, Menus, Db, ADODB;

type
  TForm1 = class(TForm)
    GroupBox2: TGroupBox;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Edit1: TEdit;
    Edit3: TEdit;
    Label1: TLabel;
    ComboBox1: TComboBox;
    GroupBox1: TGroupBox;
    Label5: TLabel;
    ComboBox2: TComboBox;
    RadioButton1: TRadioButton;
    RadioButton2: TRadioButton;
    GroupBox3: TGroupBox;
    Edit5: TEdit;
    Edit6: TEdit;
    Label2: TLabel;
    Label6: TLabel;

```

```

    Button1: TButton;
    MainMenu1: TMainMenu;
    SistemaFuzzy1: TMenuItem;
    SLNA1: TMenuItem;
    SLNB1: TMenuItem;
    SLNC1: TMenuItem;
    Button2: TButton;
    Pontos: TADOTable;
    Insere: TButton;
    Variavel: TADOTable;
    Termos: TADOTable;
    Voltar: TMenuItem;
    Button3: TButton;
    Label7: TLabel;
    procedure carregavariavel(Sender: TObject);
    procedure criaSLNA(Sender: TObject);
    procedure criaSLNB(Sender: TObject);
    procedure criaSLNC(Sender: TObject);
    procedure habilitaPQ(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure habilitaInsere(Sender: TObject);
    procedure carregaTermo(Sender: TObject);
    procedure VoltarClick(Sender: TObject);
    procedure MostrarGrafico(Sender : TObject);
private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;

var
    Form1: TForm1;

implementation

uses FormUnit2;

{$R *.dfm}

var SLNA,SLNB,SLNC,primeiro : boolean;
    codvar,codtermo,ntermos,nreg : integer;

procedure TForm1.criaSLNA(Sender: TObject);
begin
    SLNB := false; SLNC := false; SLNA := true; ComboBox1.Clear; ComboBox2.Clear;
    Label1.Enabled := true; ComboBox1.Enabled := true; ComboBox1.Text := 'Selecione';
    ComboBox1.Items.Add('comodos');
    ComboBox1.Items.Add('acabamento');
end;

procedure TForm1.criaSLNB(Sender: TObject);
begin
    SLNB := true; SLNA := false; SLNC :=false; ComboBox1.Clear; ComboBox2.Clear;
    Label1.Enabled := true; ComboBox1.Enabled := true; ComboBox1.Text := 'Selecione';
    ComboBox1.Items.Add('idade');
    ComboBox1.Items.Add('conservacao');
end;

procedure TForm1.criaSLNC(Sender: TObject);
begin
    SLNC := true; SLNA := false; SLNB := false; ComboBox1.Clear; ComboBox2.Clear;
    Label1.Enabled := true; ComboBox1.Enabled := true; ComboBox1.Text := 'Selecione';
    ComboBox1.Items.Add('valor');
    ComboBox1.Items.Add('depreciacao');
    ComboBox1.Items.Add('valor_final');
end;

procedure TForm1.habilitaInsere(Sender: TObject);
var i,j,str : integer;
begin
    ComboBox2.Enabled := true;
    Label5.Enabled := true;
    GroupBox1.Enabled := true;
    if SLNA then
        Case ComboBox1.ItemIndex of
            0 :
                Begin
                    ComboBox2.Clear;
                    ComboBox2.Items.Add('muito_pequeno');

```

```

        ComboBox2.Items.Add('pequeno');
        ComboBox2.Items.Add('medio');
        ComboBox2.Items.Add('grande');
        ComboBox2.Items.Add('muito_grande');
    End;
1 :
    Begin
        ComboBox2.Clear;
        ComboBox2.Items.Add('popular');
        ComboBox2.Items.Add('simples');
        ComboBox2.Items.Add('intermediário');
        ComboBox2.Items.Add('luxo');
        ComboBox2.Items.Add('alto_luxo');
    End;
End;
if SLNB then
Case ComboBox1.ItemIndex of
    0 :
        Begin
            ComboBox2.Clear;
            ComboBox2.Items.Add('muito_velho');
            ComboBox2.Items.Add('velho');
            ComboBox2.Items.Add('usado');
            ComboBox2.Items.Add('novo');
            ComboBox2.Items.Add('recente');
        End;
    1 :
        Begin
            ComboBox2.Clear;
            ComboBox2.Items.Add('pessimo');
            ComboBox2.Items.Add('ruim');
            ComboBox2.Items.Add('regular');
            ComboBox2.Items.Add('bom');
            ComboBox2.Items.Add('otimo');
        End;
End;

if SLNC then
Case ComboBox1.ItemIndex of
    0 :
        Begin
            ComboBox2.Clear;
            ComboBox2.Items.Add('muito_baixo');
            ComboBox2.Items.Add('baixo');
            ComboBox2.Items.Add('medio');
            ComboBox2.Items.Add('alto');
            ComboBox2.Items.Add('muito_alto');
        End;
    1 :
        Begin
            ComboBox2.Clear;
            ComboBox2.Items.Add('minima');
            ComboBox2.Items.Add('baixa');
            ComboBox2.Items.Add('media');
            ComboBox2.Items.Add('alta');
            ComboBox2.Items.Add('muito_alta');
        End;
    2 :
        Begin
            ComboBox2.Clear;
            ComboBox2.Items.Add('muito_baixo');
            ComboBox2.Items.Add('baixo');
            ComboBox2.Items.Add('medio');
            ComboBox2.Items.Add('alto');
            ComboBox2.Items.Add('muito_alto');
        End;
End;

Variavel.Open;
codvar := -1; nreg := Variavel.RecordCount; Variavel.First;
if nreg <> 0
then
    for i := 1 to nreg do
        if ComboBox1.Items.Strings[ComboBox1.ItemIndex] <> Variavel.FieldValues['Nome']
        then Variavel.Next
        else break
    else i := 1;
if i > nreg then Begin
    Label3.Enabled := true; Label4.Enabled := true;
    Edit1.Enabled := true;

```

```

        Edit3.Enabled := true; Edit1.Setfocus; RadioButton1.Enabled := true;
        RadioButton2.Enabled := true; Insere.Enabled := true
    End
else Begin
    Label3.Enabled := false; Label4.Enabled := false;
    Edit1.Enabled := false;
    Edit3.Enabled := false; RadioButton1.Enabled := false;
    RadioButton2.Enabled := false; Insere.Enabled := false;
    codvar := Variavel.FieldValues['Codigo'];
End;
Termos.Open;
nreg := Termos.RecordCount;
str := ComboBox2.Items.Count - 1;
Termos.First;
for i := 1 to nreg do Begin
    for j := 0 to str do
        if (ComboBox2.Items.Strings[j] = Termos.FieldValues['Nome']) and
            (Termos.FieldValues['Codvar'] = codvar)
        then
            Begin ComboBox2.Items.Delete(j);
                STR := ComboBox2.Items.Count - 1;
                break;
            End;
        if i <> nreg then Termos.Next;
        End;
Variavel.Close;
Termos.Close;
if ComboBox2.Items.Count <> 0 then ComboBox2.Text := 'Selecione';
end;

procedure TForm1.carregavariavel(Sender: TObject);
begin
    Variavel.Open;
    Variavel.Edit;
    Variavel.Append;
    Variavel.FieldValues['Nome'] := ComboBox1.Items.Strings[ComboBox1.ItemIndex];
    Variavel.FieldValues['Inicio'] := Edit1.Text;
    Variavel.FieldValues['Fim'] := Edit3.Text;
    if RadioButton1.Checked then Variavel.FieldValues['Antecedente'] := true;
    Variavel.Post; Variavel.Close;
    Variavel.Open; Variavel.Last; codvar := Variavel.FieldValues['Codigo']; Variavel.Close;
    Insere.Enabled := false;
end;

procedure TForm1.habilitaPQ(Sender: TObject);
begin
    ntermos := 0;
    primeiro := true;
    Button1.Enabled := true;
    Label2.Enabled := true; Label6.Enabled := true;
    GroupBox3.Enabled := true; Edit6.SetFocus;
end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
    if primeiro then
        Begin
            Termos.Open; Termos.Edit; Termos.Append;
            Termos.FieldValues['codvar'] := codvar; Termos.Post; Termos.Close;
        End;
    Termos.Open; Termos.Last; codtermo := Termos.FieldValues['Codigo']; Termos.Close;
    Pontos.Open; Pontos.append;
    Pontos.FieldValues['CodVar'] := codvar;
    Pontos.FieldValues['CodTermo'] := codtermo;
    Pontos.FieldValues['X'] := Edit6.Text;
    Pontos.FieldValues['Y'] := Edit5.Text;
    inc(ntermos); primeiro := false;
    Pontos.Post; Pontos.Close;
    ComboBox1.Enabled := false; ComboBox2.Enabled := false; Button2.Enabled := true;
    Edit6.Clear; Edit5.Clear; Edit6.SetFocus;
end;

procedure TForm1.carregaTermo(Sender: TObject);
begin
    Termos.Open; Termos.Last; Termos.Edit;
    Termos.FieldValues['Nome'] := ComboBox2.Items.Strings[ComboBox2.ItemIndex];
    Termos.FieldValues['NPontos'] := ntermos + 1;
    Termos.Post; Termos.Close;
    Pontos.Open; Pontos.Edit; Pontos.append;

```

```

Pontos.FieldValues['X'] := Edit6.Text;
Pontos.FieldValues['Y'] := Edit5.Text;
Pontos.FieldValues['CodVar'] := codvar;
Pontos.FieldValues['CodTermo'] := codtermo;
Pontos.Post; Pontos.Close;
ComboBox1.Enabled := true; ComboBox2.Enabled := true; Button2.Enabled := false;
ComboBox2.Items.Delete(ComboBox2.ItemIndex); if ComboBox2.Items.Count <> 0 then
ComboBox2.Text := 'Selecione'; Edit6.Text := ''; Edit5.Text := ''; Edit6.SetFocus;
end;

procedure TForm1.MostrarGrafico(Sender : TObject);
var i,j,npontos,xpix,ypix : integer;
begin
Form1.Canvas.Brush.Color := Form1.Color;
Form1.Canvas.Brush.Style := bsSolid;
Form1.Canvas.FillRect(Rect(20,230,510,460));
Label7.Visible := true;
Form1.Canvas.MoveTo (24,232);
Form1.Canvas.LineTo (24,428);
Form1.Canvas.LineTo (504,428);
Form1.Canvas.MoveTo (24,260); Form1.Canvas.LineTo (504,260);
Variavel.Open; Variavel.First; Termos.Open; nreg := Termos.RecordCount;
Termos.First; Pontos.Open; Pontos.First;
While Variavel.FieldValues['Codigo'] <> codvar do Variavel.Next;
For i :=1 to nreg do
Begin
If Termos.FieldValues['Codvar'] = codvar then
Begin
codtermo := Termos.FieldValues['Codigo'];
While Pontos.FieldValues['Codtermo'] <> codtermo do Pontos.Next;
npontos := Termos.FieldValues['NPontos'] - 1;
xpix := trunc(480/(Variavel.FieldValues['Fim'] - Variavel.FieldValues['Inicio']) *
(Pontos.FieldValues['X'] - Variavel.FieldValues['Inicio']) + 24);
ypix := trunc(428 - 168 * Pontos.FieldValues['Y']);
Form1.Canvas.MoveTo (xpix,ypix);
Form1.Canvas.TextOut (xpix,434,Pontos.FieldValues['X']);
Form1.Canvas.MoveTo (xpix,ypix);
Pontos.Next;
For j := 1 to npontos do
Begin
xpix := trunc(480/(Variavel.FieldValues['Fim'] - Variavel.FieldValues['Inicio'])
*
(Pontos.FieldValues['X'] - Variavel.FieldValues['Inicio']) + 24);
ypix := trunc(428 - 168 * Pontos.FieldValues['Y']);
Form1.Canvas.LineTo(xpix,ypix);
Form1.Canvas.TextOut (xpix,434,Pontos.FieldValues['X']);
Form1.Canvas.MoveTo (xpix,ypix);
if j <> npontos then Pontos.Next;
End;
End;
if i <> nreg then Termos.Next;
end;
Variavel.Close; Termos.Close; Pontos.Close;
end;

procedure TForm1.VoltarClick(Sender: TObject);
begin
Form2.Show; Form1.Hide;
end;

end.

```

## Unit Regras

```

unit Regras;

interface
uses Principal;

procedure BuscaVariavel(ant : string);
procedure BuscaTermo(termo : string);
procedure CalculaInferencia(g : real);
function Ativacao (entrada : real) : real;
function InfereSLN(sistema : char; entrada1, entrada2 : real) : real;
var codvar,codtermo,npontos,fim : integer;
area,xarea : real;

```

```

implementation
uses FormUnit2;
procedure BuscaVariavel(ant : string);
var nvar,j : integer;
Begin
  Form1.Variavel.Open; Form1.Variavel.First;
  nvar := Form1.Variavel.RecordCount;
  For j := 1 to nvar do
    If Form1.Variavel.FieldValues['Nome'] <> ant
      then Form1.Variavel.Next
      else Begin codvar := Form1.Variavel.FieldValues['Codigo'];break;end;
    fim := Form1.Variavel.FieldValues['Fim'];
    Form1.Variavel.Close;
  End;

procedure BuscaTermo(termo : string);
var ntermos,k : integer;
Begin
  Form1.Termos.Open; Form1.Termos.First;
  ntermos := Form1.Termos.RecordCount;
  For k := 1 to ntermos do
    Begin
      If (Form1.Termos.FieldValues['Codvar'] <> codvar) or
        (Form1.Termos.FieldValues['Nome'] <> termo)
        then Form1.Termos.Next
        else Begin codtermo := Form1.Termos.FieldValues['Codigo'];
              npontos := Form1.Termos.FieldValues['npontos'] -1;break;
            End;
    End;
  Form1.Termos.Close;
End;

function Ativacao(entrada : real) : real;
var X0,Y0,X1,Y1,cod : integer;
Begin
  Form1.Pontos.Open; Form1.Pontos.First;
  While (Form1.Pontos.FieldValues['codvar'] <> codvar) or
    (Form1.Pontos.FieldValues['codtermo'] <> codtermo) do Form1.Pontos.Next;
  While entrada >= Form1.Pontos.FieldValues['X'] do
    Begin
      X0 := Form1.Pontos.FieldValues['X']; Y0 := Form1.Pontos.FieldValues['Y'];
      If Form1.Pontos.FieldValues['codtermo'] = codtermo
        then Form1.Pontos.Next else break;
    End;
  If entrada >= Fim then ativacao := Form1.Pontos.FieldValues['Y'] else
    Begin
      X1 := Form1.Pontos.FieldValues['X']; Y1 := Form1.Pontos.FieldValues['Y'];
      ativacao := (entrada - X0)* (Y1 - Y0)/(X1 - X0) + Y0;
    End;
  Form1.Pontos.Close;
End;

procedure CalculaInferencia(g : real);
var i : integer;
    a,b,X0,Y0,X1,Y1 : real;
Begin
  a := 0; b := 0; area := 0; xarea := 0;
  Form1.Pontos.Open; Form1.Pontos.First;
  While (Form1.Pontos.FieldValues['codvar'] <> codvar) or
    (Form1.Pontos.FieldValues['codtermo'] <> codtermo) do Form1.Pontos.Next;
  X0 := Form1.Pontos.FieldValues['X']; Y0 := Form1.Pontos.FieldValues['Y'];
  If g <= Y0 then Y0 := g;
  Form1.Pontos.Next;
  For i :=1 to npontos do
    Begin
      X1 := Form1.Pontos.FieldValues['X']; Y1 := Form1.Pontos.FieldValues['Y'];
      If g <= Y1 then Y1 := g;
      a := (Y1-Y0)/(X1-X0); b := Y1 - a * X1;
      area := area + a/2*(X1*X1-X0*X0) + b*(X1-X0);
      xarea := xarea + a/3*(X1*X1*X1-X0*X0*X0) + b/2*(X1*X1-X0*X0);
      X0 := X1; Y0 := Y1;
      Form1.Pontos.Next;
    End;
  End;

function InferSLN(sistema : char; entrada1, entrada2 : real) : real;
var i : integer;
    var1,var2,grau,areacumul,xareacumul : real;
    termo, ant1,ant2,cons : string;
Begin

```

```

Case sistema of
  'A': Begin
    ant1 := 'comodos';
    ant2 := 'acabamento';
    cons := 'valor';
    Form2.RegrasSLNA.First;
  End;
  'B': Begin
    ant1 := 'idade';
    ant2 := 'conservacao';
    cons := 'depreciacao';
    Form2.RegrasSLNB.First;
  End;
  'C': Begin
    ant1 := 'valor';
    ant2 := 'depreciacao';
    cons := 'valor_final';
    Form2.RegrasSLNC.First;
  End;
End;
areacumul := 0; xareacumul := 0;
For i :=1 to 24 do
  Begin
    BuscaVariavel(ant1);
    Case sistema of
      'A': termo := Form2.RegrasSLNA.FieldValues['comodos'];
      'B': termo := Form2.RegrasSLNB.FieldValues['idade'];
      'C': termo := Form2.RegrasSLNC.FieldValues['valor'];
    End;
    BuscaTermo(termo);
    var1 := Ativacao(entrada1);
    BuscaVariavel(ant2);
    Case sistema of
      'A': termo := Form2.RegrasSLNA.FieldValues['acabamento'];
      'B': termo := Form2.RegrasSLNB.FieldValues['conservacao'];
      'C': termo := Form2.RegrasSLNC.FieldValues['depreciacao'];
    End;
    BuscaTermo(termo);
    var2 := Ativacao(entrada2);
    if var1 <= var2 then grau := var1 else grau := var2;
    BuscaVariavel(cons);
    Case sistema of
      'A': termo := Form2.RegrasSLNA.FieldValues['valor'];
      'B': termo := Form2.RegrasSLNB.FieldValues['depreciacao'];
      'C': termo := Form2.RegrasSLNC.FieldValues['valor_final'];
    End;
    BuscaTermo(termo);
    CalculaInferencia(grau);
    areacumul := areacumul + area; xareacumul := xareacumul + xarea;
    if areacumul = 0 then InfereSLN := 0 else InfereSLN :=xareacumul/areacumul;
    Case sistema of
      'A': Form2.RegrasSLNA.Next;
      'B': Form2.RegrasSLNB.Next;
      'C': Form2.RegrasSLNC.Next;
    End;
  End;
End;
End;
end.

```

## ANEXOS

### ANEXO A: TABELAS DE FATORES DE CORREÇÃO DO RIO DE JANEIRO

| IDADE | FATOR I |
|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|
| 1     | 1,00    | 14    | 0,87    | 27    | 0,74    | 40    | 0,61    |
| 2     | 0,99    | 15    | 0,86    | 28    | 0,73    | 41    | 0,60    |
| 3     | 0,98    | 16    | 0,85    | 29    | 0,72    | 42    | 0,59    |
| 4     | 0,97    | 17    | 0,84    | 30    | 0,71    | 43    | 0,58    |
| 5     | 0,96    | 18    | 0,83    | 31    | 0,70    | 44    | 0,57    |
| 6     | 0,95    | 19    | 0,82    | 32    | 0,69    | 45    | 0,56    |
| 7     | 0,94    | 20    | 0,81    | 33    | 0,68    | 46    | 0,55    |
| 8     | 0,93    | 21    | 0,80    | 34    | 0,67    | 47    | 0,54    |
| 9     | 0,92    | 22    | 0,79    | 35    | 0,66    | 48    | 0,53    |
| 10    | 0,91    | 23    | 0,78    | 36    | 0,65    | 49    | 0,52    |
| 11    | 0,90    | 24    | 0,77    | 37    | 0,64    | 50    | 0,51    |
| 12    | 0,89    | 25    | 0,76    | 38    | 0,63    | > 50  | 0,50    |
| 13    | 0,88    | 26    | 0,75    | 39    | 0,62    |       |         |

| POSIÇÃO DO IMÓVEL | FATOR P |
|-------------------|---------|
| De frente         | 1,00    |
| De fundos         | 0,90    |
| De vila           | 0,70    |
| Encravado         | 0,50    |

| TIPOLOGIA  | FATOR TR |
|--|----------|
| Apartamento com área até 100 m2                          | 0,90     |
| Apartamento com área acima de 100 m2 e até 300 m2        | 1,00     |
| Apartamento com área acima de 300 m2 e até 500 m2        | 1,15     |
| Apartamento com área acima de 500 m2                     | 1,35     |
| Unidade residencial pertencente a apart-hotel ou similar | 1,25     |
| Casa (Região A)  | 0,60     |
| Casa (Região B)  | 0,70     |
| Casa (Região C)  | 0,90     |
| Casa (Orla)  | 1,00     |
| Outros Casos   | 1,00     |

| <b>Tabela 4 - Tipologia não-residencial</b>   |                |
|---|----------------|
| <b>TIPOLOGIA</b>  | <b>FATOR T</b> |
| "Shopping Center"   | 1,25           |
| Loja em "shopping center"   | 1,50           |
| Loja com mais de duas frentes   | 1,20           |
| Loja com duas frentes   | 1,10           |
| Loja com uma frente   | 1,00           |
| Loja interna de galeria - térreo  | 0,75           |
| Loja localizada em sobreloja  | 0,65           |
| Loja localizada em subsolo  | 0,60           |
| Loja localizada em edifício, em pavimento distinto do térreo, sobreloja ou subsolo  | 0,55           |
| Salas comerciais com área até 200 m <sup>2</sup>  | 0,55           |
| Salas comerciais com área acima de 200 m <sup>2</sup>   | 0,50           |
| Prédios próprios para cinemas e teatros   | 0,40           |
| Prédios próprios para hotéis, motéis e similares; unidades de apart-hotéis e similares participantes do "pool" hoteleiro, até 500 m <sup>2</sup>      | 0,50           |
| Prédios próprios para hotéis, motéis e similares; unidades de apart-hotéis e similares participantes do "pool" hoteleiro, acima de 500 m <sup>2</sup> | 0,60           |
| Prédios próprios para clubes esportivos e sociais   | 0,50           |
| Prédios próprios para hospitais, clínicas e similares com área até 500 m <sup>2</sup>   | 0,50           |
| Prédios próprios para hospitais, clínicas e similares com área acima de 500   | 0,60           |
| Prédios próprios para colégios e creches  | 0,50           |
| Garagens comerciais e boxes-garagem   | 0,50           |
| Prédios próprios para indústrias até 1000 m <sup>2</sup>  | 0,70           |
| Prédios próprios para indústrias acima de 1000 m <sup>2</sup>   | 0,75           |
| Galpões, armazéns e similares até 1000 m <sup>2</sup>   | 0,40           |
| Galpões, armazéns e similares acima de 1000 m <sup>2</sup>  | 0,60           |
| Telheiros e assemelhados, anexos a edificações de outra tipologia   | 0,30           |
| Demais casos, até 1000 m <sup>2</sup>   | 1,00           |
| Demais casos, acima de 1000 m <sup>2</sup>  | 1,10           |



| IDADE                | FATOR INR |
|----------------------|-----------|
| até 12 anos          | 1,00      |
| de 13 a 20 anos      | 0,96      |
| de 21 a 28 anos      | 0,92      |
| de 29 a 36 anos      | 0,88      |
| de 37 a 44 anos      | 0,84      |
| de 45 anos em diante | 0,80      |

| IDADE            | FATOR ISC |
|------------------|-----------|
| até 12 anos      | 1,00      |
| de 13 a 20 anos  | 0,95      |
| de 21 a 28 anos  | 0,90      |
| de 29 a 36 anos  | 0,85      |
| de 37 a 44 anos  | 0,80      |
| de 45 a 52 anos  | 0,75      |
| de 53 a 59 anos  | 0,70      |
| acima de 60 anos | 0,65      |

## ANEXO B: FATORES DE CORREÇÃO DA CIDADE DE PALMAS

| <b>1ª Zona Comercial</b> |     |        |
|--------------------------|-----|--------|
| 1.0                      | R\$ | 472,56 |
| 1.1                      | R\$ | 265,96 |
| 1.2                      | R\$ | 230,94 |
| 1.3                      | R\$ | 123,71 |
| <b>2ª Zona Comercial</b> |     |        |
| 2.0                      | R\$ | 93,20  |
| 2.1                      | R\$ | 86,67  |
| 2.2                      | R\$ | 74,56  |
| 2.3                      | R\$ | 55,80  |
| <b>3ª Zona Comercial</b> |     |        |
| 3.0                      | R\$ | 45,23  |
| 3.1                      | R\$ | 34,55  |
| 3.2                      | R\$ | 25,28  |
| 3.3                      | R\$ | 17,98  |
| <b>4ª Zona Comercial</b> |     |        |
| 4.0                      | R\$ | 13,77  |
| 4.1                      | R\$ | 10,68  |
| 4.2                      | R\$ | 8,66   |
| 4.3                      | R\$ | 6,64   |
| <b>5ª Zona Comercial</b> |     |        |
| 5.0                      | R\$ | 5,93   |
| 5.1                      | R\$ | 4,74   |
| 5.2                      | R\$ | 3,32   |
| 5.3                      | R\$ | 1,65   |

| <b>1ª Zona Residencial</b> |     |       |
|----------------------------|-----|-------|
| 1.0                        | R\$ | 45,23 |
| 1.1                        | R\$ | 39,88 |
| 1.2                        | R\$ | 26,59 |
| 1.3                        | R\$ | 19,94 |
| <b>2ª Zona Residencial</b> |     |       |
| 2.0                        | R\$ | 17,98 |
| 2.1                        | R\$ | 16,03 |
| 2.2                        | R\$ | 13,29 |
| 2.3                        | R\$ | 11,99 |
| <b>3ª Zona Residencial</b> |     |       |
| 3.0                        | R\$ | 9,85  |
| 3.1                        | R\$ | 8,31  |
| 3.2                        | R\$ | 7,35  |
| 3.3                        | R\$ | 5,93  |
| <b>4ª Zona Residencial</b> |     |       |
| 4.0                        | R\$ | 5,22  |
| 4.1                        | R\$ | 4,38  |
| 4.2                        | R\$ | 4,03  |
| 4.3                        | R\$ | 3,32  |
| <b>5ª Zona Residencial</b> |     |       |
| 5.0                        | R\$ | 2,37  |
| 5.1                        | R\$ | 1,77  |
| 5.2                        | R\$ | 1,41  |
| 5.3                        | R\$ | 1,18  |

|                            |  |      |
|----------------------------|--|------|
| Meio da Quadra             |  | 1,00 |
| Esquina                    |  | 1,00 |
| Toda a Quadra              |  | 1,30 |
| Encravado                  |  | 0,50 |
| Gleba (Avaliação Especial) |  | 1,00 |

|            |  |      |
|------------|--|------|
| Horizontal |  | 1,00 |
| Aclive     |  | 0,80 |
| Declive    |  | 0,80 |
| Inundável  |  | 0,60 |

| <b>Tabela 5- Nível do terreno</b> |      |
|-----------------------------------|------|
| Ao Nível                          | 1,00 |
| Acima                             | 1,10 |
| Abaixo                            | 0,90 |

| <b>Tabela 6- Nº de frentes</b> |      |
|--------------------------------|------|
| 1                              | 1,00 |
| 2                              | 1,10 |
| 3                              | 1,20 |
| 4                              | 1,30 |

| <b>Tabela 7- Pedologia</b> |      |
|----------------------------|------|
| Normal                     | 1,00 |
| Rochoso                    | 0,80 |
| Arenoso                    | 0,70 |
| Alagadiço                  | 0,50 |

| <b>Tabela 8- Estrutura</b> |    |
|----------------------------|----|
| Alvenaria                  | 20 |
| Concreto                   | 30 |
| Mista                      | 17 |
| Madeira                    | 13 |
| Metálica                   | 20 |
| Adobe                      | 02 |
| Taipa                      | 01 |

| <b>Tabela 9- Esquadrias</b> |    |
|-----------------------------|----|
| Ferro                       | 10 |
| Alumínio                    | 15 |
| Madeira                     | 12 |
| Rústica                     | 08 |
| Especial *                  | 15 |
| Ausente                     | 00 |

| <b>Tabela 10- Piso</b> |    |
|------------------------|----|
| Cerâmica               | 10 |
| Cimento                | 03 |
| Taco                   | 10 |
| Tijolo                 | 01 |
| Terra                  | 00 |
| Especial *             | 15 |

| <b>Tabela 11- Forro</b> |    |
|-------------------------|----|
| Laje                    | 08 |
| Madeira                 | 05 |
| Gesso                   | 04 |
| Especial                | 10 |
| Ausente                 | 00 |

| <b>Tabela 12- Inst. Elétricas</b> |    |
|-----------------------------------|----|
| Embutida                          | 08 |
| Semi Embutida                     | 06 |
| Externa                           | 03 |
| Ausente                           | 00 |

| <b>Tabela 13- Inst. Sanitárias</b> |    |
|------------------------------------|----|
| Interna                            | 04 |
| Completa                           | 06 |
| Mais de uma                        | 10 |
| Externa                            | 02 |
| Ausente                            | 00 |

| <b>Tabela 14- Revest. interno</b> |    |
|-----------------------------------|----|
| Reboco                            | 04 |
| Massa corrida                     | 08 |
| Material Cerâmico                 | 08 |
| Especial                          | 10 |
| Ausente                           | 00 |

| <b>Tabela 15- Acab. interno</b> |    |
|---------------------------------|----|
| Pintura Lavável                 | 04 |
| Pintura Simples                 | 02 |
| Caiação                         | 01 |
| Especial                        | 06 |
| Ausente                         | 00 |

| <b>Tabela 16- Revest. externo</b> |    |
|-----------------------------------|----|
| Reboco                            | 04 |
| Massa Corrida                     | 08 |
| Material Cerâmico                 | 08 |
| Especial                          | 10 |
| Ausente                           | 00 |

| <b>Tabela 17- Acab. externo</b> |    |
|---------------------------------|----|
| Pintura Lavável                 | 04 |
| Pintura Simples                 | 02 |
| Caiação                         | 01 |
| Especial                        | 06 |
| Ausente                         | 00 |

| <b>Tabela 18- Cobertura</b>    |    |
|--------------------------------|----|
| Telha de Barro                 | 10 |
| Laje                           | 09 |
| Alumínio                       | 08 |
| Zinco                          | 06 |
| Amianto                        | 05 |
| Telha de Barro Comum Artesanal | 02 |

| <b>Tabela 19- Est. de conserv.</b> |      |
|------------------------------------|------|
| Ótima                              | 1,00 |
| Boa                                | 0,85 |
| Regular                            | 0,70 |
| Ruim                               | 0,50 |
| Péssima                            | 0,40 |

| <b>Tabela 20- Idade</b> |      |
|-------------------------|------|
| 1. 5 anos               | 1,00 |
| 2. 10 anos              | 0,90 |
| 3. 20 anos              | 0,80 |
| 4. 21 anos              | 0,70 |