

## Avaliação em Massa de Imóveis com Lógica Nebulosa

Acad. Wolmar Murgel Filho<sup>1,2</sup>  
 Prof. Dr. Orlando Bernardo Filho<sup>1,3</sup>  
 Prof. Dr. Flávio Joaquim de Souza<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> UERJ - Pós-Graduação em Engenharia de Computação - Área de Concentração Geomática,  
 Departamento de Eng. de Sistemas e Computação/FEN,  
 Rua São Francisco Xavier no. 524, bloco D, sala 5015, Maracanã  
 20550-013 Rio de Janeiro RJ

<sup>2</sup> ✉ wolmar.smu@pcrj.rj.gov.br

<sup>3</sup> ✉ orlando@eng.uerj.br

<sup>4</sup> ✉ fjsouza@eng.uerj.br

Conteúdo	
	<b>1 Introdução</b>
	1.1 Avaliação Coletiva de Imóveis
	1.2 Planta de Valores de Referência
	1.3 Lógica Nebulosa
	1.4 Sistema de Informações Geográficas
	<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b>
	<b>3 MODELAGEM DO SISTEMA DE LÓGICA NEBULOSA</b>
	<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>
	<b>5 CONCLUSÃO</b>
	<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>
	<b>ANEXO</b>

**Resumo:** 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 (PGV), 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

**Abstract:** 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

### 1 Introdução

Será exposto neste trabalho um aplicativo a ser utilizado como uma ferramenta auxiliar em avaliações coletivas de imóveis urbanos. Os valores obtidos por este aplicativo serão visualizados na forma de redes de triângulos irregulares (TIN- *Triangulated Irregular Network*, BOOTH 2000) gerados e manipulados por um sistema de informações geográficas. Este aplicativo poderá, 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 (PGV) aproveitando as vantagens oferecidas pelas técnicas de geoprocessamento. Estando representadas por mapas digitais integrantes de um SIG, as plantas de valores genéricos passam a incorporar seu contexto territorial, podendo-se então realizar análises e pesquisas de questões que levem em conta o *locus* como uma variável do problema. Através desta abordagem espera-se:

- Conseguir um acompanhamento mais ágil da evolução do mercado imobiliário.
- Otimizar as cobranças dos IPTUs e ITBIs.
- Promover um melhor ajustamento fiscal no âmbito dos municípios.
- Combater estoques especulativos de terras urbanizadas.
- Regular os mercados imobiliários.

O objetivo da metodologia aqui desenvolvida e implementada em um protótipo é inferir os valores de referência dos imóveis a partir do

conhecimento dos preços praticados pelo mercado imobiliário em transações de compra-e-venda. Os valores de referência são obtidos após a **homogeneização** (DANTAS 1998) de amostras de imóveis ofertados em relação a um **projeto-padrão** hipotético caracterizado pela NBR-12721. Em outras palavras, o que se pretende 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**. Seguindo-se esse procedimento, evita-se avaliar os imóveis pelo método da reprodução de custos de construção (DANTAS 1998) que não leva em conta na composição dos preços a variável **localização**; que faz com que dois imóveis idênticos possuam preços diferentes dependendo da área onde se encontrem. Essa variável 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 o uso do solo, leis de zoneamento e de preservação ambiental. A melhor solução para contornar este problema é a utilização de um modelo numérico de terreno de preços homogêneos de imóveis para que se possa dispor de uma representação, a mais próxima possível da realidade, do mercado imobiliário de uma cidade.

### 1.1 Avaliação Coletiva de Imóveis

Entende-se por avaliação coletiva (ou em massa) de imóveis, como sendo a determinação de um valor médio para todos os imóveis situados dentro de um determinado perímetro. A principal finalidade desse tipo de avaliação é a de se obter uma base de cálculo atualizada para a cobrança de tributos municipais, como IPTU e o ITBI garantindo-se a equidade fiscal e a justiça tributária (RAMOS *et al.* 2000 e MÖLLER 1995).

É possível observar-se algumas diferenças entre os métodos de avaliação individual e coletiva de imóveis. Segundo GONZÁLEZ (1997) *apud* RAMOS (2000), a avaliação singular de imóveis permite o exame detalhado dos imóveis que compoem 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 nível de detalhamento já não pode ser o mesmo, uma vez que o universo amostral é muito maior e as variáveis utilizadas têm de ser aquelas presentes no cadastro técnico do município.

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). De acordo com MÖLLER (1995), ele 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 (RAMOS 2000).

### 1.2 Planta de Valores de Referência

Uma planta de valores de referência pode ser considerada como uma relação de valores unitários de imóveis urbanos, devidamente homogeneizados em relação a um projeto-padrão, referenciados espacialmente pelos seus endereços, por face de quadra, setor, logradouro etc (SILVA 2002 e MÖLLER 1995); ou ainda em alguns casos, cartograficamente (MELO 2001). É nela que se baseia o cálculo dos valores venais dos imóveis, sobre os quais se aplicam as alíquotas do IPTU. O valor venal de um imóvel é entendido como o valor que ele alcançaria em uma transação de compra-e-venda à vista, segundo as condições de mercado estando o imóvel livre e desembaraçado de quaisquer ônus, abstraída qualquer relação jurídica que o titular de direitos sobre o imóvel venha a ter com terceiros (Cartilha de Impostos Municipais, SMF/PCRJ). Esse valor deve ser o mais próximo possível dos valores de mercado, que no entender de RING (1970) *apud* ZANCAN (1996), é o maior preço estimado em dinheiro que uma propriedade pode alcançar se colocada à venda em um mercado aberto.

Para se chegar a este produto, é necessário proceder-se a uma avaliação em massa dos imóveis localizados dentro do perímetro urbano do município utilizando-se de métodos estatísticos para a inferência dos valores de mercado destes imóveis, os quais são homogeneizados em relação a um projeto-padrão para se obter os valores de referência. Os valores venais são então calculados com a utilização de fatores de correção correspondentes às características intrínsecas desses imóveis.

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:

#### 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.

#### 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.

#### 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.

#### 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 (TRIVELONI 1998) e o emprego de redes neurais (GONZÁLEZ 2000).

#### Validação e implementação

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.

### 1.3 Lógica Nebulosa

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 ( $A = \{x \in N \mid x < 5\}$ ). 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 retornará apenas os valores 0 ou 1, mas qualquer outro valor do intervalo  $[0,1]$ , o que significa que pode haver vários graus de pertinência. Sendo assim, um conjunto nebuloso  $\tilde{A}$  possui o seguinte aspecto:

$$\tilde{A} = \{ (x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in X \} \quad (1)$$

O termo  $\mu_{\tilde{A}}$  é a função de pertinência que mapeia o universo de discurso  $X$  ao espaço de pertinência  $N$ . Quando  $N$  possui apenas os dois pontos 0 e 1,  $\tilde{A}$  não é um conjunto nebuloso, sendo normalmente chamado de conjunto **crisp** (abrupto ou preciso).

Olhando a definição dos conjuntos nebulosos, esses podem ser vistos como um conjunto clássico (**crisp**) de pares. O exemplo abaixo mostra o conjunto nebuloso  $\tilde{A}$  dos números inteiros próximos de 4.

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

Como se observa, 4 é o número mais próximo de 4, logo ele recebe o índice 1.0 no conjunto nebuloso, enquanto os outros números que se afastam de 4 vão recebendo índices de menor valor. A função de pertinência que aparece explicitamente nos pares do conjunto do exemplo acima, pode ser fornecida analiticamente como é apresentado a seguir.

$$\tilde{A} = \{ (x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid \mu_{\tilde{A}}(x) = (1 + (x - 4)^2)^{-1} \} \quad (3)$$

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 aproximado 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  $(x, T(x), U, G, N)$  onde:

1.  $x$  é o nome da variável;
2.  $T(x)$  denota o conjunto de termos de  $x$ , isto é, o conjunto de nomes dos **valores lingüísticos** de  $x$  com cada valor sendo um conjunto nebuloso;
3.  $U$  é o universo de discurso dos conjuntos nebulosos que formam os termos de  $T(x)$ ;
4.  $G$  é a regra sintática, que usualmente tem a forma de uma gramática, para gerar os nomes dos valores lingüísticos;
5.  $N(X)$  é a regra semântica que atribui um significado ao termo  $X$  do conjunto  $T(x)$ , ou seja,  $\tilde{N}$  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  $\tilde{N}(X)$  como mostrado abaixo.

$$\tilde{N}(lenta) = \{ (u, \mu_{lenta}(u)) \mid u \in [10 \text{ Km/h}, 120 \text{ Km/h}] \} \quad (4)$$

A Lógica Nebulosa normalmente é empregada na construção dos chamados Sistemas de Lógica Nebulosa (MENDEL 1995), representados pela figura 1. Nesses sistemas, são fornecidas entradas precisas para um módulo **codificador**, que, por sua vez, fornece parâmetros 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.

Neste artigo, foi preferível usar os termos codificação e decodificação, como tradução da terminologia **encoding** e **decoding**, alternativa para a utilização de **fuzzification** e **defuzzification**, empregada, por exemplo, por Pedrycz e Gomide (1998).

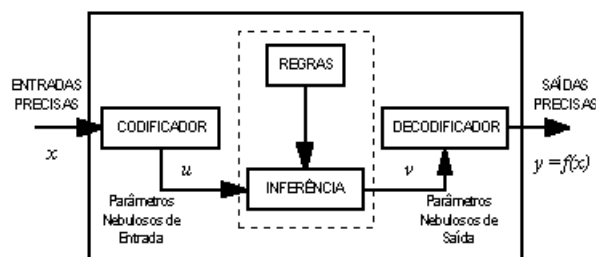


Figura 1 : Sistema de lógica nebulosa.

O **codificador** mapeia um valor preciso (**crisp**)  $x \in X$  para um conjunto nebuloso  $\tilde{A}$  em  $X$ . Um parâmetro preciso pode ser **codificado**, 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.

$$\bar{x} = \frac{\int_S x \mu_A(x) dx}{\int_S \mu_A(x) dx} \quad (5)$$

**Figura 2 :** Equação do centróide.

Na expressão (5), é o valor **decodificado** de um dado parâmetro que corresponde ao centro de gravidade (centróide) do conjunto nebuloso com função de pertinência  $\mu_A(x)$  e suporte  $S$ .

Na lógica nebulosa, utiliza-se uma regra de inferência chamada de **modus ponens generalizado**, apresentada pela expressão a seguir:

$$\frac{A \supset B}{\frac{A'}{B'}} \quad (6)$$

**Figura 3 :** Modus ponens generalizado

A expressão (6) mostra que a pergunta  $A'$  não é exatamente igual ao antecedente  $A$  do axioma ou regra, na verdade, a pergunta é "parecida" com o antecedente, o que leva então a concluir, que a resposta  $B'$  também será "parecida" com o conseqüente  $B$  da implicação.

No caso de se ter várias regras com dois antecedentes, existem dois conjuntos nebulosos de entrada para comparar com cada um dos antecedentes das regras.

#### 1.4 Sistema de Informações Geográficas

A tecnologia dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) (MAGUIRE *et al.* 1991) pode ser usada para investigações científicas, administração de recurso e planejamento de desenvolvimento. Por exemplo, um SIG poderia permitir a um gerente calcular a resposta para uma emergência facilmente no caso de um desastre natural, ou um SIG poderia ser usado para achar fontes de água potável que precisariam de proteção contra poluição.

Em um sentido mais rígido, um SIG é um sistema de computador capaz de fazer montagem, armazenamento e manipulação de informações referenciadas geograficamente, isto é, dados que são identificados de acordo com as suas localizações.

O projeto de um Sistema de Informação Geográfica, em geral, lida com diversos quesitos dentre os quais podem se destacar:

- Relacionamento entre informações de fontes diferentes;
- Aquisição de dados;
- Integração de dados;
- Projeções e registros;
- Estruturas de dados;
- Modelagem de dados.

O que torna os Sistemas de Informações Geográficas especiais não é o puro e simples fato dos mesmos tratarem-se de um tipo de banco de dados com referências espaciais e sim a possibilidade que tais dados georeferenciados reunidos em um banco permitirem a execução de diversas análises complexas. Como exemplos de tais análises, podem ser destacadas:

- Recuperação de informação;
- Modelagem topológica;
- Fluxo de dados em malhas de redes de natureza variada;
- Sobreposição;
- Produção de dados.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi utilizado um mapa digital do bairro de Botafogo, situado na zona sul da cidade do Rio de Janeiro, composto pelos seguintes níveis de informação:

- Logradouros existentes na área de estudo, representados por linhas.
- Terrenos vazios (lotes), representados por polígonos.

- Imóveis edificados (casas e edifícios), representados por polígonos.
- Números de porta das edificações, representados por polígonos.
- Uma rede de triângulos irregulares (RTI), gerada a partir da associação dos preços de oferta dos imóveis da área com seus números de porta, que passará a ser denominada **Superfície de Valores de Mercado** (\*).
- Uma rede de triângulos irregulares (RTI) de preços homogêneos, obtidos com a utilização da lógica nebulosa, que passará a ser denominada **Superfície de Valores de Homogêneos** (\*).

(\*) As rede de triângulos irregulares foram geradas com o uso do software de geoprocessamento ArcMap 8.2.

Os mapas dos logradouros, terrenos, edificações e números, foram produzidos pelo Instituto Pereira Passos (IPP) da Prefeitura do Rio de Janeiro, no formato *shape*, nativo do *software* de geoprocessamento ArcView 3.2 da ESRI (*Environmental Software Research Institute*), os quais foram convertidos para uma versão mais recente (8.2).

O aplicativo do Sistema de Lógica Nebulosa, foi desenvolvido com a ferramenta Delphi 5.0 da Borland e o aplicativo de bancos de dados usado para armazenamento das tabelas de imóveis e do próprio Sistema de Lógica Nebulosa, foi o Access 97 da Microsoft.

Neste trabalho foram levantados 37 imóveis do tipo apartamento postos à venda 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. As características (ou variáveis) dos imóveis, pesquisadas para utilização no SLN, foram:

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

### 3 MODELAGEM DO SISTEMA DE LÓGICA NEBULOSA

As características dos apartamentos, descritas acima, foram convertidas nas **variáveis lingüísticas** que são processadas pelo Sistema de Lógica Nebulosa (SLN) desenvolvido. Os termos dessas variáveis têm suas funções de pertinência montadas com seguimentos de reta, definindo funções trapezoidais ou triangulares (ver APÊNDICE). As variáveis lingüísticas são definidas abaixo:

- $T(\text{comodos}) = \{ \text{muito\_pequeno, pequeno, médio, grande e muito\_grande} \}$
- $T(\text{acabamento}) = \{ \text{popular, simples, intermediário, luxo e alto\_luxo} \}$
- $T(\text{idade}) = \{ \text{recente, novo, usado, velho e muito\_velho} \}$
- $T(\text{conservacao}) = \{ \text{ótimo, bom, regular, mau e péssimo} \}$
- $T(\text{valor}) = \{ \text{muito\_alto, alto, médio, baixo e muito\_baixo} \}$
- $T(\text{depreciacao}) = \{ \text{mínima, baixa, média, alta e muito\_alta} \}$
- $T(\text{valor\_final}) = \{ \text{muito\_alto, alto, médio, baixo e muito\_baixo} \}$

O sistema gerador de valores desenvolvido é dividido em três módulos conforme a figura abaixo, onde:

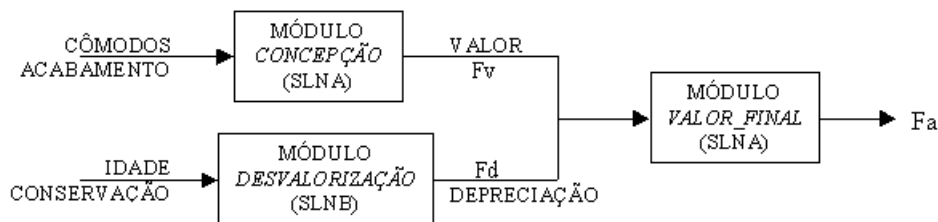


Figura 4 : Esquema do sistema gerador de valores.

1. *Concepção*, cujas variáveis de entrada são **comodos** e **acabamento** e cuja saída é dada pela variável **valor**;
2. *Desvalorização*, cujas variáveis de entrada são **idade** e **conservacao** e cuja variável de saída é dada pela variável **depreciacao** e
3. *Valor\_Final*, cujas variáveis de entrada são **valor** e **depreciacao** e cuja variável de saída é dada pela variável **valor\_final**

O Sistema de Lógica Nebulosa modelado fornece como resultado final do processamento das amostras, um fator de correção adimensional (**Fa**) variando entre 1 e 100 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:

$$Pf = Pa \times Fp/Fa \quad (7)$$

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.

O projeto-padrão utilizado para a homogeneização das amostras foi aquele previsto pela norma NBR 12721 caracterizado pelo código

H4/2N. Pela metodologia adotada pela ABNT, este projeto corresponde a um apartamento de dois quartos de padrão "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 abaixo:

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

Tabela 1: Tabela de atributos teóricos do projeto-padrão.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

No sentido de comprovar a eficácia do SLN para gerar o **Fa**, como mencionado, foram elaborados testes com vários apartamentos de Botafogo. A seguir são destacados alguns resultados, apresentados pela figura 5. São evidenciados três resultados de **Fa** (campo **ÍndiceVf** na figura 5) obtidos pela inferência do SLN, ou seja:

1. Apartamentos semelhantes com **Fa** iguais (82,22222), mostrados nos registros com as chaves 9 e 22 da figura 5. Tais apartamentos são semelhantes, pois possuem o mesmo padrão, o mesmo estado, a idade com um valor aproximado, visto que existe apenas uma diferença de 5 anos e o número de cômodos bem próximo, isto é, o apartamento 22 possui um a mais.
2. Apartamentos semelhantes a menos de uma variável com **Fa** diferentes, pois tal variável acarreta a dicotomia entre esses apartamentos, os quais são mostrados nos registros com as chaves 120 (**Fa = 25**) e 46 (**Fa = 35**) da figura 5. A variável destoante é a idade com uma diferença de 19 anos, sendo as demais idênticas.
3. Apartamentos distintos, vistos pelos registros com chaves 111 e 70, porém apresentando o mesmo cálculo de **Fa** (45), pois as variáveis que os descrevem são aproximadamente complementares. Pode-se notar tal complementaridade entre as variáveis cômodos e padrão, pois o apartamento 111 possui menos cômodos (7) e um maior padrão (60) do que o apartamento 70 (12 e 50, respectivamente). O outro par complementar envolve a variável idade, 58 anos para o apartamento 111 e 26 anos para o 70, e a variável estado, visto que o apartamento 111 está melhor conservado do que o 70, com valores 2 e 4, respectivamente, opondo-se, dessa forma, à idade. Convém destacar que na variável estado, um maior número significa um pior estado de conservação.

chave	Comodos	Padrao	Idade	Estado	Preco	Area	ÍndiceVf	PrHomog
9	8	80	1	1	430000	105	82,22222	2102,545
22	9	80	6	1	380000	96	82,22222	2032,256
120	8	40	29	4	150000	57	25	4443,566
46	8	40	10	4	230000	70	35	3962,936
111	7	60	58	2	190000	90	45	1980,404
70	12	50	26	4	270000	125	45	1344,083

Figura 5 : Tabela do banco de dados dos apartamentos destacando seis registros com características diferenciadas.

Com os produtos finais obtidos através da metodologia proposta, que são as superfícies de valores de mercado e de valores homogêneos por metro quadrado dos imóveis, mostrados nas figuras abaixo (Figura 6 e Figura 7); podem ser visualizadas as alterações sofridas pela superfície de valores de mercado (Figura 6) após o processamento efetuado pelo Sistema de Lógica Nebulosa. As principais diferenças observadas são:

1. A superfície de valores homogêneos (Figura 7) apresenta um relevo mais suave, e com maiores áreas de mesmo valor, que a superfície de valores de mercado (Figura 6).
2. Os picos de valores de mercados, 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.

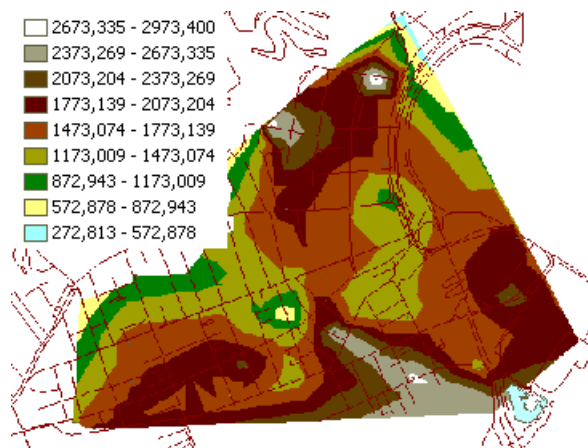


Figura 6 : Superfície de valores de mercado.

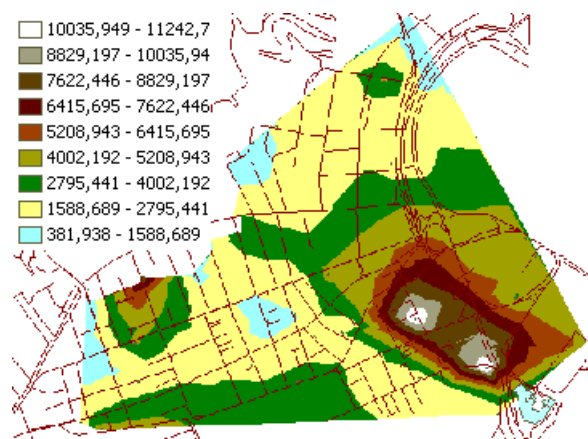


Figura 7 : Superfície de valores homogêneos.

## 5 CONCLUSÃO

Conforme os resultados obtidos, pode-se concluir que o SLN proposto cumpre bem o seu objetivo ao equilibrar as várias características que diferenciam os apartamentos de tal forma a isolar a localização como única variável sob estudo para influenciar na determinação do preço de mercado. Ao se elaborar uma planta de valores, não interessa observar a variação de preços de apartamentos provocada por diversas variáveis, mas apenas por aquela em análise (no caso a localização). A figura 7 representa uma rede de triângulos irregulares (RTI) baseada nos resultados obtidos da inferência de alguns apartamentos pesquisados de Botafogo. Essa RTI pode ser usada para a obtenção de uma Planta de Valores de Referência.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Booth, B. *Using ArcGIS 3D Analyst*, ESRI 2000.
- Dantas, R. A., *Engenharia de Avaliações: uma Introdução à Metodologia Científica*, Editora Pini, São Paulo 1998.
- González, M. A. S., *La Determinación de Modelos de Precios para Valuación Massiva de los Inmuebles Urbanos*. In: IX Congreso Nacional y IV Latinoamericano de Agrimensura, Córdoba, Argentina, 1997.
- 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.
- Maguire, D.; Goodchild, M.; Rhind, D., *Geographical Information Systems: Principles and Applications*, New York, John Wiley and Sons, 1991.
- 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.
- Pedrycz, W.; Gomide, F., *An Introduction to Fuzzy Sets: Analysis and Design (Complex Adaptive Systems)*, MIT Press, 1998.
- 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.
- Ring, A. A., *The Valuation of Real Estate*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1970.
- Silva, E.; Ramos, L. S.; Loch, C., *Considerações Sobre a Elaboração de uma Planta de Valores Genéricos*. In: Congresso

## ANEXO

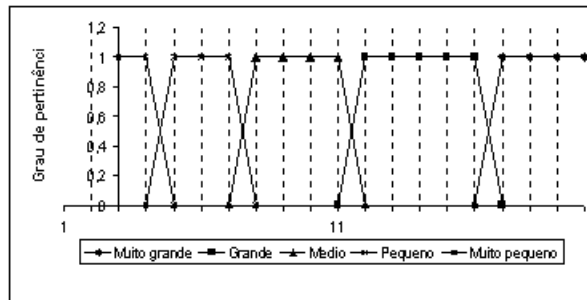


Figura 8 : Funções de pertinência dos termos da variável *cômodos*.

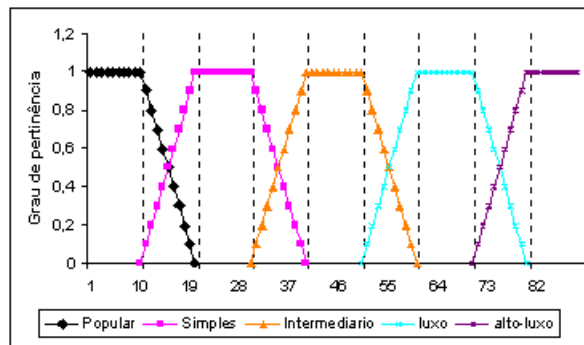


Figura 9 : Funções de pertinência dos termos da variável *acabamento*

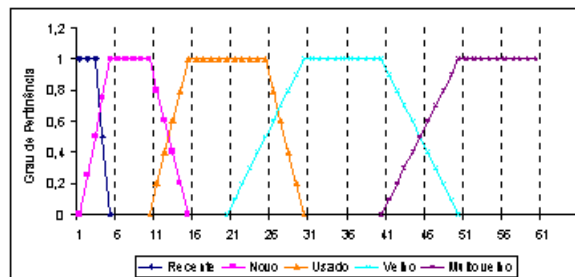


Figura 10 : Funções de pertinência dos termos da variável *idade*

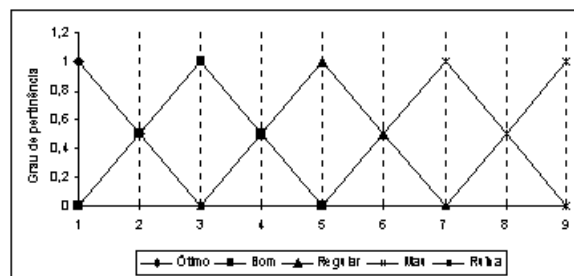


Figura 11 : Funções de pertinência dos termos da variável *conservação*

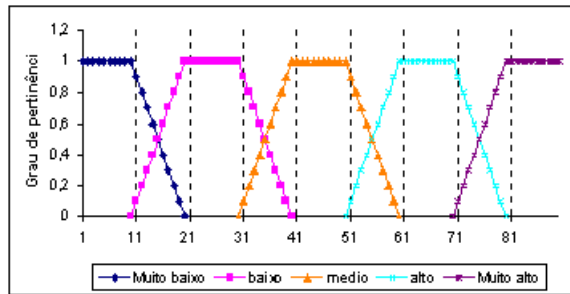


Figura 12 : Funções de pertinência dos termos da variável *valor*

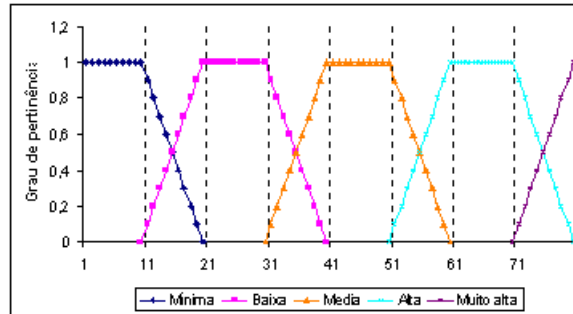


Figura 13 : Funções de pertinência dos termos da variável *depreciacao*

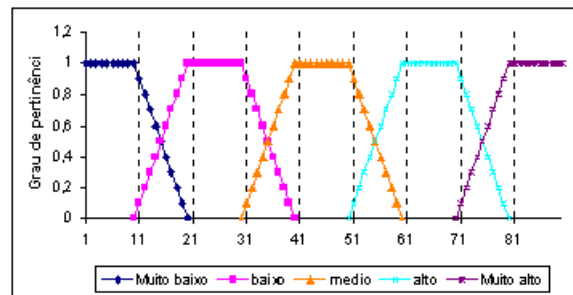


Figura 14 : Funções de pertinência dos termos da variável *valor\_final*