

# **UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS COMBINADOS DE AVALIAÇÃO IMOBILIÁRIA PARA A ELABORAÇÃO DA PLANTA DE VALORES GENÉRICOS**

*The use of combined methods of market data for the evaluation of the plant of generic values*

ROBERTO RUANO DALAQUA  
AMILTON AMORIM  
EDILSON F. FLORES

UNESP – Universidade Estadual Paulista  
FCT – Faculdade De Ciências E Tecnologia, Departamento De Cartografia  
Programa De Pós-Graduação Em Ciências Cartográficas  
Rua Roberto Simonsen, 305, C. Postal 467, Presidente Prudente, CEP 19060-900  
dalaqua@gmail.com, {amorim, efflores}@fct.unesp.br

## **RESUMO**

A Planta de Valores Genéricos (PVG) faz parte do sistema cadastral de uma prefeitura e trata-se de um importante documento ou suporte para o planejamento urbano. Para a sua concepção são necessárias várias etapas, dentre as quais se destacam: a coleta de informações e a própria avaliação. A norma número 14653-2 da ABNT recomenda a aplicação do método comparativo de dados de mercado para a avaliação de valores de terrenos, mas nem sempre este procedimento é possível devido à ausência de amostras significativas, uma vez que em áreas urbanas densamente construídas as transações imobiliárias restringem-se, praticamente, a apenas imóveis construídos. Assim, este trabalho visa mostrar quais são as fontes desses dados e a problemática encontrada para se obtê-las. Além disso, apresenta-se um método, que é uma alternativa para obter os valores de terrenos nas regiões onde há escassez desses dados, procurando melhorar os resultados. Esse método trata da junção de outros métodos de avaliação ao método comparativo de dados de mercado. O uso da metodologia proporcionou melhor desempenho nos procedimentos, tendo como consequência maior uniformidade entre os dados, ou seja, o valor de avaliação e o valor de mercado se equiparam. Além de que a separação da área de trabalho em zonas de dados homogêneos possibilitou gerar

modelos mais precisos, além de fazer uso de menor número de variáveis, por causa da semelhança entre os dados.

**Palavras-Chave:** PVG; Avaliação Imobiliária; Cartografia; Análise Multivariada.

## ABSTRACT

The Plant of Generic Values (PVG) is part of the cadastral system of a city hall and is about an important document or support for the urban planning. For its conception some stages are necessary, amongst which the most remarkable: the collection of information and the proper evaluation. A norm number 14653-2 of the ABNT recommends the application of the comparative method of data of market for the evaluation of lands values, but not always this procedure is possible due to absence of significant samples, as in urban areas densely constructed the real estate transactions is restricted, practically, to remarkable are the constructed ones. Thus, this work aims at showing which one, the sources of these data and the problematic found to get them. Moreover, a method is presented, that is an alternative to get the values of lands in the regions where there is scarcity of these data, so as to make the results better. This method deals with the junction of other methods of evaluation to the comparative method of market data. The use of the methodology provided better performance in the procedures, having as a consequence bigger uniformity between the data, that is, the value of evaluation and the value of market equalize. Besides, the separation of the area of work in zones of homogeneous data made possible to generate more models, making use of few variables, due to the similarity among the data.

**Keywords:** PVG; Real Estate Evaluation; Cartography; Multivariate Analysis.

## 1. INTRODUÇÃO

O sistema cadastral multifinalitário é composto por vários cadastros setoriais, dentre os quais se destaca o cadastro de valores, gerado pela Planta de Valores Genéricos (PVG). A PVG é um instrumento indispensável para as Prefeituras, considerando-se que dela derivam informações que servem como suporte para a tributação de imóveis, além de servir como um importante instrumento de planejamento que auxilia na tomada de decisões.

Em muitos mercados imobiliários, a base de cálculo das estimativas dos valores dos imóveis tem como nível de rigor na apuração o tipo expedido, ou seja, não utilizam qualquer procedimento matemático ou estatístico de suporte para a estimativa do valor do imóvel (BRAÚLIO, 2005).

Desta forma, para obter dados que refletem a realidade, há a necessidade da aplicação de metodologias científicas, como a aplicação de procedimentos estatísticos, que proporcionem maior objetividade. No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da Norma 14653-2 (2004), estabelece regras específicas para a avaliação de imóveis urbanos, que é uma das etapas da geração da PVG. O método indicado para a elaboração de uma PVG é o

método comparativo de dados de mercado. Para o sucesso da aplicação deste método faz-se necessário seguir alguns requisitos, que são: a existência de transações de imóveis que representem toda a variabilidade de valores da região a se gerar uma planta; dados referenciados à mesma época; e que sejam bem distribuídos espacialmente sobre a área de trabalho e em quantidade suficiente para possibilitar a análise dos valores.

O problema é que nem sempre é possível obedecer aos requisitos necessários para a aplicação do método na geração das PVG. O principal problema, quando se trabalha com o objeto terreno, é a ausência de amostras significativas de dados de comercialização desse tipo de imóvel, em áreas urbanas centrais. O tipo de comercialização comum nessas áreas é a de edificações, uma vez que quase não existem terrenos baldios.

Em vista da presente problemática, é proposto o uso do método comparativo de dados de mercado associado a outras formas de avaliar um imóvel. Essa proposta tem como objetivo apurar os valores de terrenos a partir do valor do imóvel como um todo, ou seja, fazer uso de métodos que infiram apenas o valor da construção dos imóveis construídos comercializados e, a partir disso, estimar o valor do terreno pela decomposição dos valores.

Para o processamento de todas as informações que descrevem as características do terreno, a NBR 14653-2 (2004) sugere o uso de técnicas de regressão linear, com o intuito de obter o valor do imóvel.

O desenvolvimento do trabalho deu-se com a aplicação de regressão múltipla utilizando, como variáveis do modelo, os dados característicos do terreno que podem influenciar em seu valor. Para isso, fez-se uso de variáveis como: topografia, dimensões, acessibilidade, vizinhança, localização e principalmente dados de comercialização de imóveis, como venda e oferta dos mesmos. Além disso, as variáveis que caracterizam as construções também foram investigadas.

Objetivando chegar a um melhor resultado, aplicou-se outro método estatístico, que é a análise de agrupamento, com o intuito de estabelecer um modelo que melhor representa a variabilidade dos dados e gera valores acurados utilizando informações regionalizadas.

Utilizando a regressão múltipla associada a análise de regressão, pretende-se melhorar a qualidade das estimativas de valores do cadastro de valores dos imóveis urbanos, permitindo vários tipos de análises de mercado, como o comportamento e as tendências do mercado imobiliário, necessidades de investimentos em regiões prioritárias da área urbana e outras aplicações.

## 2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como principal objetivo propor um procedimento metodológico híbrido para a obtenção de valores de terrenos, em regiões com insuficiência de dados de mercado, utilizando combinação do método comparativo

de dados de mercado, sugerido pela ABNT, com outros métodos de avaliação, fazendo uso de operadores de regressão múltipla e análise de agrupamento.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 Cadastro Técnico Multifinalitário**

O Cadastro Técnico Multifinalitário, segundo Lima (1999), é definido como sendo “um conjunto de informações gráficas e descriptivas de uma porção da superfície terrestre, contendo as propriedades imobiliárias corretamente georreferenciadas, possibilitando o conhecimento detalhado sobre todos os aspectos levantados”.

O Cadastro Técnico Multifinalitário é formado não só por informações descriptivas, mas também por informações cartográficas, como a planta geral do município, planta de valores, planta de referência cadastral, entre outras. Todas essas informações têm como objetivo identificar a divisão em parcelas de uma área. As informações descriptivas são formadas por registros dos atributos físicos e abstratos relativos às parcelas identificadas nos mapas e dizem respeito ao imóvel e o seu proprietário (CARNEIRO, 2003).

Segundo Carneiro e Loch (2000), poucas são as Prefeituras que possuem um cadastro visando aplicações multidisciplinares, pois o principal foco destas ainda é a política fiscal. Tais autores constataram, além disso, que a parte cartográfica destes órgãos ainda incipiente; por falta de cultura cartográfica dos técnicos e administradores que desconhecem os benefícios que esses dados podem proporcionar.

#### **3.2 Planta de Valores Genéricos**

Para Averbeck (2003), a PVG consiste em um documento cartográfico que representa a distribuição espacial dos valores médios dos imóveis em cada região da cidade, normalmente apresentados por face de quadra. Este documento tem por finalidade não só servir como base de dados para a tributação, mas também para todo o processo de planejamento urbano, como conhecimento da riqueza da cidade e dos bairros, para definições de Plano Diretor e de prioridades de investimentos.

Uma planta de valores bem elaborada consegue dar suporte ao órgão municipal em diversas atividades, dentre as quais a mais visada pela maioria das Prefeituras, a arrecadação via tributos imobiliários que engloba os impostos relacionados à transmissão de bens imóveis (ITBI) e o imposto predial e territorial urbano (IPTU).

#### **3.3 Avaliação Imobiliária**

Dentre as etapas do processo de elaboração ou atualização de uma PVG, conforme descrito por Averbeck (2003), tem-se a aplicação de métodos de avaliação de imóveis urbanos em massa.

A avaliação de imóveis é uma metodologia que visa determinar o valor de mercado de um bem (imóvel). A aplicação da melhor metodologia para se chegar ao valor do imóvel depende das condições que o mercado imobiliário oferece ao avaliador. O que deve ser observado, neste momento, são as informações que se têm disponíveis e a finalidade das avaliações.

Assim, pode-se dizer que a escolha do método para obter o valor de um imóvel, é dependente das informações que se tem disponível e do nível de rigor que se deseja ter (NBR 14653-2, 2004). Um exemplo disso é o Método Comparativo de Dados de Mercado, que baseia-se na análise de informações sobre preços de propriedades comparáveis com a que está sendo avaliada. Existem outros métodos que levam em consideração os custos envolvidos para a reprodução do imóvel ou ainda, métodos que utilizam informações quanto à renda que podem proporcionar.

### 3.4 Análise Estatística

Uma vez que a maioria das PVG é gerada de forma subjetiva não utilizando qualquer método científico, procura-se nesta pesquisa fazer uso de modelos estatísticos com o intuito de minimizar os efeitos da subjetividade, como a influência política que pode vir a ocorrer. Com a utilização das modelos estatísticos pretende-se analisar a realidade local por meio de dados que a refletem.

Para Cuadras (1981) *apud* Trivelloni e Hochheim (2000), a análise multivariada é a parte da estatística e da análise de dados que estuda, interpreta e elabora o material estatístico sobre a base de um conjunto de  $p > 1$  variáveis que podem ser de tipo quantitativo, qualitativo ou uma mescla de ambos. Pode-se dizer então que a informação utilizada na análise multivariada é de caráter multidimensional.

Para Bouroche e Saporta (1982) *apud* Trivelloni e Hochheim (2000), a estatística clássica fixou-se no estudo de um único caractere (ou variável) medido num conjunto pequeno de indivíduos. Desenvolveu as noções de estimativa e de testes fundamentados em hipóteses muito restritivas. No entanto, na prática, os indivíduos observados são comumente caracterizados por um número muito maior de caracteres (ou variáveis). Os métodos de análise de dados permitem um estudo global dessas variáveis, pondo em evidência ligações, semelhanças ou diferenças. Por isso, mergulham-se indivíduos e variáveis em espaços geométricos, fazendo-se a máxima economia de hipótese, e transformando os dados para visualizá-los num plano ou classificá-los em grupos homogêneos e, isso perdendo o mínimo de informação.

Neste trabalho aplicaram-se técnicas da Estatística Clássica relacionadas à Análise Multivariada como a regressão linear múltipla com o intuito de representar a variabilidade dos dados amostrais por meio de um modelo estatístico e as técnicas de análise agrupamento, para a geração de grupos similares de imóveis.

### 3.4.1 Análise de Regressão

Os imóveis são diferentes entre si, sob diversos aspectos, e a avaliação por meio do método da Comparação de Dados de Mercado exige a montagem de algum tipo de ponderação das características diferenciadoras dos elementos. Um dos procedimentos para realizar esta ponderação é justamente a inferência estatística, isto é, análise de regressão.

A análise de regressão é a técnica estatística indicada quando se estuda o relacionamento entre as variáveis (dependentes e independentes), em que se busca predizer um valor com base em uma coleção de diversas variáveis (JOHNSON, WICHERN, 2002).

A aplicação de uma análise por regressão na avaliação imobiliária tem como objetivo obter um modelo estatístico que apresenta o relacionamento da variável dependente, isto é, o valor do bem, com as variáveis independentes, que são aquelas que influenciam na formação do valor do imóvel (GUEDES, 1999).

### 3.4.2 Análise de Agrupamento

A análise de agrupamento ou *clusters* consiste em uma técnica exploratória cuja aplicação tem por objetivo a formação de grupos homogêneos de objetos baseados em medidas de similaridade ou distância entre os objetos que, por sua vez, são calculadas com base em uma lista de variáveis fornecidas.

Johnson e Wichern (2002) definem *cluster* como um grupo de técnicas multivariadas cujo propósito principal é identificar entidades similares nas características que elas possuem. Esse grupo de técnicas, na verdade, são procedimentos de estatística multivariada que tentam organizar um conjunto de indivíduos, para as quais é conhecida informação detalhada, em grupos relativamente homogêneos.

## 4. METODOLOGIA

A premissa básica do método proposto é a realização de levantamentos de dados referentes a lotes urbanos empregando o método comparativo de dados de mercado, em conjunto com outros métodos de avaliação, para a avaliação dos imóveis. Para isso, pretende-se utilizar técnicas de análise multivariada para ajustar um modelo de inferência de valores de imóveis.

A metodologia proposta baseia-se num conjunto de etapas, as quais serão descritas em um diagrama como apresenta na Figura 1.

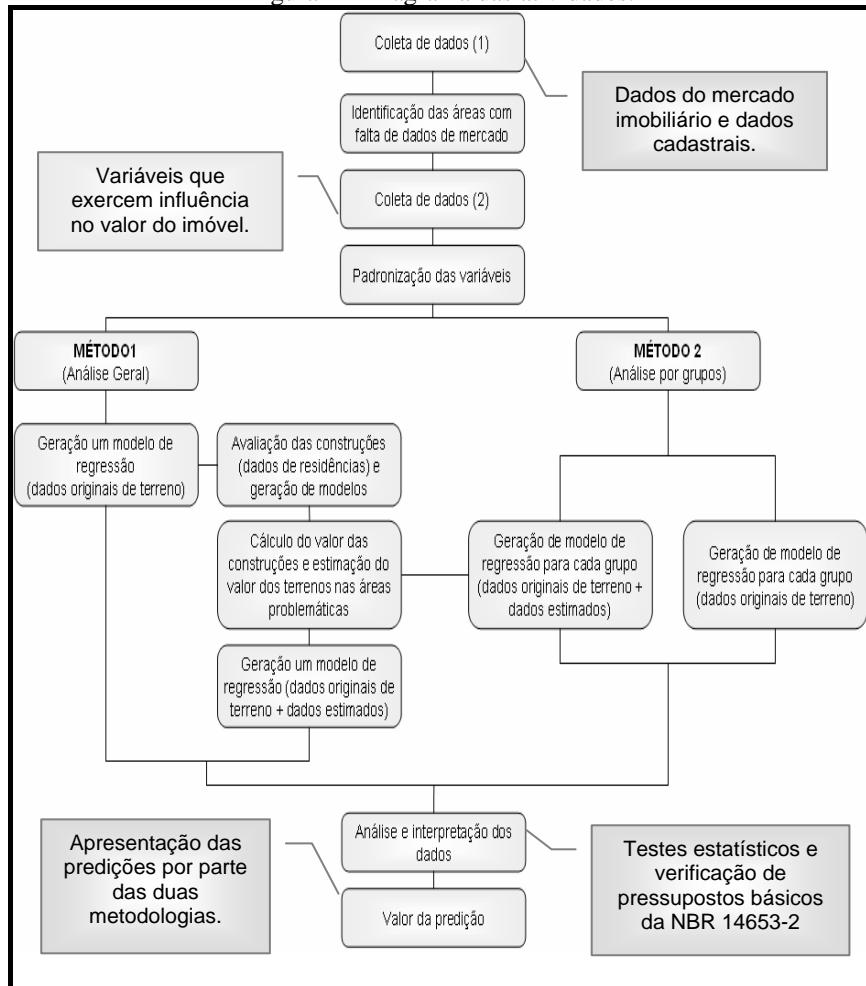
Para a realização do experimento utilizou-se amostras de vendas e ofertas de imóveis referente ao município de Álvares Machado (SP), que conta com cerca de 10.000 imóveis urbanos cadastrados na Prefeitura.

A primeira etapa deste trabalho consistiu em determinar as áreas que tinham menor quantidade de dados de transações de terrenos para a realização da avaliação de imóveis em massa, ou seja, regiões que não tinham dados suficientes para a aplicação de uma avaliação em massa. Isso foi possível fazendo a Coleta de Dados

(1), que buscou encontrar a existência de dados cadastrais e dados de transações imobiliárias do tipo terreno na cidade.

O processo de levantamento de dados é uma importante etapa deste trabalho, pois para a seleção das áreas a se aplicar a metodologia proposta, faz-se necessário a coleta de determinadas informações que viabilizam a aplicação da mesma.

Figura 1 – Diagrama das atividades.



Para a definição do valor do imóvel, foram obtidas diversas informações que dizem respeito às características dos imóveis. A escolha dessas variáveis deve-se ao fato da disponibilidade da informação e da possível influência no valor do imóvel. Para um modelo de regressão, essas variáveis são denominadas explicativas ou independentes, sendo as mesmas quantitativas e qualitativas.

O levantamento de dados consistiu em duas etapas: a identificação de vendas e valores das transações imobiliárias e de dados que caracterizavam os imóveis da área de trabalho.

Iniciou-se pela busca de dados de transações imobiliárias da cidade, seja oferta ou venda. A identificação dos imóveis vendidos foi obtida por meio de consulta aos boletos do ITBI (Imposto de Transmissão de Bens Imóveis), junto à Prefeitura.

As informações de valores das transações e ofertas foram obtidas a partir da consulta às imobiliárias e entrevistas com o próprio comprador ou vendedor do imóvel. Um problema encontrado, que deve ser considerado, foi o número considerável de imóveis (32) que haviam sido registrados no ano de 2006, mas não tinham sido comercializados na mesma data de referência e sim muitos anos antes, inviabilizando o aproveitamento desses dados.

Foram também obtidos, junto ao departamento de cadastro imobiliário da Prefeitura, os dados cadastrais, ou seja, as informações que descrevem as características do imóvel.

Tabela 1 – 1<sup>a</sup> etapa de levantamento de dados.

1 <sup>a</sup> ETAPA	
Levantamento	Origem
Imóveis vendidos em 2006	ITBI, imobiliárias, anúncios e entrevistas
Existência de dados cadastrais atualizados	Banco de Dados da Prefeitura
2 <sup>a</sup> ETAPA	
Dados cadastrais atualizados	Banco de Dados da Prefeitura, campo

No ano de 2006 foram encontrados 280 imóveis ofertados e vendidos, sendo que 142 referentes a imóveis edificados e 138 imóveis não edificados. A partir dessas informações definiu-se a área selecionada para a aplicação da metodologia proposta.

A segunda etapa do levantamento consistiu na pesquisa das características dos imóveis das regiões onde será aplicada a metodologia proposta. Essas informações encontram-se, em parte, na base de dados levantada inicialmente.

O que se realizou foi um refinamento na busca das informações encontradas anteriormente, ou seja, foram privilegiadas aquelas informações que são de

importância para a avaliação do imóvel. Mas que não se encontram presentes na base de dados cadastrais do município, como, dados de acessibilidade à localização espacial do imóvel possibilitando definir a proximidade a pontos de valorização ou desvalorização, entre outras.

Com relação aos dados de construção foram obtidas apenas informações a respeito dos imóveis vendidos.

Antes da realização do processamento, necessita-se a padronização das variáveis, uma vez que as envolvidas em trabalhos dessa categoria são qualitativas e quantitativas. Geralmente, as variáveis precisam de transformações para a realização de análises. Quando se tem variáveis qualitativas, precisa-se quantificá-las codificando-as adequadamente, ou seja, para variáveis desse tipo devem ser atribuídos pesos para as suas características.

Tabela 3 – Variáveis independentes – terreno.

Variáveis	Categories	Descrição
Área do terreno	$m^2$	Quantifica a área do terreno
Testada	m	Quantifica a largura do terreno
Testada corrigida	m	Correção do valor da testada em relação a profundidade do imóvel
Topografia	1.0; 0.9; 0.8; 0.7	Indica os tipos de relevos (plano, aclive, declive, declive acentuado, irregular)
Distância	m	Quantifica a distância até o centro comercial
Linha-Férrea	0 ou 1	Identifica se o imóvel está do lado principal do município ou “pós-linha”
Pavimentação	0 ou 1	Identifica a existência ou não de pavimentação
Zona comercial	0 ou 1	Identifica se o imóvel está localizado em zona comercial
Padrão Construtivo	1.0; 1.5; 2.0; 2.5; 3.0	Identifica a localização do imóvel quanto ao padrão construtivo da região em que está inserido (baixo, médio-baixo, médio, médio-alto, alto)
X	m	Coordenada E do imóvel em sistema UTM
Y	m	Coordenada N do imóvel em sistema UTM
Distância da via	m	Quantifica a distância até a via principal de tráfego

Tabela 4 – Variáveis independentes – construção.

Variáveis	Categoria(s)	Descrição
Área construída	$m^2$	Quantifica a área da construção
Conservação	1 a 3	Identifica o nível de conservação da construção (ruim, médio, bom)
Idade	1 a 5	Identifica a idade aparente do imóvel (> 20 anos; 10-20 anos; 5-10 anos; 2-5 anos; 1 ano)
Estrutura	1 a 2	Indica os tipos de estruturas (madeira, alvenaria)
Padrão Construtivo	1.0; 1.5; 2.0; 2.5; 3.0	Identifica o padrão construtivo da edificação (baixo, médio-baixo, médio, médio-alto, alto)
Área do terreno	$m^2$	Quantifica a área do terreno
Distância	m	Quantifica a distância até o centro comercial
X	m	Coordenada E do imóvel em sistema UTM
Y	m	Coordenada N do imóvel em sistema UTM
Suíte	0 ou 1	Identifica a existência ou não de suíte
Garagem	0 ou 1	Identifica a existência ou não de garagem
Edícula	0 ou 1	Identifica a existência ou não de edícula
Dormitório		Quantifica o número de dormitórios
Cômodo		Quantifica o número de cômodos
Banheiro		Quantifica o número de banheiro

Devido ao contato com a realidade do mercado imobiliário, é evidente que as informações erradas de dados amostrais, referentes ao comportamento do mercado podem afetar significativamente os resultados. Por isso, é primordial a importância da qualidade dos trabalhos na coleta dos dados e de sua investigação, em busca da verificação da fidedignidade dessas informações.

Uma cidade pode ter áreas com muitos dados amostrais e outras com praticamente nenhum, mas isso não inviabiliza a aplicação do método. Neste caso, a proposta foi verificar a existência de imóveis construídos nas áreas em que foram vendidos e, a partir dessas amostras, foi aplicado um método que realizou a decomposição do valor da construção do valor total com o intuito de se obter o valor do terreno. Assim, os valores de terrenos obtidos passam a ser considerados

como dados amostrais e, em uma etapa posterior, utilizou-se os mesmos para a realização da avaliação em massa, com o intuito de se chegar ao valor do imóvel.

A partir disso, definiram-se as possíveis áreas onde a metodologia proposta seria aplicada a qual, inicialmente, foi utilizado uma regressão linear múltipla com todos os elementos amostrais (Método 1), apresentado na figura 1, obtendo-se assim os valores dos imóveis conforme NBR 14653-2 da ABNT. Hochheim *et al* (2003) aplicaram este mesmo procedimento sugerido pela norma brasileira e chegaram a resultados satisfatórios. Nesse trabalho, foi obtido um coeficiente de determinação de 0,99, o que indica que 99% da variação do valor é explicada pela equação de regressão. Vale ressaltar que a aplicação foi realizada em apenas uma região, na qual os imóveis tinham características não muito distintas.

Devido a diversidade de características entre os lotes urbanos que se pode encontrar em uma cidade, optou-se em aplicar outro método que buscava separar os dados em classes de dados semelhantes, fazendo uso de técnicas estatísticas de análise de agrupamento (Método 2). A partir dessas classes, então, aplicou-se operadores de regressão linear múltipla, obedecendo às diretrizes da NBR 14653-2, com a finalidade de obter os valores dos imóveis.

Como este trabalho busca minimizar os efeitos perturbadores causados pela ausência ou insuficiência de dados em determinadas regiões para a geração de PVG, realizou-se um procedimento que, baseado em dados de transações imobiliárias do tipo construído, aplicou-se a avaliação imobiliária de uma amostra de construções que se localizavam em zonas com uma quantidade significativa de dados de terreno, tendo em vista a geração de modelos de inferência para outros dados de construção.

Assim, os modelos gerados foram aplicados em imóveis construídos localizados na área central do município, que tem o problema da ausência de dados de transações imobiliárias do tipo terreno, mas não de construídos. Com isso, tendo o valor das transações dos imóveis e os prováveis valores das construções, determinaram-se os possíveis valores dos terrenos.

Os valores de terrenos gerados por esta etapa foram inseridos na base de dados dos dois métodos para possibilitar uma nova avaliação. Após essas etapas foram realizados testes estatísticos de análise de regressão e de *cluster* com a finalidade de observar se o método proposto mostrou-se melhor, quando comparado com os métodos tradicionais aplicados.

Para trabalhos que envolvam o uso de operadores de regressão, é necessária a realização de alguns testes que validam o modelo gerado, testes esses normalizados pela NBR 14653-2 (2004) da ABNT. Esses testes visam verificar se os pressupostos da teoria de regressão são atendidos. Testes como o da multicolinearidade são realizados para observar a existência de relação entre quaisquer variáveis independentes. Outro teste empregado é o da homocedasticidade, que busca observar se a variância dos erros é constante. Outro que pode ser citado é o teste da auto-correlação, que verifica se o resíduo de uma observação não é correlacionado com o resíduo de outra observação.

Realizada a validação dos elementos estimados a partir dos testes estatísticos, apresentam-se os dados da planta de valores nos dois modos possíveis, na forma tabular e cartográfica.

## 4.1 Aplicação

### 4.1.1 Análise Geral

Partindo para a aplicação da metodologia proposta, a primeira etapa deste trabalho consistiu na determinação das possíveis áreas a aplicação. A determinação dessas áreas só foi possível realizando o levantamento dos dados no mercado imobiliário.

Os dados, tanto de transações realizadas, quanto de ofertas de imóveis, foram obtidos a partir da consulta ao ITBI na prefeitura de Álvares Machado, às imobiliárias e também através de entrevistas com proprietários dos novos imóveis negociados e dos vendedores dos mesmos. Os dados coletados são referentes ao ano de 2006 e somam um total de 123 imóveis. Desse total, 34 são referentes aos imóveis edificados e 89 não edificados.

Com esses dados realizou-se a aplicação da regressão linear múltipla utilizando as informações de terrenos que se tinha inicialmente, ou seja, as 89 observações de transações imobiliárias de terrenos.

O processamento dos dados foi realizado utilizando o *software* Minitab, que realiza operações de métodos multivariados, fazendo uso das técnicas de seleção de variáveis, que é um dos recursos da regressão linear, que busca encontrar o melhor conjunto de variáveis que representasse a variabilidade dos dados. O valor que se busca deste modelo não é simplesmente o valor de negociação do imóvel, mas sim uma unidade de medida do valor, denominada Valor do Metro Linear de Testada Corrigida (VMLTC), que é dado pela seguinte fórmula:

$$VMLTC = \frac{VALOR}{Testada\_corrigida} \quad (1)$$

Onde a testada corrigida, que é uma correção da testada efetiva ( $T_e$ ) do imóvel, que leva em consideração a área do lote ( $A_e$ ) e a profundidade padrão ( $P_p$ ) do município, é dada pela fórmula 2:

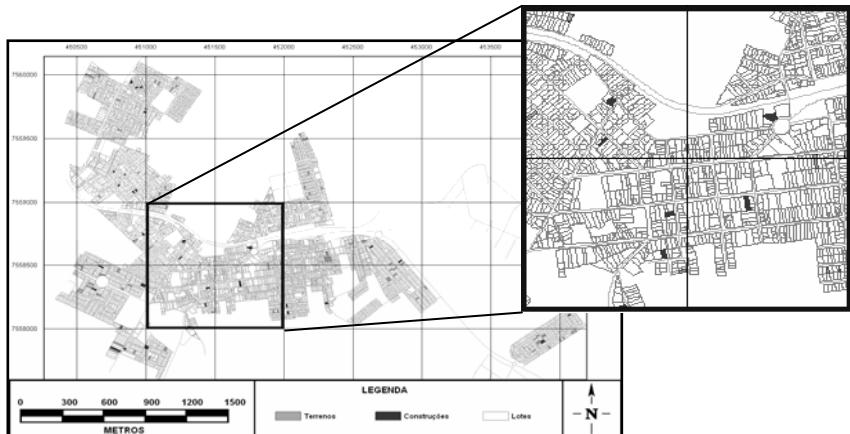
$$Testada\_corrigida = \sqrt{\frac{T_e \times A_e}{P_p}} \quad (2)$$

Desta forma, aplicou-se a regressão e chegou-se a um modelo com seis variáveis e um coeficiente de variação de 19%, obedecendo todos os critérios de controle de qualidade, com a aplicação de testes estatísticos como o da

multicolinearidade, homocedasticidade e o teste da auto-correlação, mostrando que o modelo é aceitável.

Após execução do levantamento dos imóveis negociados (a identificação, validação e obtenção das informações), notou-se que a região central da área teste praticamente não possui dados de venda de terrenos. A constatação deste problema é relevante, uma vez que a geração da PVG necessita de amostras bem distribuídas em toda a região da aplicação. A área com falta de dados de transações imobiliárias do tipo terreno é apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Área com falta de dados de mercado.



Pode-se notar que nessa área existe uma deficiência de dados de terrenos, mas há presença de imóveis construídos que foram vendidos nesta mesma época. Com isso, a partir dos valores dos imóveis construídos comercializados pode-se obter o valor do terreno. Para isso foi preciso estimar o valor da construção e numa etapa posterior fez-se a subtração do valor da construção do valor total do imóvel.

$$VALOR_{terreno} = VALOR_{imóvel} - VALOR_{construção} \quad (3)$$

Na região de trabalho pode-se observar que, existem áreas com quantidade significativa de dados de terrenos e nelas existem também dados de transações de imóveis construídos. Assim, o valor de terreno dos imóveis construídos foi estimado utilizando o modelo de regressão dado pela equação 02. O próximo passo foi subtrair o valor de terreno do valor de transação dessas residências para se determinar apenas o valor da construção.

Com esses dados realizou-se, então, a avaliação das construções pelo método comparativo, utilizando para o processamento dos dados a regressão linear múltipla com base nas características determinantes do valor do imóvel levantadas.

Tal modelo foi aplicado na região descrita anteriormente, ou seja, na região central do município, com o objetivo de se obter o valor de construção dos imóveis. Uma vez obtidos os valores de construção dessas áreas, procedeu-se a subtração destes valores daqueles relacionados aos imóveis como um todo (terreno mais construção), obtendo-se assim os valores de terrenos correspondentes. Na referida área foram inferidos oito imóveis.

Com todas as informações de valores de terrenos comercializados no ano de 2006, acrescido os valores inferidos, realizou-se outro processamento com o intuito de melhorar a qualidade dos dados, principalmente na área central. Assim, fazendo-se uso dos dados de terrenos, aplicou-se novamente o operador de regressão múltipla utilizando todas as variáveis que podem influenciar no valor do imóvel, observando o conjunto de variáveis que melhor represente a variabilidade dos dados disponíveis, fazendo uso da ferramenta de seleção de variáveis, seja no modo “Stepwise” ou “Melhor conjunto”.

A equação que melhor representa o conjunto de dados contém oito variáveis, sendo que o coeficiente de variação foi igual a 15% e, portanto, melhor que no primeiro procedimento.

#### 4.1.2 Análise de Grupos

Em trabalhos que geram modelos estatísticos, como os de regressão, utilizado na construção de uma planta de valores para todo o município, levam-se em consideração muitas variáveis sendo que os valores atribuídos a cada uma delas podem alterar bruscamente.

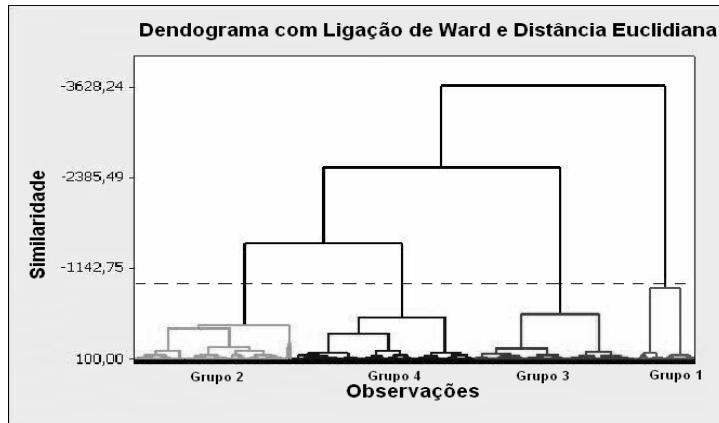
É certo que existem algumas variáveis que exercem uma forte influência no valor do imóvel apenas em determinadas regiões. Por meio disto e da variabilidade de dados presentes, neste trabalho, aplicou-se o método de agrupamento (*clusters*) com o intuito de separar aqueles dados que apresentassem um comportamento mais homogêneo, ou seja, com características mais similares entre si, tendo por fim melhorar a representação destes dados. Foram utilizadas, portanto, todas as observações de lotes com características de terreno presentes na área de estudo.

Em primeiro lugar, as matrizes de dados foram submetidas à análise de agrupamentos hierárquicos, utilizando-se o interpolador da distância euclidiana, sendo que os agrupamentos foram obtidos por meio da ligação de *Ward*. Nesta ligação formam-se grupos de maneira a atingir sempre o menor erro interno entre os vetores que compõe cada grupo e o vetor médio do grupo. Isto equivale dizer que a cada etapa do método de *Ward*, busca-se um objeto que tornem os agrupamentos formados os mais homogêneos possível. A medida de homogeneidade utilizada baseia-se na participação da soma dos quadrados totais de uma análise de variância.

Para encontrar o melhor número de grupos foram realizadas várias simulações de conjuntos, observando o número de dados de transações imobiliárias que estaria disponível nessas regiões e que permitisse a geração de modelos de regressão para a avaliação dos imóveis.

Desta forma, aplicou-se o método de agrupamento utilizando o *software* Minitab o que permitiu encontrar quatro grupos com nível de similaridade, conforme a Figura 3, que apresenta o dendrograma da divisão dos dados em classes e possibilita a representação da posição espacial dos dados na malha urbana.

Figura 3 – Método 2 – Dendrograma das classes de terrenos formadas.



A partir da formação dos grupos, identificaram-se os dados de transações imobiliárias que pertenciam a cada grupo e com esses realizou-se a geração de modelos de regressão com a finalidade de avaliar os imóveis de seus grupos para gerar dados a PVG.

Utilizando os dados de transações imobiliárias do tipo terreno, foram geradas equações para cada grupo e essas se mostraram satisfatórias, uma vez que atenderam aos requisitos do controle de qualidade. Mas o problema citado da falta de dados em uma determinada na região em destaque na figura 2, então, foram utilizados os dados obtidos da avaliação das construções, gerados anteriormente, para que pudessem acrescentar informações às amostras da região. Desta forma, aplicou-se uma nova análise estatística e obteve-se uma nova equação de regressão.

## 5. RESULTADOS

Todo o procedimento realizado, que vai desde o levantamento de dados até as análises estatísticas, está fundamentado nas normas da ABNT.

Com os dados obtidos e os testes realizados pode-se constatar que todos os experimentos realizados são coerentes, ou seja, os resultados são aceitáveis para a geração da Planta de Valores Genéricos.

No entanto, o objetivo do trabalho é melhorar a qualidade dos dados para representar de forma mais fidedigna a realidade do mercado imobiliário. Assim, será apresentada a seguir uma comparação dos resultados conseguidos por ambos os métodos, o sugerido pela ABNT e o híbrido aqui apresentado.

Tabela 5 – Análise dos resultados.

	Coef. de determinação	Coef. de determinação (ajust)	Coef. de variação	Nº de var. no modelo	Nº de Obs.
Método 1 (Análise geral)					
Dados originais	87,0%	86,0%	19%	6	85
Dados originais + dados inferidos	92,4%	91,7%	15%	8	90
Método 2 (Análise por grupos)					
Dados originais (Grupo 1)	90,8%	89,9%	6%	1	13
Dados originais (Grupo 2)	92,2%	90,4%	12%	3	17
Dados originais (Grupo 3)	90,2%	88,9%	15%	4	34
Dados originais (Grupo 4)	83,3%	81,7%	11%	2	24
Dados originais + dados inferidos (grupo 4)	95,2%	94,1%	7%	4	24

Observando a Tabela 5 pode-se notar que o “Método 1”, que gera um modelo de regressão para toda a área de trabalho, apresenta melhora significativa com a

inserção dos dados inferidos. No “Método 2”, que faz um tratamento por grupos, também percebe-se uma melhora nos resultados com a inserção dessas amostras de dados inferidos que se encontram no grupo 4, quando comparado com o mesmo grupo, mas apenas com os dados originais.

Quando é relacionado um método com o outro, nota-se que o método que faz o tratamento por grupos apresenta melhores resultados que o primeiro em ambos os casos (com os dados originais e com os dados originais mais os inferidos) estimando melhor os valores por metro linear de testada corrigida que será utilizado nas PVG.

Tabela 6 – Análise dos resultados – Variáveis do modelo de regressão.

	Testada	Testada_corrigida	Topografia	Padrão	Zona_Comercial	Coord_X	Coord_Y	Distância_via	Frente_via	Distância
Método 1 (Análise geral)										
Dados originais										
Dados originais + dados inferidos										
Método 2 (Análise por grupos)										
Dados originais (Grupo 1)										
Dados originais (Grupo 2)										
Dados originais (Grupo 3)										
Dados originais (Grupo 4)										
Dados originais + dados inferidos (grupo 4)										

Pela análise feita nos modelos estatísticos gerados pela aplicação da regressão múltipla, pode-se constatar que as variáveis mais determinantes do valor dos imóveis e do tipo terreno são Distância, Padrão, Topografia e Zona Comercial, pois

aparecem pelo menos em três dos sete modelos. Mas é notável a diversidade de combinações de variáveis para a formação dos modelos, que mostra o quanto é importante o levantamento do máximo de variáveis para que o modelo possa explicar melhor a variedade dos dados.

Com a finalidade de constatação da melhoria do método com a inserção de variáveis oriundas de outros métodos, uma amostra pertencente a esta área central foi retirada para comparar os valores preditos pelos modelos de regressão gerados com o valor de transação. Este imóvel foi vendido por R\$ 60.000,00, na mesma época das outras amostras.

Os resultados obtidos mostram que a falta de dados de mercado de terreno pode ser melhoradas com o uso de dados de mercado de imóveis construídos. Este método é recomendável quando se avalia imóveis distribuídos numa região de grande extensão, diminuindo-se com isto o efeito negativo das correlações espaciais sobre os modelos de regressão múltipla, pois a análise de cluster gera grupos homogêneos. Para a consideração efetiva dos efeitos da correlação espacial entre os dados, sugere-se usar métodos de econometria espacial e/ou geoestatísticos (JOHNSON, WICHERN, 2002).

O método aplicado realmente apresenta uma solução satisfatória para cálculo de PVG de terrenos onde existe insuficiência de dados.

Tabela 7 – Análise dos resultados – Teste 1.

	Valor predito
Método 1 (Análise geral)	
Dados originais	R\$ 71.174,65
Dados originais + dados inferidos	R\$ 63.923,12
Método 2 (Análise por grupos)	
Dados originais (Grupo 4)	R\$ 75.992,98
Dados originais + dados inferidos (grupo 4)	R\$ 62.306,68

Observando a Tabela 7 pode-se constatar que no “Método 1” o processamento feito com os dados originais mais os dados inferidos por outro método chegou a valores mais próximos da realidade. O mesmo pode ser notado para o “Método 2”, no grupo 4, em que o valor estimado pelo método combinado está bem melhor que aquele que trata apenas dos dados originais.

O fato da estimativa pelo “Método 2” que usa apenas dados originais ser tão discrepante se deve à disposição dos dados de transações nesta área se encontrarem aglomerados em determinada região.

Também foi realizado outro teste, em busca de constatar a funcionalidade do que esta sendo proposto. Desta forma, foram selecionadas três amostras aleatórias, sendo uma de cada região e, para estes lotes foram aplicadas as equações geradas para os seus respectivos setores. Os resultados que estão apresentados na tabela 8 comprovam que o uso de dados originais mais os inferidos aumentam a qualidade

final dos dados. Quando é utilizada a análise por grupos, os resultados são melhores ainda, comparada a regressão.

Tabela 8 – Análise dos resultados – Teste 2.

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Valor de venda	R\$ 12.000,00	R\$ 9.500,00	R\$ 7.000,00
<b>Método 1 (Análise geral)</b>			
Dados originais	R\$ 12.284,00	R\$ 12.328,00	R\$ 5.964,00
Dados originais + dados inferidos	R\$ 12.265,00	R\$ 12.108,00	R\$ 6.636,00
<b>Método 2 (Análise por grupos)</b>			
Dados originais (Grupo 4)	R\$ 12.210,00	R\$ 8.424,00	R\$ 7.040,00

## 6. CONCLUSÃO

O mercado imobiliário é um mecanismo dinâmico, representando uma realidade diária e que deve ser descrito por um modelo matemático/estatístico. Sob este ponto de vista, qualquer inferência (paramétrica ou não paramétrica) pode ser útil e trazer bons resultados.

Assim, esse trabalho mostra a viabilidade da aplicação de métodos combinados quando existe a falta de dados. Para tanto, se devem observar bem os dados disponíveis para a realização do trabalho, objetivando a obtenção de um bom produto final, que seja confiável, aplicável, objetivo e coerente. Vale ressaltar que, em alguns casos, pode não ser viável fazer tais combinações. Os modelos gerados, as variáveis utilizadas e o número de grupos formados são específicos para a realidade na qual se encontra a área de estudo, podendo daqui a uns anos comportar-se de forma diferente.

O uso da metodologia proposta, utilizando métodos estatísticos multivariados aplicados à combinação de métodos, proporcionou melhor desempenho nos procedimentos, tendo como consequência a melhoria dos resultados finais da avaliação, gerando maior uniformidade entre os dados, ou seja, o valor de avaliação e o valor de mercado se equiparam.

A separação da área de trabalho em zonas de dados homogêneos mostrou-se de grande importância, pois a partir da determinação desses grupos pelo método da análise por agrupamento, os modelos de regressão múltipla gerados mostraram-se melhores e consequentemente mais precisos, além de fazer uso de menor número de variáveis, por causa da semelhança entre os dados.

Certamente, uma prefeitura cujo cadastro imobiliário seja dotado de um sistema de caracterização de edificação, que dê suporte à avaliação da mesma, pode alcançar resultados ainda melhores, uma vez que é de suma importância a determinação do valor da edificação para se determinar o valor do terreno de um imóvel edificado.

Finalmente, conclui-se que a metodologia multivariada aplicada, utilizando operadores de regressão e análise de agrupamento, fazendo uso de dados de terrenos inferidos a partir de amostras de transações de imóveis construídos, mostrou-se viável para áreas densamente construídas, com insuficiência de dados de transações imobiliárias de terrenos.

## 7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) (2001). *Avaliação de bens - Parte 1: procedimentos gerais (NBR 14.653-1)*. Rio de Janeiro: ABNT.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) (2004). *Avaliação de bens - Parte 2: imóveis urbanos (NBR 14.653-2)*. Rio de Janeiro: ABNT.
- VERBECK, C. E.; *Os sistemas de cadastro e planta de valores no município: prejuízos da desatualização*. 2003, 200p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, SC.
- BRAÚLIO, S. N.; *Proposta de uma metodologia para a avaliação de imóveis urbanos baseado em métodos estatísticos multivariados*. 2005, 158p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, Universidade Federal do Paraná – UFSC, Curitiba, PR.
- CARNEIRO, A. F. T., LOCH, C.; *Análise do cadastro imobiliário urbano de algumas cidades brasileiras*. In: Congresso Brasileiro De Cadastro Técnico Multifinalitário, 2000, Florianópolis-SC. Anais do COBRAC 2000 - IV Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário.
- CUADRAS, C. M.; *Métodos de análisis multivariante*. Universidad de Barcelona, 1981.
- EMPLASA – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo SA. *Planta de Valores Genéricos*. Disponível em <<http://www.emplasa.sp.gov.br>>. Acesso em: 15 jan. 2005.
- GUEDES, J.C.; *Aplicação de redes neurais na avaliação de bens*. In: Seminário Internacional Da Lares, 1999, São Paulo - SP. Anais do I Seminário Internacional da LARES - 1999. I Seminário Internacional da LARES.
- HOCHHEIM, N., et al; *Elaboração e gerenciamento de Planta de Valores Genéricos, usando Sistema de Informações Geográficas*. 2003. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Material didático ou instrucional). 121 p.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W.; *Applied Multivariate Statistical Analysis*. New Jersey: Prentice-Hall, 2002. 5<sup>a</sup> Ed.
- LIMA, O. P., *Proposta metodológica para o uso do Cadastro Técnico Multifinalitário na Avaliação de Impactos Ambientais*. 1999, 147p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, SC.

TRIVELLONI, C. A. P., HOCHHEIN, N.: *Uso de Técnicas de Classificação Automática para Determinação de Classes Homogêneas de Imóveis*. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 2000, Florianópolis-SC. Anais do COBRAC 2000 - IV Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 2000.

(Recebido em dezembro de 2008. Aceito em janeiro de 2010).