

Modelos estatísticos para geração da Planta de Valores Genéricos: uma aplicação em município de pequeno porte

Statistical models for generating the plants of generic values: an application in a small municipality

Reynaldo Furtado Faria Filho^[a] , Rosiane Maria Lima Gonçalves^[b] ,
Henrique Tadeu Gomes Luiz^[c] 

[a] Universidade Federal de Viçosa (UFV), Campus Rio Paranaíba, Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas (IEP), Rio Paranaíba, Minas Gerais, Brasil

[b] Universidade Federal de Viçosa (UFV), Campus Rio Paranaíba, Instituto de Ciências Humanas e Sociais (IHP), Rio Paranaíba, Minas Gerais, Brasil

[c] Universidade Federal de Viçosa (UFV), Campus Rio Paranaíba, Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas (IEP), Rio Paranaíba, Minas Gerais, Brasil

Como citar: Faria Filho, R. F., Gonçalves, R. M. L., & Luiz, H. T. G. (2019). Modelos estatísticos para geração da planta de valores genéricos: uma aplicação em município de pequeno porte. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v.11, e20180192. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180192>

Resumo

Importante fonte de arrecadação dos municípios, o IPTU tem como base de cálculo o valor venal do imóvel, estabelecido pela Planta de Valores Genéricos (PVG), a qual está desatualizada na maior parte dos municípios brasileiros. Assim, o objetivo deste trabalho foi utilizar a econometria espacial para gerar um modelo que permita determinar o valor venal de cada imóvel da área urbana de Rio Paranaíba/MG. Foram definidos os modelos mais adequados considerando o MCRL. Para os modelos que apresentaram efeitos de vizinhança foi gerada a matriz de pesos espaciais, necessária para a determinação dos modelos de defasagem espacial e espacial do erro. Por meio desses a variável homogeneizada foi determinada, a qual foi incluída no modelo final como variável independente. Os modelos que se apresentaram mais adequados foram os que empregaram a variável independente homogeneizada, que permitiram determinar o valor de cada imóvel por espécies condizentes com os valores de mercado. A metodologia utilizada mostrou-se viável para aplicação em municípios de pequeno porte, a qual associada ao cadastro imobiliário possibilita atualizar as bases de cobrança dos impostos sobre patrimônio e promover a isonomia tributária. Este estudo demonstrou a viabilidade de utilização de métodos robustos e reconhecidos pela ABNT para cidades pequenas.

Palavras-chave: Valor venal do imóvel. Econometria espacial. Planta de Valores Genéricos (PVG).

Abstract

An important source of municipal revenue, the IPTU is based on the value of the property, established by the Generic Value Plan (PVG), which is outdated in most Brazilian municipalities. Thus, the objective of this work was to use spatial econometrics to generate a model that allows determining the venal value of each property in the urban area of Rio Paranaíba/MG. The most adequate models were defined, considering the MCRL. For

RFFF é doutor em Geografia, e-mail: reynaldofilho@ufv.br

RMLG é doutora em Economia Aplicada, e-mail: rosiane.goncalves@ufv.br

HTGL é graduado em Engenharia Civil, e-mail: henrique.tadeugomesluiz@gmail.com



the models that presented neighborhood effects, the spatial weights matrix was generated, necessary for the determination of the spatial lag models and the spatial error model. By means of these, the homogenized variable was determined, which was included in the final model as an independent variable. The models that presented the most adequate were those that used the independent variable homogenized, which allowed to determine the value of each property by species that are consistent with market values. The methodology used proved to be feasible for application in small municipalities, which, together with the real estate registry, allow to update their tax collection bases and comply with the principle of tax equality. This study demonstrated the feasibility of using robust and recognized methods by the ABNT for small towns.

Keywords: Venal value of the property. Spatial econometrics. Generic Value Plan (PVG).

Introdução

Em diversos países do mundo o IPTU é o mais tradicional financiador das atividades dos governos locais. Apesar da sua relevância, no Brasil esse imposto está em nível muito abaixo do seu real potencial quando se faz uma comparação dos indicadores da arrecadação brasileira de IPTU em relação ao PIB de outros países (Carvalho Jr., 2011). Dados do IBGE também demonstram a disparidade de arrecadação de IPTU entre os estados brasileiros, visto que em 2012 a arrecadação do IPTU no Brasil foi de cerca de R\$ 107,40 por habitante, variando de R\$ 251,60 em São Paulo até R\$ 9,80 no Maranhão (IBGE, 2012).

Com a Lei de Responsabilidade Fiscal o IPTU, imposto negligenciado por alguns administradores públicos por diversos anos, passou a receber maior atenção por parte dos gestores dos municípios, os quais tiveram que iniciar um processo de adequação no que se refere à forma de se cobrar o IPTU. Os prefeitos se viram obrigados a atualizar os cadastros imobiliários urbanos, bem como efetuar a cobrança do IPTU de forma correta, sob pena de sofrerem sanções por praticarem a renúncia de receita.

A base de cálculo do IPTU é o valor venal dos imóveis, estabelecido pela Planta de Valores Genéricos (PVG), cujos valores devem ser próximos aos valores de mercado. Dado o número de imóveis e metodologia de complexa determinação, essa tem sido uma difícil tarefa para os municípios (Carvalho Jr., 2011). Dessa forma, a PVG da maior parte deles está desatualizada ou foi atualizada mediante índices de inflação (Florêncio, 2010).

Conforme Afonso et al. (2010), a maioria das avaliações imobiliárias brasileiras são pautadas em parâmetros antigos e desprezam os aspectos dinâmicos que impactam a valorização dos imóveis, isso compromete a arrecadação do IPTU. Aliado a isso, está o fato das avaliações serem fortemente condicionadas por questões de natureza política.

Conforme Florêncio (2010), alguns dos aspectos que explicam distorções no cálculo das Plantas de Valores Genéricos (PVG) são: a dificuldade em quantificar e qualificar os diversos atributos (características físicas, locais e econômicas) que definem o valor do imóvel; e a utilização de modelos de Regressão Linear, os quais necessitam considerar alguns pressupostos básicos como verdadeiros, que nem sempre são válidos para o mercado imobiliário.

Uma alternativa para a melhor determinação da PVG é a utilização da avaliação em massa, uma vez que para o cálculo do valor de um imóvel devem-se levar em consideração os valores construtivos como a valorização do imóvel em decorrência de sua localização, acessibilidade, infraestrutura (coleta de lixo, esgoto, pavimentação, iluminação pública etc.), proximidade com hospitais, parques, centros comerciais, dentre outros (Medvedchikoff, 2009).

Metodologicamente, apesar de não existir um consenso na literatura quanto a melhor abordagem para determinação do valor venal do imóvel, o que tem se destacado é a avaliação em massa por meio da utilização de técnicas que empregam a econometria espacial, conforme recomendações da Norma Brasileira de Avaliações de Bens - NBR 14.653-2 (ABNT, 2011). Trivelloni (2005) utilizou a econometria espacial com a análise e modelagem dos fatores de localização dos imóveis. Ao final do trabalho, obteve o valor do m² médio de cada face de quadra da sua área de estudo, gerando a PVG do município de São José, Santa Catarina.

A determinação do valor venal dos imóveis para municípios de pequeno porte foi encontrada nos estudos de Malaman & Amorim (2017) e Faria Filho et al. (2017), sendo a econometria espacial utilizada somente no estudo de Faria Filho et al. (2017).

Os municípios de pequeno porte¹ estão entre os que mais carecem de informações e técnicas referentes à avaliação de imóveis, uma vez que em muitos desses municípios o IPTU tem cobrança irrisória. Faltam a esses municípios pessoal capacitado e recursos financeiros para determinar com qualidade metodológica o valor venal dos imóveis. Deixa-se, dessa forma, de promover a justiça fiscal e de prestar melhores serviços à sociedade.

Nesse sentido, este estudo propõe verificar a aplicabilidade e a confiabilidade da econometria espacial juntamente a modelagem dos fatores de localização na geração dos valores venais de imóveis da área urbana de uma cidade de pequeno porte, Rio Paranaíba/MG, com a finalidade de gerar a PVG para a mesma. Especificamente, pretende-se aplicar o método comparativo de dados de mercado, por meio da avaliação em massa, para gerar o valor venal de cada imóvel da área urbana de Rio Paranaíba/MG; comparar os resultados dos modelos de regressão espacial com o modelo clássico de regressão linear; e verificar quais variáveis são significativas na determinação do valor dos imóveis para o local estudado.

Revisão de literatura

Avaliação em massa de imóveis urbanos

Não há registros de quando se iniciou a utilização de avaliações de imóveis, entretanto, segundo Liporoni (2007), a avaliação em massa está relacionada diretamente à cobrança de impostos sobre a propriedade imobiliária, sendo a cobrança desses tributos de origem milenar.

A avaliação coletiva de imóveis, também conhecida como avaliação em massa, é definida segundo Averbeck (2003) como o processo de obtenção de modelos matemáticos a partir dos valores locais testados e validados estatisticamente e aplicados na avaliação de uma amostra de imóveis de uma população. Para González (2002), avaliação em massa é a avaliação sistemática de grupo de imóveis, de uma mesma tipologia em uma determinada data, em diferentes macrolocalizações no espaço urbano, sustentada pela utilização de testes estatísticos e procedimentos padronizados.

De acordo com McCluskey et al. (1997), as avaliações de imóveis em massa e individuais são diferentes somente na escala, porque o que se busca nos dois casos é uma avaliação precisa do valor de um ou mais imóveis.

A NBR 14.653-2 aponta três metodologias para avaliação em massa: método de custo de reprodução, método de renda e método comparativo de dados de mercado. A norma prioriza o último método citado (método comparativo de dados de mercado), pois esse é aplicado por meio de modelos econométricos que determinam o preço dos imóveis com base em amostras de transações ou ofertas imobiliárias.

O método comparativo de valores de mercado passou a ser utilizado com mais frequência após a sofisticação das análises econométricas e estatísticas, bem como a partir do aumento do número de dados de transações imobiliárias informatizadas. Esse método geralmente apresenta erros menores que os demais citados, mas por outro lado necessita de uma base de dados ampla (Carvalho Jr., 2010).

A formação da base de dados para a avaliação em massa se dá mediante intensa pesquisa dos valores de mercado que podem ser coletados em ofertas ou transações recentes ocorridas no local estudado. É importante que a amostra seja coletada em quantidade que permita a identificação das variáveis que têm influência na composição do valor do mercado, de forma que a equação matemática gerada permita encontrar resultados correspondentes aos valores observados no mercado imobiliário (Liporoni, 2007).

As variáveis, que podem ser relevantes para determinar o valor de mercado de um imóvel, geralmente estão relacionadas às tipologias, distribuição espacial, bem como às características físicas e locacionais, como infraestrutura urbana, áreas, relevo (para terrenos), padrões construtivos (para edificações), dentre outras (Averbeck, 2003).

O resultado da avaliação em massa quando aplicado o método comparativo de valores de mercado é um modelo de regressão múltipla que serve de base para gerar a planta de valores genéricos (PVG), fundamental nas cobranças de tributos municipais como o IPTU.

¹ Municípios até de 20 mil habitantes (IBGE, 2001).

Planta de valores genéricos (PVG)

A NBR 14.653-2 (ABNT, 2011, p. 6) define planta de valores genéricos “como representação gráfica ou listagem dos valores genéricos do metro quadrado de terreno ou do imóvel em uma mesma data”. Enquanto para Möller (1995, p. 17), a planta de valores é definida como a “planta do perímetro urbano onde são plotados os valores unitários do m² dos terrenos/imóvel, para cada face de quadra, devidamente homogeneizados com relação aos seus diversos atributos e referidos a uma mesma data”.

De acordo com Silva (2006, p. 5), a PVG pode se apresentar de diversas formas, ou seja, “pode ser uma listagem de valores unitários espacializados por face de quadra, por setor, por seção de logradouro, dentre outras. E, em relação às edificações, os valores unitários ou custos de reprodução são geralmente referenciados a tipos e padrões construtivos”.

A principal referência para o cálculo do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) é a planta de valores genéricos (PVG). Os valores venais contidos na PVG são multiplicados pela área do terreno/edificação e em alguns municípios ainda são atribuídos coeficientes de ponderação, os quais consideram a área construída e/ou o padrão construtivo e/ou as características dos terrenos. Assim, é importante que o valor venal seja o mais próximo possível do valor de mercado dos imóveis (Carvalho Jr., 2010).

Conforme Möller (1995), dentre as diversas vantagens de se ter uma PVG atualizada e divulgada periodicamente por parte do Poder Público Municipal, têm-se a utilidade como base de cálculo para a cobrança de impostos como IPTU e ITBI; o auxílio no planejamento urbano, contribuindo para estimativas de custos de desapropriação; ser referência para as transações no mercado imobiliário, isso reduz as especulações; e o controle da evolução dos valores em zonas fiscais beneficiadas como equipamentos e serviços públicos.

Para Carvalho Jr. (2010), o fato da planta de valores genéricos ser elaborada pela administração municipal e ter que passar pela Câmara de Vereadores para aprovação pode torná-la excessivamente defasada. Esse fato é justificado, pois os vereadores estão sujeitos a uma pressão por parte da sociedade, além do IPTU ser um imposto direto e altamente visível, tornando-se um objeto de aversão pelos contribuintes.

Em um trabalho anterior, Carvalho Jr. (2006) relata que é comum, em pequenas cidades do Brasil, a administração municipal adotar critérios políticos ou grosseiros para avaliação de imóveis, no qual, em muitos casos é criada uma comissão de vereadores para atualizar a PVG sem nenhum critério técnico.

Determinação do valor da localização

Segundo González (2002), a determinação das variações dos preços de mercado dos imóveis está relacionada às suas características de acessibilidade e qualidade de vizinhança, ou seja, sua localização. Assim, Brondino (1999) afirma que o valor da localização é de extrema importância na avaliação de um imóvel devido à sua grande influência no seu valor.

Um imóvel tem sua localização determinada pelas coordenadas geográficas dos limites que o definem, bem como pela sua relação espacial ou interação com a estrutura urbana próxima, ou seja, sua vizinhança. Portanto, a caracterização da localização de um imóvel se dá, também, pela proximidade aos centros culturais, comerciais, econômicos e de transporte. Assim, o valor da localização pode ser determinado como parte do valor total do imóvel descontado os valores referentes ao tipo e às características construtivas da edificação.

Os modelos tradicionais, Modelo Clássico de Regressão Linear (MCRL), apresentam algumas limitações para captar as relações dos fatores referentes à localização dos imóveis. Resumidamente, podem ser citadas duas limitações, a primeira é o fato de estimar individualmente cada fator de localização (por exemplo, distância ao centro, metrô, entre outros) implica a necessidade de se ter mais amostras, visto que a NBR 14.653-2 determina que para o grau de fundamentação III, que define um modelo com melhor qualidade, o número de amostras deve ser igual ou superior a $6(k + 1)$, em que k é o número de variáveis independentes. A segunda limitação decorre da dificuldade em determinar quais fatores de localização realmente influenciam no valor dos imóveis, dada a impossibilidade de se testar todas as possíveis variáveis que contribuiriam para o ajuste do modelo. Esses fatores podem gerar a autocorrelação espacial dos resíduos invalidando a hipótese de resíduos não correlacionados.

Dubin (1988) propôs utilizar como variáveis explicativas do MCRL apenas as características construtivas das edificações, fazendo com que os efeitos das variáveis de localização estejam embutidos nos resíduos do modelo. Assim, o efeito de vizinhança seria determinado pela média ponderada desses resíduos. Portanto, o MCRL teria como variáveis explicativas as referentes à construção, um polinômio formado pelas coordenadas dos imóveis e um termo representando os efeitos da localização obtidos por krigagem dos resíduos.

Na avaliação em massa de imóveis o modelo geral para determinar o valor do imóvel pode ser representado pela Equação 1:

$$V = f(L, T, CF_T) \quad (1)$$

em que V , valor dos imóveis; L , variáveis de localização; T , tipo de imóvel (terrenos, casas, apartamentos, kitnetes, comerciais,...); e CF_T , características físicas/construtivas dos imóveis em função do tipo.

Os imóveis podem ter seus valores determinados por meio de modelos aditivos ($V_{Total} = V_{Terreno} + V_{Construção}$) que somam o valor do terreno e da construção e por modelos multiplicativos ($V_{Total} = F_1 * \dots * F_n$) que utilizam produto de fatores. Os modelos multiplicativos permitem a utilização do logaritmo da variável independente valor total ou unitário dos imóveis ($\text{Log}(V_{Total}) = \text{Log}(F_1 * \dots * F_n)$ ou $\text{Log}(V_{Total}) = \text{Log} F_1 + \dots + \text{Log} F_n$) (Trivelloni, 2005). Para Dantas (2005, p. 143) a utilização da transformação logarítmica é bastante coerente “uma vez que as variáveis explicadas possuindo valores no campo dos reais positivos garante que o campo de variação dos valores ajustados correspondentes também serão reais positivos”.

Em avaliações de imóveis é comum utilizar somente a variável dependente transformada. Assim, nesse caso, a variável dependente valor unitário, por exemplo, pode ser determinada pelo antilogaritmo conforme apresentado na Equação 2:

$$VU = \beta_0 * \beta_1^{VL_i} * \beta_2^{CF_i} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

em que VU , valor unitário dos imóveis; β_0 , intercepto;

β_1 a β_k : coeficientes parciais de inclinação;

VL_i : variáveis independentes de localização;

CF_i : variáveis independentes referente às características físicas dos imóveis;

i : i -ésima variável independente; e

n : número total de variáveis independentes relativa à cada característica.

A variável de localização (VL) é influenciada pelos polos de valorização e desvalorização de uma cidade. Assim, o valor da localização é proporcional à distância que o imóvel se encontra desses polos, apresentando, com isso, características de dependência e autocorrelação espacial. O valor da localização também considera as características de vizinhança, como a qualidade do ambiente natural, a estrutura urbana e os serviços públicos, as características socioeconômicas e culturais, entre outras (Trivelloni, 2005).

Assim, para determinar a variável VL é necessário homogeneizar os dados de mercado, ou seja, retirar o efeito no seu valor de todos os outros fatores ou variáveis, deixando somente a influência devido à localização dos imóveis. Para obter o fator de homogeneização Trivelloni (2005) utilizou o modelo de regressão espacial do erro, conforme Equação 5. Nesta equação o termo do erro da regressão espacial ($\varepsilon = \lambda W\varepsilon + u$) absorve todos os efeitos de localização.

Por fim, a variável homogeneizada (VH) pode ser obtida dividindo o valor unitário do imóvel (VU) pelo resultado do modelo de regressão espacial do erro sem a sua constante e o Lambda (λ). A variável homogeneizada (VH) representa o valor da localização de cada imóvel e pode ser modelada por métodos geoestatísticos.

Metodologia

O estudo foi desenvolvido na cidade de Rio Paranaíba/MG, localizada na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. O município arrecadou com impostos R\$ 2.798.976,71, o que representou 5,79% da arrecadação corrente no ano de 2017, a qual é composta, em grande parte, por transferências governamentais (TCEMG, 2018). Conforme Balancete publicado no Portal da Transparência do Município (Prefeitura de Rio Paranaíba, 2019), a arrecadação com IPTU foi de R\$ 218.269,58, em 2017, o que indica baixa participação na geração das receitas próprias municipais.

A base cartográfica da cidade foi obtida a partir do mapa fornecido pela prefeitura municipal. Esse mapa foi georreferenciado a partir de pontos de apoio obtidos pelo levantamento topográfico realizado com um par de GNSS (Global Navigation Satellite Systems) FOIF A3 L1, sendo georreferenciado no sistema de coordenadas SIRGAS 2000. Esse mapa contém a malha viária, divisão por bairros e as amostras de imóveis que foram utilizados na geração dos modelos de regressão.

Foram utilizadas as avaliações de imóveis realizadas pela Caixa Econômica Federal no período de 2012 e 2017 na cidade de Rio Paranaíba/MG. As informações de 2012 e 2015 foram fornecidas diretamente por representantes da instituição e as de 2015 em diante por engenheiros de avaliações da Caixa. As imobiliárias da cidade não se dispuseram a fornecer os dados para a pesquisa.

Os dados foram tabulados em uma planilha do Excel e foram verificadas inconsistências² neles. Assim, foram utilizadas 19 amostras de apartamentos (Apto), 57 amostras de casa e 34 amostras de terrenos.

Variáveis utilizadas no modelo

As variáveis disponíveis no laudo de avaliação fornecido pela Caixa e seus engenheiros foram divididas em quatro categorias, a saber: preço do imóvel; características do terreno; características construtivas da edificação; e características da avaliação.

Foram geradas outras duas variáveis, a saber: renda e distância das ruas principais de Rio Paranaíba/MG. A variável renda foi extraída da base de dados dos setores censitários divulgados pelo censo do IBGE (2010). Essa variável foi ajustada como base em um Semivariograma do tipo exponencial. Enquanto a variável distância foi obtida com o cálculo da distância das amostras até as ruas Capitão Franklin de Castro e João Leandro por meio da ferramenta “Euclidean Distance” do software ArcGis.

No Quadro 1 está apresentado um resumo das características de todas as variáveis disponíveis. Nesse quadro estão inseridas, ainda, as siglas utilizadas, as descrições e as unidades de cada variável.

De posse dos valores das variáveis quantitativas, foi realizada a análise descritiva determinando os valores mínimo, máximo, média, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação. Para as variáveis qualitativas fez-se um estudo da frequência de ocorrência.

Quadro 1 – Variáveis disponíveis nas avaliações dos imóveis utilizados como amostras

(Continua)

Categoria	Variável	Sigla	Descrição/definição da variável	Unidade
Preço do imóvel	Valor total imóvel	VT	Valor total do imóvel avaliado	Reais
	Valor unitário do imóvel	VU	Valor total do imóvel avaliado/área construída	Reais/m ²
Características do terreno	Forma do terreno	FO	Irregular ou Triangular = 0 Retangular ou Trapezoidal = 1	-
	Cota/Greide do terreno	CT1, CT2	Se CT1 = 0; CT2 = 0: Abaixo do nível da rua Se CT1 = 0; CT2 = 1: Acima do nível da rua Se CT1 = 1; CT2 = 0: No nível da rua	-
	Inclinação do terreno	IT1	Se IT1 = 0: Active/Declive Se IT1 = 1: Plano	-
	Área do terreno	AT	Área total do terreno do imóvel avaliado	(m ²)
	Frente do terreno	FT	Medida da frente do terreno	(m)

² Exemplo: laudos sem endereço ou com endereço errado, laudos sem informações completas dos imóveis, entre outros.

	Fundos do terreno	FU	Medida dos fundos do terreno	(m)
	Lado esquerdo do terreno	LE	Medida do lado esquerdo do terreno	(m)
	Lado direito do terreno	LD	Medida do lado direito do terreno	(m)
	Situação do terreno	ST	Posição do terreno em relação a quadra: Meio de quadra = 0 Esquina = 1	-
Características construtivas da edificação	Número de pavimentos	NP	Número de pavimentos da construção	-
	Idade	ID	Idade da construção	(anos)
	Padrão de acabamento	PA1, PA2	Se PA1 = 0; PA2 = 0: Baixo ou Entre normal e baixo Se PA2 = 1; PA1 = 0: Normal ou Entre normal e alto Se PA1 = 1; PA2 = 0: Alto	-
	Estado de conservação do imóvel	EC1, EC2	Se EC1 = 0; EC2 = 0: Regular Se EC1 = 1; EC2 = 0: Novo Se EC1 = 0; EC2 = 1: Bom	-
	Garagem	GA	Número de vagas de garagem cobertas	-
	Área construída	AC	Área total construída do imóvel avaliado	(m ²)
	Número de Quartos	NQ	Número total de quartos do imóvel avaliado	-
	Número de Suítes	NS	Número total de suítes do imóvel avaliado	-
	Número de Salas	NSA	Número total de salas do imóvel avaliado	-
	Número de cozinhas	NC	Número total de cozinhas do imóvel avaliado	-
	Número de Banheiros	NB	Número total de banheiros do imóvel avaliado	-
Características da avaliação	Data da avaliação	DA	Ano da avaliação do imóvel (2017 subtraído da data de avaliação (variou de 0 a 5)	-
Outras variáveis	Renda	Renda	Esta variável foi ajustada como base em um Semivariograma do tipo exponencial	Reais
	Distância das ruas principais	Distância	Distância das amostras até as ruas Capitão Franklin de Castro e João Leandro. Obtida por meio do da ferramenta "Euclidean Distance" do software ArcGis	(m)

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Modelo Clássico de Regressão Linear (MCRL)

Inicialmente foi gerada a matriz de correlação das variáveis por meio do software estatístico Statistics Data Editor (SPSS) 17. Após gerar a matriz de correlação foi aplicada a técnica *stepwise* para obtenção do modelo de regressão somente com as variáveis relevantes de forma automática. Foram testados os modelos lineares (lin-lin), semilog (log-lin), logarítmico (log-log).

Para Gujarati (2000, p. 185), a equação do MCRL “fornece a média ou o valor esperado de Y condicional aos valores fixados (em amostragem repetida) de X_1, X_2, \dots, X_k ”. De forma generalizada, o MCRL pode ser escrito conforme apresentado na Equação 3:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \mu_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3)$$

em que Y_i , variável dependente; X_{1i} a X_{ki} , k-1 variáveis explicativas; β_0 , intercepto;

β_1 a β_k , coeficientes parciais de inclinação³; μ erro; i , i-ésima observação; e n , tamanho da amostra.

Foram realizados os testes de normalidade, heterocedasticidade e multicolinearidade de todos os modelos de regressão gerados.

³ É importante destacar que, geralmente, os coeficientes são estimados pelo Método dos Mínimos Quadrados (MQO), no qual o enfoque é buscar os que propiciam a menor soma dos quadrados dos resíduos (Dalaqua, 2007).

Modelo de Regressão Espacial

Nesta pesquisa foram utilizados os modelos de defasagem espacial (*spatial lag*) e o modelo espacial do erro (*spatial error*). Segundo Anselin (1988), a utilização dos modelos tradicionais da economia e da econometria, quando se analisa fatores que tenham componente espacial, sofrem algumas limitações. Essa componente espacial possui características que não atendem às hipóteses básicas do MCRL. De modo geral, essas características estão divididas em heterogeneidade espacial e dependência ou autocorrelação espacial.

A heterogeneidade espacial está relacionada com a falta de estabilidade do comportamento ao longo do espaço e não é um problema, pois pode ser resolvida, na maioria dos casos, a partir de técnicas tradicionais de econometria (Anselin, 1988).

Anselin (1988) desenvolveu a metodologia que utiliza técnicas econométricas para estudar a existência da dependência espacial. Esta dependência ocorre quando as observações de um local i dependem de outras observações situadas em outros locais j , sendo que $i \neq j$, podendo ser modelada de duas formas:

- **modelo de defasagem espacial (*spatial lag*):** no caso do valor dos imóveis, essa ocorre quando o valor de um imóvel é influenciado pelo valor das transações realizadas na vizinhança. A Equação 4 apresenta o modelo de defasagem espacial:

$$Y = X\beta + \rho WY + \varepsilon \quad (4)$$

em que Y , variável dependente; X , variáveis independentes; e β , parâmetros do modelo; ρ , coeficiente de autocorrelação espacial que representa a influência média da unidade vizinha; W , é uma matriz espacial de pesos que relaciona as variáveis em locais diferentes; e ε , resíduos do modelo.

- **modelo espacial do erro (*spatial error*):** ocorre quando o termo do erro de um local está correlacionado com os valores do erro de outros locais vizinhos. Na Equação 5 apresenta-se o modelo espacial do erro:

$$Y = X\beta + \lambda W\varepsilon + u \quad (5)$$

em que Y , variável dependente; X , variáveis independentes; β , parâmetros do modelo; λ , coeficiente de autocorrelação espacial; W , é uma matriz espacial de pesos que relaciona as variáveis em locais diferentes; ε , resíduos do modelo; e u , resíduos não correlacionados.

A verificação da existência de autocorrelação espacial foi realizada pelo Multiplicador de Lagrange Robusto (LM). Para Tyszler (2006), a vantagem do teste LM é a exigência de apenas os resíduos e parâmetros de uma regressão MQO o que reduz o custo de cálculos das estatísticas.

A geração da matriz de pesos espaciais e do modelo foi por meio do software GeoDaSpace.

Para os modelos estimados por MQO que apresentaram dependência espacial no erro, foi gerada uma nova variável, denominada variável homogeneizada que englobou o fator localização. Para isso, foi determinado o valor homogeneizado (VH) de cada amostra a partir da divisão do Valor Total (variável dependente) pelo resultado do modelo espacial do erro sem a sua constante e sem o Lambda.

Essa nova variável homogeneizada que representa o fator localização foi utilizada como variável independente de um novo modelo de regressão linear (MQO) utilizando a técnica *stepwise*. Ao final foi realizada uma nova verificação da existência de autocorrelação espacial por meio do teste Multiplicador de Lagrange Robusto (LM) da defasagem espacial e do erro. Para a determinação da variável homogeneizada (VH) para qualquer imóvel presente na área de estudo foi realizada a interpolação utilizando-se a krigagem.

Análise do desempenho dos modelos gerados

Foi aplicada a metodologia recomendada pela International Association of Assessing Officers (IAAO). Essa associação diz que a medida de variabilidade ou uniformidade de uma avaliação deve ser realizada por meio do Coeficiente de Dispersão (COD) (IAAO, 2013).

Assim, a determinação do COD seguirá os seguintes passos: 1) estimar o valor do imóvel para cada amostra por meio do modelo de regressão gerado; 2) dividir o valor dos imóveis estimados pelo modelo de regressão (P_c) pelo valor observado (P_o), obtendo-se uma razão (R) entre esses valores; 3) realizar a subtração da razão (R) pela mediana de todas as razões; 4) determinar a média dos valores absolutos da subtração da razão realizado no passo anterior; 5) a média (passo 4) será dividida pela mediana das razões; e 6) o resultado do passo 5 será multiplicado por 100.

Portanto, os passos descritos acima podem ser resumidos na Equação 6:

$$COD = \left(\frac{\left| \text{média} \left(\frac{P_c}{P_o} \right) - \text{mediana} \left(\frac{P_c}{P_o} \right) \right|}{\text{mediana} \left(\frac{P_c}{P_o} \right)} \right) * 100 \tag{6}$$

em que COD, coeficiente de dispersão; P_c , valor estimado pela equação de regressão; e P_o : valor observado.

Os valores de COD aceitáveis para alguns tipos de imóveis são destacados no Quadro 2.

Quadro 2 – Valores de COD aceitáveis de acordo com o tipo de imóvel

Tipo de propriedade – Geral	Tipo de propriedade-específica	Valor COD aceitável
Residencial unifamiliar (incluindo condomínios residenciais)	Áreas mais novas ou homogêneas	5,0 a 10,0
Residencial unifamiliar	Áreas heterogêneas ou mais velhas	5,0 a 15,0
Outros tipos de residência	Rural, lazer, pré-fabricado	5,0 a 20,0

Fonte: IAAO (2013).

Escolha do melhor modelo de regressão gerado

A escolha do melhor modelo de regressão se deu a partir da análise do menor COD, bem como pelo atendimento aos pressupostos do modelo de regressão linear. Assim, foi elaborada uma tabela de todos os modelos gerados com intuito de facilitar essa comparação.

Resultados e discussão

A análise dos dados teve como procedimento inicial a verificação da correlação das variáveis dependentes (VT, Ln(VT), VU e Ln(VU)) e todas as variáveis quantitativas independentes de forma a minimizar problemas decorrentes da multicolinearidade. Em seguida foram gerados diversos modelos pelo MCRL para as espécies analisadas. Todas as variáveis independentes disponíveis foram testadas, bem como as variáveis dependentes, com o objetivo de identificar o modelo com melhor ajuste.

Os modelos gerados, denominados por M1, M3 e M5, foram submetidos a testes para identificar se atendiam aos pressupostos do MCRL de normalidade, homocedasticidade e multicolinearidade. Nesses modelos também foi analisada a existência da dependência espacial, sendo necessário definir a matriz de pesos espaciais. A distância de corte para que dois imóveis fossem considerados vizinhos foi de 500 metros para casa e apartamento e 600 metros para terreno. Esses valores foram obtidos a partir de alguns testes com as distâncias de corte variando de 100 a 1500 m. A matriz resultante recebeu valor um (1) para um imóvel considerado vizinho e zero (0) caso contrário.

A autocorrelação espacial foi identificada por meio dos testes Multiplicador de Lagrange Robusto do erro e da defasagem espacial utilizando a matriz de pesos espaciais gerada. Todos os modelos apresentaram autocorrelação espacial nos seus resíduos. Dessa forma, foi aplicada a metodologia sugerida por Trivelloni (2005), na qual é gerada uma variável homogeneizada referente à localização do imóvel. Assim, inicialmente, foi gerado o modelo espacial do erro por meio do software GeoDaSpace. O valor total homogeneizado (VHT) para cada imóvel foi determinado a partir da divisão do valor total do imóvel pelo resultado do modelo espacial do erro sem a sua constante e o coeficiente de autocorrelação espacial (Lambda).

O valor total homogeneizado (VHT) para a espécie casa de cada imóvel foi determinado por:

$$VHT = VT / \exp(- 0,0246 * DA - 0,1020 * CT1 - 0,1486 * CT2 - 3,6330E-04 * Distância + 0,1834 * EC1 + 0,0922 * EC2 - 8,2800E-05 * FT + 0,0385 * FU + 0,0341 * ID + 7,4185E-03 * LD + 4,0791E-03 * LE + 0,1295 * NB + 0,1679 * NC - 0,3007 * NSA + 0,0656 * GA - 0,1198 * NP + 0,1504 * NQ + 0,3726 * NS + 0,8091 * PA1 - 0,0384 * PA2 + 1,6550E-03 * AC + 2,6470E-04 * AT - 3,6930E-04 * Renda - 0,0362 * ST)$$

O valor total homogeneizado (VHT) para cada amostra de apartamento foi determinado por:

$$VHT = VT / \exp (- 0,4257 * DA - 0,0047 * Distância - 0,0842 * EC1 - 0,0261 * FT - 0,2779 * ID - 0,9158 * NB - 0,4822 * GA + 0,2173 * NP - 0,8476 * NS + 2,1764 * PA1 + 0,3804 * PA2 + 0,0255 * AC - 0,0031 * Renda)$$

O valor total homogeneizado (VHT) para cada amostra de terreno foi determinado por:

$$VHT = VT / \exp (- 0,0782 * DA + 0,2640 * CT1 + 0,2264 * CT2 - 8,4920E-04 * Distância + 0,0229 * FT + 1,9823E-03 * AT - 4,0300E-05 * Renda + 0,1458 * ST)$$

Com o valor VHT calculado para cada amostra das espécies analisadas, foi possível gerar novos modelos pelo método MQO incluindo essa variável, denominados M2, M4 e M6. Esses modelos diminuíram os efeitos espaciais que influenciaram de forma negativa os modelos M1, M3 e M5, pois seus efeitos estão inseridos na variável VHT.

A Tabela 2 apresenta os valores de COD e o resumo de todos os pressupostos de cada modelo gerado. O coeficiente de dispersão (COD) de todos os modelos atendeu a recomendação da IAAO de um valor abaixo de 15, exceto o M5. Para todas as espécies analisadas observou-se que os modelos M2, M4 e M6, com a variável VHT, apresentaram melhores resultados em todos os parâmetros analisados. Portanto, esses foram os modelos recomendados para a determinação do valor venal dos imóveis em Rio Paranaíba/MG.

Tabela 1 – Valores de COD e pressupostos de cada modelo gerado

Modelos	COD	R2 ajustado	Atendimento aos pressupostos				
			Normalidade		Heterocedasticidade		Multicolinearidade
			Jarque-Bera	Breusch-Pagan	Koenker-Bassett		
Casa							
M1	11,51	0,86	não	não	sim	sim	
M2	8,34	0,95	sim	sim	sim	sim	
Apto							
M3	8,48	0,79	sim	sim	sim	sim	
M4	4,40	0,94	sim	sim	sim	sim	
Terreno							
M5	18,01	0,76	sim	sim	sim	sim	
M6	5,47	0,97	não	sim	sim	sim	

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Determinação da variável homogeneizada VHT para Rio Paranaíba/MG

Para que os modelos M2, M4 e M6 pudessem ser aplicados para avaliar o valor venal de qualquer imóvel ou terreno da área urbana do município foi necessário determinar o valor da variável de localização, VHT, para toda a cidade. Utilizou-se a krigagem, na qual foi gerado o mapa da variável VHT interpolada para cada espécie. Esse mapa possibilita a sua obtenção para qualquer imóvel na área estudada.

Nas Figuras de 1 a 3 estão apresentados os mapas de VHT especializados a partir da krigagem, para as espécies casa, apartamento e terreno, respectivamente. Pode ser observada no mapa a escala de cores, em que o vermelho representa o VHT de regiões onde a influência da localização é maior sobre o valor do imóvel e a cor verde representa valores menores da influência da variável localização. Dessa forma, a partir das coordenadas de qualquer imóvel, torna-se possível identificar o valor da variável de localização. Destaca-se na Figura 2 que não foi possível interpolar o valor de VHT para toda área urbana de Rio Paranaíba/MG, visto que o número de amostras de apartamento se localizavam em uma pequena parte da cidade.

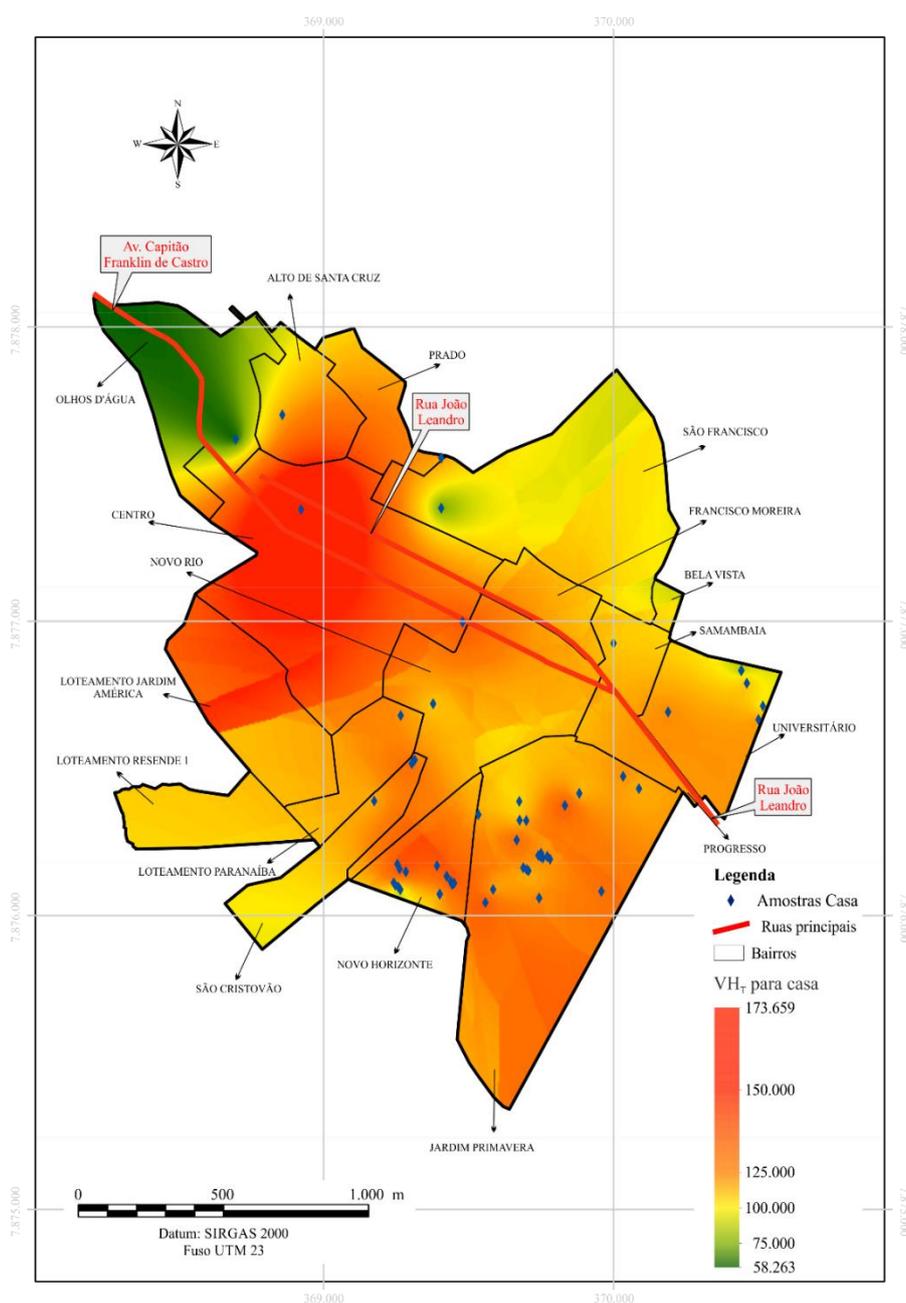


Figura 1 – Mapa da variável VHT interpolada para a espécie casa
 Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

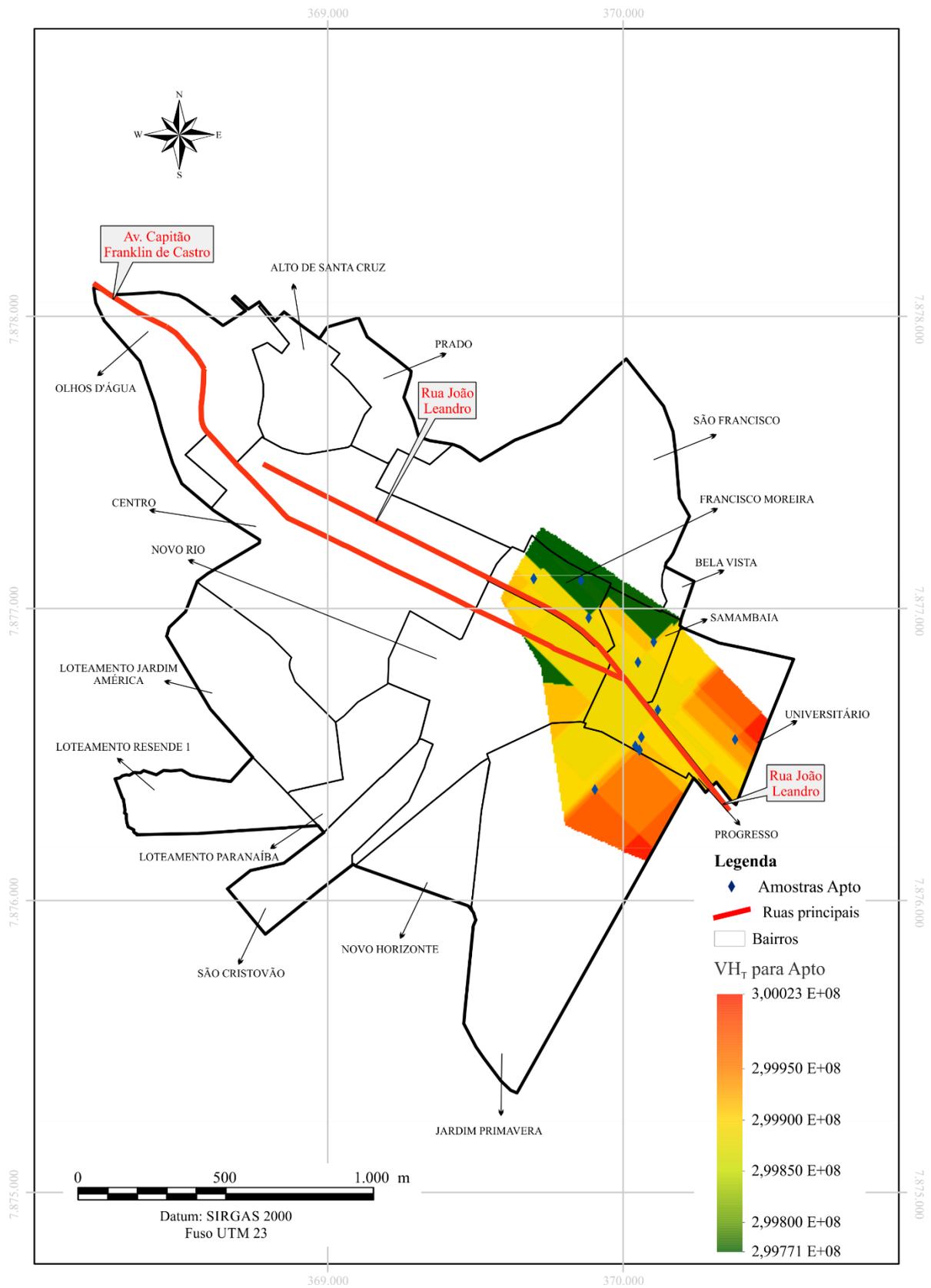


Figura 2 – Mapa da variável VHT interpolada para a espécie Apartamento

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

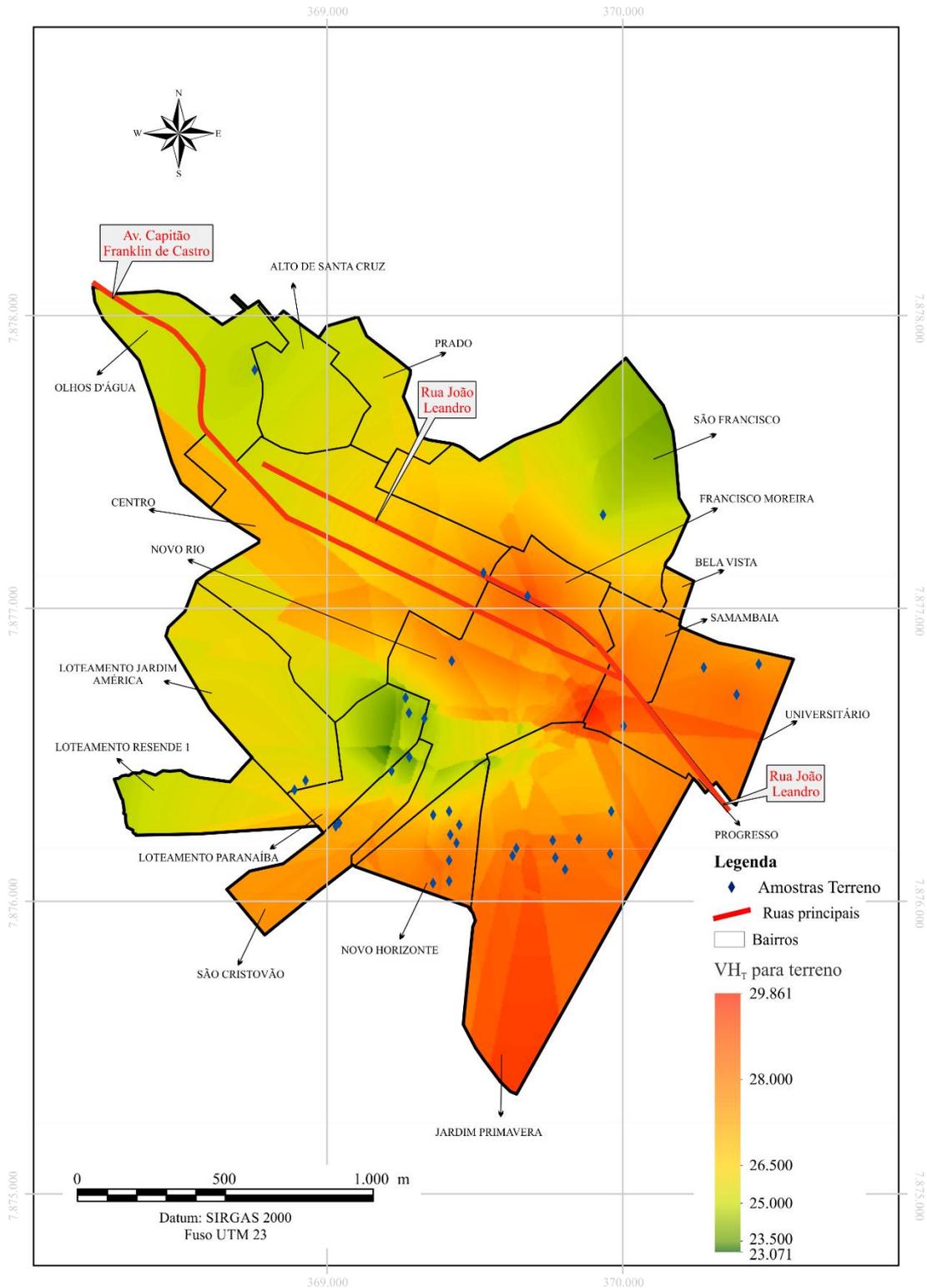


Figura 3 – Mapa da variável VHT interpolada para a espécie terreno
 Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Modelos de regressão recomendados para determinação do valor venal dos imóveis na cidade de Rio Paraímba/MG

Para imóveis da espécie casa recomenda-se a utilização do modelo M2:

$VT = \exp(10,4942 - 3,2872E-04 * \text{Distância das ruas principais} + 0,0524 * \text{vagas de garagem coberta} + 0,3515 * \text{número de suítes} + 0,8761 * \text{padrão de acabamento alto} + 0,0422 * \text{padrão de acabamento normal ou entre normal e alto} + 2,2569E-03 * \text{área construída} + 9,0179E-06 * \text{variável homogeneizada})$

Para imóveis da espécie apartamento recomenda-se a utilização do modelo M4:

$VT = \exp(9,8937 - 0,0986 * \text{data de avaliação} - 0,0647 * \text{idade da construção} + 0,0848 * \text{número de pavimentos} + 0,5691 * \text{padrão de acabamento alto} + 0,2263 * \text{padrão de acabamento normal ou entre normal e alto} + 0,0102 * \text{área construída} + 3,2981E-09 * \text{variável homogeneizada})$

Para imóveis da espécie terreno recomenda-se a utilização do modelo M6:

$VT = \exp(8,8468 - 7,2657E-04 * \text{Distância das ruas principais} + 0,0274 * \text{frente do terreno} + 2,1847E-03 * \text{área do terreno} + 0,1457 * \text{situação do terreno} + 3,8095E-05 * \text{variável homogeneizada})$

Para a determinação do valor venal dos imóveis e da PVG do município estudado, mediante uso dos modelos estimados, é preciso ter acesso às informações constantes no cadastro imobiliário municipal. Este cadastro configura-se um desafio para os gestores, visto que o município estudado não apresenta dados organizados e atualizados de seus imóveis. O planejamento urbano depende de um cadastro imobiliário atualizado, o qual também permite uma cobrança de IPTU coerente com as características e localização de cada imóvel.

Considerações finais

A atualização ou determinação da PVG deve ser feita pelos municípios para que a cobrança do IPTU seja socialmente justa. Além disso, faz-se necessário a informatização dos sistemas de cobrança tributária do município, o que em conjunto exige dos gestores municipais um investimento financeiro que trará resultados no longo prazo.

A avaliação em massa, que utiliza modelos de econometria espacial como recomendado NBR 14.653-2, exige uma ampla base de dados fundamentada em valores de negociação de mercado. Assim, a parceria dos gestores públicos com instituições financeiras que fazem o financiamento imobiliário, bem como com as imobiliárias da cidade é fundamental para a qualidade do modelo gerado. Esse é um processo que envolve tanto a mobilização da população de forma geral, quanto de representantes da sociedade civil. Uma das dificuldades na realização deste estudo foi o acesso aos dados das imobiliárias, as quais não se dispuseram a contribuir.

Por meio desse estudo foi possível perceber que a utilização indiscriminada do Modelo Clássico de Regressão Linear, sem considerar uma variável de localização, pode acarretar em estimativas errôneas do valor venal dos imóveis. Nesse sentido, essa pesquisa se diferenciou dos demais por trabalhar com maior quantidade de variáveis, incluindo além das características construtivas as características do terreno. Utilizou a econometria espacial em conjunto a determinação do fator de localização como metodologia para determinação do valor venal dos imóveis de um município de pequeno porte que é pouco disseminada.

Os modelos gerados podem ser aplicados para cada imóvel individualmente no município estudado, sendo necessário obter as variáveis que foram significativas nos modelos finais para cada espécie analisada. Uma vez que considera, além de outras variáveis, a influência da localização, os valores estimados para cada imóvel serão condizentes com o valor de mercado, isso permite uma cobrança socialmente justa do IPTU. Dessa forma, este estudo contribuiu ao demonstrar a aplicabilidade da econometria espacial para determinação do valor venal dos imóveis de municípios de pequeno porte, os quais carecem de informações e técnicas que se adequem a sua realidade quanto à avaliação de imóveis.

A principal limitação do trabalho refere-se à obtenção de pequeno número de amostras nas regiões mais antigas da cidade, onde é baixa a ocorrência de transações imobiliárias, o que diminuiu a qualidade de predição do modelo para essas áreas. Outra limitação foi a impossibilidade de confrontar o valor venal obtido

pelo modelo com o utilizado pela prefeitura de Rio Paranaíba/MG, uma vez que as informações do cadastro dos imóveis estão desatualizadas ou não existem.

Referências

- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2011). *NBR 14.653-2: Avaliação de bens – Parte 2: imóveis urbanos*. Rio de Janeiro: ABNT.
- Afonso, J. R. R., Araujo E. A., & Nóbrega, M. A. R. (2010). *O Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) no Brasil. Um Diagnóstico sobre o Grau de Aproveitamento do Imposto como Fonte de Financiamento Local*. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy. Recuperado em 12 de Agosto de 2018, de www.lincolninst.edu/
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic.
- Averbeck, C. E. (2003). *Os sistemas de cadastro e planta de valores no município: prejuízos da desatualização* (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Brondino, N. C. M. (1999). *Estudo da Influência da Acessibilidade no Valor de Lotes Urbanos Através do Uso de Redes Neurais* (Tese de Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Carvalho Jr., P. H. B. (2006). *O IPTU no Brasil: Progressividade, Arrecadação e Aspectos Extra-Fiscais*. Texto para Discussão nº 1251, Brasília: Ipea.
- Carvalho Jr., P. H. B. (2010). Avaliação imobiliária para fins tributários em Curitiba, São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro. In *10ª Conferência Internacional da Latin American Real Estate Society* (p. 1-20). São Paulo: LARES.
- Carvalho Jr., P. H. B. (2011). *O sistema avaliatório municipal de imóveis e a tributação do IPTU no Rio de Janeiro* (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Dalaqua, R. R. (2007). *Aplicação de métodos combinados de avaliação imobiliária na elaboração da Planta de Valores Genéricos* (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.
- Dantas, R. A. (2005). *Engenharia de Avaliações: uma introdução à metodologia científica*. São Paulo: Pini.
- Dubin, R. (1988). Estimation of Regression Coefficients in the Presence of Spatially Autocorrelated Error Terms. *The Review of Economics and Statistics*, 70(3), 466-474. <http://dx.doi.org/10.2307/1926785>
- Faria Filho, R. F., Brito, J. L. S., & Goncalves, R. M. L. (2017). Modelos estatísticos para geração de plantas de valores genéricos em áreas urbanas. *Gestão & Produção*, 24(2), 279-294. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x2482-15>
- Florêncio, L. de A. (2010). *Engenharia de avaliações com base em modelos GAMLSS* (Dissertação de Mestrado). Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Estatística, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- González, M. A. S. (2002). *Aplicação de Técnicas de Descobrimto de Conhecimento em Base de Dados e de Inteligência Artificial em Avaliações de Imóveis* (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Gujarati, D. N. (2000). *Econometria Básica*. 3ª ed. São Paulo: Makron Books.
- International Association of Assessing Officers - IAAO (2013). *Standard on Ratio Studies*. Recuperado em 15 de dezembro de 2013, de www.iaao.org
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2001). *Comunicação Social*. Recuperado em 20 de março de 2019 de www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/1704munic.shtm
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010). *Censo Demográfico - 2010*. Recuperado em 15 de julho de 2018, de www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=10410&t=downloads
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2012). *Perfil dos Municípios Brasileiros - 2012*. Recuperado em 20 de agosto de 2014, de www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2012/defaulttabzip_xls.shtm

Liporoni, A. S. (2007). *Avaliação em massa com ênfase em Planta de Valores*. São Paulo: Pini.

Malaman, C. S., & Amorim, A. (2017). Método para determinação de valores na avaliação imobiliária: comparação entre o Modelo de Regressão Linear e Lógica Fuzzy. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 23(1), 87-100. <http://dx.doi.org/10.1590/s1982-21702017000100006>.

Mccluskey, W. J., Deddis, W., Mcburney, A. M. D., & Borst, R. (1997). Interactive application of computer assisted mass appraisal and geographic information systems. *Journal of Property Valuation & Investment*, 15 (5), 448-465. <https://doi.org/10.1108/14635789710189227>

Medvedchikoff, T. G. (2009). *Análise da planta genérica de valores por meio de estrato de renda no município de São Carlos* (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Möller, L. F. C. (1995). *Planta de valores genéricos – avaliação de imóveis para fins tributários*. Porto Alegre: Sagra – DC Luzzatto Editores.

Prefeitura de Rio Paranaíba (2019). *Portal da Transparência*. Recuperado em 12 de março de 2017, de www.rioparanaiba.mg.gov.br/contas_publicas/receita_arrecadada/2017/receita-arrecadada-dezembro-2017.pdf

Silva, E. (2006). *Cadastro técnico multifinalitário: base fundamental para avaliação em massa de imóveis* (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais - TCEMG (2018). *Fiscalizando com o TCE – Minas Transparente*. Recuperado em 12 de março de 2019, de <https://fiscalizandocomtce.tce.mg.gov.br/#/public/balanco>.

Trivelloni, C. A. P. (2005). *Método para determinação do valor da localização com uso de técnicas inferenciais e geoestatísticas na avaliação em massa de imóveis* (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Tyszler, M., A. (2006). *Econometria Espacial: Discutindo Medidas para a Matriz de Ponderação Espacial* (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Administração Pública e Governo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.

Editor responsável: Fábio Duarte

Recebido: 18 out. 2018

Aprovado: 21 ago. 2019