

AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS PARA FINS DE COMPRA E VENDA NA CIDADE DE MONTE CARMELO (MG) BASEADO EM ANÁLISE DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

Evaluation of urban properties for purchase and sale in the city of Monte Carmelo (MG) based on multiple linear regression

Gustavo Jonas Vieira

Universidade Federal de Uberlândia

Instituto de Geografia

gustavojonasvieira@yahoo.com

Tatiane Assis Vilela Meireles

Universidade Federal de Uberlândia

Instituto de Geografia

tatiane_meireles@ufu.br

Fernando Luiz de Paula Santil

Universidade Federal de Uberlândia

Instituto de Geografia

santil.f@outlook.com

Jair Rocha do Prado

Universidade Federal de Uberlândia

Faculdade de Matemática

jairrp@ufu.br

Resumo:

O objetivo deste trabalho consistiu em identificar as variáveis explicativas que estão associadas à avaliação pericial dos imóveis urbanos da cidade de Monte Carmelo (MG), aplicando a análise de regressão linear múltipla no processo de criação do modelo estatístico capaz de modelar e prever o valor de mercado destes imóveis de uso residencial para fins de compra e venda. Foram coletadas quarenta e quatro amostras distribuídas no perímetro urbano dessa cidade, contendo variáveis qualitativas e quantitativas para prever a variável dependente (valor do imóvel). As variáveis explicativas do modelo final: localização, área do terreno e área construída, explicaram 81,6% a variação da variável dependente: valor do imóvel (R^2 ajustado = 0,816). Para validação estatística do modelo final, efetuou-se o teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk), o teste de homocedasticidade dos resíduos (Goldfeld-Quandt) e avaliação da multicolinearidade (VIF) das preditoras, concluindo-se que as variáveis independentes foram significativas ao modelo (valor-p < 0,05) e que a multicolinearidade não influenciou nas estimativas dos parâmetros do modelo (VIF menor que 10 em todas variáveis explicativas).

Palavras-chave: Mercado imobiliário; modelo estatístico; regressão linear múltipla.

Abstract

The objective of this work was to identify the explanatory variables that are associated with the expert evaluation of urban properties in the city of Monte Carmelo (MG), applying the multiple linear regression analysis in the process of creating the statistical model capable of modeling and predicting the value of these residential properties for the purpose of buying and selling. Forty-four samples were collected distributed in the urban perimeter of this city, containing qualitative and quantitative variables to predict the dependent variable (property value). The explanatory variables of the final model: location, land area and built area, explained 81.6% the variation of the

dependent variable: property value (adjusted $R^2 = 0.816$). For statistical validation of the final model, the residual normality test (Shapiro-wilk), the residual homoscedasticity test (Goldfeld-Quandt) and the multicollinearity assessment (VIF) of the predictors were performed, concluding that the independent variables were significant to the model (p-value < 0.05) and that multicollinearity did not influence the estimates of the model parameters (VIF less than 10 in all explanatory variables).

Keywords: Real state market; statistical model; multiple linear regression.

1. INTRODUÇÃO

É recorrente o questionamento sobre os valores orçados nos imóveis urbanos em Monte Carmelo (MG) para fins de compra e venda e, em muitas vezes, os preços não condizem com a realidade financeira da cidade ou mesmo do próprio imóvel. Dentro das transações imobiliárias, existe um segmento que trata especificamente sobre o valor de mercado da propriedade, estes são realizados pelos peritos avaliadores, e tem como objetivo avaliar o bem por meio do valor de mercado de um imóvel, seja uma casa, um apartamento ou um terreno.

A avaliação de bens é regulamentada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e é composta por sete partes das quais as NBR 14.653-1 (procedimentos gerais) e NBR 14.653-2 (imóveis urbanos) são de interesse para este estudo.

O Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA) destaca que a Engenharia de Avaliações pode ser praticada por engenheiros, arquitetos e agrônomos, desde que detenham os conhecimentos necessários para realização do trabalho avaliatório a ser executado. Esse conselho atribui ao Engenheiro Agrimensor e Cartógrafo o exercício de avaliador e perito, conforme os Art. 4^º e 6^º da resolução n^º 218 de 29 de junho de 1973 e fiscaliza seu exercício profissional, conforme resolução n^º 1.095 de 29 de novembro de 2017.

Além disso, Nadal, Juliano e Ratton (2003) descrevem que avaliar um imóvel é de suma importância nas discussões, negócios e pendências interpessoais e sociais em nossas comunidades, como na compra ou na venda de casas, reavaliação de ativos de empresas, lojas comerciais, instalações industriais, aluguéis, atendimento à legislação vigente, na partilha oriunda de heranças, meações ou divórcios, no lançamento de impostos, nas hipotecas imobiliárias, nas divergências que originam ações demarcatórias, possessórias, nas indenizações, nas desapropriações e servidões.

Pelo exposto, o valor de um bem assume importância fundamental nas relações humanas advindas de problemas inerentes a essas relações e soma-se ainda a este fato que a última avaliação em massa dos imóveis urbanos de Monte Carmelo (MG) ocorreu entre os anos de 1993 e 1996, e foi publicado em 28 de dezembro de 2017 o decreto n^º 2036, que dispõe sobre o cálculo e arrecadação do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) para o exercício 2018, e está mantido para o ano de 2019.

Para Bitencourt (2013), a avaliação dos imóveis realizada por uma metodologia científica sustentada por bancos de dados imobiliários, auxilia à administração pública municipal corrigir eventuais injustiças fiscais praticadas na cobrança de impostos como o IPTU e ITBI (Imposto de Transação sobre Bens Imóveis).

Neste contexto, este trabalho buscou gerar um modelo estatístico para prever o valor de imóveis urbanos de uso residencial para fins de compra e venda na cidade de Monte Carmelo (MG), de forma a gerar versatilidade na negociação em casos de compra e venda de bens, minimizando assim possíveis prejuízos e/ou equívocos por parte de avaliadores imobiliários, já que foram identificados e empregados diversos parâmetros que fundamentam o valor calculado na avaliação.

2. IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS INFLUENCIANTES

O conhecimento do objeto da pesquisa é essencial para avaliar um imóvel urbano. Este conhecimento se dá por meio da vistoria, levantando todas as suas características físicas e locais, com o objetivo de identificar, preliminarmente, as possíveis variáveis responsáveis pela formação dos preços de bens de mesma natureza, no mercado que se pretende estudar (DANTAS, 2012).

Richardson (2015) entende variável como uma medida que assume valores diferentes em diferentes pontos de observação. Por exemplo, há variáveis fáceis de identificar, como a testada de um lote e a sua área. Mas, por outro lado, existem outras mais complexas, como a localização. Assim, segundo o mesmo autor, para definir variáveis, deve-se atentar aos seguintes requisitos: os valores precisam ser mutuamente excludentes; as categorias devem estar adequadas à realidade local ou regional; o conjunto dos valores possíveis deve ser exaustivo, o que significa que todas as possibilidades devem ser incluídas no conjunto; todos os elementos da amostra devem ser classificados em alguma das categorias estabelecidas e devem ser representativas para explicar o fenômeno.

Assim, para o levantamento de dados de mercado o avaliador deverá se portar como um investigador abstraindo o máximo de informações destinadas a avaliação (MOREIRA, 2001). Neste caso, o levantamento dos elementos de referência é feito mediante o preenchimento de fichas nas quais se consideram o tipo de análise a ser realizado com os dados obtidos, com perguntas simples e objetivas, bem como as possibilidades de medição de determinada variável, de maneira tal que possa realizar a análise estatística desejada (DANTAS, 2012). É importante mencionar que há outras fontes geradoras de informações, tais como: cartórios de notas e de registro geral de imóveis, corretores especializados, investidores, bancos oficiais, companhias de habitação, órgãos de planejamento urbano e empresas imobiliárias.

3. TRATAMENTO DOS DADOS

Abunahman (2000) descreve que após a coleta dos elementos que servirão de base para a avaliação (variáveis influenciadoras), o avaliador geralmente está diante de uma amostra formada por imóveis com características heterogêneas entre si, o que torna imprescindível o tratamento dos dados coletados em função da qualidade e da quantidade de dados e informações disponíveis.

O tratamento de dados pode ser dividido em dois grupos: tratamento científico e por fatores. Para o primeiro, entende que este tratamento é utilizado para estimar o valor de mercado do imóvel, fundamentado na metodologia inferencial, que consiste na dedução de expressão algébrica que confirme a formação de valor de mercado para o imóvel. Com relação ao segundo, as discrepâncias existentes entre os dados de mercado e o imóvel avaliando são homogeneizadas por fatores devidamente fundamentados e, em seguida, é feita a análise estatística dos resultados homogeneizados (THOFEHRN, 2010).

A Análise de regressão múltipla, prevista na NBR 14653-2, é aplicada para a identificação dos fatores que influenciam a determinação de preços, bem como o valor de mercado. Para se obter o valor de uma variável Y em função de outras variáveis X independentes entre si, usa-se um modelo de regressão linear múltipla (1), dado por:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & \dots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & \dots & X_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & \dots & X_{kn} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

Sendo:

y – Vetor das observações da variável dependente.

X – Matriz significativa do modelo.

β – Vetor dos parâmetros do modelo.

ε – Vetor das realizações da variável aleatória residual.

k – Número de variáveis independentes.

n – Número de observações.

A avaliação da multicolinearidade no ajuste de um modelo pode ser diagnosticada por meio do VIF - *Variance Inflation Factor* (Fatores de Inflação de Variância). O VIF é calculado pela seguinte equação (2):

$$VIF_j = \frac{1}{1-R^2_j} \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (2)$$

Sendo:

p – Número das variáveis explicativas.

R^2_j – Coeficiente de determinação

Segundo Montgomery, Peck e Vining (2012), um VIF máximo superior a 10 indica que a multicolinearidade pode estar influenciando as estimativas dos parâmetros do modelo. Assim, remover uma ou mais variáveis independentes altamente correlacionadas e identificar outras variáveis independentes para ajudar na previsão podem resolver o problema de multicolinearidade (Hair *et al.*, 2006). Para avaliar se os resíduos possuem distribuição normal, pode ser utilizado a estatística do teste de *Shapiro-Wilk* (SW), que foi desenvolvido em 1965 por Samuel Sanford Shapiro e Martin Wilk. Segundo Johnson e Wichern (1992), para realização do teste de *Shapiro-Wilk*, deve-se:

1. Formular as hipóteses:

H_0 – A amostra provém de uma população normal.

H_1 – A amostra não provém de uma população normal.

2. Estabelecer o nível de significância do teste (α);

3. Ordenar as n observações e calcular a estatística do teste;

4. Tomar a decisão: rejeitar ou não H_0 ao nível de significância α .

Para Abunahman (2000), a teorização estatística exige que os resíduos sejam normalmente distribuídos, ou seja, a diferença entre o valor real e o valor estimado pela equação de regressão sigam a distribuição normal. Para tanto, o teste pode consistir em amostras de qualquer tamanho, necessitando verificar se o valor-p é maior que o nível de significância

adotado, para comprovar estatisticamente tal normalidade.

Para testar a homocedasticidade dos resíduos tem-se o teste proposto por Goldfel e Quandt (1965). Os passos para a realização do teste são:

1. Formular as hipóteses:
 H_0 – A amostra possui homocedasticidade de variâncias.
 H_1 – A amostra não possui homocedasticidade de variâncias.
2. Estabelecer o nível de significância do teste (α);
3. Ordenar as observações de acordo com a variável explicativa;
4. Dividir a amostra ordenada em 3 partes, sendo a parte central formada por aproximadamente 20% dos dados e os dois extremos com quantidades semelhantes;
5. Ajustar um modelo de regressão com os dados da parte 1 (maiores valores da variável explicativa) e outro modelo de regressão com os dados da parte 3 (maiores valores da variável explicativa);
6. Calcular a estatística do teste;
5. Tomar a decisão: rejeitar ou não H_0 ao nível de significância α .

4. PROCEDIMENTOS PARA EXECUÇÃO DO MODELO ESTATÍSTICO

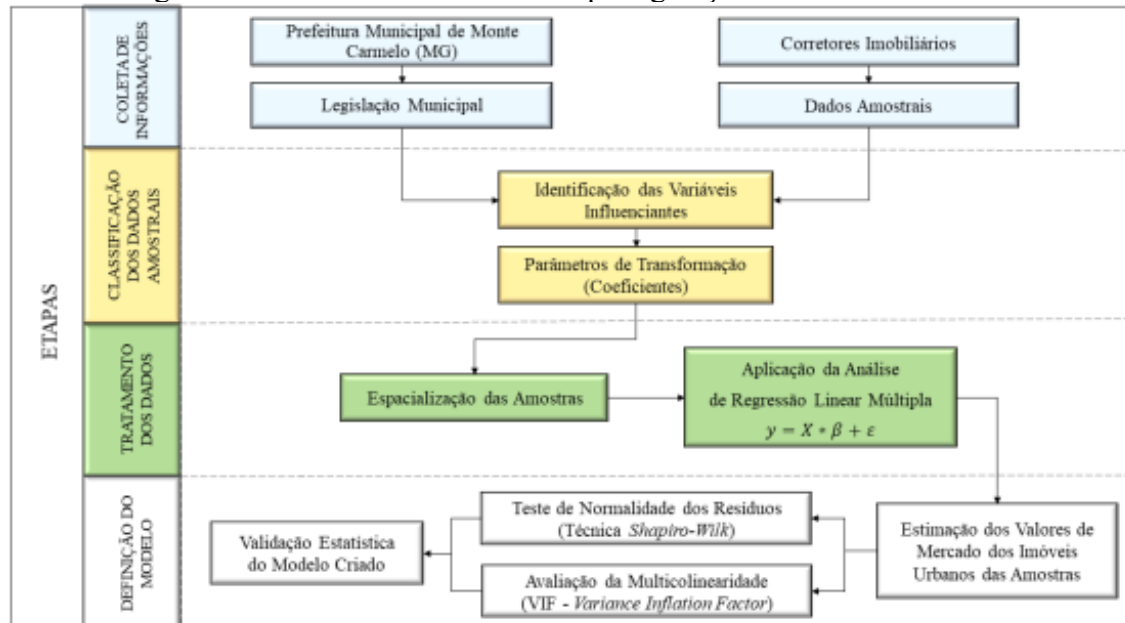
A sequência das etapas realizadas no trabalho está ilustrada na Figura 1, consistindo em: coleta de informações, classificação dos dados amostrais, tratamento dos dados e, por fim, a verificação da eficácia do modelo estatístico criado.

A coleta de informações é a etapa em que foi construído um conjunto de dados obtidos por meio de entrevistas. Primeiramente a busca de dados se deu pela Prefeitura Municipal de Monte Carmelo (MG), buscando compreender a evolução das avaliações imobiliárias da cidade e extrair o máximo possível do material que poderia ser disponibilizado a fim de auxiliar no desenvolvimento desta pesquisa, como: decretos de cobranças dos impostos IPTU e ITBI, legislações pertinentes ao tema estudado e mapas antigos e/ou atuais do perímetro urbano.

Nas entrevistas com os corretores imobiliários que atuam e conhecem a realidade do município carmelitano, coletou-se o material que serviu de apoio as dúvidas encontradas durante a pesquisa, como: apostilas utilizadas em cursos para seus credenciamentos no CRECI (Conselho Regional dos Corretores de Imóveis) e CNAI (Cadastro Nacional de Avaliadores de Imóveis), parecer técnico de avaliação mercadológica e possíveis planilhas com os imóveis avaliados por eles (amostras), possuindo as discriminações das variáveis, como: área do imóvel, padrão construtivo, localização, etc.

As reuniões com a Caixa Econômica Federal foram realizadas com o propósito de adquirir laudos de avaliações pertinentes aos imóveis urbanos, para verificar quais eram as variáveis relevantes em suas avaliações e também conhecer o método e/ou modelo estatístico utilizados por eles na cidade de Monte Carmelo (MG).

Figura 1 – Procedimentos adotados para geração do modelo estatístico.



Fonte: autores (2019).

As inúmeras variáveis influenciadoras relacionadas às avaliações de imóveis urbanos foram classificadas em dois grupos: variáveis quantitativas e variáveis qualitativas. Assim, tendo em vista a criação de um modelo coerente e de fácil entendimento, foi necessário identificar as variáveis que melhor representassem os imóveis urbanos.

Para tanto, analisou-se as variáveis influenciadoras presentes nos laudos de avaliações com as possíveis variáveis que poderiam ser coletadas. Mediante as variáveis influenciadoras apresentadas por Dantas (2012), foi possível identificar as que melhor se adaptariam à realidade imobiliária da área de estudo e que seriam adotadas no levantamento de dados. Dessas variáveis, foram adotadas: área do terreno, área construída (variáveis quantitativas) e estado de conservação, topografia, zona (variáveis qualitativas).

Em seguida, surgiram dúvidas no que se diz respeito à transformação das variáveis qualitativas em quantitativas para inserção no modelo estatístico desenvolvido *a posteriori*. Para isso, utilizou-se os parâmetros de transformação (coeficientes) adotados pela Prefeitura Municipal de Monte Carmelo (MG) presentes na Lei Complementar nº 50 de 28 de dezembro de 2017.

Assim, tem-se:

- Valor do imóvel: variável dependente que representará em reais (R\$), o valor estimado do imóvel avaliado; Área construída: variável quantitativa que demonstrará em metros quadrados (m²), o valor total da área construída do imóvel visitado; Área do terreno: variável quantitativa que demonstrará em metros quadrados (m²), o valor total da área do terreno do imóvel urbano; Estado de conservação: variável qualitativa que expressará as condições de cada imóvel urbano, seguindo a divisão: novo, bom, regular e ruim e seus respectivos coeficientes; Topografia: variável qualitativa que expressará as condições de inclinação do terreno, sendo estas: plano (aparentemente reto/sem inclinação), regular (inclinação menor que

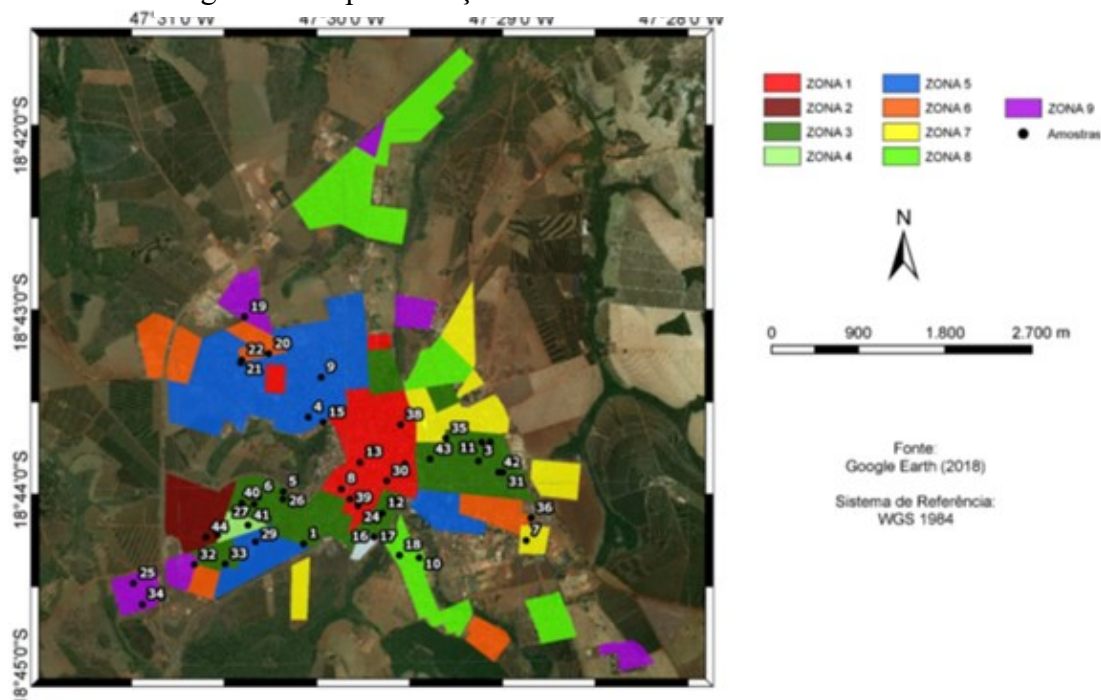
10%) e irregular (inclinação maior ou igual que 10%); Zona: variável qualitativa que representará a valorização do imóvel urbano por metro quadrado localizado em uma das dez zonas, com seus respectivos coeficientes. Conforme a divisão estabelecida no Decreto nº 2036 de 28 de dezembro de 2017, todo imóvel presente em uma certa zona, possui a mesma valorização por metro quadrado.

Para o tratamento dos dados, teve-se acesso a 50 amostras disponibilizadas pela Imobiliária Reis Imóveis. Por este trabalho consistir em utilizar apenas amostras do tipo casa, utilizaram-se 44 amostras desse total. Essas casas estão distribuídas aleatoriamente por toda malha urbana, seguindo a distribuição setorial da cidade. Após a conclusão da tabulação referente à amostragem das características individuais de cada imóvel, foram utilizados os *softwares Google Earth* e *QGIS 2.8.8* para a espacialização das amostras na malha urbana de Monte Carmelo – MG, conforme o zoneamento estabelecido pela Lei complementar nº 50 de 28 de dezembro de 2017. A Figura 2 ilustra essa distribuição espacial das amostras.

Como apresentado no fluxograma dos procedimentos adotados para geração do modelo estatístico (Figura 2), esta etapa do trabalho consistiu em estimar os valores de mercado dos imóveis urbanos das amostras por meio do modelo estatístico desenvolvido baseado na aplicação da análise de regressão linear múltipla.

Após a obtenção do modelo que melhor se ajustou aos dados, tabularam-se os valores reais dos imóveis (observações), valores estimados pelo modelo e seus respectivos resíduos. Posteriormente, avaliou-se a normalidade dos resíduos, adotando o teste de *Shapiro-Wilk* (SW) com nível de significância de 5% e, por último, verificou-se a multicolinearidade no ajuste do modelo final, realizando o diagnóstico por meio do VIF. Após a realização das constatações dadas pelos testes mencionados, apresentou-se a equação final do modelo de estimação do valor de imóvel urbano para a cidade de Monte Carmelo (MG).

Figura 2 – Espacialização das amostras na área de estudo.



Fonte: os autores (2019).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O fragmento da Tabela 1 mostra as variáveis independentes quantitativas (área do terreno e área construída) e as variáveis independentes qualitativas (topografia, estado de conservação e zona) empregadas no presente estudo.

Com base na Lei Complementar nº 50 de dezembro de 2017, foram classificadas todas as variáveis qualitativas independentes apresentadas na Tabela 5, baseando nos coeficientes de transformação de variáveis qualitativas em quantitativas descritos a priori, apresentado pelas Tabelas 1, 2 e 3. A Tabela 2 demonstra um fragmento da classificação final dos 44 imóveis urbanos.

Tabela 1 – As variáveis quantitativas e qualitativas dos dados amostral.

Tipo do Imóvel	Variáveis Independentes (Quantitativas)		Variáveis Independentes (Qualitativas)			
	Casa	Área do Terreno (m ²)	Área Construída (m ²)	Topografia	Estado de Conservação	Zona
1		185	140	Plana	Novo	5
2		200	150	Irregular	Ruim	6
3		150	100	Plana	Regular	6
4		200	70	Plana	Ruim	5
5		315	120	Plana	Bom	5
6		400	150	Irregular	Regular	3
7		300	120	Plana	Bom	6
8		400	200	Plana	Regular	1
9		200	140	Plana	Regular	5
10		360	150	Plana	Ruim	8

Fonte: os autores (2019).

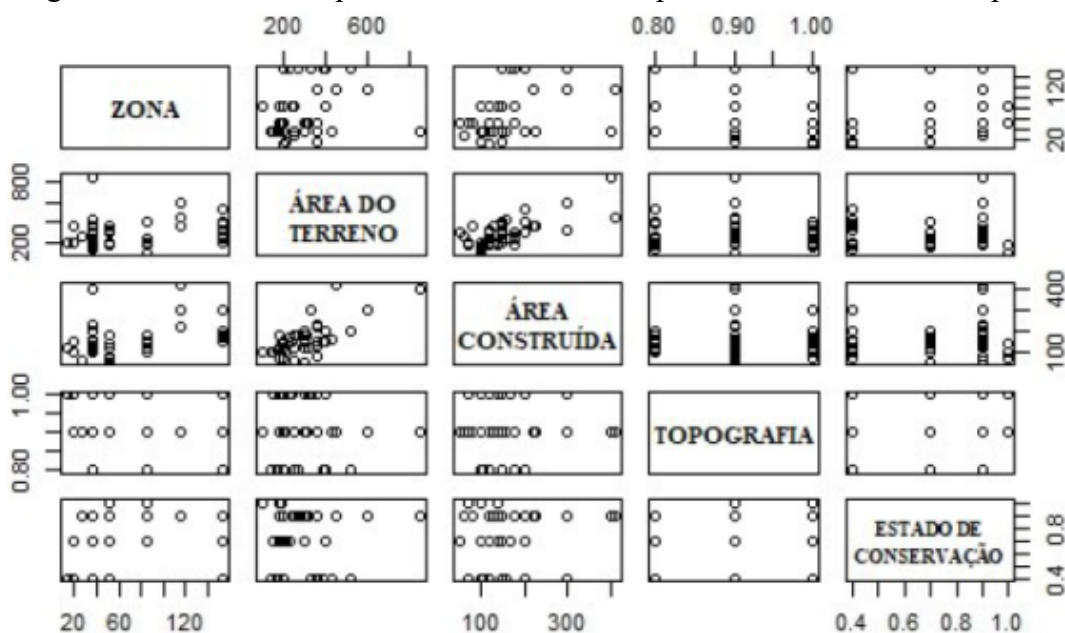
Tabela 2 – Valor final do imóvel.

Tipo do Imóvel	Variáveis Independentes					Variável Dependente	
	Casa	Área do Terreno (m ²)	Área Construída (m ²)	Zona (R\$/m ²)	Topografia	Estado de Conservação	Valor do Imóvel (R\$)
1		185	140	51,2	1	1	220.000,00
2		200	150	36,25	0,8	0,4	110.000,00
3		150	100	36,25	1	0,7	160.000,00
4		200	70	51,2	1	0,4	120.000,00
5		315	120	51,2	1	0,9	190.000,00
6		400	150	84,62	0,8	0,7	270.000,00
7		300	120	36,25	1	0,9	210.000,00
8		400	200	153,81	1	0,7	600.000,00
9		200	140	51,2	1	0,7	90.000,00
10		360	150	18,7	1	0,4	110.000,00

Fonte: os autores (2019).

Aplicou-se a análise de regressão linear múltipla e obteve-se o gráfico de dispersão do modelo completo, contendo as variáveis independentes: zona, área do terreno, área construída, topografia e estado de conservação. A Figura 3 ilustra a relação entre as variáveis explicativas, e nota-se visualmente uma provável correlação entre as variáveis área de terreno e área construída. A partir das variáveis independentes presentes na Tabela 6, obteve-se os parâmetros do modelo com seus respectivos coeficientes e valor-p, como apresenta a Tabela 3.

Figura 3 - Gráfico de dispersão das variáveis independentes do modelo completo.



Fonte: os autores (2019)

Tabela 3 – Parâmetros do modelo contendo as variáveis independentes: zona, área do terreno, área construída, topografia, estado de conservação com seus respectivos coeficientes e valor-p.

Variável	Coefficiente	valor-p
Intercepto ²⁷	-378964,7737	0,0259
Zona	1439,4785	0,0000
Área do Terreno	502,1652	0,0003
Área Construída	1033,9216	0,0001
Topografia	172228,6860	0,3176
Estado de Conservação	88896,0567	0,1204

Fonte: os autores (2019).

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos para verificar o quão bem o modelo se ajustou aos dados. As variáveis independentes: zona, área do terreno, área construída, topografia e

estado de conservação explicaram 82,5% a variável dependente: valor do imóvel (R^2 ajustado = 0,825).

Considerado o nível de significância de 5%, verificou-se que os coeficientes para as variáveis topografia e estado de conservação não foram significativos (valor-p > 0,05). Dessa forma, conclui-se que ambas variáveis não contribuíram significativamente ao modelo, devendo ser retiradas.

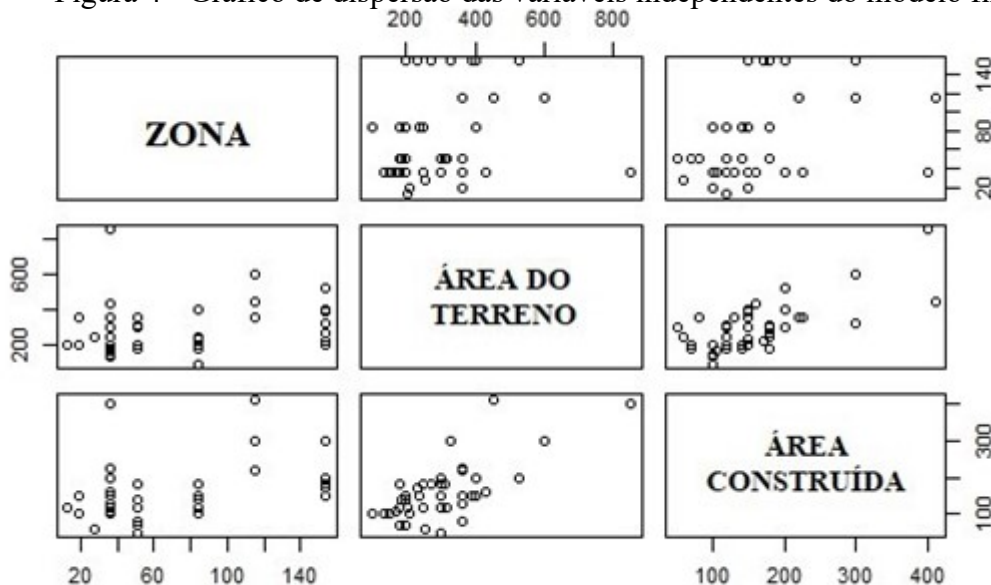
Em seguida, aplicando o teste *Shapiro-Wilk* a partir dos resíduos do modelo completo, encontrou-se valor-p = 0,1398, como esse valor não é menor que o nível de significância de 5%, não se rejeita a hipótese de normalidade, ou seja, há evidências de que os resíduos possuem distribuição normal.

Já para a avaliação da homogeneidade de variâncias dos resíduos do modelo completo aplicou-se o Teste de Goldfeld-Quandt, obtendo o valor-p = 0,888, como esse valor é maior que o nível de significância de 5%, não se rejeita a hipótese de homocedasticidade de variâncias dos resíduos.

Em seguida, avaliou-se a multicolinearidade das variáveis independentes por meio do VIF. Os valores do Fator de Inflação da Variância para cada variável independente foram: (localização = 1,2743); (área do terreno = 2,1233); (área construída = 2,4064); (topografia = 1,0995) e (estado de conservação = 1,0815). Deste modo, o VIF foi inferior a 10 nas cinco variáveis explicativas avaliadas, comprovando que a multicolinearidade não influenciou nas estimativas dos parâmetros do modelo.

Retirado as duas variáveis dependentes, aplicou-se novamente a regressão linear múltipla com as variáveis explicativas: área do terreno, área construída e zona, obtendo o gráfico de dispersão do modelo final, onde nota-se visualmente uma provável correlação entre as variáveis explicativas (Figura 4). Os parâmetros do modelo final com seus respectivos coeficientes e valor-p, são apresentados na Tabela 4.

Figura 4 - Gráfico de dispersão das variáveis independentes do modelo final



Fonte: os autores (2019).

A Tabela 4 demonstra os resultados obtidos da aplicação da regressão linear múltipla para o modelo final. Observa-se que o intercepto e todas variáveis independentes foram significativas ao modelo (valor-p < 0,05). As variáveis independentes: localização, área do terreno e área construída explicaram 81,6% a variação da variável dependente do modelo: valor do imóvel (R^2 ajustado = 0,816).

Para ilustrar os resultados obtidos pelo modelo final, realizou-se um gráfico com os valores reais dos 44 imóveis urbanos amostrados e seus valores estimados pelo modelo (Figura 5). Em seguida, para verificar a normalidade dos resíduos, tabulou-se estes valores e a zona correspondente a cada imóvel.

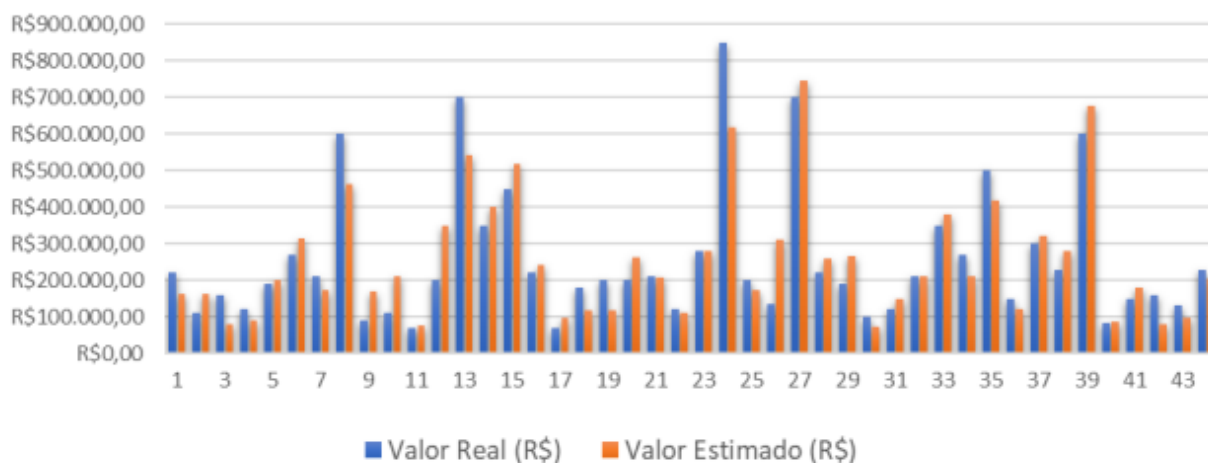
Tabela 4 – Parâmetros do modelo final contendo as variáveis independentes: zona, área do terreno e área construída com seus respectivos coeficientes e valor-p.

Variável	Coefficiente	valor-p
Intercepto	-149237,8299	0,0000
Zona	1282,5753	0,0001
Área do Terreno	461,8753	0,0007
Área Construída	1142,8739	0,0000

Fonte: os autores (2019)

Figura 5 – Valores reais dos 44 imóveis e seus respectivos valores estimados pelo modelo.

VALORES DOS IMÓVEIS URBANOS AMOSTRADOS



Fonte: os autores (2019).

Para realização do teste de *Shapiro-Wilk* considerando o modelo final, utilizou-se os resíduos. Baseado na estatística do teste, encontrou-se valor-p = 0,3155, como esse valor não é menor que o nível de significância de 5%, não se rejeita a hipótese de normalidade, ou seja, há evidências de que os resíduos possuem distribuição normal.

No caso do modelo final a estatística do Teste de Goldfeld-Quandt gerou valor-p = 0,9228, assim ao nível de significância de 5% não se rejeita a hipótese de homocedasticidade de variâncias dos resíduos.

Avaliando a multicolinearidade das variáveis independentes presentes no modelo final, efetuou-se o VIF e obtiveram os seguintes valores: (zona = 1,1843); (área do terreno = 2,0336) e (área construída = 2,2792). Assim sendo, o valor o VIF foi inferior a 10 nas três variáveis explicativas avaliadas, comprovando que a multicolinearidade não influenciou nas estimativas dos parâmetros do modelo.

Com base nos parâmetros do modelo (Tabela 4) e da equação de regressão linear múltipla chegou-se ao modelo final deste trabalho (Equação 3).

$$\text{Valor} = \beta_0 + \beta_1 * \text{localização} + \beta_2 * \text{área do terreno} + \beta_3 * \text{área construída} \quad (3)$$

Sendo:

β_0 – Coeficiente do intercepto = -149237,8299.

β_1 – Coeficiente da localização = 1282,5753.

β_2 – Coeficiente da área do terreno = 461,8753.

β_3 – Coeficiente da área construída = 1142,8739

Ou seja:

$$\text{Valor} = -149237,8299 + 1282,5753 * \text{localização} + 461,8753 * \text{área do terreno} + 1142,8739 * \text{área construída}$$

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As entrevistas realizadas com a Prefeitura Municipal de Monte (MG), Caixa Econômica Federal e Corretores Imobiliários da cidade trouxeram embasamento durante todo o trabalho, sendo consideradas fontes primárias de informações, auxiliando desde o processo de definição dos objetivos da pesquisa, identificação das variáveis independentes influenciadoras até a elaboração do modelo de estimação dos imóveis urbanos por meio da análise de regressão linear múltipla.

A partir dessa aplicação de análise de regressão, chegou-se em dois modelos de cálculo para prever a variável resposta (valor), sendo estes nomeados de modelo completo e modelo final. As variáveis independentes do modelo completo: localização, área do terreno, área construída, topografia e estado de conservação explicaram 82,5 % a variação da variável dependente: valor do imóvel (R^2 ajustado = 0,825). Porém, considerando o nível de significância de 5%, verificou-se que os coeficientes para as variáveis topografia e estado de conservação não foram significativas (valor-p > 0,05).

Já no modelo final, as variáveis independentes: localização, área do terreno e área construída explicaram 81,6% a variação da variável resposta (R^2 ajustado = 0,816), onde essas variáveis foram significativas para prever o valor do imóvel. Avaliando a multicolinearidade das variáveis presentes no modelo final por meio do VIF, no qual obtiveram os seguintes valores: (localização = 1,1843); (área do terreno = 2,0336) e (área construída = 2,2792). Dessa forma, o VIF foi menor que 10 em todas variáveis independentes, comprovando que a multicolinearidade não influenciou nas estimativas dos parâmetros do modelo, validando estatisticamente o modelo final.

Para trabalhos futuros, recomenda-se uma ampliação das possíveis variáveis influenciadoras que afetam diretamente a avaliação de imóvel urbano, buscando um banco de

dados com mais amostras e melhor espacialização, utilizando também outras análises estatísticas que possam contribuir com as estimativas dos valores dos imóveis.

De maneira resumida, o importante é que o modelo resultante expresse com fidelidade o fenômeno que se deseja explicar e verificar se ele é coerente com as crenças *a priori* que o avaliador extrai sobre o mercado imobiliário (DANTAS, 2012).

Referências

ABUNAHMAN, S. A. Curso básico de engenharia legal e de avaliações. 2ª ed. São Paulo: Pini, 2000.

BITENCOURT, P. P. Avaliação dos imóveis cadastrados nas quadras 12, 14, e 22 do município de Santa Rosa do Sul, para efeitos de tributos municipais. Engenharia Civil – Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, 2013.

CONFE – Conselho Federal de Estatística. Sugestão de valor/hora trabalhada - 2018. Disponível em: <http://www.confe.org.br/sugestaohoratrabalhada.xls>. Acesso em: 10 jun. 2018.

CONFEA - Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Decreto nº 218, de 29 de junho de 1973. Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Diário Oficial da União, Rio de Janeiro, 31 jul. 1973. Disponível em: <http://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=266>. Acesso em: 05 maio 2018.

_____. Decreto nº 345, de 27 de julho de 1990. Dispõe quanto ao exercício por profissional de Nível Superior das atividades de Engenharia de Avaliações e Perícias de Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília, 02 ago. 1990. Disponível em: <http://normativos.confea.org.br/downloads/0345-90.pdf>. Acesso em: 05 maio 2018.

_____. Resolução nº 1.095 de 29 de novembro de 2017. Discrimina as atividades e competências profissionais do engenheiro agrimensor e cartógrafo e insere o respectivo título na Tabela de Títulos Profissionais do Sistema CONFEA/CREA, para efeito de fiscalização do exercício profissional. Diário Oficial da União, Brasília, 01 dez. 2017. Disponível em: <http://normativos.confea.org.br/downloads/1095-17.pdf>. Acesso em: 06 maio 2018.

DANTAS, R. A. Engenharia de avaliações: uma introdução à metodologia científica. 3. ed. rev. de acordo com a NBR 14.653-2/2011 São Paulo: Pini, 2012.

GOLDFELD, S.M.; QUANDT, R.E. Some Tests for Homoskedasticity. Journal of the American Statistical Association. v. 60, nº 310, p.539–547, 1965.

GOOGLE EARTH, versão 7.3.0. 2018. Disponível em: <https://www.google.com/earth/>. Acesso em: 25 nov. 2018.

HAIR JÚNIOR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. Análise Multivariada de Dados. Tradução de SANTANNA A. S. e CLOVES NETO A. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. Applied multivariate statistical analysis. 3th ed. New Jersey: Prentice Hall, 1992.

MONTE CARMELO. Lei nº 082/97, de 30 de dezembro de 1997. Código Tributário Municipal, contendo alterações da lei 130/98. Gabinete do Prefeito. Monte Carmelo, MG, 30 dez. 1997. Disponível em: <http://www.montecarmelo.mg.gov.br/uploads/documentacao/legislacao/LEI-N-082-1997-CODIGO-TRIBUTARIO-MUNICIPAL.pdf>. Acesso em: 29 maio 2018.

MOREIRA, A. L. Princípios de engenharia de avaliações. 3ª ed. São Paulo: Pini, 2001.

MONTGOMERY, Douglas C.; PECK, Elizabeth A.; VINING, G. Geoffrey. Introduction to linear regression analysis. 5th ed. Hoboken, N.J.: Wiley, 2012.

NADAL, A. C.; JULIANO, K. A.; RATTON, E. Testes estatísticos utilizados para a validação de regressões múltiplas aplicadas na avaliação de imóveis urbanos. Boletim de Ciências Geodésicas. Curitiba: séc. Artigos, v. 9, nº 2, p.243-262, 2003.

RICHARDSON, R. J. Pesquisa social: métodos e técnicas. 3ª ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2015.

THOFEHRN, R. Avaliação em massa de imóveis urbanos: para cálculo de IPTU e ITBI. São Paulo: Pini, 2010.

_____. Decreto nº 2036, de 28 de dezembro de 2017. Dispõe sobre o cálculo e arrecadação do imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana para o exercício 2018. Gabinete do Prefeito. Monte Carmelo, MG, 28 dez. 2017. Disponível em: <http://www.montecarmelo.mg.gov.br/uploads/documentacao/legislacao/DECRETOS/DECRETO-N-2036-2017-DISPOE-SOBRE-O-CALCULO-E-ARRECADACAO-DO-IPTU-EXERCICIO-2018.pdf>. Acesso em: 29 maio 2018.

_____. Lei complementar nº 50, de 28 de dezembro de 2017. Dá nova redação a dispositivos da lei complementar 082/1997 e dá outras providências. Gabinete do Prefeito. Monte Carmelo, MG, 28 dez. 2017. Disponível em: <http://www.montecarmelo.mg.gov.br/uploads/documentacao/legislacao/LEIS/LEI-COMPLEMENTAR-N-50-2017-ALTERA-ARTIGOS-DA-LEI-N-082-1997-IPTU.pdf>. Acesso em: 29 maio 2018.