

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**INSTITUTO DE GEOGRAFIA – IG**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA**  
***CAMPUS MONTE CARMELO***

**KELITON PEREIRA CANABRAVA VELOSO**

**INFLUÊNCIA DA VARIÁVEL LOCALIZAÇÃO NA  
VALORAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS DO MUNICÍPIO DE  
MONTE CARMELO - MG**

**MONTE CARMELO**

**2019-2**

**KELITON PEREIRA CANABRAVA VELOSO**

**INFLUÊNCIA DA VARIÁVEL LOCALIZAÇÃO NA  
VALORAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS DO MUNICÍPIO DE  
MONTE CARMELO - MG**

Projeto apresentado como requisito para a aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II no curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica na Universidade Federal de Uberlândia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Tatiane Assis Vilela Meireles.

Coorientador: Prof. Dr. Jair Rocha do Prado.

**MONTE CARMELO**

**2019-2**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a DEUS, por me abençoar, conceder saúde, força, fé e esperança nessa trajetória, estando sempre comigo nos momentos bons e ruins, sendo meu amigo e meu refúgio.

Agradeço aos meus pais, Elizeu e Neide, por acreditar e confiar em mim, pelo apoio e incentivo, fazendo sacrifícios para que esse sonho fosse realizado, por serem tudo na minha vida, amos vocês!

Agradeço minhas irmãs, Kethyllen, Kathielly, Karine, Kayssa e Ana Luisa, por estarem sempre comigo, me ajudando, dando forças para continuar e sendo minhas parceiras. Agradeço meus cunhados pelo apoio e minha sobrinha Lara Beatriz pelo amor e carinho.

Agradeço meus amigos pelos momentos que passamos durante essa caminhada, tornando-se irmãos, o José Vinicius, Vinicius Luz, Francisco, Andressa e Pablo, além dos meus amigos de Januária, que sempre acreditaram em mim.

Agradeço a Profa. Dra. Tatiane Assis Vilela Meireles, minha orientadora, que me aconselhou, orientou e acreditou, pois sem a sua sabedoria e confiança esse trabalho não teria sido realizado.

Agradeço ao Prof. Dr. Jair Rocha do Prado, por também ter me orientado nesse trabalho, aconselhando, tirando inúmeras dúvidas e pela dedicação, tornando esse pesquisa possível.

Agradeço a Profa. Dra. Luziane Ribeiro Indjai, por aceitar o convite de ser membro convidado, sendo fundamental na minha graduação, contribuindo com o meu aprendizado.

Agradeço a toda minha família Veloso e Canabrava, pelo amor, carinho e confiança durante essa etapa da minha vida, em especial meu primo Marcelo Veloso, que me incentivou e deu muita força para começar a minha graduação.

E por fim, agradeço a Universidade Federal de Uberlândia pela oportunidade e todos os professores e funcionários que contribuíram para minha formação acadêmica.

*“Entrega o teu caminho ao Senhor, confia nele, e ele tudo fará. ”*

*(Salmo 37.5)*

## RESUMO

O objetivo deste estudo, consistiu na aplicação do método de krigagem para estimativa dos valores dos imóveis urbanos pertencentes ao município de Monte Carmelo-MG, relacionando os fatores favoráveis de localização e as áreas tributáveis na valoração dos imóveis urbanos do município. Assim, o estudo da influência localizacional foi fundamental na avaliação de imóveis e na cobrança de impostos já que a última atualização em massa foi realizada no ano de 1997. Foram coletadas 144 amostras relativas aos valores dos imóveis, distribuídas no perímetro urbano dessa cidade. Os fatores de influência favoráveis da localização considerados no estudo, foram as unidades de saúde e escolas. No município em estudo não existe lei municipal que delimite os bairros, apenas a Lei complementar nº 50 de 28 de dezembro de 2017 que estabelece as zonas tributáveis bem como os bairros pertencentes a cada uma. O método para estimativa de valores utilizado, é uma das técnicas da geoestatística, que calcula o valor estimado através de amostras localizadas por coordenadas conhecidas. O modelo do semivariograma que melhor se ajustou aos dados selecionados foi o esférico uma vez que este apresentou o menor erro reduzido validando a sua aplicação. Por meio da Krigagem Ordinária foi possível identificar as regiões que apresentaram maiores valores de imóveis urbanos no município bem como sua relação com os fatores de localização e zoneamento, sendo essa relação somente justificada na área central da zona urbana.

**Palavras-chaves:** Imóveis Urbano. Krigagem Ordinária. Variável localização.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Comportamento do semivariograma	17
<b>Figura 2</b>	Mapa de Localização da área de estudo	22
<b>Figura 3</b>	Fluxograma Metodológico	23
<b>Figura 4</b>	Mapa com os limites dos bairros pertencentes ao município de Monte Carmelo-MG	24
<b>Figura 5</b>	Distribuição espacial das amostras nas zonas tributáveis do município de Monte Carmelo - MG	26
<b>Figura 6</b>	Gráficos da análise descritiva dos valores dos imóveis urbanos do município de Monte Carmelo-MG.	29
<b>Figura 7</b>	Semivariograma do variável valor do imóvel com os Modelos Esférico, Cauchy e Cúbico.	30
<b>Figura 8</b>	Classificação das zonas tributáveis e fatores de influência no município de Monte Carmelo - MG	31
<b>Figura 9</b>	Mapa de krigagem dos valores estimados, com áreas destacadas em vermelho (A, B e C) dos imóveis urbanos do município de Monte Carmelo - MG	32
<b>Figura 10</b>	Mapa da correlação entre os fatores de influência, zonas tributárias e os valores estimados dos imóveis urbano do município de Monte Carmelo-MG	33

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Zonas tributárias	12
<b>Tabela 2</b>	Análise descritiva dos dados (Valor dos imóveis)	28
<b>Tabela 3</b>	Parâmetros dos modelos de semivariogramas e de validação dos modelos de acordo com o erro reduzido.	30

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>AED</b>	Análise Exploratória de Dados
<b>CNAI</b>	Cadastro Nacional de Avaliadores de Imóveis
<b>CONFEA</b>	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
<b>CREA</b>	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
<b>ETE</b>	Estação de Tratamento de Esgoto
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>INEAP</b>	Instituto Nacional de Engenharia de Avaliação e Perícia
<b>IPTU</b>	Imposto Predial e Territorial Urbano
<b>ITBI</b>	Imposto de Transação sobre Bens Imóveis
<b>NBR</b>	Norma Brasileira
<b>TCC</b>	Trabalho de Conclusão de Curso
<b>UTM</b>	Universal Transversa de Mercator

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	11
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	11
<b>2.2</b>	<b>Objetivo específico</b> .....	11
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	11
<b>4</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	12
<b>4.1</b>	<b>Lei e Decreto referente às Zonas Tributárias do município de Monte Carmelo</b> .....	12
<i>4.1.1</i>	<i>Lei Complementar</i> .....	12
<i>4.1.2</i>	<i>Decreto N° 2133 de 26 de dezembro de 2018</i> .....	13
<b>4.2</b>	<b>Avaliação de Imóveis</b> .....	13
<b>4.3</b>	<b>Influência da Localização no Valor de Imóveis</b> .....	14
<b>4.4</b>	<b>Dependência Espacial</b> .....	15
<b>4.5</b>	<b>Semivariograma</b> .....	15
<i>4.5.1</i>	<i>Grau de Dependência</i> .....	17
<i>4.5.2</i>	<i>Modelos do Semivariograma</i> .....	18
<b>4.6</b>	<b>Krigagem</b> .....	19
<i>4.6.1</i>	<i>Krigagem Ordinária</i> .....	20
<b>4.7</b>	<b>Seleção dos modelos do semivariograma</b> .....	20
<b>5</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	21
<b>5.1</b>	<b>Área de Estudo</b> .....	21
<b>5.2</b>	<b>Material</b> .....	22
<b>5.3</b>	<b>Metodologia</b> .....	22
<b>5.4</b>	<b>Coleta de Informações</b> .....	23
<b>5.5</b>	<b>Análise Geoestatística</b> .....	26
<i>5.5.1</i>	<i>Análise descritiva dos dados</i> .....	26
<i>5.5.2</i>	<i>Construção do semivariograma</i> .....	27
<i>5.5.3</i>	<i>Validação de modelos de semivariograma</i> .....	27
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	28
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	34
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35
	<b>ANEXO A</b> .....	39
	<b>APÊNDICE A</b> .....	41

## 1 INTRODUÇÃO

A avaliação de imóveis em Monte Carmelo - MG não corresponde com a realidade do mercado imobiliário do município. Tal afirmativa pode ser observada a partir da análise das zonas tributárias estabelecidas pela prefeitura visto que, alguns bairros com serviços de infraestrutura inferiores estão classificados em um mesmo zoneamento tributário que outros com infraestrutura superior, como estabelecido no decreto municipal N° 2133 de 26 de dezembro de 2018 (REIS, 2019).

A avaliação de imóveis possui diversos fatores que influenciam tanto na valoração como na desvalorização. Assim, visando regulamentar tal procedimento, tem-se a NBR 14.653 – 1 (Procedimentos gerais) e 2 (Imóveis urbanos) que estabelece critérios para conduzir as normas concernentes às avaliações. As diretrizes estabelecidas na parte 1 trata de procedimentos gerais, tudo aquilo que se deve fazer na avaliação ditando a metodologia e técnicas a ser empregada, e a parte 2 trata da avaliação de imóveis urbanos, com métodos quanto à classificação da sua natureza, descrição de atividades, metodologias, especificações das avaliações e requisitos básicos de laudos de avaliação. Vale ressaltar que a NBR 14.653 é constituída por outras cinco partes: 3 (Imóveis rurais), 4 (Empreendimentos), 5 (Maquinas, equipamentos, instalações e bens industriais em geral), 6 (Recursos naturais e ambientais) e 7 (Patrimônios históricos).

No mercado imobiliário, a determinação do preço não é linear, pois este preço está associado ao mercado livre, a lei da oferta e procura, estabelecidos pelo comprador e o vendedor de acordo com sua capacidade de satisfazer as necessidades e desejo da sociedade, já quando se trata do valor de um bem imobiliário, por mais que se tenha uma ideia do preço por metro quadrado, esta quantia varia de imóvel para imóvel com bases nos critérios de localização, características construtivas, dimensão do imóvel, zona de localização, padrão socioeconômico pertencente no bairro e entre outros (COUTO, 2007).

A localização do imóvel é considerada a característica mais importante para a construção do seu valor e influência tanto o preço do terreno como o custo da construção, pois leva em conta a vizinhança, infraestrutura do bairro e possibilidade para desenvolvimento de melhorias (COUTO, 2007).

Devido a essas variáveis que envolvem o valor do imóvel, são apresentados atualmente, métodos para explicar e compreender a possível correlação existente no mercado imobiliário. Dentre esses modelos tem-se a regressão espacial, métodos geoestatísticos como Krigagem, superfícies de tendência, métodos de interpolação determinísticos, entre outros (MICHAEL, 2004).

A utilização da geoestatística permite identificar a existência ou não de dependência espacial entre as observações, podendo ser aplicada em mapeamentos, orientação de futuras amostragens e modelagens, permitindo assim, estimar o valor do atributo em locais não amostrados (GOMES, 2007).

Neste sentido, este trabalho visa empregar o método da Krigagem ordinária para estimar os valores dos imóveis urbanos pertencentes ao município de Monte Carmelo (MG), relacionando as estimativas com possíveis fatores de influência relacionados à localização e às áreas tributáveis na valoração dos imóveis urbanos do município.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Estimar, por meio do uso da Geoestatística, os valores dos imóveis urbanos pertencentes ao município de Monte Carmelo – MG considerando os fatores relacionados à localização.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Identificar fatores de homogeneidade na delimitação das zonas tributáveis de Monte Carmelo;
- ✓ Analisar a relevância dos pólos de influência na definição das zonas tributáveis em Monte Carmelo;
- ✓ Avaliar a eficácia do produto gerado na estimativa do valor do imóvel urbano.

## **3 JUSTIFICATIVA**

O estudo da influência da localização no valor do imóvel, implica em saber qual seria o valor justo a se pagar por ele, considerando o que está ao seu redor, de forma a valorizá-lo ou até mesmo desvalorizá-lo. Desse modo a variável localização se aplica na avaliação de imóveis, tendo sua parcela considerada no valor final do bem.

A localização não está somente relacionada à venda de imóveis, pois também possui interesse tributário por parte da administração pública, por meio da qual é possível o cálculo de dois impostos tributários de arrecadação o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e o Imposto de Transação sobre Bens Imóveis (ITBI), além de outros aspectos relacionados à gestão pública.

A relação da estimulação da cobrança desses impostos está correlacionada à área construída, e o valor da área construída se diferencia também de acordo com a localização das zonas tributáveis.

Assim, o estudo da influência da variável localização nos valores dos imóveis urbanos do município em estudo tem grande relevância, pois a análise dessa influência, será um estudo pioneiro para atualização da taxa tributária de forma a auxiliar eventualmente a prefeitura, na cobrança justa de tributo, já que a última atualização foi realizada há mais de 20 anos conforme a Lei nº82 de 30 de dezembro de 1997 e esta colabora com a avaliação de imóveis no mercado imobiliário.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Lei e Decreto referente às Zonas Tributárias do município de Monte Carmelo

#### 4.1.1 Lei Complementar

A Lei Complementar nº 50 de 28 de dezembro de 2017 é uma alteração da Lei Complementar nº 82 de 30 de dezembro de 1997, que trata do cálculo do imposto predial e territorial urbano, no qual estabelece os coeficientes utilizados como critérios para taxa tributária. São eles: a topografia, zona tributária, valor do imóvel, estado de conservação, área construída e área do terreno. O art. 44 descreve a área tributável do município constituída por 10 zonas tributárias, com valores atribuídos. A Tabela 1 apresenta o valor em reais por metro quadrado referente à cada uma das dez zonas tributárias estabelecidas no município de Monte Carmelo – MG.

Tabela 1 – Zonas Tributárias

ZONAS	VALOR (R\$/ m <sup>2</sup> )
01	R\$ 153,81
02	R\$ 115,35
03	R\$ 84,62
04	R\$ 63,25
05	R\$ 51,20
06	R\$ 36,25
07	R\$ 27,53
08	R\$ 18,70
09	R\$ 12,51
10	R\$ 20,57

Fonte: Adaptada Prefeitura Municipal de Monte Carmelo (MG)

#### *4.1.2 Decreto N° 2133 de 26 de dezembro de 2018*

O decreto n° 2133 de 26 de dezembro de 2018 Art. 1, trata da distribuição dos bairros nas áreas tributáveis de Monte Carmelo, definida a partir da Lei Complementar n° 50 de 28 de dezembro de 2017. Assim, o município é constituído por 10 zonas tributárias gradativamente, que contém todos os bairros pertencentes a ele. No Anexo A apresenta o Zoneamento das áreas tributáveis do município segundo o Decreto N° 2133 de 26 de dezembro de 2018.

#### **4.2 Avaliação de Imóveis**

A avaliação de imóveis está relacionada ao valor de mercado, sendo amplamente influenciada pela oferta e procura, contudo a realização da avaliação de imóveis dever ser direcionada por normas, para assegurar o seu valor, de acordo com o movimento do mercado imobiliário (MICHEL, 2004).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 14653-1 (2001), define bens como patrimônio, posses de valor e propriedades, além de classificar os bens em tangíveis, que constituem uma forma física como imóveis, e intangíveis que são as propriedades que não existem fisicamente como por exemplo as licenças. A norma detalha métodos e procedimentos gerais a serem adotados nas avaliações de imóveis, estabelecendo que tal procedimento deverá ser vinculado a um engenheiro de avaliações com capacidade e conhecimentos técnico-científicos, que determina e identifica o valor de mercado, os seus custos, frutos e direitos.

Na engenharia de avaliações, o preço efetuado no mercado imobiliário normalmente é considerado variável dependente enquanto os demais fatores de avaliação como a localização, características físicas e econômicas são denominadas variáveis independentes (BRAGA, 2010).

Segundo Braga (2010), o valor de um imóvel é influenciado por diversos fatores entre eles características estruturais do bem, o entorno do imóvel, como proximidades centrais, vizinhança que circuncida, mobilidade e acessibilidade e também o fator de renda da localidade em que está inserido.

Atualmente no Brasil a avaliação de imóveis tem sido realizada pela metodologia de regressão com os fatores da localização, como a proximidade a centros comerciais, culturais, até a vizinhança, fatores econômicos que dizem respeito a movimentação, transação do imóvel e fatores relacionados às características da obra do imóvel. (DANTAS, 2007).

Dado que os agentes econômicos de oferta e demandas são circundados por variáveis determinantes que influem nos resultados finais daquele ato de consumo, nasce aqui um complexo sistema de formação de preço, onde prevalecem a assimetria de informação e as falhas de mercado. Cada consumidor monta sua cesta de anseios, esperando ter resposta na aquisição do bem, considerando três vetores preliminarmente primordiais: atributos físicos do bem, vizinhança ou localização ótima e características ambientais inerentes ao imóvel (ARRAES, 2008).

Para Silva (2006) é de extrema importância saber o valor da propriedade, pois auxilia na administração municipal, tendo participação direta no cálculo de tributos imobiliários influentes nos cofres públicos, tais como o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e o Imposto de Transação sobre Bens Imóveis (ITBI), além de servir de base nas questões de desapropriação e apropriação de imóveis e também permite uma projeção da extensão, auxiliando no planejamento da gestão pública para que haja um crescimento urbano organizado.

#### **4.3 Influência da Localização no Valor de Imóveis**

Na valorização de um imóvel, com base nos elementos que compõe a localização como fator de influência está aspectos da região e vizinhança que inclui a classe social, proximidades aos centros comerciais, atrativos culturais, postos de saúdes ou hospitais e escolas, acessibilidade, além de fatores ambientais favoráveis ou desfavoráveis e segurança pública, sendo fatores fundamentais para valorizar ou desvalorizar uma localização e determinar o valor dos imóveis que estão presentes nesta região (TRIVELLONE, 2005).

Silva (2006) menciona que o centro urbano das cidades, geralmente é a localidade que demonstra maior atratividade de investidores no mercado imobiliário, por apresentar características de capacidade de atração como a concentração de serviços e comércios, no qual resulta em um retorno esperado do investimento por centralizar as atenções da população.

Geralmente, nas aplicações de modelos da geostática como fator de influência, as variáveis de localização são inseridas de duas maneiras: na forma de variáveis de acessibilidade, em que é considerada a relação da distância das amostras com os centros de valorização e a outra forma referente às variáveis de vizinhança, que enfatiza apenas áreas que sofrem variação devido as suas características de localização (TRIVELLONE, 2005).

O procedimento mais usual como determinante da variável de localização nas avaliações de imóveis é considerar o intervalo dos pontos amostrados a grandes centros de regiões de

desenvolvimento que possui participação direta na determinação de uma valorização ou desvalorização de um imóvel (MICHAEL, 2004).

O valor da localização de um imóvel pode ser definido como a interação ou o efeito combinado de todos os fatores que influenciam na vizinhança deste, podendo ser considerado como uma variável regionalizada e modelado por meio da aplicação de métodos geoestatísticos sobre uma amostra de dados de mercado (TRIVELLONE, 2005).

Para Trivellone (2005), na análise do valor da localização dos imóveis, através da coleta de amostras distribuídas espacialmente, estão presentes diversos outros fatores que resultariam na variação dos valores, e ao trabalhar com a modelagem dos dados na geoestatística pode-se eliminar todos os fatores que não se deseja trabalhar, ficando apenas a variável localização, em um processo de homogeneização, de forma que se possa ter a variação do valor dos imóveis apenas com a influência da localização.

#### **4.4 Dependência Espacial**

A dependência espacial trata da relação existente entre os elementos amostrais decorrente da proximidade entre eles, sendo assim, quanto mais próximos estiverem maiores serão as semelhanças (JACOMO, 2011).

Segundo Trivellone (2005), os fatores de localização causam dependência espacial no valor dos imóveis e devido a isso, o uso de técnicas tradicionais de inferência estatística não apresenta resultados satisfatórios devido a presença de autocorrelação espacial nos resíduos dos modelos.

Assim, uma alternativa em estudos com esse viés é o emprego da geoestatística por considerar a dependência espacial existente nas variáveis em estudo, que são chamadas de variáveis regionalizadas e por meio dessa metodologia, se faz a análise da variabilidade espacial.

#### **4.5 Semivariograma**

O semivariograma é uma ferramenta que permite analisar a variabilidade espacial das variáveis regionalizadas por meio do coeficiente de variograma ( $\gamma$ ), tendo como objetivo indicar a medida do grau de dependência espacial existente em um conjunto de amostras que estão separadas por uma determinada distância entre si.

O conceito de semivariograma e as formulações presentes neste tópico já são sólidos, tornando-o público, por isso não há a necessidade de estarem referenciadas. O semivariograma é definido como:

$$\gamma(\mathbf{h}) = \frac{1}{2} \{ \mathbf{Var}[Z(\mathbf{t}) - Z(\mathbf{t} + \mathbf{h})] \} \quad (1)$$

Em que:

$\mathbf{Var}[Z(\mathbf{t}) - Z(\mathbf{t} + \mathbf{h})]$  é a variância dos dados separados por uma distância  $\mathbf{h}$  e  $(\mathbf{t})$  é o valor real.

Ao analisar um semivariograma, observa-se que quanto menor for a distância entre os pontos amostrados maior é a semelhança entre si, acarretando em um menor valor de semivariância e caso essa distância entre pontos for maior, maior será a sua variância, assim o semivariograma varia de acordo com a distância.

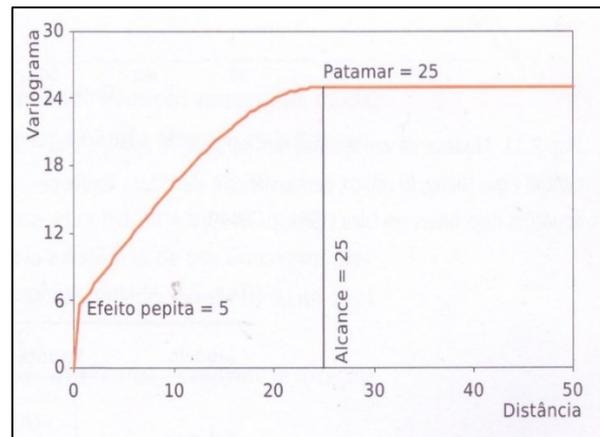
Com isso o comportamento do semivariograma é analisado por três parâmetros:

- **Alcance (a):** sendo a distância  $\mathbf{h}$  dentro da qual as amostras apresentam-se correlacionadas espacialmente.
- **Patamar (C):** que é o valor da semivariância até onde passa a ser constante, deste ponto em diante, considera-se que não existe mais dependência espacial entre as amostras.
- **Efeito pepita (C<sub>0</sub>):** quando o semivariograma é diferente de zero, para distancia igual a zero, e havendo o efeito pepita o patamar passa a ser **(C + C<sub>0</sub>)**.

Também há semivariogramas sem patamar definido, quando as semivariâncias se alteram descontroladas para qualquer valor da distância.

A Figura 1 demonstra o comportamento do semivariograma.

Figura 1 - Comportamento do semivariograma



Fonte: YAMAMOTO; LANDIM (2013)

#### 4.5.1 Grau de Dependência

Para determinar o grau de dependência espacial, faz-se o cálculo da variação do efeito pepita em função do patamar, resultando em quanto a variável em estudo é dependente, sabendo que quanto mais as amostras estão próximas uma da outra, mais são dependentes. O grau dependência espacial pode ser classificado em quatro classes diferentes:

- Variável com forte dependência espacial – se o efeito pepita for menor ou igual a 25% do patamar.

$$\left( \frac{C_0}{C_0 + C} < 0,25 \right) \quad (2)$$

- Variável com moderada dependência espacial – se o efeito pepita variar entre 25% e 75% do patamar.

$$\left( 0,25 \leq \frac{C_0}{C_0 + C} \leq 0,75 \right) \quad (3)$$

- Variável com fraca dependência espacial – se a relação entre efeito pepita e patamar estiver entre 75% e 100%.

$$\left( 0,75 < \frac{C_0}{C_0 + C} < 1,00 \right) \quad (4)$$

- Variável independente espacialmente – se a relação entre efeito pepita e patamar for

igual a 100%, neste caso temos o semivariograma com efeito pepita puro.

$$\left( \frac{C_0}{C_0 + C} = 1,00 \right) \quad (5)$$

### 1.5.2 Modelos do Semivariograma

O semivariograma experimental deve ser ajustado a partir de algum modelo estatístico. Os principais modelos de semivariogramas utilizados na geoestatística estão listados a seguir.

#### 1. Modelo Linear com patamar

$$\gamma(h) = \begin{cases} C_0 + \frac{C}{a} h & 0 \leq h \leq a \\ C_0 + C & h > a \end{cases} \quad (6)$$

Em que  $C/a$  é o coeficiente angular para  $0 \leq h \leq a$ .

#### 2. Modelo Esférico

$$\gamma(h) = \begin{cases} C \left[ \frac{3}{2} \left( \frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left( \frac{h}{a} \right)^3 \right] & 0 \leq h \leq a \\ C_0 + C & h > a \end{cases} \quad (7)$$

#### 3. Modelo Exponencial

$$\gamma(h) = C_0 + C[1 - e^{-3(h/a)}] \quad 0 < h < d \quad (8)$$

Neste modelo e no gaussiano  $d$  é a distância máxima na qual o semivariograma é definido.

#### 4. Modelo Gaussiano

$$\gamma(h) = C_0 + C[1 - e^{-3(h/a)^2}] \quad 0 \leq h \leq d \quad (9)$$

#### 5. Modelo Cúbico

$$\gamma(h) \begin{cases} 0 & , h \leq 0 \\ C_0 + C \left[ 7 \left( \frac{h}{a} \right)^2 - 8,75 \left( \frac{h}{a} \right)^3 + 3,5 \left( \frac{h}{a} \right)^5 - 0,75 \left( \frac{h}{a} \right)^7 \right] & , 0 < h \leq a \\ C_0 + C & , h > a \end{cases} \quad (10)$$

#### 6. Modelo Cauchy

$$\gamma(h) = \begin{cases} C_0 + C \left[ 1 - \left( 1 + \left( \frac{h}{a} \right)^2 \right)^{-k} \right] & , h > 0 \\ 0 & , h \leq 0 \end{cases} \quad (11)$$

#### 7. Modelo sem Patamar

$$\gamma(h) = C_0 + Ah^B \quad 0 < B < 2 \quad (12)$$

A e B são parâmetros constantes que definem o modelo.

### 4.6 Krigagem

Estimativas empregando geoestatística são geralmente melhores que os demais métodos de interpolação numérica, isso por trabalhar com a função do variograma que além da distância depende da existência ou não do efeito pepita, da amplitude e da presença de anisotropia e tem como intuito a modelagem do fenômeno natural a ser estudado (YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

Krigagem é um método de interpolação de aplicação da geoestatística, tornando-se uma técnica de estimativa de valores de variáveis distribuídas no espaço ou no tempo, com base em valores próximos entre si, durante a distância em que forem interdependentes considerados pelo semivariograma (LANDIM, 2006).

Na krigagem o processo é parecido ao de interpolação por média móvel ponderada, só que nela os pesos são definidos após uma análise espacial, fundamentada no semivariograma experimental. O modo como estes pesos são distribuídos as diferentes amostras é a diferença da krigagem com outros métodos de interpolação. Além do mais, o interpolador proporciona em média, estimativas não tendenciosas e com variância mínima (TRIVELLONE, 2005).

#### 4.6.1 Krigagem Ordinária

Para Landim (2006) a krigagem ordinária é a mais utilizada das técnicas de estimativa na geoestatística, empregada quando valores de variáveis regionalizadas mostram média constante, de forma a encontrar os ponderadores ótimos que reduzam a variância do erro de estimação. Portanto a krigagem ordinária, permite o cálculo do valor estimado através de  $n$  amostras localizadas por coordenadas conhecidas, além de possibilitar o cálculo de erro do estimador para validar sua credibilidade.

$$\hat{Z}(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i) \quad (13)$$

Em que:

$\hat{Z}(x_0)$  é o valor estimado para o ponto  $x_0$ ;

$\lambda_i$  são os pesos de krigagem definidos conforme os parâmetros do semivariograma e

$z(x_i)$  são os valores observados nos pontos amostrados (vizinhança de krigagem).

O resultado final da análise geoestatística é a produção de um mapa com as estimativas da variável estudada.

#### 4.7 Seleção do modelo do semivariograma

Para seleção do modelo do semivariograma é preciso fazer a escolha de modo a verificar qual se aplica melhor ao objetivo do estudo, posteriormente o pesquisador deve se preocupar com o ajuste da função matemática ao semivariograma experimental ou aos dados (MELLO, 2005).

Para Guimarães (2004) a avaliação do desempenho de cada modelo se dá através do critério que utiliza as técnicas de validações cruzada para selecionar o semivariograma adequadamente. Deste modo é sugerido que se ajuste os modelos mais usuais da geoestatística e que seja escolhido o que melhor se adequa ao critério:

- Erro Reduzido: O cálculo do erro reduzido é de grande valia nas aplicações de geoestatística. É uma ferramenta de fácil compreensão já que seus valores são fixos variando entre 0 e 1, sendo assim sua melhor avaliação é quando o erro reduzido se aproxima de zero.

No cálculo dos valores estimados,  $Z^*(x_i)$ , sempre se tem a variância da estimativa,  $\sigma^2_k(t_i)$ , então pode-se definir o erro reduzido como:

$$ER(t_i) = (Z^*(t_i) - Z(t_i)) / \sigma^2_k(t_i)R \quad (14)$$

A divisão pela raiz quadrada da variância da estimativa faz com que os  $ER(t_i)$  sejam sem dimensão e que, por isso, as condições de não tendência e de variância mínima, requeiram que:

$$\overline{ER} = E \{ ER(x_i) \} = E \{ (Z^*(x_i) - Z(x_i)) / \sigma^2_k(x_i) \} = 0_S \quad (15)$$

e

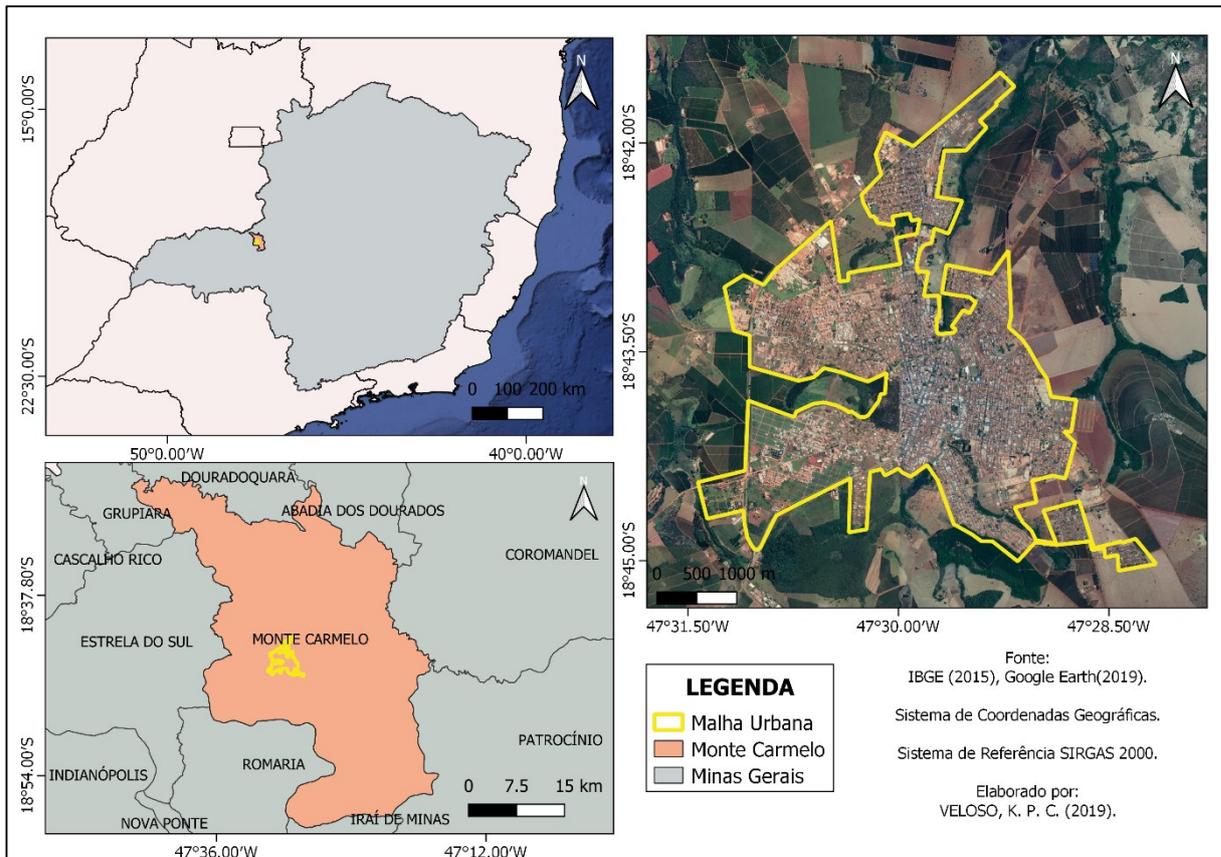
$$VAR(\overline{ER}) = E \{ (Z^*(x_i) - Z(x_i)) / \sigma^2_k(x_i) \}^2 = 1_T \quad (16)$$

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Área de Estudo

A área de estudo definida está localizada no perímetro urbano do município de Monte Carmelo – MG Figura 2, que está situado na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, a 890 metros de altitude, com as seguintes coordenadas geográficas aproximadas: Latitude 18° 44' 5'' Sul e Longitude: 47° 29' 47'' Oeste. Possui como principal atividade econômica a produção de telhas e derivados, além de participar do eixo de melhor produção de café do cerrado. A cidade possui aproximadamente 48 mil habitantes (IBGE, 2018).

Figura 2 – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: O autor.

## 5.2 Material

O material utilizado no projeto está listado abaixo:

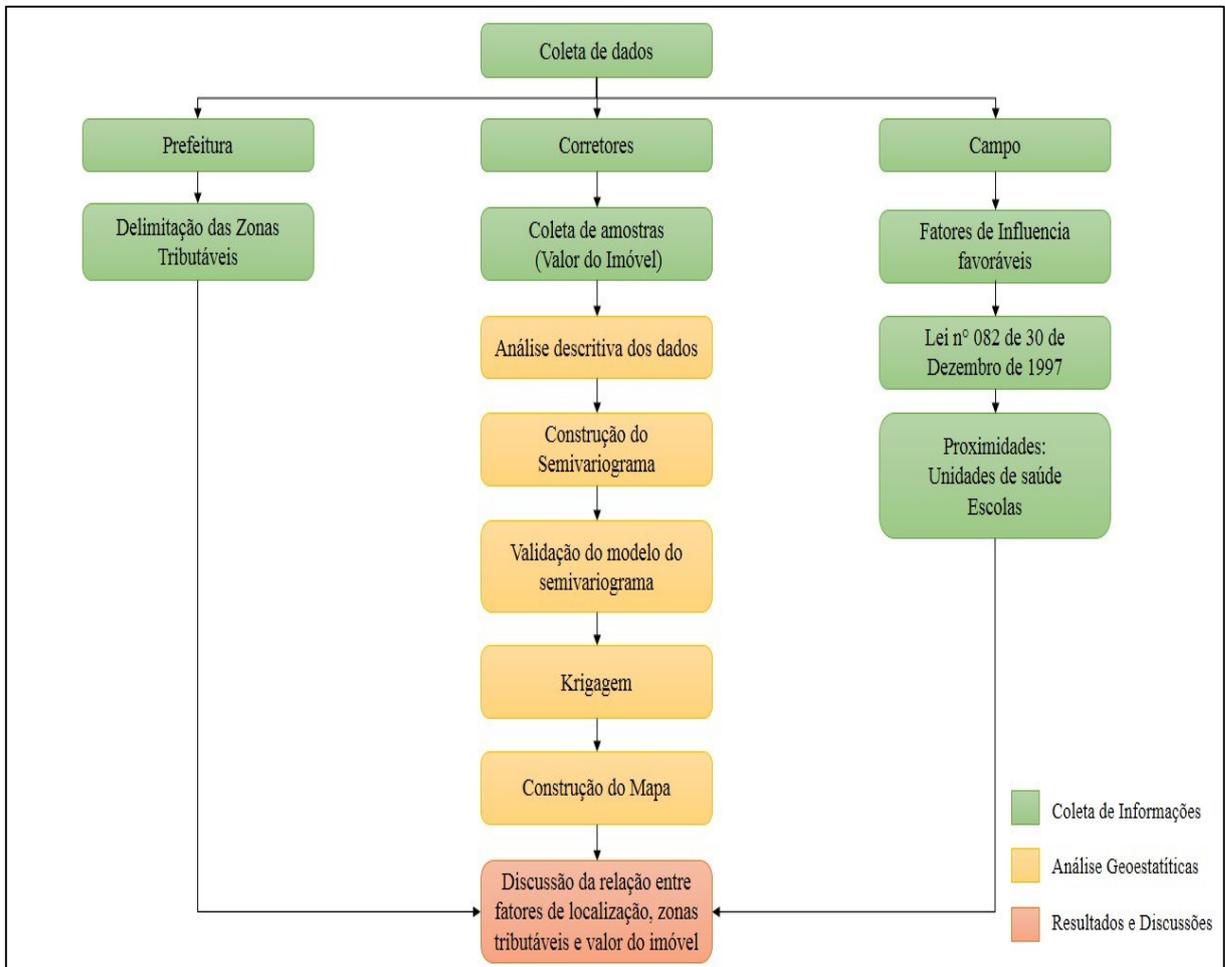
- *Software* Google Earth para identificação geográfica das amostras na malha urbana do município.
- *Software* QGIS 3.6 para elaboração dos mapas de localização, distribuição das amostras e as zonas tributáveis de Monte Carmelo (MG).
- *Software* R Core Team (2019) para a realização de análises geoestatísticas.
- Celular LG modelo *Stylus X* para obtenção de coordenadas em campo.

## 5.3 Metodologia

O projeto foi dividido em duas etapas: a primeira destinada à coleta de informações de acordo com o mercado imobiliário do município de Monte Carmelo (MG) e a segunda

relacionada à análise geoestatística dos dados obtidos. A metodologia do trabalho está exemplificada no fluxograma de atividades representado na Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma Metodológico.



Fonte: O autor.

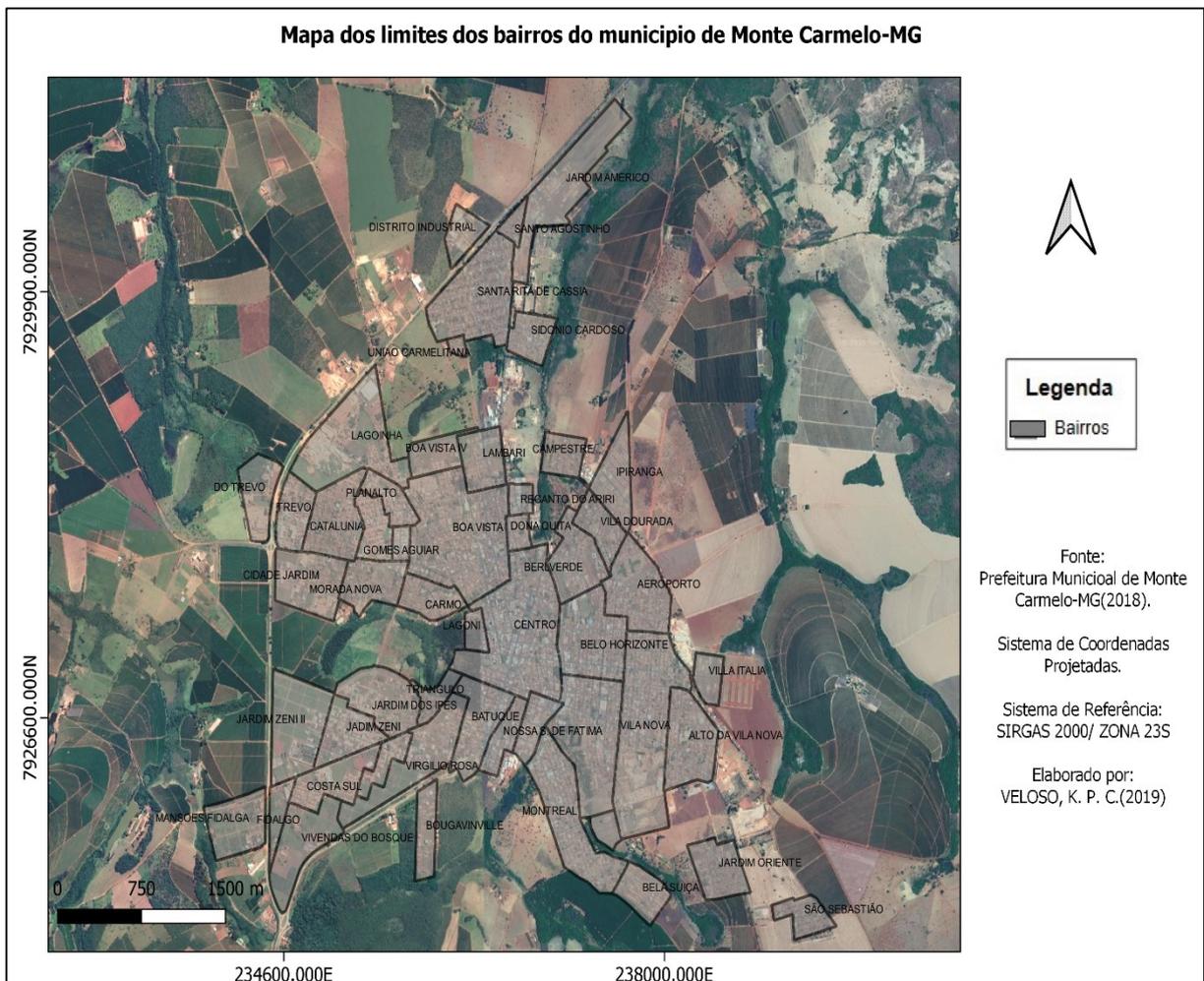
#### 5.4 Coleta de Informações

A coleta de informações pertinentes ao estudo, foi realizada por meio de entrevista com responsável pelo setor de tributação na prefeitura municipal de Monte Carmelo - MG e também com corretores que atuam no município, e por fim as coletas de dados relacionados aos possíveis fatores que influenciam a valoração dos imóveis pertencentes ao município.

A entrevista realizada junto a Prefeitura Municipal de Monte Carmelo – MG teve o intuito de buscar informações sobre a cobrança tributável municipal, como foi feita as organizações estabelecidas por decretos e leis, além da disponibilidade de mapas com os limites dos bairros pertencentes ao município.

A Figura 4 apresenta o mapa contendo a espacialização e malha urbana atualizada do município de Monte Carmelo-MG. Não existe no município nenhuma legislação que defina os limites dos bairros, somente uma lei que estabelece as zonas tributárias bem como os bairros pertencentes a cada uma delas. Assim, a delimitação dos bairros apresentada na Figura 4 foi gerada baseada em conhecimento de senso comum.

Figura 4 – Mapa com os limites dos bairros pertencentes ao município de Monte Carmelo-MG



Fonte: O autor.

As amostras referentes ao valor dos imóveis foram disponibilizadas: pelas imobiliárias, Luiz Morengo Imobiliária, Sarah Imobiliária e Pablo Reis Imóveis, todas com corretores atuantes no mercado imobiliário de Monte Carmelo - MG e credenciados no Cadastro Nacional de Avaliadores de Imóveis - CNAI; pelo Eng. Agrimensor e Cartógrafo Gustavo Jonas obtidas para seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC); pela graduanda Bárbara Gomes do Curso de

Engenharia de Agrimensura e Cartográfica em seu projeto de pesquisa, e por coleta in loco de imóveis à venda, totalizando 144 amostras correspondentes aos valores dos imóveis urbanos do município de Monte Carmelo-MG.

A terceira etapa referente à coleta de informações, deu-se a partir da definição de polos de influência favoráveis à valoração de imóveis, baseado no Código Tributário Municipal, conforme o Art. 43, Lei nº 082 de 30 dezembro de 1997. O artigo estabelece o zoneamento da seguinte forma:

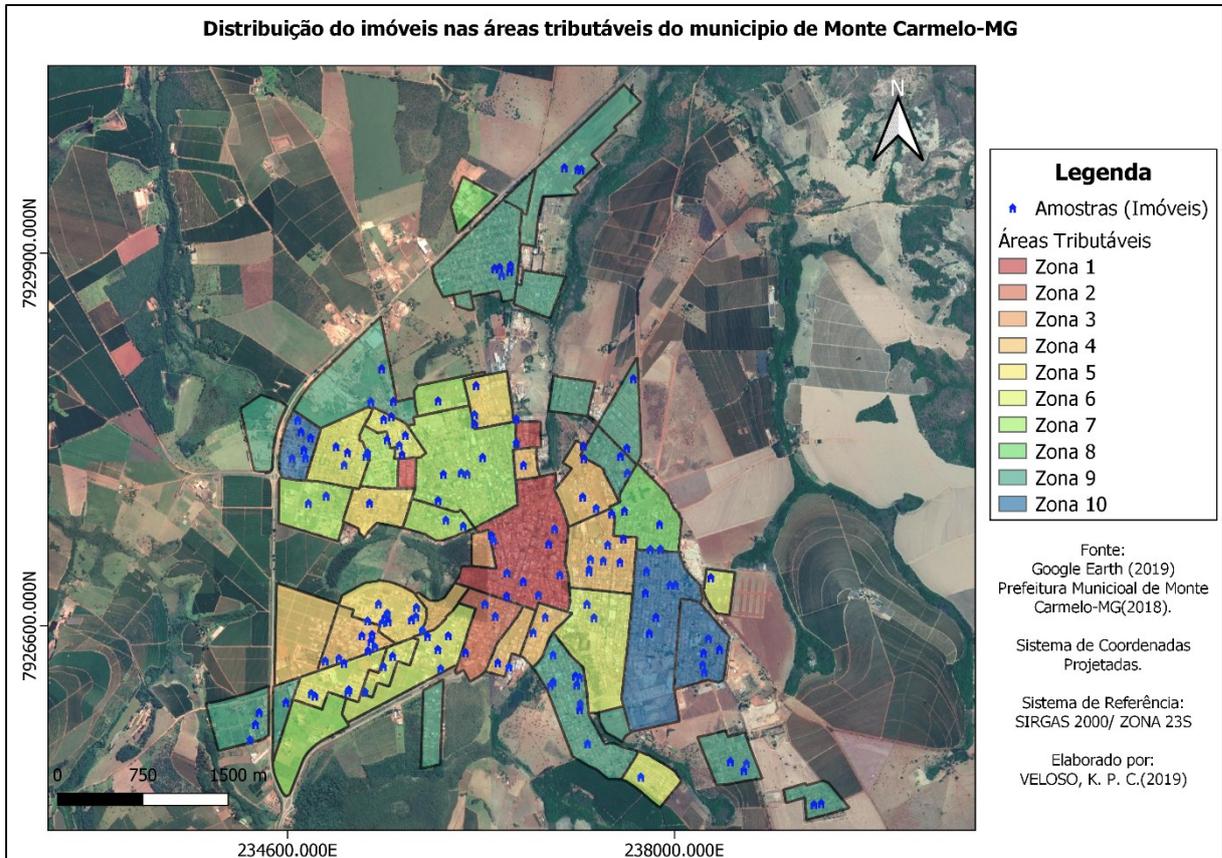
As Zonas Urbanas para os efeitos da cobrança de impostos tributários, são aquelas fixadas em Lei, e nas quais existem pelo menos dois dos seguintes melhoramentos, construídos ou mantidos pelo Poder Público como critérios:

- Meio-fio ou calçamento, com canalização de águas pluviais;
- Abastecimento de água;
- Sistema de esgotos sanitários;
- Rede de iluminação pública com ou sem o posteamento para distribuição domiciliar;
- Escola de pré-escolar, do ensino fundamental ou outros programas da função;
- Posto de Saúde a uma distância máxima de 3 km, do terreno considerado.

Esta mesma lei é seguida para a determinação do zoneamento tributável. Os fatores de melhoramos escolhidos neste trabalho foram unidades de saúde e escolas, que foram mapeados por lista disponibilizadas pela prefeitura e secretaria de educação de Monte Carmelo, que precisou ser conferidas em campo.

A Figura 5 apresenta a representação da 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. Foram utilizados os *softwares* Google Earth e QGIS 3.6 na execução do mapa.

Figura 5 – Distribuição espacial das amostras nas zonas tributáveis do município de Monte Carmelo – MG



Fonte: O autor.

## 5.5 Análise Geoestatística

### 5.5.1 Análise descritiva dos dados

Segundo Medri (2011), após a coleta das amostras deve-se fazer uma análise descritiva, que é denominado de Análise Exploratória de Dados (AED), cujo objetivo é examinar os elementos antes de alguma técnica estatística, de modo que se tenha uma percepção básica dos dados coletados. A AED consiste em resumir e organizar esses dados, utilizando gráficos, tabelas e medidas descritivas. Ao realizar um estudo com aplicação estatística em um conjunto de amostras, tem-se que considerar o tipo de variável, sendo qualitativas ou quantitativas.

Foi realizado a representação gráfica e tabulada dos dados, o cálculo das medidas descritivas, sendo as mais utilizadas as de tendência central (ou de posição) e as de dispersão (ou de variabilidade), além da curtose e as assimetrias. As medidas de posição utilizadas foram o máximo, mínimo, média aritmética, quartis e moda. Já as medidas de dispersão foram a

amplitude, variância, desvio padrão e coeficiente de variação. Além dessas medidas também se fez a avaliação do comportamento dos dados, por meio das medidas de assimetria e curtose.

### *5.5.2 Construção do semivariograma*

Para a construção do semivariograma foi necessário a utilização das coordenadas dos imóveis obtidos em UTM e seus respectivos valores, a partir disso foi feito o cálculo das semivariâncias, gerando o semivariograma, em sua representação gráfica. Para a aplicação de todos dos modelos experimentais utilizados no estudo (linear, esférico, exponencial e gaussiano), foi preciso fazer uma estimativa dos parâmetros (efeito pepita, alcance e patamar), para que houvesse a execução dos modelos.

Com a execução, cada modelo gerou os parâmetros e a suas respectivas curvas em representações gráficas, no qual já foi possível fazer uma análise visual dos modelos que se ajustaram melhor aos dados e com os parâmetros obtidos se fez a classificação quanto ao grau de dependência.

### *5.5.3 Validação de modelos de semivariograma*

Após a aplicação de todos os seis modelos experimentais do semivariograma, foi realizado a validação do modelo para determinar qual deles se ajusta melhor, e isto foi feito por meio do erro reduzido, escolhendo dentre os modelos o que apresentou o menor erro, esse é um critério da validação cruzada, que se faz quando trabalha com modelos experimentais do semivariograma.

Feito a escolha do modelo do semivariograma com melhor representatividade dos dados e que possui o menor erro reduzido de acordo com a validação, realizou-se a construção do mapa para a aplicação da krigagem, primeiramente se fez a determinação do dimensionamento do grid, inserindo as coordenadas de acordo com a área de estudo, em seguida foi definido o limite da área a ser aplicado a krigagem, sendo ela as coordenadas da malha urbana de Monte Carmelo-MG e por fim foi aplicada a função da interpolação da krigagem para a estimativa dos dados.

Todas as análises e aplicações geoestatísticas empregadas neste trabalho foram realizadas no R Core Team (2019).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise descritiva (Tabela 2) foi possível conhecer algumas características da amostra em estudo, como observar que os valores dos imóveis possuem concentração em torno de R\$ 182.122,30 com o valor máximo atingindo os R\$ 850 mil e o valor mínimo de R\$ 40 mil. O alto desvio padrão dos dados ocorreu devido a variabilidade e espacialização das amostras. O coeficiente de variação dos dados indica uma alta dispersão, com conjunto de dados heterogêneos.

Tabela 2 – Análise descritiva dos dados (Valor dos imóveis)

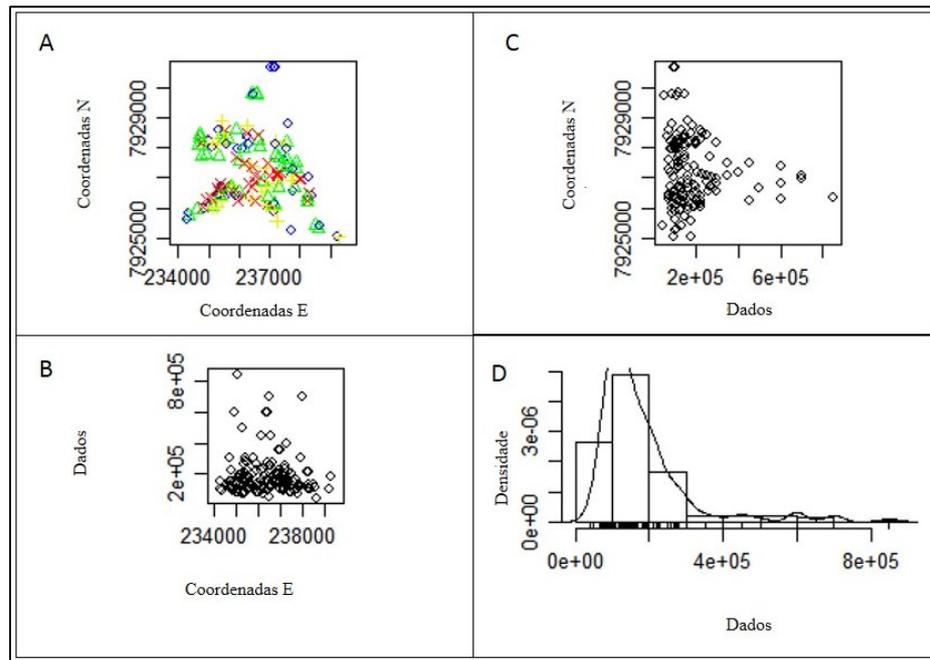
<b>Medidas de Posição</b>	
<b>Média</b>	R\$ 182.122,30
<b>Mediana</b>	R\$ 150.000,00
<b>Valor Máximo</b>	R\$ 850.000,00
<b>Valor Mínimo</b>	R\$ 40.000,00
<b>Medidas de Dispersão</b>	
<b>Desvio Padrão</b>	131.801,00
<b>Variância</b>	17.371.513.696
<b>Amplitude</b>	R\$ 810.000,00
<b>Coeficiente de variação</b>	72,37 %
<b>Outras Medidas</b>	
<b>Maior distância</b>	6.067,10 metros
<b>Menor distância</b>	6,13 metros
<b>Curtose</b>	10,8306
<b>Assimetria</b>	2,614771

Fonte: O autor.

Os dados de estudo apresentaram um coeficiente de assimetria igual a 2,614771, e de acordo com o teste estatístico D' Agostino - Pearson (valor-p =  $3,31 \times 10^{-16}$ ), há um indicativo de que os dados tenham uma distribuição assimétrica à direita. A medida de curtose dos dados foi de 10,8306 e conforme teste estatístico de curtose Anscombe - Glynn (valor-p =  $1,21 \times 10^{-08}$ ) os dados apresentaram uma distribuição mais "afunilada" (leptocúrtica).

A Figura 6 apresenta os gráficos da análise descritiva, gerados com o intuito de analisar o comportamento dos dados, distribuídos no perímetro urbano do município de Monte Carmelo-MG

Figura 6 – Gráficos da análise descritiva dos valores dos imóveis urbanos do município de Monte Carmelo-MG.



Fonte: O autor.

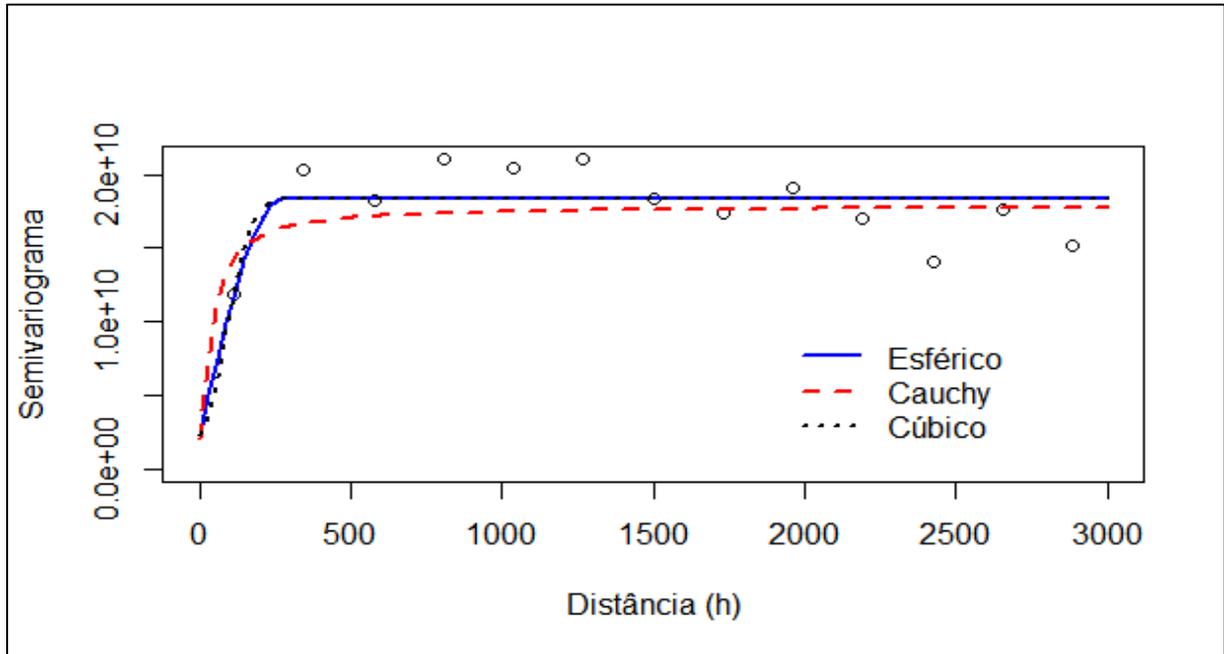
A Figura 6 possui quatro tipos de gráficos (A, B, C e D), o gráfico A corresponde aos quartis, que demonstram uma variabilidade na área de estudo, sendo assim pode ser analisado como uma não tendência de valores dos dados obtidos, e os gráficos B e C correspondem a distribuição dos dados ao decorrer das coordenadas x e y. O gráfico D representa o histograma, a partir desse é possível observar que os valores dos imóveis coletados, tem uma grande concentração entre R\$ 100 mil e R\$ 300 mil, e somente uma pequena parcela ultrapassa esses valores.

Após a análise descritiva realizada, foram aplicados todos modelos apresentados, dois não apresentaram resultados satisfatórios, sendo eles os modelos exponencial e gaussiano, além desses, o modelo linear também não se adequa aos dados, já que o comportamento do semivariograma não é linear.

Os modelos Esférico, Cúbico e Cauchy, foram os que modelaram de forma satisfatória o semivariograma, como pode ser notado na Figura 7. Observa-se por uma análise visual que a

curva dos modelos esférico e cúbico se ajustaram melhor aos dados de estudo.

Figura 7 - Semivariograma da variável valor do imóvel com os Modelos Esférico, Cauchy e Cúbico.



Fonte: O autor.

A Tabela 3 apresenta somente dados dos modelos que se ajustaram satisfatoriamente, nela tem os parâmetros de cada um, e seus respectivos graus de dependência, os três modelos estão na mesma classificação de variável com forte dependência espacial, por ter o efeito pepita menor que 25% do patamar. A Tabela 3 possui também os erros reduzidos de cada modelo, sendo que o modelo de menor erro foi o esférico, assim este foi o selecionado para caracterizar o semivariograma, de acordo com o critério de comparação de modelos aplicado neste estudo.

Tabela 3 – Parâmetros dos modelos do semivariogramas e validação dos modelos de acordo com o erro reduzido.

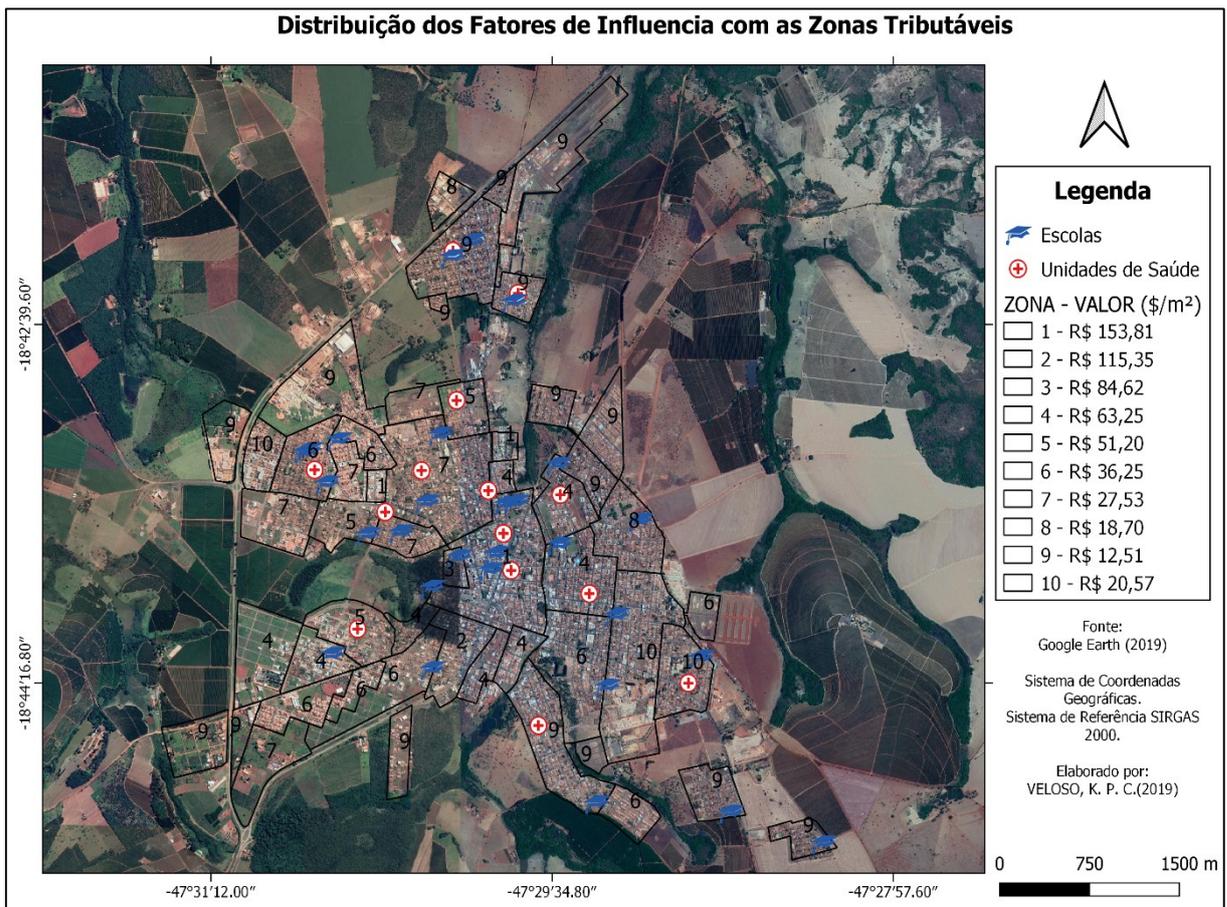
<b>Modelos experimentais do semivariograma</b>			
	<b>Esférico</b>	<b>Cúbico</b>	<b>Cauchy</b>
<b>Efeito Pepita</b>	$2,34 \times 10^9$	$2,35 \times 10^9$	$2,10 \times 10^9$
<b>Patamar</b>	$1,83 \times 10^{10}$	$1,83 \times 10^{10}$	$1,81 \times 10^{10}$
<b>Alcance</b>	$2,74 \times 10^2$	$2,89 \times 10^2$	$2,64 \times 10^2$
<b>Erro Reduzido</b>	0,0008	0,0024	0,0014
<b>Dependência espacial</b>	12,57 %	12,84 %	11,60%

Fonte: O autor.

No mapa da Figura 8, apresenta-se a classificação do valor por metro quadrado de cada zona fiscal, do zoneamento tributável do município de Monte Carmelo – MG, com a distribuição espacial dos fatores favoráveis a influência do valor do imóvel escolhido (unidades de saúde e escolas), de acordo com a lei nº 082 de 30 dezembro de 1997. Pode-se observar que o valor tributável da zona, diminui conforme se afasta do pólo central do município. Tendo as extremidades da malha urbana apresentado menor valor tributário.

As zonas tributáveis não mostraram continuidade espacial, além disso há bairros vizinhos com valores tributários, discrepantes bem consideráveis. Os fatores que influenciaram o valor tributável da zona têm uma maior concentração na parte central. Porém há outras regiões que possuem um valor alto e não possuem esses fatores que os justifiquem.

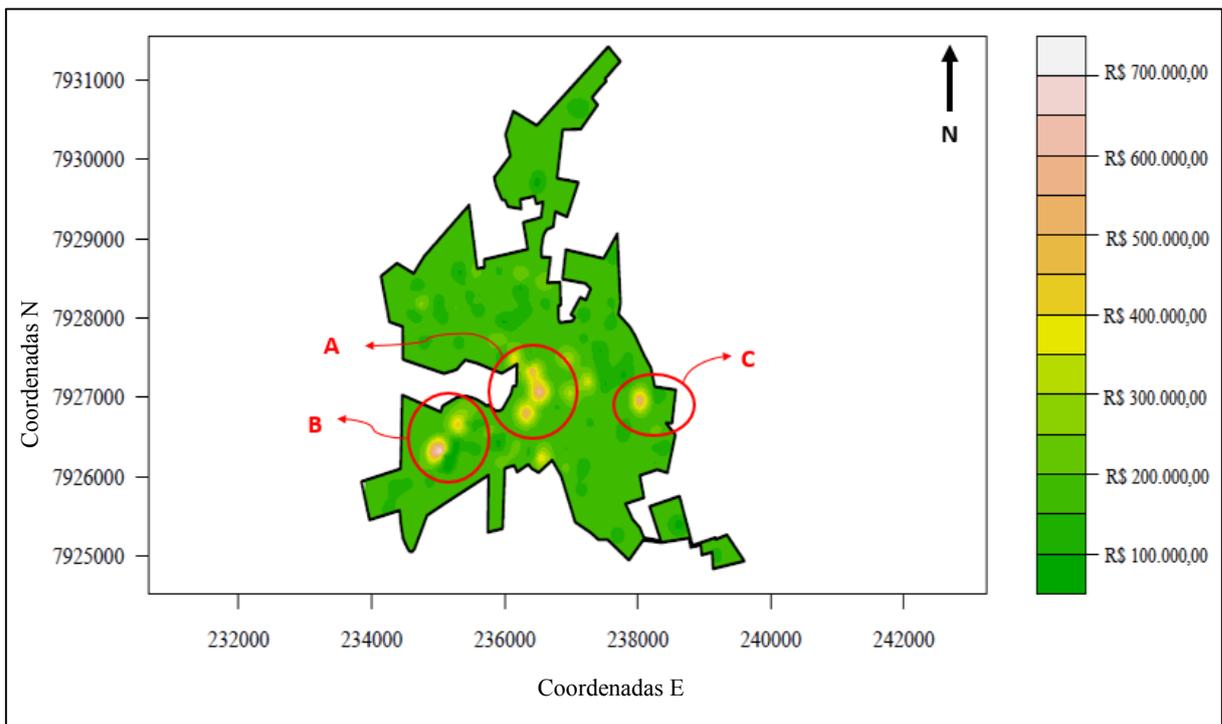
Figura 8 - Classificação das zonas tributáveis e fatores de influência no município de Monte Carmelo – MG



Fonte: O autor.

Após a aplicação do interpolador krigagem, obteve-se como resultados (Figura 9) os valores estimados dos imóveis urbanos do município de Monte Carmelo - MG, os valores estão classificados em uma paleta de cores do verde ao branco, com intuito de mostrar as variabilidades dos valores presentes.

Figura 9 – Mapa de krigagem dos valores estimados, com áreas destacadas em vermelho (A, B e C) dos imóveis urbanos do município de Monte Carmelo - MG



Fonte: O Autor

As áreas destacadas em vermelho (A, B e C), indicam os maiores valores estimados do imóvel urbano. A área A está localizada na região central do município, fato que justifica os altos valores encontrados, a relação existente dessa região com o mapa de zoneamento tributário e os fatores de influência favoráveis justifica a valoração dos imóveis por ter o maior valor por metro quadrado e uma concentração maior dos polos de influência (escolas e postos de saúde).

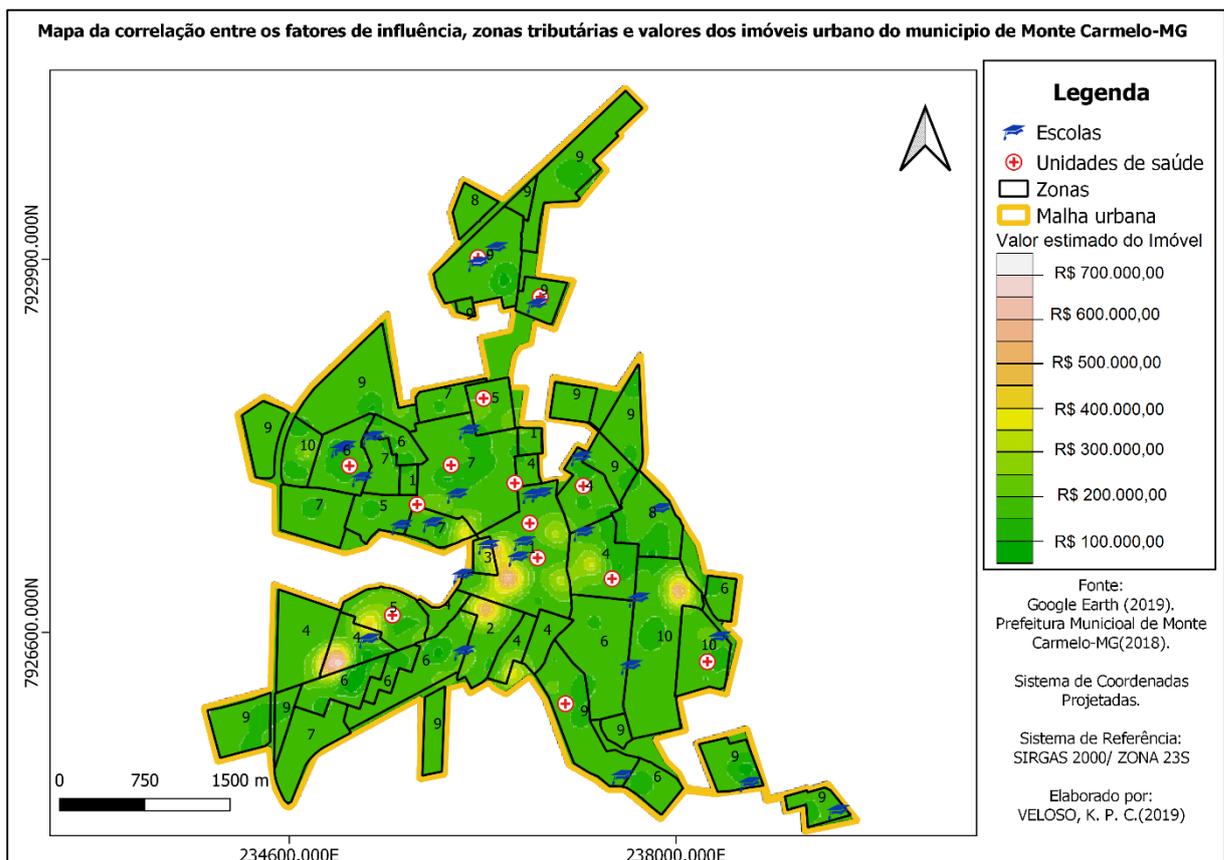
A área B está localizada na região do bairro Jardim Zeni, zona tributária 4. Esta área não possui uma quantidade considerada de fatores favoráveis que fundamente o elevado valor dos imóveis e nem sua classificação, porém é um local com imóveis de alto padrão, sendo considerado um bairro nobre.

A área C está situada na região do bairro Vila Nova, e diferente das outras duas áreas, não apresenta características que justifiquem os altos valores observados uma vez que, o bairro

pertence a zona 10 que apresenta um dos menores valores atribuídos ao metro quadrado, existindo muito poucos fatores de influência que contribuam com esse preço. A maioria do valor estimado do imóvel urbano do município, está próximo a R\$ 250.000,00.

A Figura 10 representa a correlação da superfície gerada dos valores estimados dos imóveis urbanos do município, por meio uso da geostatística, tendo como interpolador a krigagem ordinária, com os fatores de influência favoráveis a localização, as unidades de saúde e as escolas, apresentando como fatores desfavoráveis a ausência deles. Foi representado também a delimitação das zonas tributárias pertencentes a Monte Carmelo-MG. Observando a correlação entre eles, apenas a parte central do município justifica o alto valor dos imóveis considerando a zona tributária e os fatores de influência.

Figura 10 – Mapa da correlação entre os fatores de influência, zonas tributárias e os valores estimados dos imóveis urbano do município de Monte Carmelo-MG



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da geoestatística para a estimativa do valor do imóvel urbano no perímetro do município de Monte Carmelo - MG possibilitou ter uma noção do mercado imobiliário da cidade, e buscar uma relação entre esses valores e os fatores de influência relacionados à localização e às áreas tributáveis. Porém nos valores dos imóveis obtidos, houve uma limitação, pois nas amostras não foram disponibilizados os fatores de homogeneização a topografia, zona tributária, valor do imóvel, estado de conservação, área construída e área do terreno, necessários para deixar apenas o valor da localização, portanto os valores dos imóveis aplicados no estudo são brutos.

A relação dos polos de influência, com o zoneamento tributário, apresentou certa incoerência uma vez que, apesar de ter algumas regiões que justifiquem o seu valor como por exemplo a região central, outras não se justificam. Alguns bairros que não possuem infraestrutura favorável estão classificados no mesmo zoneamento ou até em uma classe superior à de um bairro beneficiado por esses serviços. Nota-se também a formação de “ilhas” de zoneamento, o que não é justificado visto que, os bairros possuem as mesmas vizinhanças e serviços do poder público, levando a concluir que, no município em estudo, as áreas tributárias são possivelmente determinadas a partir do padrão construtivo e classe social.

A estimativa dos valores dos imóveis urbanos, para esse estudo, feito através do interpolador krigagem, apresentou-se de certa forma eficiente e satisfatória. A análise possibilitou uma representação cartográfica dos dados, de forma que pudesse ser identificado na malha urbana a distribuição dos valores estimados dos imóveis do município de Monte Carmelo-MG.

Uma limitação observada neste estudo deve-se ao número, distribuição e heterogeneidade das amostradas. Fato que possivelmente contribuiu para o desvio padrão observado durante a análise descritiva dos dados.

## REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14.653-01: Avaliação de Bens Parte 1: Procedimentos Gerais**. Rio de Janeiro, 30 maio 2001. Disponível em: <<http://bittarpericias.com.br/wp-content/uploads/2017/02/Avaliacao-Bens-Procedimentos-Gerias-NBR-14653-1.pdf>>. Acesso em: Abril/2019.

\_\_\_\_\_. **2º Projeto de revisão da NBR 14.653-02: Avaliação de bens parte 2: Imóveis Urbanos**. Rio de Janeiro, Disponível em: <<http://bittarpericias.com.br/wp-content/uploads/2017/02/Avaliacao-Bens-Imoveis-Urbanos-Procedimentos-Gerias-NBR-14653-2.pdf>> Acesso em: Abril/2019

ARRAES, R. A.; SOUSA FILHO, E. **Externalidades e formação de preços no mercado imobiliário urbano brasileiro**. Economia Aplicada, v. 12, n. 2, p. 289-319, 2008.

BICALHO, B. C. D. **Modelos Espaço-Temporais: Estudo de Casos**. 2008. 176p. Dissertação. (Mestrado em Estatísticas). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2008.

BRAGA, T. F. L. **Valoração de Imóveis no Rio Grande do Sul: Uma análise a partir de regressão Espacial**. 2010. 83p. Dissertação. (Mestrado em Ciências Econômicas) Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo. 2010.

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: Maio/2019.

COUTO, P. M. C. M. **Avaliação patrimonial de imóveis para habitação**. 2007. 542p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada). Universidade do Porto. Porto. 2007.

DANTAS, R.; MAGALHÃES, A.; VERGOLINO, J. **Avaliação de imóveis: a importância dos vizinhos no caso de Recife**. Economia Aplicada, vol. 11, n. 2, p. 231-251, 2007. ISSN 1413-8050.

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. 255 p.

GOMES, N. M. et al. **Variabilidade espacial de atributos físicos do solo associados ao uso e ocupação da paisagem**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande. v.11, n.4, p.427–435, 2007.

GUEDES, L. P. C. et al. **Anisotropia para analisar a variabilidade espacial de algumas variáveis químicas do solo**. Física do solo, 2008.

GUIMARAES, E. D. **Geoestatística Básica e Aplicada**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. 2004. 78p.

HONGYU, K. **Seleção e ajuste de modelos espaciais de semivariograma aplicados a dados do pH do solo**. 2012. 14p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisões **Regionais do Brasil, 2015**. Disponível em: <[https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/default\\_div\\_int.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/default_div_int.shtm)>. Acesso em: Abril/ 2019.

INEAPE – Instituto Nacional de Engenharia de Avaliação e Perícia. **Regulamento de Honorários**. Disponível em: <<http://www.ineape.com.br/>>. Acesso em: Abril/2019.

JACOMO, C. A. **Modelos Geoestatísticos Espaço-Tempo aplicados a dados pluviométricos no Oeste do estado de São Paulo**. 2011. 109p. Dissertação. (Mestrado em Ciências Cartográficas) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente. 2011.

LANDIM P.M.B. **Sobre Geoestatística e mapas**. Terræ Didática, 2(1):19-33. 2006. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>> Acesso em: Maio/2019.

MEDRI, W. **Análise exploratória de dados**. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas(CCE). Departamento de Estatística. Curso de especialização em Estatística. Londrina. 2011. 78p.

MELLO, J. M. et. al. **Ajuste e seleção de modelos espaciais de semivariograma visando à estimativa volumétrica de Eucalyptus grandis**. SCIENTIA FORESTALIS. n. 69, p.25-37, dez. 2005.

MICHEL, R. **Avaliação em massa de imóveis com o uso de inferência estatística e análise de superfície de tendência.** 2004. 91p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2004.

R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RANGEL, L. A. D; GOMES, L. F. A. M. **Determinação do valor de referência do aluguel de imóveis residenciais empregando o método TODIM.** Pesquisa Operacional, 27 v., n.2, Rio de Janeiro, 2007.

REIS, P. J. P. [**Avaliação de Imóveis**]. Monte Carmelo, 17 maio 2019. Depoimento concedido a Keliton Pereira Canabrava Veloso.

SILVA, E. **Cadastro técnico multifinalitário: Base fundamental para avaliação em massa de imóveis.** 2006. 220p. Dissertação. (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MONTE CARMELO. **HISTÓRICO 2015.**

TRIVELLONI, C. A. P. **Métodos para determinação do valor da localização com o uso de técnicas inferenciais e geoestatísticas na avaliação em massa de imóveis.** 2005. 172p. Dissertação. (Doutorado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2005.

VIEIRA, G. J. **Avaliação de imóveis urbanos para fins de compra e venda na cidade de Monte Carmelo (MG) baseado em análise de regressão linear múltipla.** 2018. 68p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica) – Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2018.

YAMAMOTO, J. K; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística: conceitos e aplicações.** Sao Paulo: Oficina de Textos. 2013. 215p. ISBN 9788579750779.

\_\_\_\_\_. 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: <file:///C:/Users/User/Documents/Downloads/DECRETO-N-2036-2017-DISPOE-SOBRE-O-CALCULO-E-ARRECADACAO-DO-IPTU-EXERCICIO-2018.pdf>. Acesso em: 30 Abril 2019.

\_\_\_\_\_. 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: <file:///C:/Users/User/Documents/Downloads/LEI-COMPLEMENTAR-N-50-2017-ALTERA-ARTIGOS-DA-LEI-N-082-1997-IPTU.pdf>. Acesso em: 30 Abril 2019.

**ANEXO A – Zoneamento das áreas tributáveis do município.**

<b>ZONA</b>	<b>BAIRROS</b>
<b>1</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CENTRO</li> <li>2. CONDOMÍNIO GOMES AGUIAR</li> <li>3. RESIDENCIAL JARDIM DO CERRADO</li> <li>4. RESIDENCIAL RECANTO DO ARARI</li> </ol>
<b>2</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. BATUQUE,</li> <li>2. TAMBORIL</li> </ol>
<b>3</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. LANGONI</li> </ol>
<b>4</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. JARDIM ZENI,</li> <li>2. PROLONGAMENTO JARDIM ZENI,</li> <li>3. RESIDENCIAL JARDIM ZENI II,</li> <li>4. BATUQUE NOVO,</li> <li>5. BELVEDERE,</li> <li>6. BELVEDERE II,</li> <li>7. DONA QUITA,</li> <li>8. EXPANSAO BAIRRO BELVEDERE,</li> <li>9. BELO HORIZONTE,</li> <li>10. EXTENSAO B. VIRGILIO ROSA,</li> <li>11. PROGRESSO,</li> <li>12. VIRGILIO ROSA,</li> <li>13. RESIDENCIAL VIRGINIA ROSA,</li> <li>14. TRIÂNGULO</li> </ol>
<b>5</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. JARDIM DOS IPÊS</li> <li>2. MORADA NOVA</li> <li>3. LAMBARI</li> </ol>
<b>6</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. BOA VISTA IV,</li> <li>2. CAMPOS ELÍSEOS,</li> <li>3. MUNDO NOVO I,</li> <li>4. RESIDENCIAL COSTA SUL,</li> <li>5. VILLA ITÁLIA,</li> <li>6. NOSSA SENHORA DE FÁTIMA,</li> <li>7. PLANALTO,</li> <li>8. RESIDENCIAL BELA SUIÇA,</li> <li>9. RESIDENCIAL JOAO TEODORO BORGES,</li> <li>10. RESIDENCIAL PLANALTO</li> <li>11. CIDADE JARDIM III,</li> <li>12. CATULINA M. DE CASTRO I,</li> <li>13. CATULINA M. DE CASTRO II,</li> <li>14. CATULINA M. DE CASTRO III.</li> </ol>
<b>7</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CIDADE JARDIM,</li> <li>2. DO CARMO,</li> <li>3. DO CARMO II,</li> <li>4. DO CARMO IV,</li> <li>5. BOA VISTA,</li> <li>6. BOA VISTA II,</li> <li>7. BOA VISTA III,</li> <li>8. VIVENDAS DO BOSQUE,</li> <li>9. MUNDO NOVO II.</li> </ol>

<b>ZONA</b>	<b>BAIRROS</b>
<b>8</b>	2. DISTRITO INDUSTRIAL, 3. AEROPORTO, 4. AEROPORTO II, 5. AEROPORTO III.
	1. IPIRANGA, 2. JARDIM BOUGANVILLE, 3. OPERÁRIO, 4. RESIDENCIAL JARDIM IPIRANGA II, 5. ALTO DA BELA ITÁLIA, 6. NOSSO RECANTO, 7. JARDIM MONTREAL, 8. JARDIM AMÉRICO, 9. VILA DOURADA, 10. ARTHUR ROSA PENA,
<b>9</b>	11. CONJ. HABIT. JARDIM UNIAO CARMELITANA, 12. JARDIM ORIENTE, 13. SANTA RITA DE CÁSSIA, 14. SINDONIO CARDOSO NAVES, 15. EXPANSÃO URBANA, 16. MANSÕES FIDALGAS, 17. ALTO DA LAGOINHA, 18. CAMPESTRE, 19. CHÁCARAS DO TREVO, 20. CHÁCARAS JARDIM ORIENTE, 21. FIDALGO, 22. LAGOINHA, 23. SANTO AGOSTINHO, 24. SAO SEBASTIÃO, 25. LAGOINHA III.
<b>10</b>	1. ALTO VILA NOVA, 2. DO TREVO, 3. MORA DO SOL, 4. CELSO BUENO.

Fonte: Adaptada do Decreto nº 2133 de 26 de dezembro de 2018

**APÊNDICE A - Localização e valores do imóveis urbanos de Monte Carmelo – MG**

<b>Imóvel</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Valor imóveis</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>	<b>Zona</b>
1	236670,785	7926997,789	275.000,00	200	1
2	236524,738	7926869,019	250.000,00	170	1
3	236163,003	7926368,72	224.610,00	257	1
4	236390,615	7927406,186	195.000,00	95	1
5	236893,51	7927330,133	160.000,00	90	1
6	236609,817	7928225,475	125.000,00	65	1
7	236609,728	7928437,153	250.000,00	97	1
8	235252,853	7926518,298	190.000,00	285	4
9	235306,715	7926384,536	70.000,00	120	4
10	235095,813	7926273,949	75.000,00	140	6
11	235332,719	7926468,471	75.000,00	154	4
12	236447,072	7926278,029	155.000,00	150	4
13	235523,109	7926336,273	96.000,00	57	6
14	235829,414	7926513,554	94.000,00	312	6
15	236012,246	7926517,734	143.000,00	134	6
16	235920,798	7926396,47	75.000,00	122	6
17	237744,077	7926896,148	160.000,00	118	10
18	237447,412	7927597,064	75.000,00	60	4
19	237192,629	7927747,494	125.000,00	135	4
20	236672,4	7928029,035	150.000,00	140	4
21	237520,08	7927170,208	82.000,00	136	4
22	235484,255	7926645,318	160.000,00	160	5
23	235341,929	7926527,172	260.000,00	200	4
24	235454,369	7926679,849	80.000,00	120	5
25	235688,011	7926659,558	130.000,00	95	5
26	234839,327	7925984,062	87.000,00	175	6
27	235138,242	7926039,421	102.000,00	203	6
28	237778,511	7926539,166	96.000,00	88	10
29	237836,026	7926681,524	125.000,00	264	10
30	236313,765	7928097,438	100.000,00	215	7
31	236243,291	7928392,68	66.000,00	95	5
32	235968,816	7927948,607	80.000,00	130	7
33	235923,207	7927714,405	265.000,00	150	7
34	235319,95	7927690,896	115.000,00	125	5

<b>Imóvel</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Valor imóveis</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>	<b>Zona</b>
35	235025,857	7928191,579	80.000,00	280	6
36	234742,808	7928163,205	300.000,00	130	10
37	234717,346	7928324,473	145.000,00	120	10
38	234801,958	7928272,454	220.000,00	240	10
39	235473,679	7928253,597	120.000,00	160	7
40	235635,015	7928292,857	140.000,00	110	6
41	235444,065	7928435,794	150.000,00	110	6
42	238255,032	7926364,177	110.000,00	170	10
43	238395,211	7926398,503	95.000,00	170	10
44	237868,468	7927504,258	120.000,00	110	8
45	237581,17	7928179,744	120.000,00	210	9
46	237166,315	7925863,366	100.000,00	165	9
47	237129,58	7926161,097	150.000,00	95	9
48	238490,64	7925402,762	130.000,00	80	9
49	238609,322	7925324,484	110.000,00	97	9
50	237524,651	7928108,828	200.000,00	120	9
51	234350,206	7925837,282	90.000,00	126	9
52	234317,927	7925732,787	150.000,00	70	9
53	234585,227	7925927,4	125.000,00	106	9
54	239225,868	7925020,777	95.000,00	120	9
55	239288,757	7925032,601	180.000,00	180	4
56	235945	7926225	220.000,00	140	7
57	237876	7927285	110.000,00	150	8
58	237753	7927088	160.000,00	100	10
59	235991	7927542	120.000,00	70	7
60	235732	7926769	190.000,00	120	5
61	235476	7926716	270.000,00	150	5
62	238247	7926261	210.000,00	120	10
63	236334	7926799	600.000,00	200	2
64	236125	7927960	90.000,00	140	7
65	237140	7926082	110.000,00	150	9
66	237787	7927284	70.000,00	100	8
67	236758	7926546	200.000,00	170	4
68	236528	7927074	700.000,00	300	1
69	236992	7927057	350.000,00	150	1

<b>Imóvel</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Valor imóveis</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>	<b>Zona</b>
70	236144	7927489	450.000,00	200	7
71	236933	7926108	220.000,00	150	9
72	235332	7928589	70.000,00	120	9
73	235582	7928205	180.000,00	120	6
74	235288	7928108	200.000,00	120	6
75	235303	7928139	200.000,00	200	7
76	237374	7927181	210.000,00	150	4
77	235728	7926687	120.000,00	180	5
78	235431	7926634	280.000,00	300	5
79	235051	7926317	850.000,00	80	4
80	235443	7926245	200.000,00	150	6
81	236804	7926878	135.000,00	400	1
82	238008	7926967	700.000,00	180	10
83	234808	7926006	220.000,00	180	6
84	235128	7926016	190.000,00	60	6
85	234270	7925594	100.000,00	120	9
86	237413	7927323	120.000,00	130	4
87	238298	7926493	210.000,00	280	10
88	236946	7927464	350.000,00	180	1
89	236425	7926690	270.000,00	140	2
90	235303	7926649	500.000,00	220	5
91	235368	7926417	150.000,00	225	4
92	237961	7926967	300.000,00	160	10
93	237250	7927105	230.000,00	412	4
94	234931	7926294	600.000,00	100	4
95	237166	7926148	85.000,00	120	9
96	237311	7927647	150.000,00	70	4
97	235282	7926018	160.000,00	106	6
98	238261	7926195	130.000,00	180	10
99	236243	7928476	230.000,00	150	5
100	236909	7926076	200.000,00	160	9
101	238632	7925385	40.000,00	50	9
102	236178	7927950	120.000,00	240	7
103	234640	7928090	120.000,00	200	10
104	235097	7928030	100.000,00	250	6

<b>Imóvel</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Valor imóveis</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>	<b>Zona</b>
105	234938	7927756	150.000,00	200	7
106	234782	7927690	115.000,00	200	7
107	235399	7926800	300.000,00	150	5
108	236864	7926681	200.000,00	300	4
109	237171	7925915	160.000,00	240	9
110	237230,545	7926798,095	160.000,00	200	6
111	237292,317	7926677,441	130.000,00	140	6
112	237585,697	7927959,466	100.000,00	200	9
113	236481,445	7929709,817	50.000,00	160	9
114	237235,596	7925560,792	180.000,00	100	9
115	234757,118	7928095,202	150.000,00	175	10
116	237248,591	7927085,483	250.000,00	200	4
117	235785,145	7926566,783	300.000,00	180	4
118	237260,407	7927195,523	400.000,00	250	4
119	236409,688	7927359,268	600.000,00	120	1
120	234689,539	7928428,518	110.000,00	90	10
121	236544,93	7926241,43	450.000,00	200	4
122	236932,649	7926347,74	140.000,00	150	9
123	237704,279	7925266,138	100.000,00	100	6
124	237148,963	7930650,432	100.000,00	110	9
125	237032,294	7930664,485	100.000,00	120	9
126	237176,524	7930643,91	95.000,00	64	9
127	237181,145	7930647,944	95.000,00	64	9
128	236558,204	7929798,826	120.000,00	64	9
129	236420,141	7929770,702	150.000,00	120	9
130	236463,045	7929780,467	90.000,00	150	9
131	236551,299	7929746,335	110.000,00	80	9
132	236256,079	7928733,706	185.000,00	154	5
133	238318,29	7927032,354	95.000,00	200	6
134	237637,51	7928794,043	85.000,00	68	9
135	237198,215	7928198,101	200.000,00	64	4
136	235426,482	7928883,735	165.000,00	180	9
137	235530	7928594,242	220.000,00	200	9
138	235511,288	7928459,375	180.000,00	100	9
139	235125,994	7928140,227	170.000,00	120	6

<b>Imóvel</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Valor imóveis</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>	<b>Zona</b>
140	235605,668	7928121,694	95.000,00	75	6
141	237202,947	7928086,77	95.000,00	60	4
142	237550,966	7927375,161	120.000,00	145	4
143	237560,104	7927623,034	150.000,00	200	8
144	235922,542	7928598,509	130.000,00	185	7

Fonte: O autor.