

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

**IVANIR DA SILVEIRA NEVES JUNIOR
WESLEY ASSIS DAMASCENO**

**PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DE EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES NA CIDADE
DE CARATINGA - MG**

CARATINGA

2019

IVANIR DA SILVEIRA NEVES JUNIOR

WESLEY ASSIS DAMASCENO

FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA

**PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DE EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES NA CIDADE
DE CARATINGA - MG**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Civil das Faculdades DOCTUM de
Caratinga, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.**

**Área de concentração: Avaliação de
Imóveis.**

**Orientador: Prof. João Moreira de
Oliveira Junior**

CARATINGA

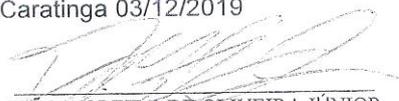
2019

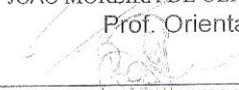
TERMO DE APROVAÇÃO

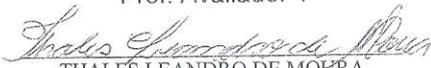
O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DE EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES NA CIDADE DE CARATINGA - MG, elaborado pelo(s) aluno(s) IVANIR DA SILVEIRA NEVES JUNIOR e WESLEY ASSIS DAMASCENO foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA CIVIL das FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

Caratinga 03/12/2019


JOÃO MOREIRA DE OLIVEIRA JÚNIOR
Prof. Orientador


VITÓRIA IRMA GONÇALVES LOPES DE F. FREITAS
Prof. Avaliador 1


THALES LEANDRO DE MOURA
Prof. Examinador 2



FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA

FICHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DE EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES NA CIDADE DE CARATINGA - MG, elaborado pelos alunos IVANIR DA SILVEIRA NEVES JÚNIOR e WESLEY ASSIS DAMASCENO foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceita pelo curso de Engenharia Civil das Faculdades Doctum de Caratinga, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

Caratinga, ____ de _____ 20__

Prof. Orientador

Prof. Examinador 1

Prof. Examinador 2

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me proporcionado esta oportunidade, saúde e força para superar dificuldades.

Ao meu orientador, professor João Moreira de Oliveira Júnior e a professora Bárbara Dutra, pela orientação e tempo disponibilizado.

À minha família, por terem me apoiado em todos esses anos de faculdade.

Aos meus amigos, por todo o suporte e amizade oferecida.

E a todos que contribuíram na minha formação e na realização desse trabalho.

Ivanir da Silveira Neves Júnior

AGRADECIMENTOS

A Deus,

Pela força espiritual para a realização desse trabalho.

Aos meus pais, Lucia e Vicente,

Pelo eterno orgulho de nossa caminhada, pelo apoio, compreensão, ajuda, e, em especial, por todo carinho ao longo desse percurso.

Aos meus irmãos, Lucineia, Suzete e Welisson.

Aos meus cunhados Eduardo e Eleanildo.

Aos meus amigos e colegas de curso,

Pela cumplicidade, ajuda e amizade.

Aos professores, João Moreira e Bárbara Dutra,

Pela orientação desse trabalho.

RESUMO

A área de Engenharia de Avaliações no Brasil está crescendo cada vez mais com a ajuda de profissionais de engenharia que dão o seu melhor e aplicam as melhores técnicas de avaliação de imóveis. Além de precisar o valor de um bem imóvel, a Engenharia de Avaliações procura por respostas para questões tais como: Quais são as preferências do mercado? Quais são as variáveis que influenciam de maneira significativa na formação do preço? Qual o valor de reprodução de um bem avaliando? Qual o comportamento do mercado? Este trabalho tem como objetivo a criação de uma modelo matemático para avaliação de edificações multifamiliares na cidade de Caratinga MG, através de análise de mercado. A metodologia deste trabalho realizou a pesquisa de imóveis em seis diferentes bairros da cidade de Caratinga, tendo como comparação 18 apartamentos sendo 3 em cada bairro. A comparação dos imóveis atentou-se as características de cada imóvel, cabendo a sua localização descrevendo todos os dados que influenciam no valor final da avaliação do mesmo. Após amostras realizadas e aplicação dos dados obtidos no modelo criado, verificou-se que houve regressão existindo uma correlação entre as variáveis, conforme comprovado através do R^2 , tendo a possibilidade da utilização da equação, tendo base matemática, assim sendo, haverá critério para avaliação dos imóveis. O modelo aplicado verificou que as variáveis que mais implicam no valor do imóvel é refere ao m^2 , localização e vaga de garagem respectivamente. Sendo assim, concluímos que o modelo de criação através do método de regressão linear, mostrou-se eficaz na avaliação de imóveis multifamiliar

Palavras-chave:

Imóveis multifamiliar; Avaliação de imóveis, Regressão linear; Engenharia de Avaliação

ABSTRACT

The Appraisal Engineering area in Brazil is growing increasingly with the help of engineering professionals who do their best and apply the best real estate appraisal techniques. In addition to specifying the value of a property, Appraisal Engineering looks for answers to questions such as: What are the market preferences? What are the variables that significantly influence price formation? What is the reproduction value of a valuing asset? What is the market behavior? This work aims to create a mathematical model for the evaluation of multifamily buildings in the city of Caratinga MG, through market analysis. The methodology of this work carried out the research of real estate in six different neighborhoods of the city of Caratinga, comparing 18 apartments and 3 in each neighborhood. The comparison of the properties took into consideration the characteristics of each property, fitting its location describing all the data that influence the final value of the property evaluation. After samples made and application of the data obtained in the created model, it was verified that there was regression and there was a correlation between the variables, as confirmed by R^2 , having the possibility of using the equation, having a mathematical basis, therefore, there will be criteria for evaluation. of real estate. The applied model verified that the variables that most imply the value of the property is the m², location and parking space respectively. Thus, we conclude that the model of creation through the linear regression method was effective in the evaluation of multifamily properties.

Key words:

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Intervalo de confiança.....	19
Figura 2 - Indicadores de multicolinearidade	22
Figura 3 - Pontos Influenciantes.....	23
Figura 4 - Outliers.....	24
Figura 5 - Amostra 01: Imóvel Multifamiliar, bairro Centro.....	29
Figura 6 - Amostra 02: Imóvel Multifamiliar, bairro Centro.....	30
Figura 7 - Amostra 03: Imóvel Multifamiliar, bairro Centro.....	31
Figura 8 - Amostra 04: Imóvel Multifamiliar, bairro Dario Grossi.....	32
Figura 9 - Amostra 05: Imóvel Multifamiliar, bairro Dario Grossi.....	33
Figura 10 - Amostra 6: Imóvel Multifamiliar, bairro Dario Grossi.....	34
Figura 11 - Amostra 07: Imóvel Multifamiliar, bairro Limoeiro.....	35
Figura 12 - Amostra 08: Imóvel Multifamiliar, bairro Limoeiro.....	36
Figura 13 - Amostra 09: Imóvel Multifamiliar, bairro Limoeiro.....	37
Figura 14 - Amostra 10: Imóvel Multifamiliar, bairro Santa Zita.....	38
Figura 15 - Amostra 11: Imóvel Multifamiliar, bairro Santa Zita.....	39
Figura 16 - Amostra 12: Imóvel Multifamiliar, bairro Santa Zita.....	40
Figura 17 - Amostra 13: Imóvel Multifamiliar, bairro Esplanada.....	41
Figura 18 - Amostra 14: Imóvel Multifamiliar, bairro Esplanada.....	42
Figura 19 - Amostra 15: Imóvel Multifamiliar, bairro Esplanada.....	43
Figura 20 - Amostra 16: Imóvel Multifamiliar, bairro Nossa Senhora Aparecida.....	44
Figura 21 - Amostra 17: Imóvel Multifamiliar, bairro Nossa Senhora Aparecida.....	45
Figura 22 - Amostra 18: Imóvel Multifamiliar, bairro Nossa Senhora Aparecida.....	46
Figura 23 - Imóvel para teste, bairro Floresta.....	47
Figura 24 - Imóvel para teste, bairro Salatiel.....	48
Figura 25 - Imóvel para teste, bairro rodoviários.....	49
Figura 26 - Gráfico de plotagem de resíduos.....	53
Figura 27 - Plotagem de resíduos do banheiro.....	53
Figura 28 - Plotagem de Resíduos dos quartos.....	54
Figura 29 - Plotagem de resídios das vagas de garagem.....	54
Figura 30 - Plotagem de Resíduos da localização.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Grau de relação linear entre X e Y.....	20
Tabela 2 - Valores da distribuição normal.....	23
Tabela 3 - Grau de fundamentação de modelos de regressão linear.....	25
Tabela 4 - Enquadramento do grau de fundamentação em modelos de regressão linear	25
Tabela 5 - Grau de precisão da estimativa de valor para modelos de regressão linear	26
Tabela 6 - Planilha de Dados para cálculo	50
Tabela 7 - Resumo de resultado	51
Tabela 8 - Tabela de coeficientes	51
Tabela 9 - Tabela de Resíduos.....	52
Tabela 10 - Tabela de testes.....	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Contextualização	9
1.2	Objetivos	10
1.2.1	Objetivo geral	10
1.2.2	Objetivo específico	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1	Avaliação de imóveis	11
2.2	Normas e legislações brasileiras	11
2.3	Processos de Avaliação	13
2.4	Métodos de Avaliação	13
2.5	Vistoria de imóveis	14
2.6	Particularidades de imóveis urbanos	14
2.7	Engenheiro de Avaliações	15
2.8	Método de Regressão Linear Múltipla	16
2.8.1	Tipos de variáveis	17
2.8.2	Intervenção Estatística	18
2.8.2.1	Intervalos de confiança	19
2.8.3	Explicação do modelo	20
2.8.4	Autocorrelação	21
2.8.5	Multicolinearidade	22
2.8.6	Normalidade	22
2.8.7	Pontos atípicos	23
2.8.7.1	Pontos Influenciantes	23
2.8.7.2	Outliers	24
2.8.8	Grau de fundamentação e precisão	24

3	METODOLOGIA	27
3.1	Imóveis selecionados.....	28
3.1.1	Imóveis Centro.....	28
3.1.2	Imóveis Dário Grossi	31
3.1.3	Imóveis Limoeiro.....	34
3.1.4	Imóveis Santa Zita	37
3.1.5	Imóveis Esplanada	40
3.1.6	Bairro Nossa Senhora Aparecida	43
3.2	Imóveis selecionados para teste de estudo de caso.....	46
4	análise dos resultados	50
5	CONCLUSÕES	57
6	referências bibliográficas	58

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A área de Engenharia de Avaliações no Brasil está crescendo cada vez mais com a ajuda de profissionais de engenharia que dão o seu melhor e aplicam as melhores técnicas de avaliação de imóveis. Esses profissionais estão sempre à procura dos melhores métodos e formas de avaliar os imóveis, que se diferencia por diversas características e até mesmo por fatores subjetivos (MATTA, 2007).

Além de precisar o valor de um bem imóvel, a Engenharia de Avaliações procura por respostas para questões tais como: Quais são as preferências do mercado? Quais são as variáveis que influenciam de maneira significativa na formação do preço? Qual o valor de reprodução de um bem avaliando? Qual o comportamento do mercado? Dentre outras características que permitem aos investidores decidir qual é o melhor investimento do mercado imobiliário (FERMO apud THOFEHRN, 2010).

De acordo com a NBR 14653-1 (ABNT,2001), avaliação de bens é uma investigação técnica, feita por profissional habilitado para apontar o valor do imóvel, de seus custos, frutos e diretos, tal como apontar pontos precisos de viabilidade de sua utilização econômica, conforme sua finalidade, situação e data.

O setor imobiliário é um dos setores mais difíceis da economia mundial. Neste encontra-se inúmeros problemas durante a avaliação dos bens, ligados principalmente por algumas características únicas dos imóveis, o que complica ou até mesmo impede a comparação direta dos imóveis. É neste momento que a Engenharia de Avaliações se faz necessária, tendo como objetivo de obter valores para os imóveis, buscando a melhor representação e expressão numéricas dentro do mercado imobiliário (GONZÁLEZ, 2003).

Abunahman (2000), diz que, avaliação é uma comparação de fatores econômicos já constituídos em relação a propriedades descritas com data determinada, tendo como suporte a análise de dados relevantes.

Este trabalho aborda as metodologias avaliativas, normatizadas, de imóveis urbanos, pelo método comparativo e estatístico direto de dados de mercado, dando

detalhes do método por tratamento científico. Assim sendo, serão utilizadas ferramentas da inferência estatística, encontrando variáveis matemáticas que mostram as variações de valores encontrado no mercado imobiliário atual da cidade de Caratinga, MG.

Desse modo, esta pesquisa propõe-se a gerar uma contribuição para a área de Engenharia de Avaliações, principalmente na avaliação de imóveis urbanos em seis bairros distintos da cidade de Caratinga, MG, visando definir se existe diferença de valores entre os imóveis desses bairros

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Criação de uma modelo matemático para avaliação de edificações multifamiliares na cidade de Caratinga MG, através de análise de mercado.

1.2.2 Objetivo específico

São objetivos específicos do presente trabalho:

- a) Analisar os dados de mercado na região de Caratinga relativos a edificações multifamiliares com seus respectivos valores;
- b) Proposta de criação de modelo matemático através de Regressão linear múltipla;
- c) Aplicar o modelo matemático para verificação da compatibilidade de valores, entre os preços praticados e resultados do modelo proposto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Avaliação de imóveis

A Avaliação de Imóveis tem como finalidade determinar o valor de um bem através dos termos técnicos, sendo aprofundado dentro do campo de Engenharia de Avaliações. (DANTAS, 2012)

DANTAS (2012, p.1) define Engenharia de Avaliações como:

A Engenharia de Avaliações é uma especialidade da engenharia que reúne um conjunto amplo de conhecimentos na área de engenharia e arquitetura, bem como em outras áreas das ciências sociais, exatas e da natureza, com o objetivo de determinar tecnicamente o valor de um bem, de seus direitos, frutos e custos de produção. [...] A Engenharia de Avaliações serve para subsidiar tomadas de decisões a respeito de valores, custos e alternativas de investimentos, envolvendo bens de qualquer natureza, [...], além de seus frutos e direitos.

Dantas (2012) também faz menção há alguns dos corretores do mercado imobiliário que acabam acrescentando a Engenharia de Avaliações:

A Engenharia de avaliações é de grande interesse para os diversos agentes do mercado imobiliário tais como: imobiliárias, bancos de crédito imobiliário, compradores ou vendedores de imóveis. Ainda para empresas seguradoras, o poder judiciário, os fundos de pensão, os incorporadores, os construtores, prefeituras, investidores etc.

2.2 Normas e legislações brasileiras

As instruções técnicas sobre a avaliação de bens são segmentadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 14653 (2001) - Avaliação de bens, sendo dividida em sete partes:

- a) Parte 1: Procedimentos Gerais;

- b) Parte 2: Imóveis Urbanos;
- c) Parte 3: Imóveis Rurais;
- d) Parte 4: Empreendimentos;
- e) Parte 5: Máquinas, equipamentos, instalações de bens industriais em geral;
- f) Parte 6: Recursos naturais e ambientais;
- g) Parte 7: Patrimônios históricos.

A ABNT NBR 14653-1 estabelece de forma genérica as diretrizes que as demais partes seguirão, como também fornecendo instruções quanto a:

- a) Classificação da sua natureza;
- b) Instituição de terminologia, definições, símbolos e abreviaturas;
- c) Descrição das atividades básicas;
- d) Definição da metodologia básica;
- e) Especificação das avaliações;
- f) Requisitos básicos de laudos e pareceres técnicos de avaliação.

Para aplicação da NBR 14653 Parte 2: Imóveis urbanos, a ABNT (2017) lista outras referências normativas necessárias para a prática da ABNT NBR 14653-2:2011:

- a) ABNT NBR 12721:2006 Versão Corrigida 2:2007;
- b) ABNT NBR 13752:1996;
- c) ABNT NBR 14653-1:2001 Versão Corrigida 2:2005;
- d) ABNT NBR 14653-4:2002;
- e) Decreto Federal nº 81.621, de 03 de maio de 1978; Decreto-lei nº 9760/46;
- f) Leis Federais nº 6766/79 e 9785/99.

Em conjunto com as legislações citadas também se deve conhecer a lei que fundamenta o exercício da profissão, sendo através da Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, que são apresentadas as atividades e atribuições profissionais do engenheiro, arquiteto, e do engenheiro-agrônomo.

DANTAS (2012) inclui que existem outras leis e normas relevantes a serem analisadas, especialmente as que abordam o Código de Ética Profissional, Código de Obras, Preservação Ambiental, dentre outros.

2.3 Processos de Avaliação

De acordo com a monografia de VIEIRA (2016) para realizar uma análise de comparação de preços é usada uma série de itens importantes para chegar a um valor final de um imóvel, seja ele histórico ou moderno.

O VIEIRA (2016) também propõe que a avaliação de imóveis é um processo que se subdivide em quatro etapas:

- a) **Vistoria:** É o levantamento de todas as características físicas e locais do imóvel em avaliação;
- b) **Coleta de Dados:** Consiste nas informações obtidas que servirão de base para a avaliação, basicamente uma pesquisa do mercado imobiliário;
- c) **Processamento e Análise de Dados:** Após a coleta da amostra são analisados os dados estatísticos e a influência de cada variável sobre o preço, permitindo o avaliador definir o valor de mercado do bem avaliado;
- d) **Relatório Final:** É o laudo de avaliação que representa de maneira organizada os resultados e conclusão do serviço, que justifica através dos critérios normativos o valor final encontrado.

2.4 Métodos de Avaliação

É por meio da norma NBR 14653-1 (ABNT, 2001, p. 8) que se é amparado com as devidas orientações e métodos de avaliação e identificação do valor de um bem, conforme abaixo:

8.2. Métodos para identificar o valor de um bem, seus frutos e direitos

8.2.1. Método comparativo direto de dados de mercado: Identifica o valor de um bem por meio de tratamento técnico dos atributos dos elementos comparáveis, constituintes da amostra.

8.2.2. Método involutivo: Identifica o valor de um bem, alicerçado no seu aproveitamento eficiente, baseado em modelo de estudo de viabilidade técnico- econômica, mediante hipotético empreendimento compatível com as características do bem e com as condições do mercado no qual está inserido, considerando-se cenários viáveis para a execução e comercialização do produto.

8.2.3. Método evolutivo: Identifica o valor de um bem pelo somatório dos valores de seus componentes. Caso a finalidade seja a identificação do valor de mercado, deve ser considerado o fator de comercialização.

8.2.4. Método da capitalização da renda: Identifica o valor do bem com base na capitalização presente da sua renda líquida prevista, considerando-se cenários viáveis.

2.5 Vistoria de imóveis

A vistoria é fase mais importante do processo de avaliação, pois consiste no levantamento dos dados do imóvel a fim de proporcionar condições para chegar ao valor correto de mercado. E uma das ferramentas que auxiliam no serviço é o Checklist, pois ele organiza os procedimentos com base em normas técnicas facilitando a coletas de dados.

Seguindo essa asserção, VIEIRA (2016) implementou um material de apoio que contém toda a sequência de itens a serem analisados, e que adiante foi aplicado no estudo de caso desta pesquisa.

2.6 Particularidades de imóveis urbanos

Segundo o item 7 (Vistoria) da norma da ABNT NBR 14653-2:2011 no ato da vistoria, deve-se caracterizar a região, o terreno e as edificações e benfeitorias.

Esse processo de caracterização é fundamentado pela norma NBR 14653-2 (ABNT, 2011, p. 11-12) com as seguintes definições:

7.3.2. Caracterização do terreno

- Localização: situação na região e na via pública, com indicação de limites e confrontações definidas de acordo com a posição do observador, a qual deve ser obrigatoriamente explicada;
- Utilização atual e vocação, em confronto com a legislação em vigor;
- Aspectos físicos: dimensões, forma, topografia, superfície, solo;
- Infraestrutura urbana disponível;
- Restrições físicas e legais ao aproveitamento;
- Sub ou super aproveitamento.

2.7 Engenheiro de Avaliações

Conforme a NBR 14653-1 (2001), o Engenheiro de Avaliações é o profissional que possui nível superior, habilitação legal, registro no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA) e capacitação técnico-científica para realizar avaliações. Esse profissional, para exercer a atividade de avaliação, deve obedecer ao disposto nos Códigos de Ética Profissional do CONFEA e do IBAPE/SP, como também seguir rigorosamente os procedimentos descritos nos itens 6.1 a 6.7 da mesma norma citada no parágrafo, que delimitam que o Engenheiro Avaliador deve:

- a) Permanecer atualizado em relação ao Estado da Arte, e realizar apenas os serviços para os quais seja habilitado e capacitado;
- b) Manter em confidência todas as informações e resultados adquiridos no estudo;
- c) Em nenhum momento reproduzir um trabalho sem identificá-lo com a referida citação;
- d) Renunciar e informar o contratante em caso de conflito de interesses;
- e) Auxiliar com independência o contratante;

- f) Evitar a participação em competições que aviltem honorários profissionais;
- g) Não medir esforços para melhorar o conhecimento e compreensão dos aspectos técnicos e assuntos relativos ao exercício profissional, trabalhando sempre com lealdade e justiça.

Para realizar uma avaliação, o engenheiro deve seguir as atividades básicas determinadas na norma NBR 14653-1 (2001), quais sejam: a) Requerer a documentação relativa ao imóvel, para realização da tarefa; b) Estudar os documentos e decidir sobre a possibilidade ou não da realização da avaliação; c) Realizar a vistoria ao bem avaliado, tomando conhecimento de todos os aspectos relevantes à formação do valor; d) Coletar dados de mercado com características comparáveis ao bem avaliado; e) Escolher a metodologia de avaliação apropriada para o caso; f) Tratar os dados conforme a metodologia escolhida; g) Concluir um valor de mercado ao bem, de acordo com a melhor metodologia a ser empregada no caso em estudo.

2.8 Método de Regressão Linear Múltipla

Segundo Dantas (1998), o processo pelo qual se fará o estudo das múltiplas variáveis que explicam o valor, é a técnica da análise de regressão. O suporte dessa metodologia está na estatística, especialmente na teoria das probabilidades e na inferência estatística. Os modelos devem ser desenvolvidos de modo que quantifiquem científica e probabilisticamente o valor dos imóveis.

Diversas variáveis, sobre uma amostra representativa e acidental, influenciam na composição do valor de um imóvel. A utilização da regressão múltipla, portanto, permite projetar valores que assumirão todos os imóveis da área determinada a partir de suas características peculiares (Zancan, 1995).

De acordo com Gazola (2002), a análise através do método de regressão linear múltipla é uma estatística muito utilizada para prever valores de uma variável dependente em relação a uma coleção de valores de variáveis independentes.

Dantas (1998) declara que na Engenharia de Avaliações a exemplificação se dá geralmente como variável dependente o preço praticado no mercado e como variáveis independentes as características físicas dos imóveis, como locais e econômicas dos bens.

Segundo Silva (1999), a análise de regressão busca analisar a fundo as ligações entre as variáveis por meio de métodos gráficos e analíticos, ocasionando prever valores para a variável explicada e descobrir quais variáveis mais afetam o resultado.

A qualidade da adequação e de precisão das conclusões precisa dos dados que serão usados, visto que dados que não são representativos ou que não tenham sido propriamente compilados podem resultar em adequação pobre e conclusões errôneas (Infer, 1995 apud Silva, 1999).

O modelo de regressão linear múltipla é dado pela seguinte equação 01 (Gazola, 2002):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_p X_{ip} + \varepsilon_i, (i = 1, \dots, n) \quad (01) \dots\dots\dots(01)$$

Onde:

Y_i : variável dependente ou explicada;

X_{ik} ($k = 1, 2, \dots, p$) : variáveis independentes ou explicativas;

β_i : parâmetros da regressão;

ε_i : erros aleatórios.

Os valores das variáveis X e Y são dados observáveis, mas os de ε não o são, representando o efeito aleatório. Os erros aleatórios representam inúmeros fatores que, em conjunto, podem interferir nas observações da variável dependente Y (Charnet et al, 1999).

2.8.1 Tipos de variáveis

Uma variável é uma quantidade que apresenta diferentes valores em situações diferentes, podendo ser quantitativa ou qualitativa. Uma variável é

considerada quantitativa quando o fenômeno pode ser avaliado através de instrumentos de medida ou contagem e qualitativa quando o fenômeno não tem como ser medido ou contado, mas apenas qualificado (Dantas, 1998).

As variáveis quantitativas podem ser contínuas ou discretas, sendo expressadas por números, e as qualitativas são divididas em dicotômicas, proxy, códigos alocados e códigos ajustados (Hochheim, 2017). As definições das variáveis qualitativas podem ser vistas abaixo: (Hochheim, 2011):

- a) Dicotômicas: assumem dois valores, representados por “sim” ou “não” na maioria dos casos. Para casos afirmativos assume habitualmente o valor “1”, enquanto que na falta da condição caracteriza o valor “0”.
- b) Proxy: É a variável usadas para medir indiretamente alguma qualidade. Como por exemplo, quando se utiliza o custo unitário básico para indicar o padrão construtivo do imóvel.
- c) Códigos alocados: Expõe a importância das qualidades em apreciação. Utiliza-se de números naturais consecutivos, com valor inicial igual a “1”.
- d) Códigos ajustados: Possui uma escala construída a partir da amostra, por meio de modelos de regressão.

2.8.2 Intervenção Estatística

De acordo com Dantas (1998), intervir estatisticamente, significa tirar conclusões com base em medidas estatísticas. É fundamental para descobrir o mercado imobiliário que se examina, baseando em alguns dados levantados deste mercado, permitindo concluir sobre o comportamento geral do mercado conhecendo-se apenas uma parte dele.

Segundo Zancan (1995), os dois conceitos de maior importância na dedução estatística são população e amostra. População é um total de todas as observações possíveis sobre medidas ou ocorrência, como por exemplo todos os imóveis da região. Já amostra é um total de observações selecionadas de uma população, por exemplo alguns imóveis do tipo lotes de uma região.

Em sua grande maioria fica pouco viável usar todos os imóveis da população, devido ao tempo, custo elevado e dificuldade de obter de informações. Por esse motivo, na avaliação de imóveis, deve-se usar o levantamento de dados por amostragem (Gazola, 2002).

Os parâmetros são as características numéricas de uma população e os principais parâmetros são a média e o desvio padrão que mostram, respectivamente, a tendência central e a dispersão com que os dados estão dispostos em torno da média (Dantas, 1998).

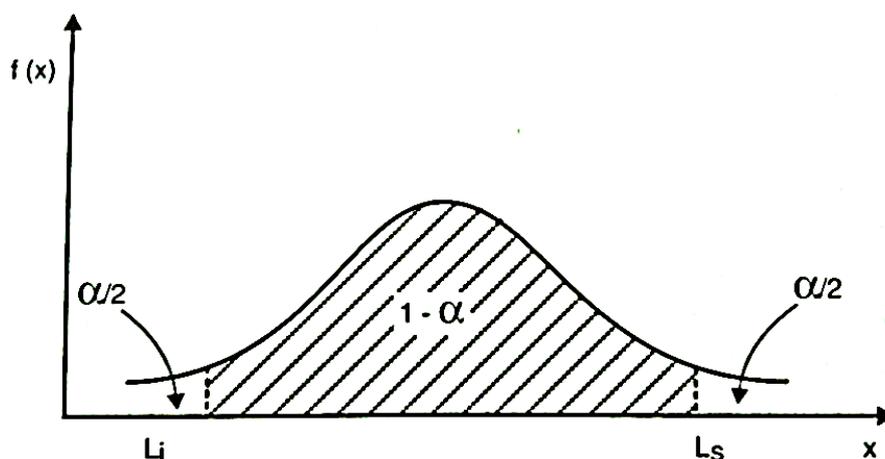
Parâmetros populacionais são estimados a partir de uma amostra, porém é necessário obter informações sobre seu comportamento probabilístico. Este estudo é realizado através dos intervalos de confiança e testes de hipóteses.

2.8.2.1 Intervalos de confiança

De acordo com Gazola (2002), o intervalo de confiança dispõe de informação sobre a precisão das estimativas. É o intervalo que podemos afirmar é que o verdadeiro valor de um parâmetro populacional está contido nele, sendo assim, o intervalo de confiança estabelece limites para o valor objeto de estudo.

Esta estimativa geralmente é feita utilizando-se a distribuição t de Student, na qual uma significância α fornece uma confiabilidade $(1-\alpha)$, conforme mostrado na Figura 1 (Dantas, 1998).

Figura 1 - Intervalo de confiança



Fonte: Dantas, 1998.

2.8.3 Explicação do modelo

Segundo Correa (2003) a defini coeficiente de correlação linear (R) como uma medida de correlação que indica o nível de intensidade que ocorre na conexão entre as variáveis. Uma das maneiras de medir o coeficiente de correlação linear foi desenvolvido por Pearson. O coeficiente de correlação de Pearson mede o grau de ajustamento dos valores em torno de uma reta e é determinado conforme a Equação 02.

$$R = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum xi^2 - (\sum xi)^2] * [n \sum yi^2 - (\sum yi)^2]}}$$

O valor do coeficiente de correlação varia entre -1 e +1, sendo que valor positivo indica conexão

positiva entre as variáveis, valor negativo indica conexão negativa entre as variáveis e valor 0 representa a falta de correlação entre as variáveis (Correa, 2003).

Os indicativos do grau de relação linear entre as variáveis X e Y

Tabela 1 - Grau de relação linear entre X e Y

Valor de R	Relação linear
0	nula
0 < R ≤ 0,30	fraca
0,30 < R ≤ 0,60	média
0,60 < R ≤ 0,90	forte
0,90 < R ≤ 0,99	fortíssima
1	perfeita

Fonte: Hochhein, 2011 apud Fonseca et al, 1995.

O coeficiente de determinação (R²) mede quanto da variabilidade total dos dados é explicada pelo modelo de regressão. Quanto maior R², mais a variação total de Y é explicada (Gazola, 2002).

Quanto ao poder de predição do modelo, Hochheim (2011) explica que ele pode ser verificado a partir de uma análise gráfica, colocando-se os valores observados na abcissa e os valores calculados na ordenada. A NBR 14653-2:2011 indica que os pontos devem estar próximos à bissetriz do primeiro quadrante.

2.8.4 Autocorrelação

A existência de autocorrelação indica que os erros são correlacionados, ou seja, não são independentes sob a condição de normalidade. O conceito de independência dos resíduos está relacionado com a independência dos dados de mercado. Em uma situação ideal, cada transação se realiza independentemente da outra (Dantas, 1998).

Segundo Hochheim (2011), a verificação de autocorrelação entre os resíduos pode ser feita pelo teste de Durbin-Watson, que é a razão entre a soma das diferenças ao quadrado dos sucessivos resíduos e a soma do quadrado dos resíduos, conforme a equação 03 abaixo.

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2}$$

Calcula-se a estatística d utilizando a equação (3) e depois compara-se com os pontos críticos dL e du , tabelados por Durbin-Watson, da seguinte forma:

- a) Se $du < d < 4-du$ aceita-se H_0 ou seja, a hipótese de resíduos não correlacionados;
- b) Se $d < dL$ tem-se autocorrelação positiva;
- c) Se $d > 4 - dL$ tem-se autocorrelação negativa;
- d) Nos demais casos o teste é inconclusivo.

A autocorrelação também pode ser analisada por meio de um gráfico. No eixo das ordenadas são colocados os erros padrões defasados de uma ordem em relação aos erros padrões colocados nas abcissas. A distribuição aleatória dos pontos em todos os quadrantes indica a inexistência de autocorrelação (Hochheim, 2011).

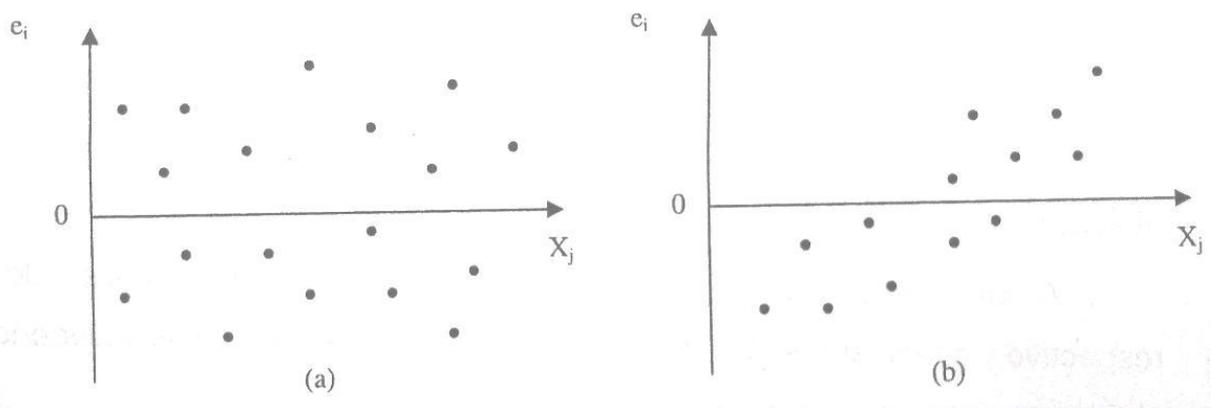
2.8.5 Multicolinearidade

A multicolinearidade é a existência de relações lineares entre as variáveis independentes. Geralmente é causada pela própria natureza dos dados, principalmente nas áreas de economia com variáveis que representam valores de mercado, podendo também ocorrer devido a uma amostragem inadequada (Ganzola, 2002 apud Elian, 1998).

Hochheim (2011) indica que para identificar a presença de multicolinearidade pode-se analisar os coeficientes de correlação linear entre as variáveis independentes. Para resultados 28 acima de 0.8, a NBR 14653-2 recomenda cautela pois pode ser indicação de uma grande colinearidade entre as variáveis.

Uma outra forma de identificar a multicolinearidade é com a análise do gráfico dos resíduos em relação à cada variável independente. Uma distribuição aleatória dos resíduos, como mostrado na Figura 2 (a), indica a inexistência de multicolinearidade. Resíduos que apresentam uma tendência definida são indicadores de multicolinearidade, como na Figura 2 (b)

Figura 2 - Indicadores de multicolinearidade



Fonte: (Hochheim, 2011).

2.8.6 Normalidade

A condição de normalidade dos resíduos indica que os erros são variáveis aleatórias com distribuição normal e é necessária para a definição de intervalos de confiança e para testes de significância (Dantas, 1998).

De acordo com Hochheim (2011), essa verificação pode ser feita pela comparação das frequências acumuladas dos resíduos padronizados da amostra com as porcentagens esperadas em uma distribuição normal ou pela comparação entre o histograma de resíduos da amostra com a curva normal. A normalidade será assegurada pela proximidade dos resultados da amostra com a distribuição normal.

Os valores de frequência da distribuição normal estão apresentados abaixo na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores da distribuição normal

Intervalo	Distribuição Normal (%)
$-1 \leq \sigma \leq +1$	68%
$-1,64 \leq \sigma \leq +1,64$	90%
$-1,96 \leq \sigma \leq +1,96$	95%

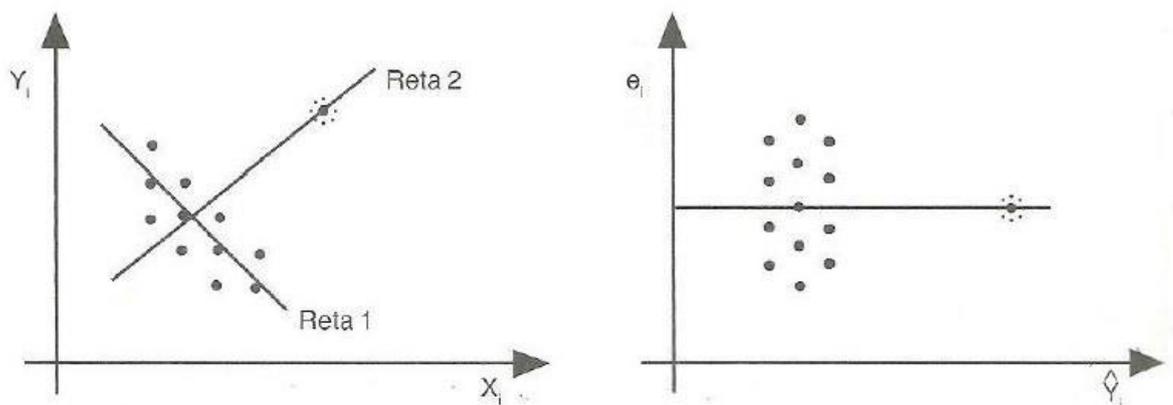
Fonte: Hochheim, 2011.

2.8.7 Pontos atípicos

2.8.7.1 Pontos Influenciantes

Dantas (1998) explica que pontos influenciantes são aqueles que possuem resíduos pequenos, mas que estão distantes da massa de dados, podendo causar alteração na tendência indicada pelo mercado e modificando o modelo de regressão. Exemplos dessa situação são mostrados na Figura 3

Figura 3 - Pontos Influenciantes



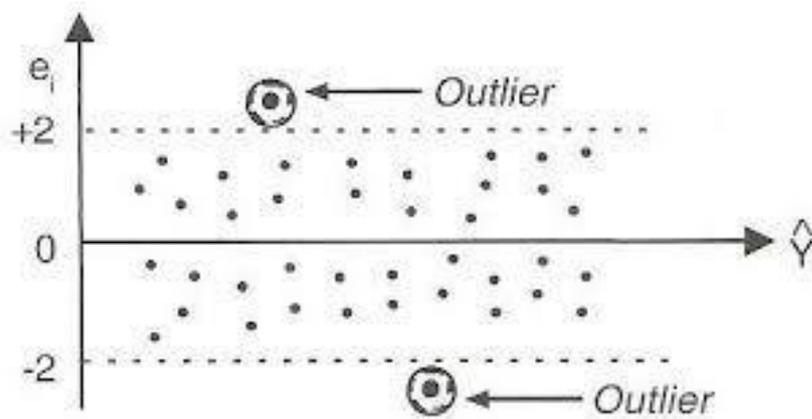
Fonte: Dantas, 1998

2.8.7.2 Outliers

Outliers são pontos que possuem um resíduo grande em relação aos demais pontos da amostra. Podem ser detectados por meio de uma análise do gráfico de resíduos padronizados (e_i) versus os valores calculados pelo modelo de regressão (\hat{Y}_i) (Dantas, 1998).

Tipicamente considera-se valores de resíduos padronizados maiores que o módulo de 2 como critério para identificar outliers, como exemplificado na Figura 4, existindo, porém, exceções (Hochheim, 2011).

Figura 4 - Outliers



Fonte: Dantas, (1998)

2.8.8 Grau de fundamentação e precisão

Segundo Hochheim (2011), o grau de fundamentação alcançado no trabalho avaliatório depende de sua profundidade, da metodologia usada, da confiabilidade, qualidade e quantidade dos dados disponíveis.

Existem três graus de fundamentação, Grau I, Grau II e Grau III, sendo o Grau I o menor deles. O enquadramento é feito por uma soma de pontos, com cada grau mencionado valendo um, dois e três pontos respectivamente (Hochheim, 2011).

O enquadramento em cada grau é apresentado pela NBR 14653-2 (2011) na Tabela 3 e 4 abaixo.

Tabela 3 - Grau de fundamentação de modelos de regressão linear

Item	Descrição	Grau		
		III	II	I
1	Caracterização do imóvel avaliando	Completa quanto a todas as variáveis analisadas	Completa quanto às variáveis utilizadas no modelo	Adoção de situação paradigma
2	Quantidade mínima de dados de mercado, efetivamente utilizados	6 (k + 1), onde k é o número de variáveis independentes	4 (k + 1), onde k é o número de variáveis independentes	3 (k + 1), onde k é o número de variáveis independentes
3	Identificação dos dados de mercado	Apresentação de informações relativas a todos os dados e variáveis analisados na modelagem, com foto e características observadas no local pelo autor do laudo	Apresentação de informações relativas a todos os dados e variáveis analisados na modelagem	Apresentação de informações relativas aos dados e variáveis efetivamente utilizados no modelo
4	Extrapolação	Não admitida	Admitida para apenas uma variável, desde que: a) as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100 % do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior; b) o valor estimado não ultrapasse 15 % do valor calculado no limite da fronteira amostral, para a referida variável, em módulo	Admitida, desde que: a) as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100 % do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior; b) o valor estimado não ultrapasse 20 % do valor calculado no limite da fronteira amostral, para as referidas variáveis, de <i>per si</i> e simultaneamente, e em módulo
5	Nível de significância α (somatório do valor das duas caudas) máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal)	10 %	20 %	30 %
6	Nível de significância máximo admitido para a rejeição da hipótese nula do modelo através do teste F de Snedecor	1 %	2 %	5 %

Fonte: NBR 14653-2 (2011)

Tabela 4 - Enquadramento do grau de fundamentação em modelos de regressão linear

Graus	III	II	I
Pontos mínimos	16	10	6
Itens obrigatórios	2, 4, 5 e 6 no grau III e os demais no mínimo no grau II	2, 4, 5 e 6 no mínimo no grau II e os demais no mínimo no grau I	Todos, no mínimo no grau I

Fonte: NBR 14653-2 (2011)

O grau de fundamentação em função do nível de significância de cada regressor é definido pela NBR 14653-2 (2011) em função dos níveis de significância máximo: 10% para Grau III; 20% para Grau II e 30% para o Grau I.

Para os demais testes estatísticos, como a análise de variância, o grau de fundamentação em função do nível máximo de significância é definido pela NBR 14653-2 (2011) como sendo 1% para Grau III, 2% para Grau II e 5% para o Grau I. O grau de precisão, de acordo com Hochheim (2011) só é determinado quando for possível medir o grau de certeza e o nível de erro tolerável numa avaliação. A Tabela 5 apresenta o enquadramento do grau de precisão da estimativa de valor para modelos de regressão linear.

Tabela 5 - Grau de precisão da estimativa de valor para modelos de regressão linear

Descrição	Grau		
	III	II	I
Amplitude do intervalo de confiança de 80% em torno do valor central da estimativa	$\leq 30\%$	30% - 50%	$> 50\%$

Fonte: NBR 14653-2 (2011)

3 METODOLOGIA

A cidade de Caratinga é um município localizado no interior do estado de Minas Geais, Região Sudeste do país pertencente ao colar metropolitano do Vale do Aço. Caratinga, município com a área segundo os dados Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), é de 1.258,479 km² sendo que 15,897 km² estabelecem a zona urbana. Seu relevo é de mares de morros e montanhas caracterizado por ondulações topográficas. O clima se varia entre tropical mesotérmico brando semiúmido e tropical sub-quente semiúmido, e uma temperatura média de 22°C, segundo o IBGE. Trata-se de um município com uma população de 92.062 de habitantes em 2019. Está situada a 310 km da capital do estado (Belo Horizonte). A economia do município tem como atividades principais o ramo da agricultura, comercio e industrias tais como manipulação de minerais não-metálico, fabricação de produtos químicos, artigos de borracha e plástico entre outros, além da espessa produção de café de montanha. Sabendo-se sobre o contexto geográfico e econômico da cidade, a pesquisa de dados do trabalho foi adquirida através de corretores de imóveis e o portal Netimóveis que associa mais de 150 imobiliárias associadas espalhadas pelo Brasil. Desta forma obtiveram-se as características principais dos imóveis multifamiliares, dentro das quais podemos citar: M², números de banheiros, quartos, vagas de garagem e sua localização, não sendo verificado as especificidades de acabamento. Para o levantamento de dados, alguns dos imóveis tinham informações incompletas tais como: endereço, demandando a necessidade de visitar o bairro assim incluindo dados faltantes, importantes para a realização da tabela no Excel.

Este trabalho inicialmente visa verificar se existe uma valorização de seis diferentes bairros da cidade de Caratinga, tendo como comparação 18 apartamentos sendo 3 em cada bairro.

A comparação dos imóveis atentou-se as características de cada imóvel, cabendo a sua localização descrevendo todos os dados que influenciam no valor final da avaliação do mesmo.

Os dados pesquisados foram avaliados, abordando as características dos imóveis sendo selecionados para o tratamento somente aqueles que se

enquadraram no trabalho, sendo eles residências de nível multifamiliar no mercado de Caratinga, MG, no ano de 2019. Essas informações foram coletadas no site NETIMÓVEIS, filtrando os bairros, Centro, Dario Grossi, Limoeiro, Santa Zita, Esplanada, e Nossa Senhora Aparecida por ter o maior índice de negociações na cidade segundo imobiliárias e corretores.

A escolha das variáveis que integram o estudo, foi feita com objetivo de apontar as características mais importantes no comércio de compra e venda de apartamentos na cidade de Caratinga, e assim podendo ser feita a comparação de valores por m². A consecução da equação de regressão linear múltipla foi elaborada com auxílio do software Excel Windows 2019, assim realizando várias simulações entre as variáveis para identificar o melhor conjunto de variáveis para gerar a equação de regressão. Este estudo de caso foi elaborado com intuito de propor um meio de avaliação de imóvel citando variáveis como critérios mais relevantes na cidade de Caratinga.

3.1 Imóveis selecionados.

3.1.1 Imóveis Centro

Assim como as informações do site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 01, está localizado no bairro centro na avenida Olegário Maciel Nº 490 (figura 5), no valor de R\$ 450.000,00. Contendo sala, 03 quartos, sendo 01 suíte, 02 banheiros, possui 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 106m².

Figura 5 - Amostra 01: Imóvel Multifamiliar, bairro Centro.



Fonte: Netimóveis (2019)

De acordo com o site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 02, está localizado no bairro centro na Rua João Pinheiro N° 307 (figura 06), no valor de R\$ 200.000,00. Contendo sala, 02 quartos, 01 banheiros. Sendo assim com o tamanho de 65m².

Figura 6 - Amostra 02: Imóvel Multifamiliar, bairro Centro



Fonte: Netimóveis

Conforme as informações do site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 03, está localizado no bairro centro na avenida Moacir de Matos Nº 198 (figura 07), no valor de R\$ 400.000,00. Contendo sala, 03 quartos, sendo 01 suíte, 02 banheiros, possui 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 110m².

Figura 7 - Amostra 03: Imóvel Multifamiliar, bairro Centro



Fonte: Netimóveis

3.1.2 Imóveis Dário Grossi

Diante das informações do site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 04, está localizado no bairro Dário Grossi na Rua José P. Timóteo, 2 (figura 08), no valor de R\$ 230.000,00. Contendo sala, 02 quartos, 01 banheiros, possui 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 68m².

Figura 8 - Amostra 04: Imóvel Multifamiliar, bairro Dario Grossi



Fonte: Netimóveis

Conforme informações do site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 05, está localizado no bairro Dário Grossi na Rua Maria Aniceta de Paula Nº78 (figura 09), no valor de R\$ 350.000,00. Contendo sala, 03 quartos sendo 01 suíte, 02 banheiros, possui 02 vagas de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 150m².

Figura 9 - Amostra 05: Imóvel Multifamiliar, bairro Dario Grossi.



Fonte: Netimóveis

Tal qual as informações do site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 06, está localizado no bairro Dário Grossi na Av. Dário de Anunciação Grossi, 856 (figura 10), no valor de R\$ 140.000,00. Contendo sala, 02 quartos, 01 banheiros possuem 02 vagas de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 150m².

Figura 10 - Amostra 6: Imóvel Multifamiliar, bairro Dario Grossi



Fonte: Netimóveis

3.1.3 Imóveis Limoeiro

Segundo informações do site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 07, está localizado no bairro Limoeiro na Rua: Antônio Monteiro de Rezende, 725 (figura 11), no valor de R\$ 350.000,00. Contendo sala, 03 quartos, 01 banheiros possuem 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 120m².

Figura 11 - Amostra 07: Imóvel Multifamiliar, bairro Limoeiro



Fonte: Netimóveis

De acordo com as informações do site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 08, está localizado no bairro Limoeiro na Rua Jornalista Leonel Fontoura, 281 (figura 12), no valor de R\$ 450.000,00. Contendo sala, 03 quartos, 01 banheiro, possui 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 170m².

Figura 12 - Amostra 08: Imóvel Multifamiliar, bairro Limoeiro.



Fonte: Netimóveis

Tal qual as informações do site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 09, está localizado no bairro Limoeiro na Rua Antônio Monteiro de Rezende, Nº 220 (figura 13), no valor de R\$ 170.000,00. Contendo sala, 03 quartos, sendo um suíte, 02 banheiros, possui 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 90m².

Figura 13 - Amostra 09: Imóvel Multifamiliar, bairro Limoeiro



Fonte: Netimóveis

3.1.4 Imóveis Santa Zita

Segundo informações do site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 10, está localizado no bairro Santa Zita na Rua Artur da Silva Araújo, 55 (figura 14), no valor de R\$ 400.000,00. Contendo sala, 03 quartos, sendo um suíte, 02 banheiros, possui 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 130m².

Figura 14 - Amostra 10: Imóvel Multifamiliar, bairro Santa Zita.



Fonte: Netimóveis

Assim como as informações do site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 11, está localizado no bairro Santa Zita na Rua Artur da Silva Araújo, 55

(figura 15), no valor de R\$ 195.000,00. Contendo sala, 03 quartos, 01 banheiro, possui 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 80m².

Figura 15 - Amostra 11: Imóvel Multifamiliar, bairro Santa Zita



Fonte: Netimóveis

Reunindo conforme as informações do site Moradaimóveis, o apartamento estudado da amostra 12, está localizado no bairro Santa Zita na Rua Pedro Mourão - Vila (figura 16), no valor de R\$ 70.000,00. Contendo sala, 02 quartos, 01 banheiro. Sendo assim com o tamanho de 65m².

Figura 16 - Amostra 12: Imóvel Multifamiliar, bairro Santa Zita



Fonte: Moradaimóveis

3.1.5 Imóveis Esplanada

Diante as informações do site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 13, está localizado no bairro Esplanada na Rua Francisco Januário Lopes, 60 (figura 17), no valor de R\$ 210.000,00. Contendo sala, 03 quartos, 02 banheiros, possui 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 100m².

Figura 17 - Amostra 13: Imóvel Multifamiliar, bairro Esplanada



Fonte: Netimóveis

Em conformidade com as informações do site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 14, está localizado no bairro Esplanada na Rua Petrina de Souza Barros, 151 (figura 18), no valor de R\$ 160.000,00. Contendo sala, 02 quartos, 01 banheiro, possui 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 53m².

Figura 18 - Amostra 14: Imóvel Multifamiliar, bairro Esplanada



Fonte: Netimóveis

Segundo informações do site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 15, está localizado no bairro Esplanada na Vila Francisco Lopes, 90 (figura 19), no valor de R\$ 350.000,00. Contendo sala, 03 quartos, sendo 01 suíte, 02 banheiros, possui 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 130m².

Figura 19 - Amostra 15: Imóvel Multifamiliar, bairro Esplanada.



Fonte: Netimóveis

3.1.6 Bairro Nossa Senhora Aparecida

De acordo com as informações do site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 16, está localizado no bairro Nossa Senhora Aparecida Rua Raimundo

Brum, 230 (figura 20), no valor de R\$ 120.000,00. Contendo sala, 01 quarto, 01 banheiro, possui 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 50m².

Figura 20 - Amostra 16: Imóvel Multifamiliar, bairro Nossa Senhora Aparecida



Fonte: Netimóveis

Conforme informações do site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 17, está localizado no bairro Nossa Senhora Aparecida na Rua Major Belegard Nº 220, (figura 21), no valor de R\$ 210.000,00. Contendo sala, 02 quartos, sendo 01 suíte, 02 banheiros, possui 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 88m².

Figura 21 - Amostra 17: Imóvel Multifamiliar, bairro Nossa Senhora Aparecida



Fonte: Netimóveis

Diante das informações do site Netimóveis, o apartamento estudado da amostra 18, está localizado no bairro Nossa Senhora Aparecida na Rua Major Belegard Nº 50, (figura 22), no valor de R\$ 450.000,00. Contendo sala, 03 quartos, sendo 01 suíte, 02 banheiros, possui 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 132m².

Figura 22 - Amostra 18: Imóvel Multifamiliar, bairro Nossa Senhora Aparecida



Fonte: Netimóveis

3.2 Imóveis selecionados para teste de estudo de caso.

Diante das informações do site Netimóveis, o apartamento estudado Teste 01, está localizado no bairro Floresta na Rua Jequitibá Nº 36, (figura 23), no valor de R\$ 155.000,00. Contendo sala, 03 quartos, 01 banheiros, possui 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 75m².

Figura 23 - Imóvel para teste, bairro Floresta.



Fonte: Netimóveis

Conforme informações do site Netimóveis, o apartamento estudado Teste 02, está localizado no bairro Salatiel na Rua Rita Viana Fernandes Nº156, (figura 24), no valor de R\$ 230.000,00. Contendo sala, 03 quartos, 02 banheiros, sendo um suite, possui 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 100m².

Figura 24 - Imóvel para teste, bairro Salatiel.



Fonte: Netimóveis

Diante das informações do site Netimóveis, o apartamento estudado Teste 03, está localizado no bairro Rodoviários na Rua Auro José Da Mata, Nº 76, (figura 25),

no valor de R\$ 265.000,00. Contendo sala, 03 quartos, sendo uma suíte, 02 banheiros, possui 01 vaga de garagem coberta. Sendo assim com o tamanho de 75m².

Figura 25 - Imóvel para teste, bairro rodoviários.



Fonte: Netimóveis

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a explicação do modelo foram utilizadas 5 variáveis que estaticamente demonstraram a influência no comportamento dos valores de mercado dos imóveis multifamiliar do município.

A tabela 06 mostra os dados inseridos para cálculo usando o modelo de regressão linear múltipla

Tabela 6 - Planilha de Dados para cálculo

	Y	X1	X2	X3	X4	X5	
	Valor do Imóvel (R\$)	M ²	Banheiro	Quarto	Vagas/ Garagem	Localização	Bairros
Amostra 01	450.000,00	106	2	3	1	10	Centro
Amostra 02	200.000,00	65	1	2	0	10	Centro
Amostra 03	400.000,00	110	1	3	1	10	Centro
Amostra 04	230.000,00	68	1	2	1	7	Dario Grossi
Amostra 05	350.000,00	150	2	3	2	6	Dario Grossi
Amostra 06	140.000,00	150	1	2	0	7	Dario Grossi
Amostra 07	350.000,00	120	3	1	1	6	Limoeiro
Amostra 08	450.000,00	170	2	3	1	7	Limoeiro
Amostra 09	170.000,00	90	2	3	1	6	Limoeiro
Amostra 10	400.000,00	130	3	3	2	8	Santa Zita
Amostra 11	195.000,00	80	1	3	1	8	Santa Zita
Amostra 12	70.000,00	65	1	2	0	7	Santa Zita
Amostra 13	210.000,00	100	1	3	1	5	Esplanada
Amostra 14	160.000,00	53	1	2	1	7	Esplanada
Amostra 15	350.000,00	130	1	3	1	6	Esplanada

Amostra 16	120.000,00	50	1	1	1	7	Nossa Senhora Aparecida
Amostra 17	210.000,00	88	2	2	1	8	Nossa Senhora Aparecida
Amostra 18	450.000,00	132	2	3	1	9	Nossa Senhora Aparecida

Fonte: Os autores (2019)

De acordo com os dados inseridos a variável Y é composto do valor comercial dos imóveis de acordo com o valor informado no site Netimóveis que será usado para gerar os coeficientes. As variáveis X_1 a X_5 são as variáveis responsáveis pela avaliação dos pontos analisados para o cálculo.

Após inserção dos dados vistos na tabela 6, o modelo gera a estatística de resultados como mostrado na tabela 7 abaixo:

Tabela 7 - Resumo de resultado

RESUMO DOS RESULTADOS	
<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,887869421
R-Quadrado	0,788312109
R-quadrado ajustado	0,692090341
Erro padrão	67613,25921
Observações	17

Fonte: Os autores (2019)

Na análise desta tabela podemos entender que a variável R for mais próximo de 1 maior o grau de precisão da relação linear. O que reforça o nível de acerto do cálculo. O valor encontrado nessa tabela é de 0,88 bem próximo a 1.

A tabela 8 demonstra os valores gerados de coeficientes das variáveis que serão necessários para os cálculos do teste que será aplicado utilizando o modelo.

Tabela 8 - Tabela de coeficientes

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Interseção	- 295357,2 611	- 114556,5 846	- 2,578265 249	0,025669 542	- 547494,6 038	- 43219,918 41	- 547494,6 038	- 43219,918 41
M ²	1991,792 996	641,1058 257	3,106808 449	0,009982 141	580,7285 874	3402,8574 04	580,7285 874	3402,8574 04
Banheiro	13739,61 017	34958,91 883	0,393021 599	0,701813 289	- 63204,45 139	- 90683,671 73	- 63204,45 139	- 90683,671 73
Quartos	3046,186 504	32709,52 907	0,093128 412	0,927476 1	- 68947,00 157	- 75039,374 58	- 68947,00 157	- 75039,374 58
Vagas/ Garagem	87182,13 448	43295,85 927	2,013636 776	0,069167 631	- 8111,409 264	- 182475,67 82	- 8111,409 264	- 182475,67 82
Localização	33156,50 193	12846,94 148	2,580886 819	0,025549 893	- 4880,574 381	- 61432,429 49	- 4880,574 381	- 61432,429 49

Os autores (2019)

A tabela 9 mostra o resultado de resíduos das variáveis inseridas no modelo para analisar os resíduos de localização, banheiro, quarto, vagas de garagem e a área total por m².

Tabela 9 - Tabela de Resíduos

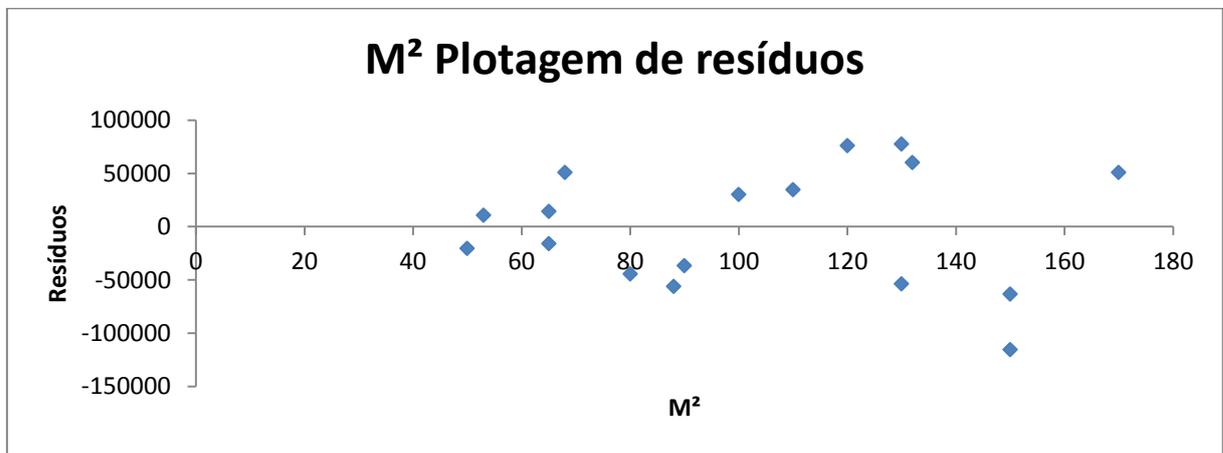
RESULTADOS DE RESÍDUOS

<i>Observação</i>	<i>Previsto(a) 450000</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Resíduos padrão</i>
1	185506,2862	14493,71383	0,258530306
2	365365,292	34634,70803	0,617793463
3	179194,2938	50805,70617	0,906242175
4	413332,7487	-63332,74872	-1,129692161
5	255339,185	-115339,185	-2,057352251
6	274044,0615	75955,93847	1,354857163
7	399142,9761	50857,02391	0,907157551
8	206643,0345	-36643,03448	-0,653616804
9	453549,5028	-53549,50284	-0,9551844
10	239298,4982	-44298,49822	-0,790170444
11	86036,78037	-16036,78037	-0,286054615

12	179664,8523	30335,14766	0,541100445
13	149317,3989	10682,60111	0,190549928
14	272575,1442	77424,85585	1,381058843
15	140295,8334	-20295,8334	-0,362025087
16	265926,2659	-55926,26586	-0,997579694
17	389767,8461	60232,15388	1,074385582

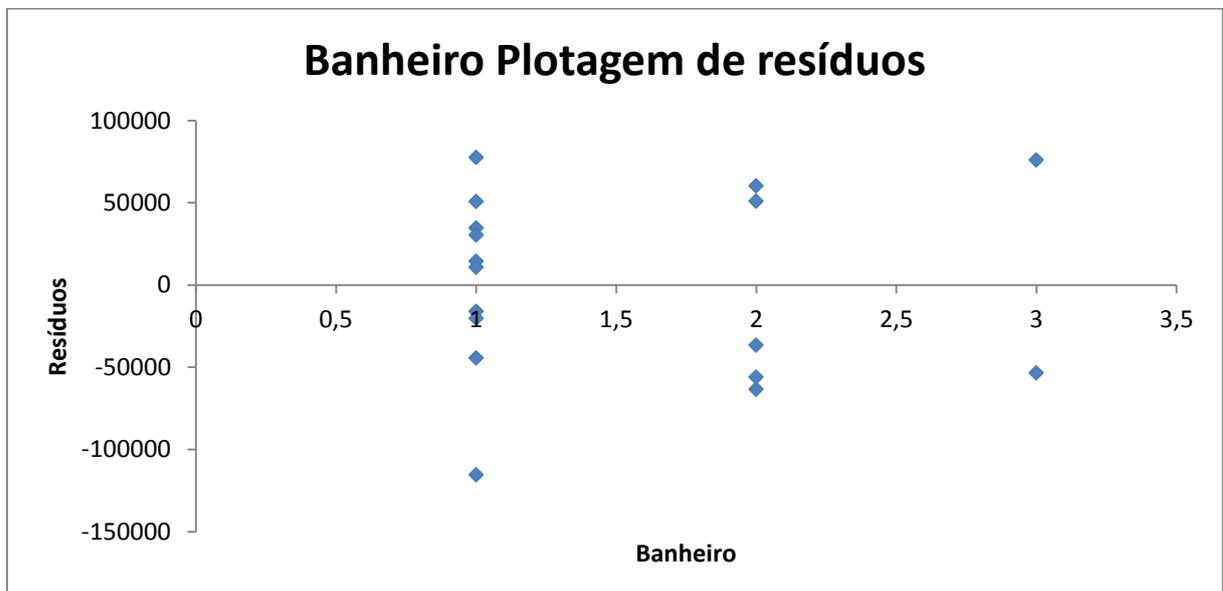
Os valores podem ser demonstrados através das figuras 26 a 30 abaixo:

Figura 26 - Gráfico de plotagem de resíduos



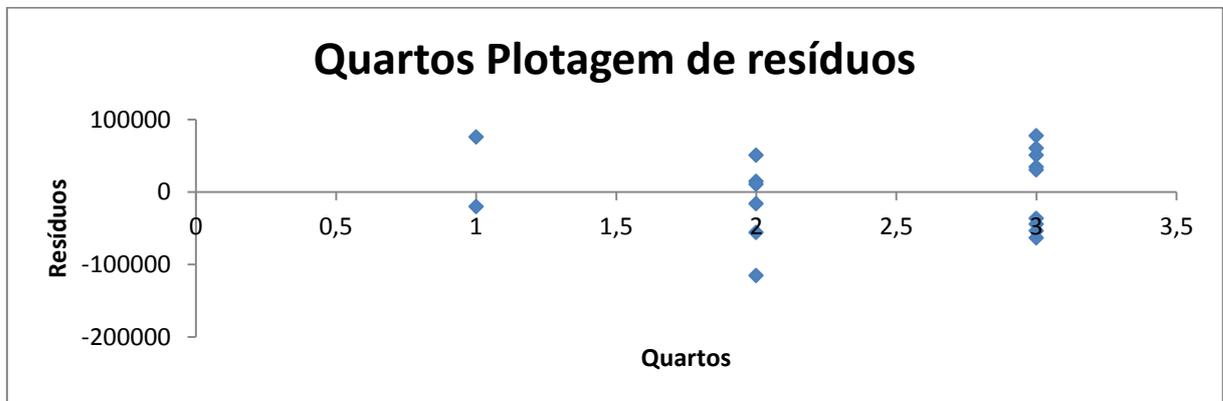
Fonte: Os autores (2019)

Figura 27 - Plotagem de resíduos do banheiro



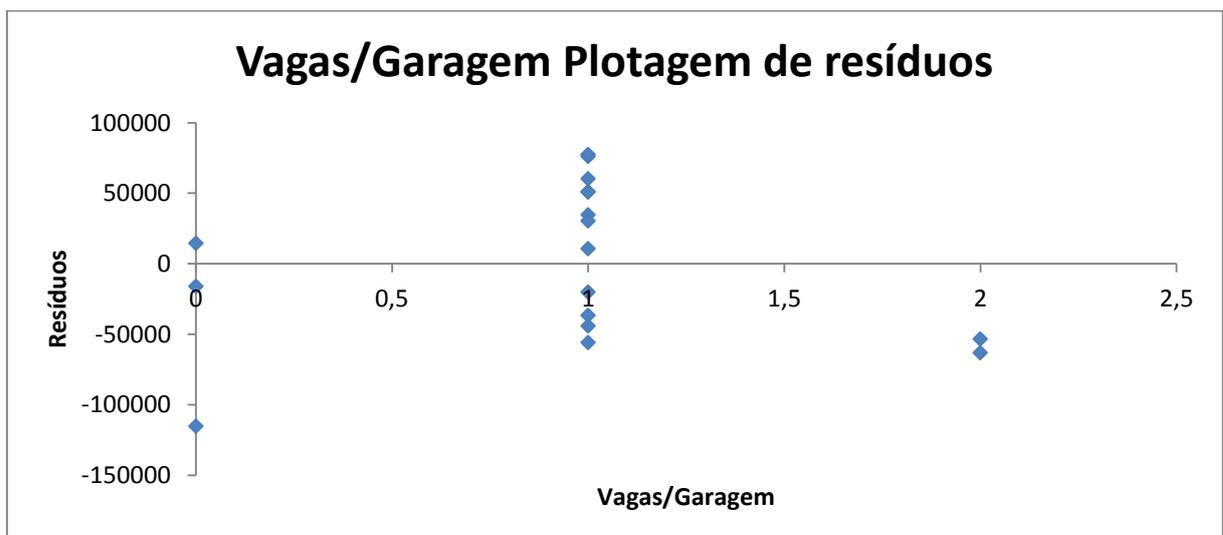
Fonte: Os autores (2019)

Figura 28 - Plotagem de Resíduos dos quartos

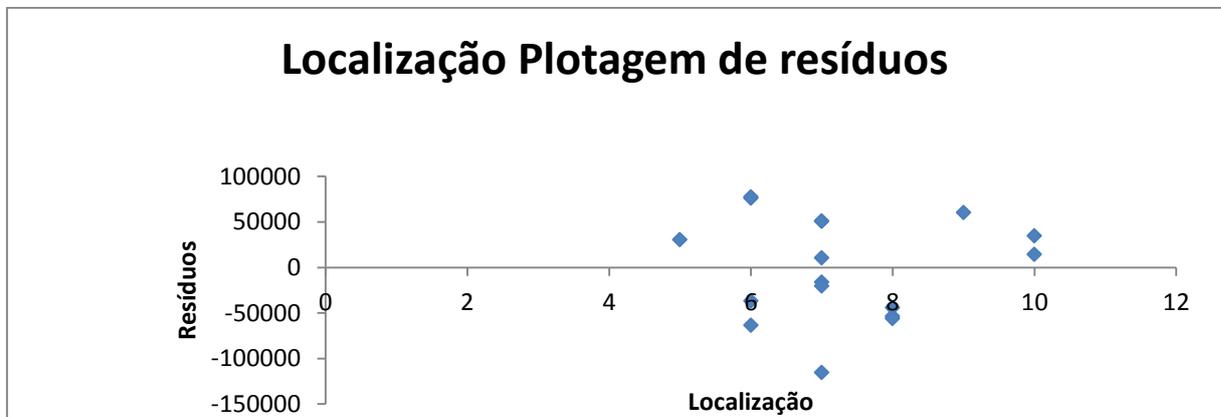


Fonte: Os autores (2019)

Figura 29 - Plotagem de resíduos das vagas de garagem



Fonte: Os autores (2019)

Figura 30 - Plotagem de Resíduos da localização

Após análise dos testes que servem para verificar se uma amostra esta compatível com a outra, foi realizado um teste comparando o valor real de mercado com o valor gerado pelo modelo de avaliação de imóveis utilizando a regressão linear múltipla. Os dados podem ser verificados na tabela abaixo

Tabela 10 - Tabela de testes

	Y	X1	X2	X3	X4	X5		
	Valor do Imóvel (R\$)	M ²	Banheiros	Quartos	Vagas/ Garagem	Localização	Bairros	Valor Real (R\$)
TESTE 01	163.026,53	75	1	3	1	6	Floresta	155.000,00
TESTE 02	226.560,96	100	2	3	1	6	Salatiel	230.000,00
TESTE 03	243.079,14	75	2	3	1	8	Rodoviários	265.000,00

As amostras dos imóveis para teste foram colhidas nos bairros Floresta, Rodoviários e Salatiel para verificar se o modelo adotado funciona comparando o valor real do mercado com o valor encontrado no modelo.

O valor de mercado do imóvel localizado no bairro floresta é de R\$ 155.000,00 sendo que o valor obtido pelo modelo é de R\$ 163.026,53, obtendo maior valor comparado ao de mercado tendo uma diferença de 5,18% do valor real do valor encontrado no modelo.

O valor de mercado do imóvel localizado no bairro Salatiel é de R\$ 230.000,00 sendo que o valor obtido pelo modelo é de R\$ 226.560,96, o modelo obteve maior valor do mercado tendo uma diferença de 1,5% do valor real.

O valor de mercado do imóvel localizado no bairro Rodoviários é de R\$ 265.000,00 sendo que o valor obtido pelo modelo é de R\$ 243.079,14, o modelo obteve menor valor do mercado tendo uma diferença de 8,27% do valor real.

Analisando esses resultados verificamos que houve regressão, ou seja, existe uma correlação entre as variáveis.

Conforme comprovado o valor de R quadrado, há a possibilidade da utilização da equação do modelo, pois a base matemática e com isso haverá critério para avaliação dos imóveis utilizando o modelo adotado.

5 CONCLUSÕES

O objetivo geral para obtenção de um modelo de equação de regressão linear múltipla que avaliasse o valor de imóveis residenciais multifamiliares no perímetro urbano da cidade de Caratinga foi atingido com a aplicação do método comparativo de dados de mercado. Os dados obtidos possibilitaram a geração do modelo composto por 18 dados de imóveis selecionados, e levado em consideração 5 variáveis independentes: área total, número de banheiros, número de quartos, localização e vaga de garagem. Os dados obtidos das amostras dos imóveis aplicados tiveram alguma diferença com a realidade do valor ofertado no mercado, no entanto, essa diferença não foi significativa, de acordo com a transação imobiliária. O modelo aplicado verificou que as variáveis que mais implicam no valor do imóvel é refere ao m^2 , localização e vaga de garagem respectivamente. Sendo assim, concluímos que o modelo de criação através do método de regressão linear, mostrou-se eficaz na avaliação de imóveis multifamiliar

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUNAHMAN, Sérgio Antônio. **Curso básico de engenharia legal e de avaliações**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR14653-1. **Avaliação de Bens. Parte 1: Procedimentos Gerais**. ABNT. [S.I.]. 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR14653-2. **Avaliação de Bens. Parte 2: Imóveis Urbanos**. ABNT. [S.I.]. 2011

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14653-1 – Procedimentos gerais**. Rio de Janeiro: 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653-1. **Avaliação de Bens - Parte 1: Procedimentos Gerais**. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653-2. **Avaliação de Bens - Parte 2: Imóveis Urbanos**. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653-2. **Avaliação de Bens - Parte 2: Imóveis Urbanos**. Rio de Janeiro, 2011.

CHARNET, R. et al. **Análise de modelos de regressão linear com aplicações**. UNICAMP. Campinas. 1999.

CORREA, S. **Probabilidade e estatística**. ^a. ed. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003.

DANTAS, R. A. **Engenharia de avaliações: uma introdução à metodologia científica**. 1. ed. 2. tiragem. São Paulo: Pini, 1998.

DANTAS, R. A. **Engenharia de avaliações: uma introdução à metodologia científica**. São Paulo: Pini, 1998.

DANTAS, Rubens Alves. **Engenharia de avaliações: uma introdução à metodologia científica**. São Paulo: PINI, 2012.

DEMO, Pedro. **Pesquisa e construção do conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1994.

GAZOLA, S. Construção de um modelo de regressão para avaliação de imóveis. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2002.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Metodologia de avaliação de imóveis**. Novo Hamburgo: SGE, 2003.

HEERDT, Mauri Luiz. LEONEL, Vilson. **Metodologia Científica e da Pesquisa**. 5. ed. Palhoça: Unisul Virtual, 2007.

HOCHHEIM, G. A. Análise da variabilidade dos resultados na avaliação de terrenos usando o método involutivo com simulação de monte carlo. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2017.

HOCHHEIM, N. Engenharia de Avaliações II: modelos de regressão linear para avaliação de imóveis. GEAP - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Consultado em 05 de nov. de 2019.

MATTA, Túlio Alves. **Avaliação do valor de imóveis por análise de regressão: estudo de caso para a cidade de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2007. Disponível em: <http://www.ufff.br/ep/files/2009/06/tcc_dez2007_tuliomatta.pdf>. Acesso em 10 nov. 2019.

NETIMOVEIS, 2019. Disponível em <<https://www.netimoveis.com/>> Acesso em 05 de nov. 2019.

SILVA, E. D. **Proposta de avaliação coletiva de imóveis. Aplicação aos imóveis do tipo apartamento na cidade de Blumenau** - Santa Catarina. Dissertação Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 117. 1999.

THOFEHRN, Ragnar. **Avaliação de terrenos urbanos: por fórmulas matemáticas**. São Paulo: Pini, 2008.

VIEIRA, Augusto José Parente. **A importância da vistoria na avaliação de imóveis urbanos consolidada numa ferramenta de apoio**. 2016. 59 f. Monografia

(Graduação em Engenharia Civil) – Unisul (Universidade do Sul de Santa Catarina), Palhoça.

ZANCAN, E. C. **Metodologia para avaliação em massa de imóveis para efeito de cobrança de tributos municipais: caso dos apartamentos da cidade de Criciúma, SC.** Dissertação - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1995.