



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

RÔMULO SOARES DE LIMA FILHO

**AVALIAÇÃO DE IMÓVEL POR MEIO DE REGRESSÃO LINEAR: Estudo de Caso
na cidade de João Pessoa/PB**

JOÃO PESSOA

2020

RÔMULO SOARES DE LIMA FILHO

**AVALIAÇÃO DE IMÓVEL POR MEIO DE REGRESSÃO LINEAR: Estudo de Caso
na cidade de João Pessoa/PB**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado à coordenação do curso de
Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da
Universidade Federal da Paraíba, como parte
dos requisitos para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cibelle Guimarães Silva Severo

JOÃO PESSOA

2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F481a Filho, Romulo Soares de Lima.
Avaliação de Imóvel por meio de Regressão Linear:
Estudo de Caso na cidade de João Pessoa/PB / Romulo
Soares de Lima Filho. - João Pessoa, 2020.
92 f. : il.

Monografia (Graduação) - UPPB/CT.

1. Mercado imobiliário. 2. Tratamento estatístico. 3.
Valor de mercado. 4. Grau de fundamentação. I. Título


UPPB/BC

FOLHA DE APROVAÇÃO

RÔMULO SOARES DE LIMA FILHO

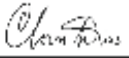
AVALIAÇÃO DE IMÓVEL POR MEIO DE REGRESSÃO LINEAR: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB

Trabalho de Conclusão de Curso em 20/03/2020 perante a seguinte Comissão Julgadora:




Prof. Dr. Cibelle Guimarães Silva Severo
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO




Prof. Dr. Clóvis Dias
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof. Andrea Brasiliano Silva
Matrícula Siape: 1549557
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

Dedico este trabalho ao meu pai, Rômulo Soares de Lima, por ter me apresentado ao mercado imobiliário e suas necessidades.

AGRADECIMENTOS

Em meio a um período representativo e significativo de ensino superior, aqui vão meus votos de agradecimentos:

Primeiramente à Deus, pois me permitiu sabedoria e discernimento para perseverar nos momentos mais difíceis desta caminhada de longos cinco anos de graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Segundo à minha família, em especial a minha mãe, Neide Soares da Fonseca, pelo esforço em me capacitar para ingressar em um curso de relevante prestígio e qualidade em nível nacional, além dos esforços e abdições pessoais para a proporção de confortos em momentos de cansaço e dificuldade.

Terceiro à minha professora e orientadora, Cibelle Guimarães, por todo o esforço e contribuição para que esta pesquisa se tornasse algo que realmente tinha contribuição para a comunidade acadêmica, assim como para os profissionais atuantes da área de Engenharia de Avaliações. Quarto aos meus amigos e colegas de universidade e agora de profissão, especialmente ao meu grupo de estudos que se tornou um grupo de amigos com os quais posso contar para os momentos mais importantes – SPD: Engenharia Só Por Diversão.

Por último e não menos importante, à minha companheira de vida e mãe da minha filha, Bianca, por ter me apoiado em momentos de desânimo, assim como por ter vibrado nos momentos de alegria pelas conquistas durante o curso e ao maior amor e inspiração que já conheci na minha vida: minha princesa e filha, Clarice. Obrigado por ter vindo em um momento inexplicável.

RESUMO

O ramo da Engenharia de Avaliações consiste no conjunto de conhecimentos técnico-científicos especializados aplicados à avaliação de bens, no qual se tomam decisões a respeito de valores, custos, frutos e direitos e é empregada em uma variedade de situações, tanto no âmbito judicial como no extrajudicial. O seu objeto de estudo, o mercado imobiliário, possui características que levam à necessidade de se ter uma qualificação profissional para a obtenção de valores de mercado que representem com autonomia o valor de um bem. A heterogeneidade e a subjetividade presentes no mercado imobiliário podem ser minimizadas através da execução de avaliações a partir da padronização exigida pela norma NBR 14.653 de 2011. Este trabalho apresenta uma aplicação prática, realizada em um apartamento localizado em um bairro da cidade de João Pessoa-PB, focada na determinação do valor de mercado por meio de um modelo de regressão que possa descrever o imóvel avaliando, através do Método Comparativo Direto de Dados de Mercado. Os 13 dados coletados em imobiliárias foram tratados estatisticamente após a construção de um modelo de regressão linear simples, com o auxílio de ajustamento da reta de regressão realizada pelo Método dos Mínimos Quadrados. Os resultados obtidos se mostraram satisfatórios, uma vez que a avaliação realizada atingiu um grau de fundamentação II, enquadrado pela norma citada anteriormente e o valor de mercado encontrado se mostrou condizente com o preço de oferta praticado no mercado pelas imobiliárias responsáveis pela venda do imóvel avaliado.

Palavras-chave: mercado imobiliário, tratamento estatístico, valor de mercado, grau de fundamentação.

ABSTRACT

The field of Evaluation Engineering consists of the set of specialized technical-scientific knowledge applied to the evaluation of goods, in which decisions are made regarding values, costs, fruits and rights and is employed in a variety of situations, both judicially as well as in the extrajudicial. Its object of study, the real estate market, has characteristics that lead to the need to have a professional qualification to obtain market values that autonomously represent the value of a good. The heterogeneity and subjectivity present in the real estate market can be minimized by performing evaluations based on the standardization required by NBR 14,653 of 2011. This work presents a practical application, carried out in an apartment located in a neighborhood of the city of João Pessoa-PB, focused on determining market value through a regression model that can describe the property evaluating, through the Method Direct Comparison of Market Data. The 13 data collected in real estate were treated statistically after the construction of a simple linear regression model, with the aid of adjustment of the regression line performed by the Least Squares Method. The results obtained were satisfactory, since the evaluation performed reached a degree of reasoning II, framed by the aforementioned norm and the market value found was consistent with the offer price practiced in the market by the real estate agents responsible for the sale of the valued property.

Keywords: real estate market, statistical treatment, market value, degree of reasoning.

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

CUB – Custo Unitário Básico

CV – Coeficiente de Variação

EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia

IPTU – Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana

MCDDM – Método Comparativo Direto de Dados de Mercado

MMQ – Método dos Mínimos Quadrados

NBR – Norma Brasileira

VE – Variância Explicada

VNE – Variância Não Explicada

VT – Variância Total

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Modelo Homocedástico	32
Figura 02 - Modelo Heterocedástico	32
Figura 03 - Indicação de <i>outliers</i> pelo gráfico dos resíduos x variável independente.....	37
Figura 04 - Influência do <i>outlier</i> na tendência natural do mercado.....	38
Figura 05 - Teste t bilateral.....	40
Figura 06 - Teste de Significância do Modelo	41
Figura 07 - Teste F de Snedecor unilateral.....	42
Figura 08 - Vista aérea da localização do empreendimento	48
Figura 09 - Residencial <i>Spazio Di Veneza</i>	48
Figura 10 - Planta baixa do imóvel avaliando	49
Figura 11 - Patologia aparente observada no alisar da porta do Quarto 01.....	52
Figura 12 - Patologia aparente observada no rejunte do rodapé da Suite Master	52
Figura 13 - Patologia aparente observada no rejunte do piso da Varanda Gourmet	53
Figura 14 - Raio de caracterização da região em estudo do imóvel avaliando	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Grau de correlação das variáveis quantitativas	35
Tabela 02 - Grau de Fundamentação no caso de utilização de modelos de regressão linear ...	43
Tabela 03 - Enquadramento global do grau de fundamentação do laudo de avaliação.....	44
Tabela 04 - Classificação do bem avaliando	45
Tabela 05 - Itens do empreendimento e de lazer	50
Tabela 06 - Benfeitorias observadas na vistoria do imóvel avaliando	51
Tabela 07 - Ferramentas para análise mercadológica da região em estudo.....	53
Tabela 08 - Dados coletados.....	57
Tabela 09 - Tabela de Regressão	58
Tabela 10 - Coeficientes a e b	58
Tabela 11 - Coeficientes de Correlação e Determinação	60
Tabela 12 - Tabela de Resíduos.....	61
Tabela 13 - Desvio-padrão e CV	62
Tabela 14 - Verificação de outliers.....	62
Tabela 15 - Novo modelo de regressão	64
Tabela 16 - Comparação entre os modelos obtidos sem e com remoção de outliers	65
Tabela 17 - Dados de referência para o cálculo do intervalo de confiança	66
Tabela 18 - Dados de entrada para o cálculo do intervalo de confiança	67
Tabela 19 - Tabela auxiliar para o teste t.....	69
Tabela 20 - Dados de entrada para a comparação do teste t.....	69
Tabela 21 - Dados de entrada para comparação do teste F	70
Tabela 22 - Enquadramento de itens para definição do grau de fundamentação	71

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Equação do Modelo de Regressão	59
Gráfico 02 - Verificação de <i>outliers</i>	63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. JUSTIFICATIVA	17
1.2. OBJETIVOS	18
1.2.1. Objetivo Geral	18
1.2.2. Objetivos Específicos	19
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1. MERCADO IMOBILIÁRIO	20
2.2. ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES	21
2.3. MÉTODO COMPARATIVO DIRETO DE DADOS DE MERCADO	25
2.3.1. Planejamento da pesquisa	25
2.3.2. Vistoria do bem avaliando	26
2.3.3. Identificação das variáveis do modelo	27
2.3.4. Levantamento de dados de mercado	29
2.3.5. Tratamento de dados	29
2.3.5.1. Tratamento científico por modelos de regressão linear simples	30
2.3.5.2. Método dos Mínimos Quadrados	33
2.3.5.3. Coeficiente de Correlação	34
2.3.5.4. Coeficiente de Determinação	35
2.3.5.5. Desvio-padrão do modelo	36
2.3.5.6. Coeficiente de Variação	36
2.3.5.7. Pontos Influenciantes - Outliers	36
2.3.5.8. Campo de Arbítrio	38
2.3.6. Intervalo de Confiança	38
2.4. TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DO PARÂMETRO – TESTE T	39
2.5. TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DO MODELO – TESTE F DE SNEDECOR	40

2.6. GRAU DE FUNDAMENTAÇÃO	42
3. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS	45
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
4.1. ESCOLHA DO IMÓVEL.....	47
4.1.1. Caracterização do imóvel avaliando	47
4.2. VISTORIA DO IMÓVEL AVALIANDO	50
4.2.1. Caracterização das benfeitorias do imóvel avaliando	50
4.2.2. Caracterização das patologias aparentes	51
4.3. AVALIAÇÃO MERCADOLÓGICA DA REGIÃO EM ESTUDO	53
4.4. FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES	55
4.5. DEFINIÇÃO DA VARIÁVEL INDEPENDENTE	56
4.6. COLETA DE DADOS DE MERCADO	56
4.7. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS COLETADOS	57
4.7.1. Dados coletados x Variável Independente escolhida	57
4.7.2. Tabela de Regressão.....	58
4.7.3. Cálculo dos coeficientes do Método dos Mínimos Quadrados	58
4.7.4. Cálculo dos coeficientes de Correlação e Determinação	60
4.7.5. Tabela de Resíduos.....	60
4.7.6. Desvio-padrão dos resíduos e o Coeficiente de Variação	61
4.7.7. Pontos Influenciadores ou Outliers	62
4.7.8. Obtenção de um novo modelo de regressão.....	64
4.8. INTERVALO DE CONFIANÇA	66
4.9. TESTES DE SIGNIFICÂNCIA	68
4.9.1. Do parâmetro adotado	68
4.9.2. Do modelo	70
4.10. GRAU DE FUNDAMENTAÇÃO	71
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
ANEXO A – Distribuição t de Student	78
ANEXO B – Distribuição de Snedecor	79
APÊNDICE A – Fotos da vistoria realizada no imóvel avaliando.....	80
APÊNCIDE B – Amostras coletadas e suas respectivas características	86

1. INTRODUÇÃO

Uma avaliação pode ser dita como uma aferição de um ou mais fatores econômicos especificamente apurados em relação a propriedades descritas, com data especificada, com base na análise de dados relevantes ao que está sendo avaliado, cita Fronza (2018) *apud* Abunahman (2007). Ainda segundo os mesmos autores, conclui-se que a avaliação de imóveis pode ser dita como uma aferição de um ou mais fatores econômicos e físicos para a determinação do valor ou situação de um bem imóvel.

Segundo Koskela (2000), o valor dado para um empreendimento é visto por cada consumidor de uma forma diferente. Tal subjetividade se torna um atributo característico para este tipo de mercado. Fato que conduz para que o ramo da Engenharia de Avaliações esteja em busca de melhores formas para a interpretação do mercado imobiliário, como forma de garantir que um bem tenha seu valor de mercado racionalmente embasado.

No Brasil, o órgão regulamentador de avaliações e perícias em Engenharia é o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE) e essa atividade é padronizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) através da NBR 14.653 que possui suas ramificações de acordo com o tipo de bem a ser avaliado (NUNES, 2016). Para o exercício da atividade de avaliação de imóveis, Dantas (2012) cita:

A Engenharia de Avaliações deve ser praticada por engenheiros, arquitetos, agrônomos, cada um obedecendo a sua habilidade profissional, de acordo com as leis do Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura – CONFEA, que detenham os conhecimentos necessários para realização do trabalho avaliatório a ser executado. (DANTAS, 2012, p. 2)

No entanto, Diniz (2018) cita que as atividades de avaliação de imóveis também podem ser realizadas por corretores de imóveis, com base no artigo 3º da Lei 6.530/78, que garante ao corretor de imóveis a competência de opinar quanto à comercialização imobiliária. Portanto, no atual cenário de atuação da atividade de avaliação de imóveis, verifica-se a presença tanto de engenheiros, arquitetos, agrônomos, assim como corretores de imóveis e, até mesmo, oficiais de justiça, ainda segundo o mesmo autor.

Diante disto, Melo (2018) afirma que o resultado desta gama de profissionais presentes neste ramo com a falta de experiência e embasamento técnico é a grande quantidade de imóveis que, por exemplo, perduram por longos períodos para se concretizar suas vendas ou locações, devido ao fato de estarem sendo ofertados a preços elevados e, provavelmente, fora de seus valores de mercado. E, ainda segundo o mesmo autor, a diferenciação de um engenheiro civil para um corretor de imóveis, por exemplo, pode ser notada a partir da sua capacidade de realizar uma análise técnica e prévia do mercado (a partir de hipóteses a serem formuladas e testadas) além de verificar o poder de compra atual da população (do público-alvo, especificamente).

Desta forma, diante da grande quantidade de avaliações precipitadas observadas pelos diversos bancos que terceirizam esta atividade para os profissionais habilitados e pelos Tribunais de Justiça, nota-se a importância em realizar um estudo mais aprofundado a respeito do ramo da Engenharia de Avaliações, visando em se obter formulações hipotéticas que possam ser comprovadas estatisticamente, a fim de se construir um possível modelo de avaliação que possa descrever o valor de mercado de um imóvel que seja tomado para estudo de caso deste presente trabalho. Diniz (2018) ainda cita que vale ressaltar que cada avaliação é única e nenhuma avaliação é exata ao ponto de não poder ser contestada.

Logo, para cada imóvel avaliando, há um modelo estatístico diferente, pois o mercado imobiliário é heterogêneo e as variáveis que influenciam o valor de mercado de um imóvel podem não ser as mesmas que interfiram no valor de mercado de outro imóvel avaliando, ainda que estes possuam características semelhantes.

1.1. JUSTIFICATIVA

A avaliação de imóveis se tornou uma prática do ramo da Engenharia de Avaliações que abriu portas para o mercado da engenharia civil, uma vez que esta profissão possui oscilações de oportunidades de trabalho de acordo com o poder econômico e de investimentos a nível nacional. Contudo, Melo (2018) cita uma posição negativa a respeito do aprofundamento dos conhecimentos necessários para atuação nesta área praticados dentro dos cursos de graduação de Engenharia Civil, o que implica na falta de qualificação profissional para exercer a função de avaliador de imóveis para os recém-ingressados no mercado de trabalho.

Entretanto, apesar da falta de conhecimento teórico a respeito da parte de Engenharia de Avaliações citado por Melo (2018), a capacidade técnica adquirida durante um curso de graduação de Engenharia Civil permite com que os profissionais ingressantes no ramo de avaliações de imóveis sejam capazes de ter uma maior capacidade crítica a respeito dos resultados adquiridos com base nos dados coletados em campo mais do que qualquer outro profissional que não possua a mesma capacidade e conhecimento técnico em área como Estatística, por exemplo. (EDITORA PINI, 2008)

A partir dos estudos de caso realizados por Melo (2018), Nunes (2016), Matta (2007), Avila (2010), Delfino e Zancan (2013), Ricardo e Zancan (2013), Oliveira (2016) e Koyanagui (2013), percebeu-se a introdução do uso de softwares na avaliação de imóveis, logo, notou-se que o conhecimento técnico a respeito de estatística computacional e interpretação de regressões passaram a ser um fator chave para a qualificação de um laudo de avaliação de imóvel.

Portanto, o estudo de caso a ser apresentado neste trabalho contribui para que o avanço no conhecimento técnico e na qualificação profissional na área de Engenharia de Avaliações permaneça contínuo, uma vez que a análise de um modelo de regressão linear simples pode ocasionar interpretações questionáveis, uma vez que sem o conhecimento técnico necessário, a gama de imóveis com valores de mercado fora do seu intervalo de confiança permanecerá em grande volume.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é propor um modelo estatístico através de regressão linear simples para prever o valor de mercado de um imóvel residencial urbano situado na cidade de João Pessoa, Paraíba, no bairro dos Estados, de acordo com as normas da NBR 14.653 – 2 de 2011 para fim de uma situação de compra ou venda com foco em obter um grau de fundamentação aceitável para os principais financiadores da região – Caixa Econômica Federal, Banco Itaú, Banco do Brasil, entre outros.

1.2.2. Objetivos Específicos

- I. Fazer uma avaliação mercadológica na região em estudo;
- II. Fazer a coleta de dados de mercado suficiente para satisfazer um dos graus de fundamentação indicados pela norma NBR 14.653 – 2;
- III. Tratar estatisticamente os dados coletados via regressão linear simples;
- IV. Validar as hipóteses do modelo adotado;
- V. Encontrar o intervalo do valor de mercado do bem avaliando;
- VI. Classificar o grau de fundamentação do imóvel avaliando, segundo a norma NBR 14.653 – 2.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. MERCADO IMOBILIÁRIO

Ao partir do princípio conceitual sobre mercado, a Revista de Direito Econômico (CADE, 1995 *apud* POSSAS, 1996) define mercado como um produto ou grupo de produtos e uma área geográfica na qual ele é produzido ou vendido tal que uma suposta empresa proprietária exclusiva deste(s) possa aumentar significativamente o preço dos produtos de forma a maximizar seu lucro. Um mercado também pode ser caracterizado como um conjunto de compradores e vendedores que atuam interagindo ao realizar a troca de bens de serviços por uma unidade monetária (MATOS e NOGUEIRA, 2013).

Para delimitar o significado de mercado imobiliário, visto que a literatura não uniformiza tal conceito, Botelho (2005) diz que este tipo de mercado analisado como setor imobiliário é aquele constituído pelas atividades de três subsetores: as da indústria da construção civil ligadas à obras verticais e de engenharia civil em geral, as da indústria produtora de materiais da construção e as relacionadas às atividades imobiliárias, como compra, venda, locação, incorporação e loteamento, além daquelas relacionadas à manutenção predial. Wissenbach (2008) complementa tal definição ao citar que o setor imobiliário se forma a partir do conjunto de atividades relacionadas às diversas etapas de trabalho, antes, durante e depois das construções de imóveis.

Segundo Passos e Nogami (1998), o mercado pode ser classificado de acordo com a sua estrutura para o setor de bens e serviços, como concorrência perfeita, monopólio, concorrência monopolística e oligopólio. De acordo com a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal (EMATER-DF), a estrutura de mercado de concorrência perfeita é definida como aquela em que o preço da mercadoria não é influenciado pela demanda nem pela oferta com o mercado a apresentar fluidez e liberdade. Já em relação ao monopólio, a EMATER-DF cita que o preço é definido por apenas um vendedor (oferta) e não há concorrência nem substituição do produto.

Quanto à concorrência monopolística, há a concorrência, porém a demanda não influencia no preço do produto, logo o mercado se torna compartimentado e, em relação ao oligopólio, a EMATER-DF cita que há um pequeno número de vendedores (oferta) para uma demanda de larga escala sujeita ao controle de preço dos produtos por essa pequena parcela representante da oferta. Logo, o tipo de mercado e sua respectiva estrutura de funcionamento

se tornam fundamentais para sua análise ao passo que cada mercado possui características e comportamentos diferenciados.

De forma a ser feito o diagnóstico de mercado, Dantas (2012) cita que se deve ser considerado três aspectos: a estrutura, a conduta e o desempenho do mercado. Saboya (1996) complementa que a caracterização da estrutura de mercado deve ser feita de acordo com o grau de concentração dos vendedores – o qual é descrito pelo número e pela distribuição dos mesmos, no mercado – assim como pelo perfil do universo de compradores – através da caracterização da população de possíveis compradores (classes de renda, estratos sociais, condições de participação no mercado) – além do grau de diferenciação do produto (oferecido pelos vendedores e diferenciado pelos compradores) e as condições de entrada – pela identificação das facilidades e dificuldades de entrada no mercado por vendedores e compradores.

Saboya (1996) ainda complementa que para a análise da conduta do mercado, devem-se observar as políticas de preços dos vendedores e os processos e mecanismos de interação entre os vendedores competidores. Em relação ao desempenho do mercado, devem-se identificar as tendências do mercado em questão, os resultados finais dos vendedores, assim como a velocidade de vendas e de ocupação do solo urbano, assim como a implantação de infraestrutura urbana, a implantação de novos empreendimentos, entre outros aspectos que possam gerar um aquecimento do mercado avaliando.

Para Dantas (2012), o mercado imobiliário é dominado por uma grande parte de empreendedores, incorporadores, entre outros que concorrem entre si utilizando vários meios de se destacar seja com formas de pagamento diferenciadas, inovações tecnológicas, meios de publicidade para um maior alcance do seu público alvo e o próprio acaba por se enquadrar como uma concorrência monopolística, que, segundo o mesmo autor, não deixa de ser um oligopólio, pois o preço que se paga neste tipo de mercado há de estar majorado em comparação com o valor que se pagaria em um mercado perfeitamente competitivo.

2.2. ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES

De acordo com o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), por sua comissão de São Paulo (2007), a Engenharia de Avaliações é definida como o campo da engenharia que consiste no conjunto de conhecimentos técnico-científicos especializados

aplicados à avaliação de bens, no qual se tomam decisões a respeito de valores, custos, frutos e direitos e é empregada em uma variedade de situações, tanto no âmbito judicial como no extrajudicial. Dantas (2012) complementa que a engenharia de avaliações serve para subsidiar tomadas de decisões a respeito de alternativas de investimentos para bens de qualquer natureza, como jazidas, instalações, empresas, marcas, patentes, softwares, obras de arte, empreendimento de base imobiliária como shopping centers, hotéis, parques temáticos, cinemas, casa de shows, entre outros.

De acordo com Nunes (2016) *apud* Martine e McGranaham (2010), a importância da engenharia de avaliações está associada ao crescimento desordenado das cidades, assim como à incapacidade de se planejar por meio de políticas públicas e privadas. Logo, a engenharia de avaliações é vista como uma ciência não exata que serve como agente regulador do preço dos imóveis.

O campo de atuação para aplicação deste ramo da Engenharia de Avaliações é consideravelmente vasto, pois, segundo Silva (2018), o profissional capacitado neste ramo pode exercer papéis, como:

- a) Perícia Judicial – no qual o profissional será notificado pelo(a) juiz(a) para atuar mediante os seus conhecimentos específicos para responder quesitos técnicos elaborados pelas partes;
- b) Garantias Reais – no qual a busca por um financiamento bancário necessita de deixar bens imóveis em garantias do que está sendo pleiteado para que se diminua o risco de erro por parte do banco;
- c) Setor Privado – para a avaliação de patrimônios em situações diversas;
- d) Seguros – no qual é necessária a avaliação da benfeitoria do imóvel avaliando;
- e) Taxas e tributos – no qual os municípios e prefeituras necessitam do valor dos imóveis para a aplicação de impostos, como, por exemplo, o lançamento do efeito do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU);
- f) Assistência Técnica – no qual o profissional será contratado por uma das partes em um processo judicial para responder os quesitos técnicos, entre outras aplicações.

Dantas (2012) ainda acrescenta que a Engenharia de Avaliações pode subsidiar serviços como transações de compra e venda, além de transações de locação, balanços patrimoniais e desapropriações amigáveis ou judiciais.

Para que essas atividades sejam executadas, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) disponibilizou a NBR 14.653 - 1: Avaliação de bens (2001), no qual visa consolidar conceitos, métodos e procedimentos gerais para os serviços técnicos de avaliações de bens, segundo a própria norma. A norma em si é constituída por sete partes, de forma a especificar a metodologia de avaliação para cada segmento, segundo o mesmo autor:

- i. Parte 1 – Procedimentos Gerais;
- ii. Parte 2 – Imóveis Urbanos;
- iii. Parte 3 – Imóveis Rurais;
- iv. Parte 4 – Empreendimentos;
- v. Parte 5 – Máquinas, equipamentos, instalações e bens industriais em geral;
- vi. Parte 6 – Recursos Naturais e Ambientais;
- vii. Parte 7 – Patrimônios históricos.

Ao se tratar de avaliação de bens, a NBR 14.653 – 1 (2001) classifica os bens como tangíveis e intangíveis:

- I. Bens tangíveis, que, segundo a mesma norma, são definidos como bens identificados materialmente, como, por exemplo: imóveis, equipamentos e matérias-primas.
- II. Ao passo que bens intangíveis são aqueles que, segundo a mesma norma, não são identificados materialmente, como, por exemplo: fundo de comércio, marcas e patentes.

Quanto aos bens tangíveis, a NBR 14.653 – 1 (2001) destaca entre outros:

- Imóveis;
- Máquinas;
- Equipamentos;
- Veículos;
- Mobiliário e Utensílios;
- Acessórios;
- Matérias-primas e outras mercadorias;
- Infraestruturas;
- Instalações;
- Recursos Naturais;
- Recursos Ambientais;

- Culturas Agrícolas;
- Semoventes.

Quanto aos bens intangíveis, a mesma norma destaca entre outros:

- Empreendimentos de base imobiliária, industrial ou rural;
- Fundos de comércio;
- Marcas;
- Patentes.

De forma a complementar o entendimento deste ramo da Engenharia, Moreira (2001) diz que a palavra valor, quando aplicada à propriedade, traz consigo um sentimento de posse, domínio ou troca de propriedade, medida em real ou em outra unidade monetária. Como Dantas (2012) cita que o objetivo principal da Engenharia de Avaliações é a determinação técnica do valor de um bem, visto que o valor ao qual o autor se refere é o valor de mercado, que, segundo a NBR 14.653 – 1 (2001), é dito como a quantia mais provável pelo qual se negociaria voluntariamente e conscientemente um bem, numa data de referência, dentro das condições do mercado vigente, enquanto que o preço pode ser entendido como o valor monetário de interesse da parte vendedora, o qual independe de critérios ou avaliações.

Logo, para a realização da avaliação de um bem de forma correta, a NBR 14.653 – 1 (2001), no item 7.5 estabelece que:

A metodologia escolhida deve ser compatível com a natureza do bem avaliando, a finalidade da avaliação e os dados de mercado disponíveis. Para a identificação do valor de mercado, sempre que possível preferir o método comparativo direto de dados de mercado. (NBR 14.653 – 1, 2001, p. 7)

A mesma norma complementa, no seu item 8.2, quais os métodos de avaliação podem ser utilizados:

Método comparativo direto de dados de mercado: Identifica o valor de mercado do bem por meio de tratamento técnico dos atributos dos elementos comparáveis, constituintes da amostra. **Método involutivo:** Identifica o valor de mercado do 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 execução e comercialização do produto. **Método evolutivo:** Identifica o valor do 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. **Método da capitalização da renda:** Identifica o valor do bem, com base na capitalização presente da sua renda líquida prevista, considerando-se cenários viáveis. (NBR 14.653 – 1, 2001, p. 8)

2.3. MÉTODO COMPARATIVO DIRETO DE DADOS DE MERCADO

Para aprofundar o conhecimento a respeito do Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM), pode-se dizer que este é o método mais utilizado na avaliação de imóveis urbanos, segundo Thofehn (2010), assim como é o método principal e indicado como obrigatório caso seja de possível aplicação por parte da NBR 14.653 – 1. Para Dantas (2012), o MCDDM é descrito como:

É aquele em que o valor do bem é estimado através da comparação com dados de mercado assemelhados quanto às características intrínsecas e extrínsecas. É condição fundamental para aplicação deste método a existência de um conjunto de dados que possa ser tomado estatisticamente como amostra de mercado. (DANTAS, 2012, p. 16)

A aplicação do MCDDM, segundo a norma NBR 14.653 – 2: Imóveis Urbanos (2010) segue as seguintes etapas:

- I. Planejamento da pesquisa;
- II. Vistoria do bem avaliando;
- III. Identificação das variáveis do modelo;
- IV. Levantamento de dados de mercado;
- V. Tratamento de dados;
- VI. Campo de arbítrio.

2.3.1. *Planejamento da pesquisa*

Nesta etapa, a norma NBR 14.653 – 2 (2010), diz que:

No planejamento de uma pesquisa, o que se pretende é a composição de uma amostra representativa de dados de mercado de imóveis com características, tanto quanto possível, semelhantes às do avaliando, usando-se toda a evidência disponível. Esta etapa – que envolve estrutura e estratégia da pesquisa – deve iniciar-se pela caracterização e delimitação do mercado em análise, com o auxílio de teorias e conceitos existentes ou hipóteses advindas de experiências adquiridas pelo avaliador sobre a formação do valor. (NBR 14.653 – 2, 2010, p. 13)

Ainda nesta etapa, Silva (2018) complementa o que é tratado na norma ao indicar que se deve analisar cada característica para a formulação de teorias sobre como realmente se comporta o valor de mercado do bem avaliando para que, em etapas posteriores, o avaliador possa realizar os testes de suas hipóteses. Dantas (2012) acrescenta que cada característica considerada importante na formação dos preços constitui uma hipótese baseada em alguma teoria advinda de experiências adquiridas pelo avaliador e que qualquer teoria deve ser comprovada com os dados de mercado, visto que em determinadas situações a influência de uma variável pode ser tão pequena a ponto de ser considerada estatisticamente nula, sendo assim, atestando a não comprovação da teoria formulada inicialmente.

2.3.2. Vistoria do bem avaliando

A vistoria do imóvel avaliando é uma etapa fundamental, segundo Silva (2018), pois é necessário o total conhecimento do objeto da vistoria, desde suas características internas e externas (variáveis) para que seja possível analisar e gerar hipóteses sobre a forma como essas variáveis influenciam no valor de mercado do bem avaliando. Ao seguir tal perspectiva, Dantas (2012) complementa ao citar que para se avaliar é preciso conhecer e para se conhecer é preciso vistoriar, portanto, esta é uma etapa de exame cauteloso no qual se deve identificar tudo aquilo que possa interferir no valor de um bem. A norma NBR 14.653 – 1 (2001) no seu item 7.3 diz que:

A vistoria deve ser efetuada pelo engenheiro de avaliações com o objetivo de conhecer e caracterizar o bem avaliando e sua adequação ao seu segmento de mercado, daí resultando condições para a orientação da coleta de dados. É recomendável registrar as características físicas e de utilização do bem e outros aspectos relevantes à formação do valor. (NBR 14.653 – 1, 2001, p. 7)

Ainda sobre a vistoria do bem avaliando, a norma NBR 14.653 – 2 (2011) diz que se deve levar em considerações aspectos como a caracterização da região, do terreno, das edificações e benfeitorias documentadas e não documentadas, desde que sejam relevantes para a análise do valor de mercado do bem avaliando. Dantas (2012) ainda acrescenta ao citar que se deve percorrer a região envolvente para verificar possíveis pólos de influência, equipamentos urbanos, infraestrutura, entre outros aspectos relevantes.

Em situações especiais, a norma NBR 14.653 – 2 (2011) fala sobre a questão de vistorias por amostragem, no item 7.3.5.1 da seguinte forma:

Na avaliação de conjunto de unidades autônomas padronizadas, é permitida vistoria interna por amostragem aleatória de uma quantidade definida previamente pelas partes ou, se houver omissão no contrato, de um percentual mínimo de 10 % do total das unidades de cada bloco ou conjunto de unidades de mesma tipologia. (NBR 14.653 – 2, 2011, p. 12)

Enquanto que a situação de impossibilidade de vistoria é tratada no item 7.3.5.2 da mesma norma da seguinte maneira:

Quando não for possível o acesso do avaliador ao interior do imóvel, o motivo deve ser justificado no laudo de avaliação. Neste caso, em comum acordo com o contratante, a vistoria interna pode ser prescindida e a avaliação pode prosseguir com base nos elementos que for possível obter ou fornecidos pelo contratante, tais como:

- a) descrição interna;
- b) no caso de apartamentos, escritórios e conjuntos habitacionais, a vistoria externa de áreas comuns, a vistoria de outras unidades do mesmo edifício e informações da respectiva administração;
- c) no caso de unidades isoladas, a vistoria externa.

As considerações hipotéticas sobre o imóvel, que configuram a situação paradigma, devem estar claramente explicitadas no laudo de avaliação. (NBR 14.653 – 2, 2011, p. 12)

2.3.3. Identificação das variáveis do modelo

Para o seguimento desta etapa, Dantas (2012) entende que uma variável é uma medida que assume valores diferentes em diversos pontos de observação. Pelli (2003) acrescenta que as variáveis são representações das características dos imóveis e podem ser classificadas como:

- a) Quantitativas – representam valores de atribuições que podem ser contados ou medidos em cada elemento da amostra e, segundo o autor citado anteriormente, são as variáveis chaves do processo avaliatório;
- b) Qualitativas – representam características de atribuição não mensurável de cada elemento da amostra, portanto, possibilitam a classificação, nomeação e diferenciação dos conceitos;
- c) Proxy – são as variáveis utilizadas para substituir outras variáveis de difícil medição, como, por exemplo, o padrão construtivo expresso pelo custo unitário básico (CUB);
- d) Dicotômicas – variáveis que assumem apenas dois valores, como no caso de indicar ausência ou presença de algum elemento característico do bem avaliando ou da amostra de dados.

Dantas (2012) ainda acrescenta que na Engenharia de Avaliações, as variáveis são classificadas como independentes – quando afetam uma variável dependente – e são

classificadas como dependentes – quando são variáveis afetadas por outra(s). O mesmo autor ainda cita que, nesse ramo da Engenharia, considera-se como variável dependente, geralmente, o preço praticado no mercado e como variável independente as respectivas características físicas, locacionais e econômicas, como área, frente, bairro, logradouro, distância a um polo influenciável, valor de oferta ou transação, entre outros.

A norma NBR 14.653 – 2, no seu item 8.2.1.2.1 a respeito de variável dependente ainda cita:

Para a especificação correta da variável dependente, é necessária uma investigação no mercado em relação à sua conduta e às formas de expressão dos preços (por exemplo, preço total ou unitário, moeda de referência, formas de pagamento), bem como observar a homogeneidade nas unidades de medida. (NBR 14.653 – 2, 2011, p. 13)

A mesma norma no seu item 8.2.1.2.2 ainda fala a respeito de variável independente:

As variáveis independentes referem-se às características físicas (por exemplo, área, frente), de localização (como bairro, logradouro, distância a polo de influência, entre outros) e econômicas (como oferta ou transação, época e condição do negócio – à vista ou a prazo). As variáveis devem ser escolhidas com base em teorias existentes, conhecimentos adquiridos, senso comum e outros atributos que se revelem importantes no decorrer dos trabalhos, pois algumas variáveis consideradas no planejamento da pesquisa podem se mostrar pouco relevantes e vice-versa. Sempre que possível, recomenda-se a adoção de variáveis quantitativas. (NBR 14.653 – 2, 2011, p. 13)

Em relação às variáveis geralmente observadas para a situação de imóveis urbanos residenciais do tipo apartamento, Silva (2018) aponta as seguintes variáveis (dependentes e independentes):

- a) Áreas da unidade;
- b) Padrão da construção;
- c) Idade de construção;
- d) Número de quartos;
- e) Número de suítes;
- f) Número de pavimentos do prédio;
- g) Número de apartamentos por andar;
- h) Topografia local;
- i) Vista privilegiada ou prejudicial.

2.3.4. Levantamento de dados de mercado

A etapa de coleta de dados de mercado é considerada como a etapa mais cansativa dentro do processo avaliatório, segundo Silva (2018). A qualidade da amostra depende da técnica de amostragem, da diversidade de fontes, do tipo e quantidade de dados. Esta etapa exige do avaliador características, como, persistência, bom relacionamento com outros profissionais da área e vasta experiência no mercado imobiliário, ainda segundo o mesmo autor. Para a norma NBR 14.653 – 2 (2011), no seu item 8.2.1.3, o objetivo central do levantamento de dados de mercado é a obtenção de uma amostra representativa para explicar o comportamento do mercado no qual o imóvel avaliando está inserido e constitui a base do processo avaliatório.

De acordo com a norma NBR 14.653 – 1 (2001), no seu item 7.4.2, nesta fase do trabalho, recomendam-se as seguintes atribuições:

- a) buscar dados de mercado com atributos mais semelhantes possíveis aos do bem avaliando;
- b) identificar e diversificar as fontes de informação, sendo que as informações devem ser cruzadas, tanto quanto possível, com o objetivo de aumentar a confiabilidade dos dados de mercado;
- c) identificar e descrever as características relevantes dos dados de mercado coletados;
- d) buscar dados de mercado de preferência contemporâneos com a data de referência da avaliação. (NBR 14.653 – 1, 2001, p. 7)

Ainda de acordo com a referida norma, no seu item 7.4.3 a respeito da situação mercadológica, cita-se que na coleta de dados de mercado relativos a ofertas é indicada a busca por informações a respeito de quanto tempo o bem ofertado está exposto no mercado e, no caso de transações, a verificação da forma de pagamento praticada e a data da transação. Por fim, como a amostragem permite a inserção de opinião subjetiva, a norma NBR 14.653 – 2 (2011), no seu item 8.2.1.3.6, recomenda que seja feita a visita em cada imóvel tomado como referência para a verificação de todas as informações de interesse, além de atentar para os aspectos quantitativos e qualitativos e, por fim, confrontar as informações das partes envolvidas, de forma a garantir maior confiabilidade dos dados coletados.

2.3.5. Tratamento de dados

A etapa de tratamento de dados se refere ao momento em que, segundo Dantas (2012), o avaliador está de posse das amostras coletadas e há a necessidade de realizar uma análise exploratória dos dados, onde deve ser analisado o equilíbrio da amostragem, a influência de

cada variável sobre os preços, as dependências lineares delas em relação ao preço e entre si, assim como a identificação de pontos atípicos que possam distorcer a tendência do modelo a ser construído. Silva (2018) complementa que existem vários modelos para a realização do tratamento de dados e que cada avaliação irá gerar um modelo único que funcione apenas para aquela avaliação em especial, pois o comportamento das variáveis se altera de região para região, assim como a tendência de mercado varia de local em local.

Dantas (2012) cita que no estudo de mercado há a necessidade de se ter cuidado com os dados de descrição para haver uma melhor forma de distribuir as características de uma amostra, de exploração, aonde se inicia, de fato, o estudo de mercado, com o objetivo de se explicar as características referentes à população, através de dados amostrais por modelos apropriados e, também, de explicação. Para a norma NBR 14.653 – 2 (2011), no seu Anexo A, a técnica mais utilizada para a determinação do comportamento de uma variável dependente em relação a outras variáveis responsáveis pela sua variabilidade observada nos preços é a análise por regressão.

2.3.5.1. Tratamento científico por modelos de regressão linear simples

No modelo linear, segundo a norma citada anteriormente, a variável dependente será expressa por uma combinação linear de variáveis independentes, em escala original ou transformada, acrescida de erro aleatório, devido às variações do comportamento humano - imperfeições acidentais de observação ou de medida e efeitos de variáveis irrelevantes não incluídas no modelo construído. Quando a variabilidade dos preços pode ser explicada por apenas uma variável independente, através de uma função linear, utiliza-se o modelo de regressão linear simples, ao passo que, quando a variabilidade dos preços for explicada por mais de uma variável independente, admite-se o modelo de regressão linear múltipla, segundo Dantas (2012). Na prática, segundo Abunahman (2007), o modelo de regressão linear múltipla é mais utilizado, porém necessita de um maior conhecimento técnico e de modelagens com auxílio tecnológico devido ao tempo demandado para a realização de uma avaliação através da análise de várias hipóteses para um determinado modelo – fator limitante deste presente trabalho.

Em relação ao modelo de regressão linear simples, a explicação da variabilidade de todos os preços praticados no mercado, através das variações provocadas por uma única variável é representado por uma função linear do tipo apresentado a seguir pela Equação 01 e por mais cinco hipóteses básicas posteriormente definidas, segundo Dantas (2012):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_i + \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, m \quad (\text{Eq. 01})$$

Onde, Y_i, \dots, Y_m é a variável dependente, explicada;

X_i é a variável independente, explicativa;

β_0, β_1 são os parâmetros da população;

$\varepsilon_i, \dots, \varepsilon_n$ são os erros aleatórios do modelo.

Segundo Silva (2018), a Equação 01 também pode ser representada pela Equação 02 a seguir:

$$Y_{est} = a + b.X_i \quad (\text{Eq. 02})$$

Onde, Y_{est} é o valor esperado de Y_i (estimativa da variável dependente Y_i);

a é o valor estimado para o parâmetro α ;

b é o valor estimado para o parâmetro β ;

X_i é a variável independente, explicativa;

Para um modelo de regressão linear simples ajustado a dados imobiliários, a primeira hipótese diz que a variável independente corresponde a números reais que não contenham nenhuma perturbação aleatória, o que, de fato, ocorre, pois as variáveis independentes se relacionam com características fixas de cada elemento tomado como referência. A segunda hipótese sugere que o número de observações “n” deve ser superior ao número de parâmetros estimados pelo modelo e, como o modelo de regressão linear simples envolve apenas dois parâmetros (β_0 e β_1), o ajustamento da reta de regressão exige, no mínimo, três dados. Contudo, a norma NBR 14.653 – 2 (2011) diz que, para evitar problemas de micro numerosidade (amostra muito pequena), o número mínimo de dados efetivamente utilizados “n” no modelo deve obedecer aos seguintes critérios, com respeito ao número de variáveis independentes “k”:

- $n \geq 3.(k + 1)$
- *para* $n \leq 30, n_i \leq 3$
- *para* $30 < n \leq 100, n_i \geq 10\%.n$
- *para* $n > 100, n_i \geq 10$

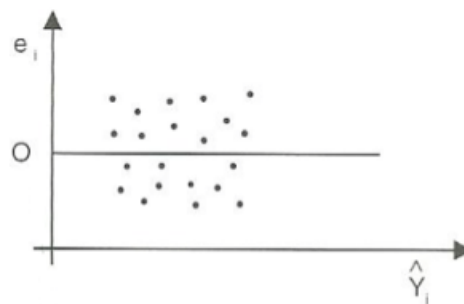
Ainda, segundo o mesmo autor, o n_i se refere, para variáveis quantitativas, a variáveis quantitativas discretas, como, por exemplo, o número de quartos, e não para variáveis quantitativas contínuas, como, por exemplo, a área.

Em relação à terceira hipótese, com base em Dantas (2012), os erros são variáveis aleatórias com valor esperado nulo e variância constante, não devem provocar tendências nos demais coeficientes que são mais relevantes na análise da regressão. O mesmo autor ainda acrescenta que uma análise gráfica dos resíduos versus os valores ajustados pelo modelo de

regressão pode verificar esta hipótese, pois, haverá a possibilidade de se concluir se o modelo apresenta características de homocedasticidade ou heterocedasticidade.

Em confirmação à importância desta hipótese de análise sobre o modelo ter um comportamento homo ou heterocedástico, Gujarati (2004) cita que uma importante hipótese para modelos de regressão é que as perturbações (resíduos) sejam homocedásticos, ou seja, apresentem a mesma variância. O que difere da primeira definição dada por Dantas (2012), onde a expectativa de se ter um valor nulo das variáveis aleatórias é de difícil verificação. No entanto, Gujarati (2004) ainda acrescenta que a verificação de heterocedasticidade pode ser observada quando a distribuição dos pontos em torno de uma reta que represente a média apresente comportamento bem definido, com uma variação gradativa da dispersão. As Figuras 01 e 02 a seguir representam os modelos com comportamento homocedásticos e heterocedástico, respectivamente:

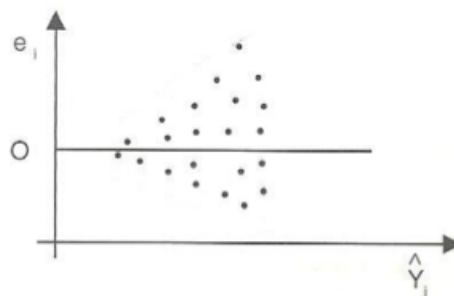
Figura 01 - Modelo Homocedástico



Fonte: Dantas (2012)

De acordo com o gráfico da Figura 01 acima, pode-se observar que os pontos aleatórios possuem uma variância que pode ser considerada constante, confirmando a hipótese descrita por Dantas (2012) e confirmada por Gujarati (2004).

Figura 02 - Modelo Heterocedástico



Fonte: Dantas (2012)

Percebe-se, na Figura 02, que o modelo heterocedástico apresenta um comportamento dos pontos aleatórios bem definidos, o que implica em uma não concordância com a hipótese dos erros não interferirem nos coeficientes do modelo de regressão.

Ainda em relação às cinco hipóteses básicas do modelo de regressão linear simples, segundo Dantas (2012), a quarta hipótese expõe que os erros são variáveis aleatórias com distribuição normal. No entanto, o campo de variação da distribuição normal é todo o intervalo dos números reais, enquanto que os dados dos preços dos imóveis são apenas positivos, ou seja, deve-se mudar para a escala logarítmica, considerando que o logaritmo do preço abrange toda a reta real.

Por fim, a quinta hipótese fala que os erros são não auto correlacionados, ou seja, são independentes sob a condição de normalidade. O mesmo autor ainda indica que o conceito de independência dos resíduos se relaciona com a independência dos dados de mercado, ou seja, o conhecimento de preço de um imóvel e suas condições não interfere no preço e nas condições de outro imóvel. Portanto, a verificação da situação de não auto correlação dos erros (resíduos) serve para garantir que os estimadores de mínimos quadrados sejam eficientes.

2.3.5.2. Método dos Mínimos Quadrados

Para situações experimentais frequentemente sujeitas a erros aleatórios e incontrolláveis, como o caso de avaliação de imóveis, estimativas confiáveis podem ser obtidas através de tratamentos estatísticos, segundo Helene (2006). Para a estimação dos parâmetros de uma regressão, um dos métodos mais utilizados e eficientes é o Método dos Mínimos Quadrados (MMQ), pois nele, nenhuma suposição de distribuição de termo aleatório é exigida para estimativa pontual dos parâmetros, cita Dantas (2012). Segundo o mesmo autor, a estimação dos parâmetros β e α pelo MMQ consiste em encontrar constantes “a” e “b” de tal forma que o somatório dos quadrados das distâncias, medidas na vertical, entre cada ponto observado e ajustado pela curva de regressão seja mínimo.

Ao considerar as hipóteses apresentadas anteriormente por Dantas (2012), a fim de obter o ajuste de uma reta, o MMQ gerado pela derivada parcial de uma função linear qualquer pelo somatório dos quadrados dos resíduos, segundo Silva (2018), possui as Equações 03 e 04 apresentadas a seguir para a obtenção dos valores estimados para os parâmetros α e β , respectivamente, da Equação 02 citada anteriormente:

$$a = \frac{\sum X^2 * \sum Y - \sum X * \sum X * Y}{n * \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (\text{Eq.03})$$

$$b = \frac{n \cdot \sum X \cdot Y - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (\text{Eq. 04})$$

Onde, n é o número de pares (x, y) observados (tamanho da amostra);

$\sum X * Y$ é o somatório dos produtos $X * Y$;

$\sum X$ é o somatório dos valores observados em X;

$\sum Y$ é o somatório dos valores observados em Y;

$\sum X^2$ é o somatório dos quadrados dos valores de X;

2.3.5.3. Coeficiente de Correlação

O coeficiente de correlação linear, para Figueiredo Filho e Silva Júnior (2009), é uma medida de associação bivariada, ou seja, da força do grau de relacionamento entre duas variáveis. Moore (2007) ainda acrescenta que o coeficiente de correlação mede a direção e o grau da relação linear entre duas variáveis quantitativas. Para os dois primeiros autores, em termos estatísticos, duas variáveis se associam quando elas possuem semelhanças de distribuição. Ou seja, elas podem se associar a partir da distribuição das frequências ou pelo compartilhamento de variância, sendo que para o coeficiente de correlação a medida da variância compartilhada é o parâmetro válido. Logo, a correlação exige um compartilhamento de variância de uma forma linear.

Silva (2018) confirma os conceitos anteriores ao citar que o coeficiente de correlação linear é uma importante medida estatística na análise de um modelo de regressão, pois informa a dependência linear entre a variável dependente Y e a variável independente X. Ainda segundo o mesmo autor, o coeficiente de correlação linear “r” pode ser calculado pela Equação 05 abaixo:

$$r = \frac{n \cdot \sum X \cdot Y - \sum X \cdot \sum Y}{\sqrt{[n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2] * [n \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (\text{Eq. 05})$$

Onde, n é o número de pares (x, y) observados (tamanho da amostra);

$\sum X * Y$ é o somatório dos produtos $X * Y$;

$\sum X$ é o somatório dos valores observados em X;

$\sum Y$ é o somatório dos valores observados em Y;

$\sum X^2$ é o somatório dos quadrados dos valores de X;

$\sum Y^2$ é o somatório dos quadrados dos valores de Y.

Dantas (2012) cita que o resultado pode variar de -1 a +1 e quanto mais próximo de 1, em módulo, maior será a dependência linear entre as variáveis, em contrapartida, quanto mais próximo de zero, menor será esta dependência. Figueiredo Filho e Silva Júnior (2009) ainda citam que, na prática, é quase impossível a obtenção dos valores inteiros 0 e 1 (este em modelo).

Ao fazer uma análise gráfica, Dantas (2012) cita o comportamento do tipo de correlação através das três condições abaixo:

- I. Quando $r > 0$, a correlação é dita direta, correspondendo a uma reta crescente;
- II. Quando $r = 0$, a correlação é dita nula, correspondendo a uma reta horizontal;
- III. Quando $r < 0$, a correlação é dita indireta, correspondendo a uma reta decrescente.

Silva (2018) aponta que para o modelo de regressão linear simples, o grau de relação entre as variáveis X e Y pode ser expresso de acordo com a classificação apresentada na Tabela 01 abaixo:

Tabela 01 - Grau de correlação das variáveis quantitativas

COEFICIENTE	CORRELAÇÃO
$ r = 0$	Nula
$0 < r \leq 0,30$	Fraca
$0,30 < r \leq 0,70$	Média
$0,70 < r \leq 0,90$	Forte
$0,90 < r \leq 0,99$	Fortíssima
$ r = 1$	Perfeita

Fonte: Dantas apud Pereira (2012)

2.3.5.4. Coeficiente de Determinação

Para uma melhor análise do poder de explicação de um modelo de regressão linear simples, em função das variáveis independentes consideradas (no caso de modelo de regressão linear, considera-se apenas uma variável independente), o coeficiente de determinação pode ser obtido através do quadrado do coeficiente de correlação, segundo Dantas (2012). O resultado fornece uma medida da quantidade em que as estimativas baseadas na reta de regressão (Y_{est}) são melhores do que aquelas baseadas na medida da amostra (Y_{med}), de acordo com Silva (2018).

Logo, um modelo que considerou apenas uma variável independente para explicar a formação de preços e encontrou um valor “x” para o coeficiente de determinação R indica que x% da variabilidade dos preços observados são devidos às variações da variável independente

adotada, portanto, o coeficiente de determinação R pode ser calculado a partir da Equação 06 apresentada a seguir:

$$R = r^2 \quad (\text{Eq. 06})$$

Onde, R é o coeficiente de determinação;

r é o coeficiente de correlação.

2.3.5.5. Desvio-padrão do modelo

O erro padrão da equação de um modelo fornece uma medida de precisão das estimativas de regressão, baseado no princípio do que quanto menor a dispersão, maior será a precisão das estimativas, segundo Silva (2018). Portanto, o desvio-padrão de um modelo geral com “p” parâmetros estimados, ajustados a “n” dados Y_i por uma equação de média Y_{est} é dado, segundo Dantas apud Silva (2012), pela Equação 07 a seguir:

$$Se = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - Y_{est})^2}{n-2}} \quad (\text{Eq. 07})$$

Onde, Se é o desvio-padrão dos resíduos;

Y_i é o dado de amostragem;

Y_{est} é o parâmetro médio calculado;

n é o número de dados amostrais.

2.3.5.6. Coeficiente de Variação

O coeficiente de variação (CV) pode ser dito como um parâmetro de qualidade do ajustamento realizado, uma vez que este mede a dispersão relativa das observações, segundo Silva (2018), e pode ser definido pela Equação 08 apresentada abaixo:

$$CV = \frac{Se}{Y_{med}} \quad (\text{Eq. 08})$$

Onde, CV é o coeficiente de variação calculado;

Se é o desvio-padrão do modelo de regressão;

Y_{med} é o parâmetro baseado na medida da amostra.

2.3.5.7. Pontos Influenciantes - Outliers

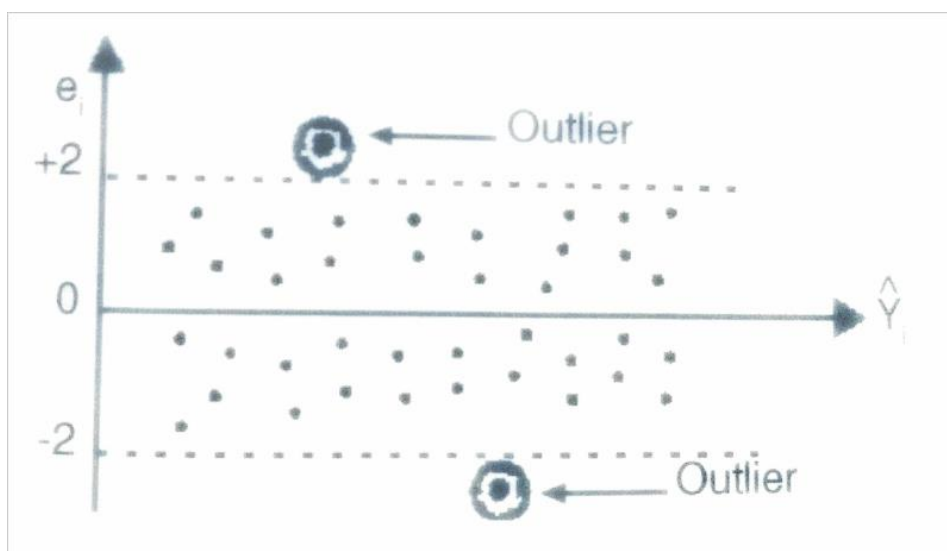
Para a estatística, os *outliers* ou pontos influenciantes são valores atípicos que apresentam uma grande diferença em relação aos demais, segundo Melo (2018). A presença destes pontos pode provocar variações ao modelo explicativo do valor, cita Silva (2018). Este

ainda acrescenta que são considerados *outliers* todos os pontos cujos erros do valor estimado Y_{est} em relação ao valor de mercado Y estejam fora do limite do desvio padrão, logo, deve-se analisar graficamente o posicionamento de cada um dos pontos de Y (valor de mercado).

Segundo a norma NBR 14.652 – 2 (2011), pode-se verificar a presença de pontos influenciadores pelo gráfico dos resíduos versus cada variável independente ou com a utilização de técnicas estatísticas mais avançadas, como, por exemplo, a estatística de Cook ou o método da distância de Mahalanobis. Melo (2018) acrescenta um ponto de análise importante em relação aos pontos influenciantes:

Ao se encontrar pontos influenciantes em uma amostra é necessário que se realize uma análise criteriosa a fim de verificar se houve algum erro na medição ou ocorreu uma mudança no comportamento da amostra. No mercado imobiliário, por exemplo, um determinado imóvel pode ser anunciado por um preço muito elevado mesmo possuindo características semelhantes a outros de preço bem inferior. Tal fato pode ocorrer pela falta de conhecimento do mercado ou com o intuito de criar uma especulação por exemplo. (MELO, 2018, p. 34)

Figura 03 - Indicação de *outliers* pelo gráfico dos resíduos x variável independente



Fonte: Dantas (2012)

Dantas (2012), por fim, cita que os pontos influenciantes podem alterar completamente as tendências naturais indicadas pelo mercado, como representa o *outlier* presente na Figura 03 a seguir:

Figura 04 - Influência do *outlier* na tendência natural do mercado

Fonte: Dantas (2012)

Nota-se que o ponto influenciante gera a Reta 2 da Figura 04 acima, enquanto que a sua eliminação permite com que os dados de mercado indiquem uma tendência natural através da Reta 1 representada na Figura 04.

2.3.5.8. *Campo de Arbítrio*

A norma NBR 14.653 – 1 (2001) define campo de arbítrio como o intervalo de variação no entorno do estimador pontual adotado na avaliação, dentro do qual se pode arbitrar o valor do bem, desde que justificado pela existência de características próprias não contempladas no modelo. Melo (2018) acrescenta que o campo de arbítrio pode ser utilizado quando não se conseguir obter dados de variáveis que são relevantes ao modelo, devido à escassez desses dados ou quando os dados são estatisticamente insignificantes em modelos de regressão. O mesmo autor ainda acrescenta que este campo de arbítrio pode ser utilizado desde que a amplitude de 15% seja capaz de absorver as influências não consideradas, ao passo que sejam justificadas para o seu uso.

2.3.6. *Intervalo de Confiança*

Para a norma NBR 14.652 – 2 (2011), o intervalo de confiança a ser adotado deve ser de 80% em torno da estimativa do valor central e que apresente indicadores que sejam consistentes do modelo de regressão. Para um modelo de regressão linear simples, o intervalo de confiança pode ser obtido a partir da Equação 09 apresentada a seguir:

$$I = Y_{est} \pm t_{1-\frac{\alpha}{2};(n-2)} * Se * \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X_0 - X_{med})^2}{\sum(X_i - X_{med})^2}} \quad (\text{Eq. 09})$$

Onde, I é o intervalo de confiança a ser encontrado;

Y_{est} é o valor médio;

$t_{1-\frac{\alpha}{2},(n-2)}$ é o ponto crítico da distribuição t de Student;

Se é o desvio-padrão do modelo;

Nesse intervalo de confiança, segundo Silva (2018), determinam-se os limites inferior e superior, dentro do qual se pode afirmar com determinada probabilidade que o verdadeiro parâmetro da população está nesse intervalo. Tal probabilidade é dita nível de confiança e seu complemento é dito significância α . Para a norma NBR 14.652 – 2 (2011), como o intervalo de confiança deve ser admitido de 80% em torno do valor central da estimativa, implica dizer que deve ser considerada uma significância α mínima de 20%.

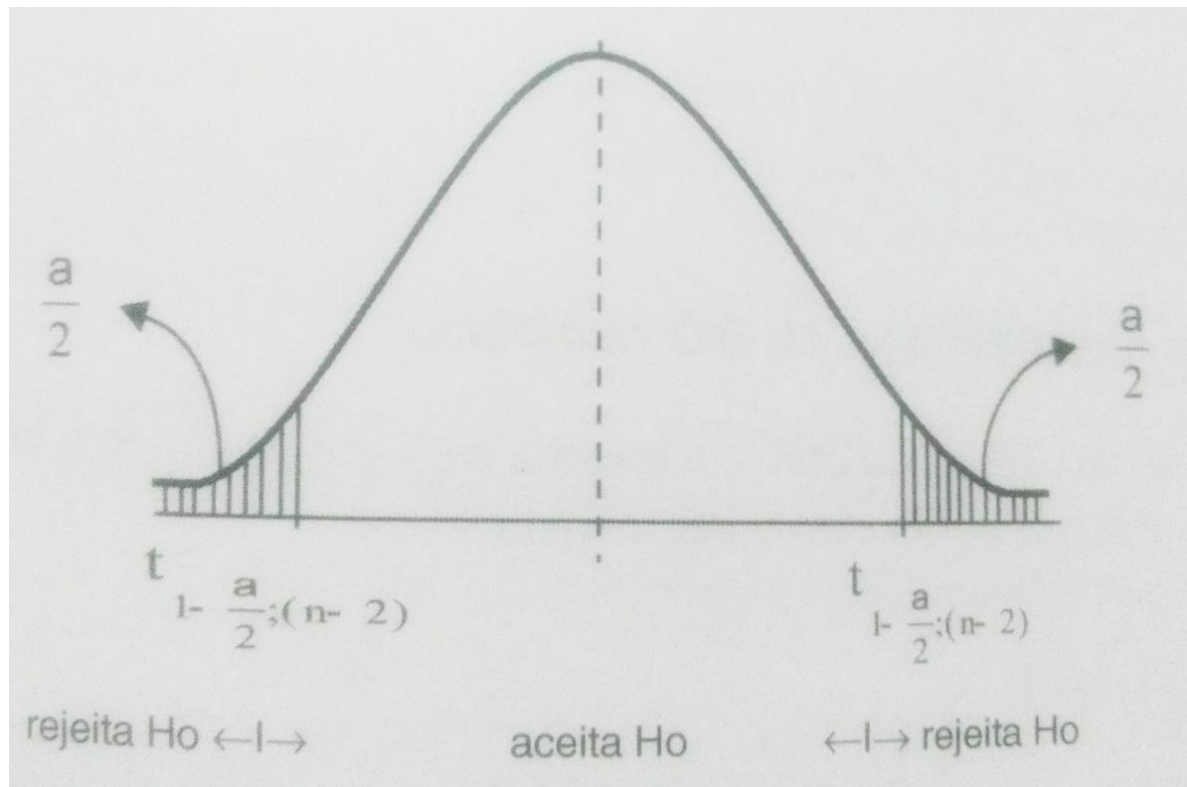
2.4. TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DO PARÂMETRO – TESTE T

Para Melo (2018), os testes de significância são realizados para a verificação da condição de importância na formação do valor pelos dados amostrais coletados, ou seja, verificação de existência de regressão. O mesmo autor ainda cita que, para uma avaliação com uma coleta de dados amostrais inferior a 30 itens, recomenda-se utilizar a distribuição t de Student ao invés da distribuição normal.

Dentre as várias distribuições estatísticas existentes, a distribuição t de Student é a mais importante das distribuições quando se deseja inferir sobre as médias populacionais com desvios-padrão desconhecidos, cita Dantas (2012). Contudo, a sua aplicação deve ser favorável quando houver indícios de normalidade na população. Na Engenharia de Avaliações, a sua aplicabilidade é bem maior do que uma distribuição do tipo normal, visto que o desvio-padrão da população é estimado através de dados amostrais, ainda segundo o mesmo autor.

De acordo com Dantas e Rocha (2007), para se testar a significância individual de um parâmetro β_j , divide-se a sua estimativa b_j pelo seu respectivo desvio-padrão $s(b_j)$, indicando que quanto maior for o resultado maior será a probabilidade de a variável correspondente ser importante na formação dos valores de mercado. Portanto, os mesmos autores ainda acrescentam que, para fazer o teste bilateral a um nível de significância α , utiliza-se o teste t, que consiste em comparar a estatística de teste t_j^* com o ponto crítico da distribuição t de Student. A Figura 05 representa a análise bilateral do teste t:

Figura 05 - Teste t bilateral



Fonte: Dantas (2012)

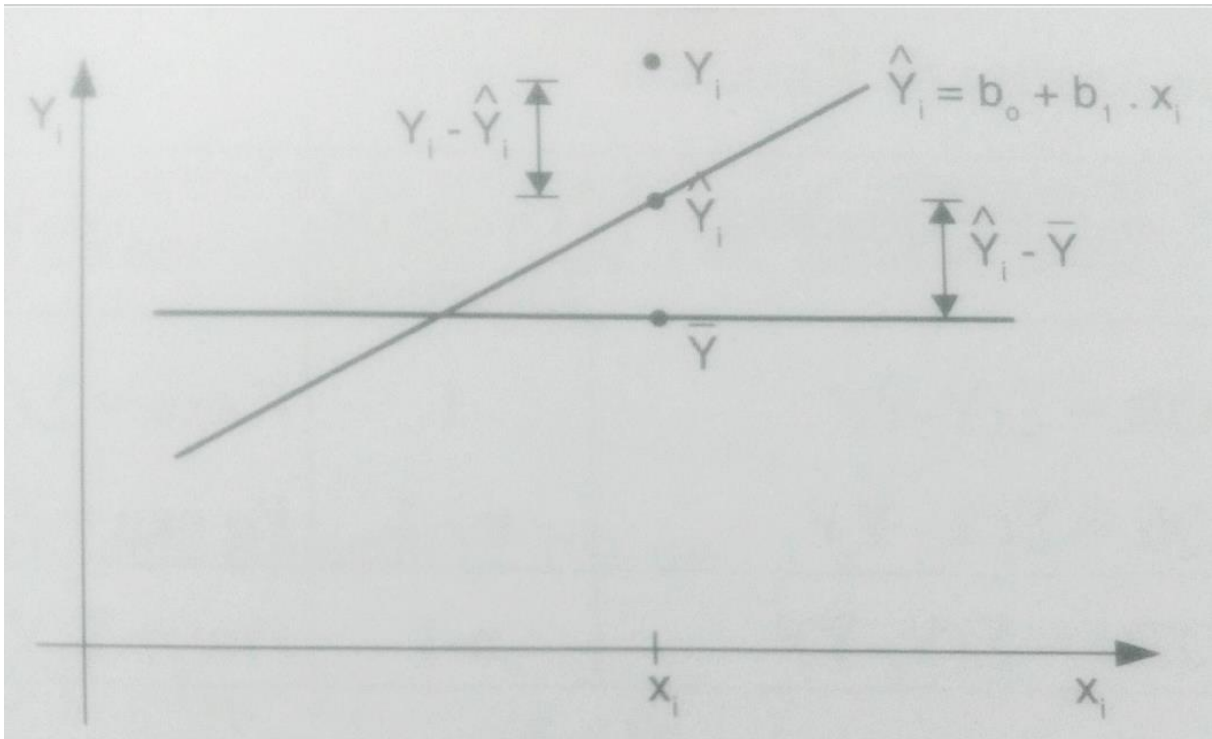
Caso t_j^* seja superior ao ponto crítico, rejeita-se a hipótese de que a variável correspondente ao coeficiente testado não é importante para explicar o modelo. Abaixo segue a Equação 10 condicionante para o teste de significância individual do parâmetro adotado, para o modelo de regressão linear simples:

$$t_j^* = \left| \frac{b_j}{s(b_j)} \right|, \text{ onde } s(b_j) = Se * \frac{1}{\sqrt{\sum(X_i - X_{med})^2}} > t_{1-\frac{\alpha}{2};(n-2)} \quad (\text{Eq. 10})$$

2.5. TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DO MODELO – TESTE F DE SNEDECOR

A significância global do modelo é medida através do teste F que testa a hipótese de que, do grupo de variáveis escolhidas, pelo menos uma é importante para explicar a variabilidade dos preços observados no mercado, citam Dantas e Rocha (2007). Contudo, Dantas (2012) diz que, para o caso de modelo de regressão linear simples, como o modelo só tem um parâmetro a ser considerado, a hipótese a ser testada neste caso é a mesma que para um parâmetro individual. Neste caso, as hipóteses testadas são a de que o mercado deve ser explicado por uma reta horizontal e a explicação por uma reta inclinada, como representa a Figura 06 a seguir:

Figura 06 - Teste de Significância do Modelo



Fonte: Dantas (2012)

Ao analisar a Figura 05 acima, observa-se que a variação total de um ponto observado Y_i em relação à reta horizontal Y_{med} pode ser expressa por uma parte correspondente à variação deste ponto em relação ao seu valor ajustado sobre a reta inclinada Y_{est} , mais a variação existente entre o ponto ajustado sobre a reta inclinada Y_{est} e a reta horizontal Y_{med} , segundo Dantas (2012).

A partir desta análise, introduzem-se os conceitos de variação total, variação explicada e variação não explicada pela reta de regressão. Silva (2018) cita que a relação entre essas variações segue a seguinte expressão demonstrada pela Equação 11 abaixo:

$$\text{Variação Total} = \text{Variação Expl.} + \text{Variação Não Expl.} \quad (\text{Eq. 11})$$

Adaptando ao modelo de regressão linear simples, ajustado a uma amostra de n dados e dividindo cada um dos somatórios pelos seus respectivos graus de liberdade, pode-se obter as seguintes Equações 12, 13 e 14 para Variância Total, Não Explicada e Explicada, respectivamente:

$$VT = \frac{\sum(Y_i - Y_{med})^2}{n-1} \quad (\text{Eq. 12})$$

$$VNE = \frac{\sum(Y_i - Y_{est})^2}{n-2} \quad (\text{Eq. 13})$$

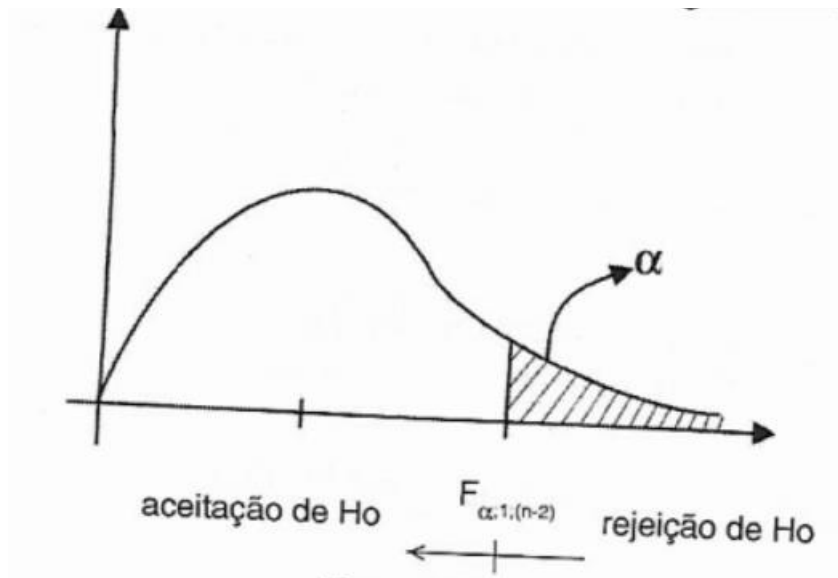
$$VE = \frac{\sum(Y_{est} - Y_{med})^2}{1} \quad (\text{Eq. 14})$$

Ainda em relação à análise da Figura 05, Dantas (2012) aponta que a situação ideal seria aquela em que a variância explicada fosse grande e a variância não explicada fosse pequena. Logo, ao visar testar a significância global do modelo, analisa-se a razão entre essas duas variâncias, através da Equação 15 apresentada abaixo:

$$F_c = \frac{\frac{\Sigma(Y_{est} - Y_{med})^2}{1}}{\frac{\Sigma(Y_i - Y_{est})^2}{n-2}} \quad (\text{Eq. 15})$$

Dantas e Rocha (2007) falam que para a aceitação desta hipótese citada a um nível de significância α é necessário que a estatística F_c seja superior ao ponto crítico da distribuição de Snedecor $F_{(\alpha; k; n - k - 1)}$, tabelada por Fisher, que neste caso é unilateral, como mostra a Figura 07 a seguir:

Figura 07 - Teste F de Snedecor unilateral



Fonte: Dantas (2012)

2.6. GRAU DE FUNDAMENTAÇÃO

A norma NBR 14.652 – 2 (2011) diz que, em relação às generalidades a respeito de avaliações de bens:

A especificação de uma avaliação está relacionada tanto com o empenho do engenheiro de avaliações, como com o mercado e as informações que possam ser dele extraídas. O estabelecimento inicial pelo contratante do grau de fundamentação desejado tem por objetivo a determinação do empenho no trabalho avaliatório, mas não representa garantia de alcance de graus elevados de fundamentação. Quanto ao grau de precisão, este depende exclusivamente das características do mercado e da amostra coletada e, por isso, não é passível de fixação a priori. (NBR 14.653 – 2, 2011, p. 19)

Logo, como este trabalho objetiva enquadrar a avaliação realizada com um determinado grau de fundamentação, a mesma norma define para os casos de utilização de modelos de regressão linear as condições apresentadas na Tabela 02, baseada na Tabela 1 da norma NBR 14.653 – 2 (2011), a seguir:

Tabela 02 - Grau de Fundamentação no caso de utilização 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 conferidas pelo autor do laudo	Apresentação de informações relativas a todos os dados e variáveis analisados na modelagem	Apresentação de informações relativas aos os dados e variáveis efetivamente utilizados no modelo
4	Extrapolação	Não admitida	Admitida para apenas uma variável, desde que: as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100% do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior; o valor estimado não ultrapasse 15% do valor calculado no limite da fronteira amostral, para a referida variável, em módulo.	Admitida, desde que: as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100% do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior; 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 (somatório do valor das duas caudas) máximo para 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%	5%	10%

Fonte: Autor

A partir da análise da Tabela 02 acima, realiza-se o enquadramento de cada item citado na tabela para a realização do somatório da seguinte forma:

- Para cada item enquadrado como Grau I, contabiliza-se 1 ponto;
- Para cada item enquadrado como Grau II, contabilizam-se 2 pontos;
- Para cada item enquadrado como Grau III, contabilizam-se 3 pontos.

A norma NBR 14.653 – 2 ainda cita que, para o enquadramento global do laudo quanto à fundamentação, deve-se considerar a soma dos pontos obtidos para o conjunto de itens (da Tabela 01). Portanto, o enquadramento global é feito de acordo com a Tabela 03 apresentada a seguir, baseada na Tabela 2 da norma:

Tabela 03 - Enquadramento global do grau de fundamentação do laudo de avaliação

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: Autor

3. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS

Para a realização deste trabalho, definiu-se pela execução da avaliação de um bem de seguinte classificação apresentada na Tabela 04:

Tabela 04 - Classificação do bem avaliando

CLASSIFICAÇÃO	
Bem:	Tangível
Tipo:	Imóvel

Fonte: Autor

Como o objetivo principal deste trabalho é a elaboração de um modelo estatístico que será tratado via regressão linear simples para a obtenção do valor de mercado do imóvel avaliando para uma situação hipotética de compra ou venda, realizou-se um estudo de caso como modalidade de pesquisa para a avaliação do imóvel selecionado. A opção por se realizar um estudo de caso pode ser explicada por Good e Hatt (1979) da seguinte forma:

O estudo de caso é um meio de organizar os dados, preservando do objeto estudado o seu caráter unitário. Considera a unidade como um todo, incluindo o seu desenvolvimento (pessoa, família, conjunto de relações ou processos etc.). Vale, no entanto, lembrar que a totalidade de qualquer objeto é uma construção mental, pois concretamente não há limites, se não forem relacionados com o objeto de estudo da pesquisa no contexto em que será investigada. Portanto, por meio do estudo do caso o que se pretende é investigar, como uma unidade, as características importantes para o objeto de estudo da pesquisa. (GOOD; HATT, 1979, p. 422)

A metodologia escolhida para a realização desta avaliação foi o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM), devido ao fato de haver imóveis com características semelhantes para a coleta de dados, como indicado pela norma que rege tal metodologia de avaliação, a NBR 14.653 – 2 (2011). Portanto, este trabalho ocorreu de acordo com a seguinte linha de execução que será posteriormente detalhada no item 4 deste trabalho:

- 1) Realizou-se a escolha do imóvel a ser avaliado;
 - Motivo da escolha;
 - Caracterização quanto ao terreno, ao empreendimento e ao imóvel.
- 2) Vistoriou-se o imóvel avaliando para a obtenção de características;

- Período de realização;
 - Caracterização das benfeitorias e das patologias aparentes.
- 3) Realizou-se uma análise mercadológica como forma de identificação de pontos que possam agregar ou depreciar o valor de mercado do imóvel avaliando;
 - 4) Formularam-se hipóteses a respeito das possíveis variáveis determinantes para o valor de mercado do imóvel avaliando;
 - 5) Definiu-se a variável independente para o modelo de regressão linear simples;
 - 6) Obteve-se a coleta de dados de mercado;
 - 7) Realizou-se o tratamento estatístico dos dados de mercado coletados;
 - Memorial de Cálculo;
 - Consideração de *outliers*;
 - Novo modelo de regressão após remoção dos *outliers*.
 - 8) Obteve-se o intervalo de confiança do valor de mercado do imóvel avaliando;
 - Apresentação do intervalo de confiança para os modelos com e sem *outliers*;
 - Comparação do resultado final dos dois modelos.
 - 9) Realizaram-se os testes de significância do parâmetro adotado e do modelo proposto;
 - 10) Obteve-se o grau de fundamentação da avaliação executada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa do trabalho, será discutida cada etapa da metodologia descrita com as análises qualitativas e quantitativas, tanto dos valores obtidos, quanto das características e hipóteses observadas e adotadas.

4.1. ESCOLHA DO IMÓVEL

Para a realização deste trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil, optou-se por fazer a avaliação de um imóvel residencial urbano situado no empreendimento *Spazio Di Veneza*, localizado do bairro dos Estados. A escolha deste imóvel propriamente dito foi motivada devido ao bairro possuir imóveis com características semelhantes, visto que, de acordo com a metodologia adotada, a preferência pela coleta de dados de qualidade começa pela escolha de outros imóveis no mesmo empreendimento para depois se realizar a coleta no bairro e demais redondezas com características semelhantes às do imóvel avaliando.

4.1.1. Caracterização do imóvel avaliando

O imóvel a ser estudado neste trabalho acadêmico está inserido no empreendimento *Spazio Di Veneza*, localizado no Bairro dos Estados e possui uma área útil de aproximadamente 76 m². O empreendimento possui 63 unidades residenciais sendo 21 delas com área útil de 61 m², outras 21 unidades com área útil equivalente a 76 m² e outras 21 unidades com área útil equivalente a 91 m² e o empreendimento possui um terreno de esquina, aparentemente plano, em torno, de 1296 m². As Figuras 08 e 09 a seguir apresentam a localização do empreendimento numa vista aérea, retirada com auxílio do software *Google Earth Pro* e a visualização do empreendimento, respectivamente:

Figura 08 - Vista aérea da localização do empreendimento



Fonte: Autor

Figura 09 - Residencial *Spazio Di Venezia*

Fonte: Site da Construtora (2020)

Em relação ao imóvel propriamente dito, podem-se destacar algumas características essenciais quanto ao seu aspecto físico, pois o apartamento, que representa uma das unidades-tipo 02 do empreendimento, apresenta os seguintes ambientes e detalhes físicos descritos abaixo e apresentados na Figura 10 a seguir:

- Varanda Gourmet;
- Salas de Estar e Jantar integradas;
- 03 quartos – sendo 01 suíte;
- Banheiro Social;
- Área de Serviço e Cozinha integrados;
- Posição Nascente Sul.

Figura 10 - Planta baixa do imóvel avaliando



Fonte: Site da Construtora

Além do aspecto físico do imóvel escolhido, podem-se destacar algumas características de estrutura interna do empreendimento e também quanto ao lazer que agregam valor ao imóvel e foram observadas na vistoria e confrontadas com as informações obtidas no próprio *site* do empreendimento, como, por exemplo, a presença dos seguintes itens listados na Tabela 05 a seguir:

Tabela 05 - Itens do empreendimento e de lazer

ITENS	
Empreendimento	Lazer
Portaria com Sala de Estar	Piscina Adulto com Deck Molhado
1 Elevador Social	Piscina Infantil
1 Elevador de Serviço	Salão de Festas com Copa de Apoio
Sala de Síndico	Salão de Jogos
Zeladoria com WC	Bar Molhado
Depósito do Condomínio	<i>Playground</i>
Vestiário de Serviço	Miniquadra
Jardim com Espelho d'água	Sauna com Ducha
Central de Gás	Deck Elevado
Central de Lixo	Espaço Gourmet
Gerador	<i>Fitness- Academia</i>
	<i>Kid's Playtime - Brinquedoteca</i>

Fonte: Autor

4.2. VISTORIA DO IMÓVEL AVALIANDO

Para a etapa de vistoria do imóvel avaliando, realizada no dia 6 de dezembro de 2019, no período final da tarde, por volta das 17 horas, além da caracterização do imóvel em si, descrita no item 4.1.1 deste trabalho, consideraram-se as caracterizações das benfeitorias do imóvel avaliando, além da caracterização de patologias aparentes, como forma de obter informações e características significativas para a formulação de hipóteses a respeito de possíveis variáveis determinantes para a composição do valor de mercado do imóvel avaliando em estudo.

4.2.1. Caracterização das benfeitorias do imóvel avaliando

Para o imóvel representante da planta baixa do tipo 02, referente a uma das unidades com área útil equivalente a 76 m², pôde-se observar e descrever as seguintes benfeitorias apresentadas em cada ambiente do imóvel avaliando apresentadas a seguir na Tabela 06:

Tabela 06 - Benfeitorias observadas na vistoria do imóvel avaliando

BENFEITORIAS DO IMÓVEL AVALIANDO		
Ambiente	Item	Descrição
SALA DE ESTAR/JANTAR, QUARTOS, SUÍTE MASTER	Revestimento de Piso	Cerâmica esmaltada bege com acabamento
	Rodapé	Cerâmica esmaltada bege com acabamento
	Parede	Pintura com acabamento após 2ª demão
	Forro	Pintura com acabamento após 2ª demão
	Esquadrias	Material de alumínio
	Acabamento Elétrico	Material de plástico durável
VARANDA GOURMET, COZINHA, ÁREA DE SERVIÇO, WC's	Revestimento de Piso	Cerâmica esmaltada bege com acabamento
	Rodapé	Cerâmica esmaltada bege com acabamento
	Parede	Cerâmica polida branca com acabamento
	Forro	Pintura com acabamento após 2ª demão
	Esquadrias	Material de alumínio
	Acabamento Elétrico	Material de plástico durável
	Acabamento Hidráulico	Material de PVC
	Bancada	Granito

Fonte: Autor

Como forma de validação das observações pontuadas e como forma de atender às exigências para obtenção de um maior grau de fundamentação da avaliação executada neste trabalho, documentaram-se fotos registradas de cada ambiente do imóvel avaliando, apresentadas no Apêndice A ao final deste trabalho.

4.2.2. Caracterização das patologias aparentes

Como parte da vistoria realizada e considerando o fato do imóvel avaliando ter, em média, três anos de entrega, durante a realização dos registros feitos no ato da vistoria, puderam-se observar alguns pontos aparentes depreciados por desgaste e cujos motivos não fazem parte do ato de vistoria, porém devem ser apresentados como fonte de informação para uma possível consideração de depreciação do valor de mercado final obtido. Ressalta-se o fato de que o imóvel, no período de realização da pesquisa, perdurou em estado de venda e

nunca foi utilizado para locação desde a sua entrega por parte da construtora, o que reforça o não enquadramento das patologias identificadas a situações de caracterizadas por mau uso. A seguir as Figuras 11 a 13 apresentam as patologias aparentes observadas:

Figura 11 - Patologia aparente observada no alisar da porta do Quarto 01



Fonte: Autor

Figura 12 - Patologia aparente observada no rejunte do rodapé da Suite Master



Fonte: Autor

Figura 13 - Patologia aparente observada no rejunte do piso da Varanda Gourmet



Fonte: Autor

4.3. AVALIAÇÃO MERCADOLÓGICA DA REGIÃO EM ESTUDO

Na etapa de realização de uma avaliação mercadológica da região em que se situa o imóvel avaliando, priorizou-se em determinar as características externas da região, como aspectos de infraestrutura, pólos comerciais, presença de colégios e faculdades, policiamento, proximidade a alguma via de acesso principal da cidade, entre outros aspectos destacados anteriormente na teoria.

Para uma melhor análise da região, delimitou-se a análise mercadológica da região do Bairro dos Estados da seguinte forma, como apresenta a Tabela 07:

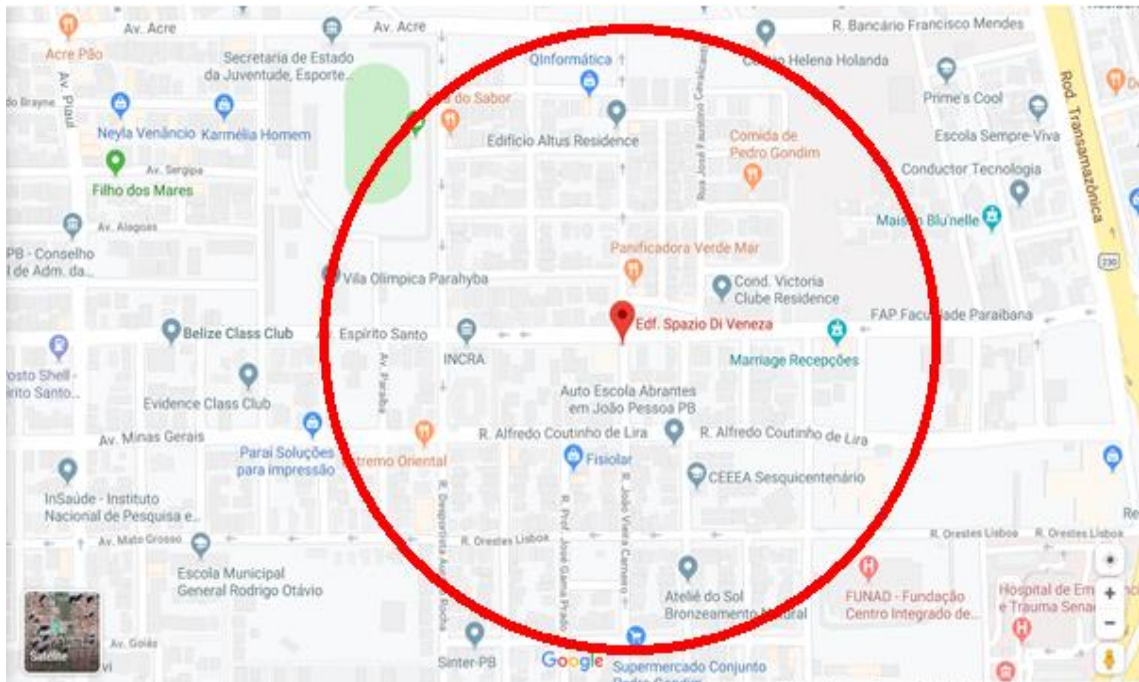
Tabela 07 - Ferramentas para análise mercadológica da região em estudo

FERRAMENTAS DE ANÁLISE MERCADOLÓGICA
Software <i>Google Maps</i>
Circulação pela região - a pé
Questionamento pela vizinhança
Consulta a imobiliárias locais

Fonte: Autor

Para uma melhor precisão e homogeneização de informações, delimitou-se a região a um raio de 500 metros a partir do imóvel avaliando. A Figura 14, retirada do software *Google Maps* apresenta pontos influenciantes para a valorização do imóvel avaliando, como escolas infantis e faculdades particulares, centro esportivo aberto ao público, edifícios comerciais, supermercados, padarias, farmácias, restaurantes e casa de festas.

Figura 14 - Raio de caracterização da região em estudo do imóvel avaliando



Fonte: Autor

Além dos pontos influenciantes, pôde-se observar a presença de ruas asfaltadas e bem sinalizadas, assim como uma infraestrutura completa de saneamento básico, a presença de pontos de fiscalização policial e o fácil e rápido acesso a uma das principais vias da cidade – a Avenida Presidente Epitácio Pessoa – assim como para a rodovia BR-230.

Assim sendo, tais informações permitem concluir que a região em estudo apresenta um satisfatório sinal de desenvolvimento e, ao passo em que a vistoria se realizou também pela circulação na região, notou-se que a região continua a receber investimentos tanto por parte dos órgãos públicos locais como pela iniciativa privada com a contínua construção de empreendimentos imobiliários e abertura de novos pólos comerciais na região em estudo.

4.4. FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES

Nesta etapa de formulação de hipóteses a respeito das possíveis variáveis que interfiram na formulação do modelo que interprete de uma forma mais precisa o valor de mercado do imóvel avaliando, levaram-se em consideração todas as informações colhidas e obtidas durante o processo de vistoria do imóvel avaliando, além da análise mercadológica da região em estudo.

Inicialmente, foi feito um planejamento através de embasamento teórico, no qual foram atribuídas possíveis variáveis que tendem a influenciar no valor de mercado de imóveis residenciais do tipo apartamento. No entanto, dentre as diversas variáveis citadas na fundamentação teórica por Silva (2018), o presente trabalho destacou algumas hipóteses como base para a seleção da possível variável independente que tenha maior contribuição para a formação do valor de mercado do imóvel avaliando, visto que a avaliação demonstrada nesta pesquisa optou por tratamento científico do tipo regressão linear simples.

Quanto às hipóteses formuladas, pode-se citar:

- i. A influência do fator área útil;
- ii. A distância às principais vias de acesso;
- iii. A quantidade de frentes do terreno do imóvel avaliando.

A primeira hipótese pode ser baseada em que o fator área útil é um dos principais e, praticamente, indispensáveis critérios de avaliação de imóveis, uma vez que este mesmo fator também serve, por si só, como base para avaliação a partir de outros métodos, uma vez que não seja possível a utilização do MCDDM.

Já em relação à segunda hipótese, partiu-se do senso do avaliador o princípio de que imóveis mais próximos às principais vias de acesso (Avenida Presidente Epitácio Pessoa e Rodovia BR-230) tendem a ter uma maior valorização, uma vez que possuem maior visibilidade, menor interferência de outros empreendimentos quanto à ventilação e por constituírem, em sua maior parte, terrenos de maiores dimensões. Por fim, a terceira hipótese que se refere à quantidade de frentes do terreno, foi embasada a partir da análise deste fator em outras regiões como variável responsável pela interpretação do valor de mercado de um imóvel avaliando.

4.5. DEFINIÇÃO DA VARIÁVEL INDEPENDENTE

Uma vez definida a forma de tratamento dos dados que serão coletados pela pesquisa, fato antecipado devido à limitação de recursos computacionais e apontado como um dos objetivos deste trabalho, a etapa de definição da variável independente se torna aparente devido à necessidade de se ter apenas uma variável que descreva o modelo de regressão para a obtenção do valor de mercado do imóvel avaliando.

Dentre as três hipóteses formuladas anteriormente, a hipótese que se constitui de maior embasamento e de maior facilidade para adquirir seus dados em campo é a primeira hipótese que fala a respeito da influência do fator área útil para a análise de regressão do modelo a ser formulado. Portanto, a variável independente a ser adotada e, posteriormente, testada sua significância nesta avaliação será a **área útil**. Caso esta variável não atenda ao teste de significância do parâmetro escolhido, será redefinida uma nova variável em outra etapa mais a frente.

4.6. COLETA DE DADOS DE MERCADO

Nesta etapa de levantamento de dados de mercado, levaram-se em consideração as seguintes afirmações:

- I. O número de amostras coletadas vai respeitar o mínimo para que não haja micro numerosidade, como citado anteriormente nesta pesquisa;
- II. O número de amostras coletadas buscará atingir os critérios para a obtenção de um maior grau de fundamentação;
- III. Em respeito ao método adotada para esta avaliação, o MCDDM, procurou-se apenas por imóveis que se aproximassem das características do imóvel avaliando;
- IV. Priorizou-se por buscar imóveis apenas na região de estudo do imóvel avaliando, uma vez que a quantidade de amostras coletadas se tornou suficiente para a realização de uma análise científica dos dados coletados.

Portanto, ao visar a elaboração de uma avaliação de uma forma mais precisa, o número de amostras coletadas foi igual a 13 – considerando a possibilidade de haver pontos influenciadores a serem descartados. A apresentação das amostras coletadas com suas fichas de

caracterização contendo informações a respeito da área útil, do preço, do tipo de transação, da quantidade de cômodos e localização respectiva de cada amostra será apresentada no Apêndice B ao final deste trabalho.

4.7. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS COLETADOS

Após a realização da coleta de dados feita conforme os critérios estabelecidos e citados anteriormente como forma de garantia para a obtenção de uma amostra de qualidade que possa resultar em uma avaliação com a obtenção de um valor de mercado final preciso e coerente, a etapa de tratamento estatístico dos dados coletados apresenta o procedimento de cálculo executado neste trabalho.

4.7.1. Dados coletados x Variável Independente escolhida

Para o início do procedimento de cálculo realizado para o tratamento científico e estatístico desta avaliação, foram-se organizados os 13 dados coletados como apresenta a Tabela 08 a seguir, relacionando os dados de área útil (variável independente selecionada nesta pesquisa) com os preços praticados no mercado (todos do tipo transação):

Tabela 08 - Dados coletados

Amostra	X - Área útil (m ²)	Y - Preço (R\$)
1	45,00	R\$ 201.000,00
2	91,00	R\$ 470.853,00
3	77,00	R\$ 410.000,00
4	72,00	R\$ 374.151,00
5	68,00	R\$ 415.000,00
6	94,00	R\$ 627.977,00
7	84,00	R\$ 572.926,00
8	65,00	R\$ 344.950,00
9	94,00	R\$ 535.718,47
10	78,00	R\$ 390.000,00
11	85,00	R\$ 514.072,00
12	107,00	R\$ 460.000,00
13	53,00	R\$ 239.000,00

Fonte: Autor

4.7.2. Tabela de Regressão

O primeiro ponto para uma análise estatística dos dados amostrais coletados foi a realização de uma tabela de regressão como forma de se obter parcelas de cálculos que serão utilizadas para interpretação posterior além de serem parcelas de cálculo dos coeficientes da equação da equação do modelo de regressão. A Tabela 09 a seguir, apresenta todos os dados obtidos para a equação de regressão do modelo:

Tabela 09 - Tabela de Regressão

Amostra	X	Y	X*Y	X ²	Y ²
1	45,00	201.000,00	9.045.000,00	2.025,00	40.401.000.000,00
2	91,00	470.853,00	42.847.623,00	8.281,00	221.702.547.609,00
3	77,00	410.000,00	31.570.000,00	5.929,00	168.100.000.000,00
4	72,00	374.151,00	26.938.872,00	5.184,00	139.988.970.801,00
5	68,00	415.000,00	28.220.000,00	4.624,00	172.225.000.000,00
6	94,00	627.977,00	59.029.838,00	8.836,00	394.355.112.529,00
7	84,00	572.926,00	48.125.784,00	7.056,00	328.244.201.476,00
8	65,00	344.950,00	22.421.750,00	4.225,00	118.990.502.500,00
9	94,00	535.718,47	50.357.536,18	8.836,00	286.994.279.099,14
10	78,00	390.000,00	30.420.000,00	6.084,00	152.100.000.000,00
11	85,00	514.072,00	43.696.120,00	7.225,00	264.270.021.184,00
12	107,00	460.000,00	49.220.000,00	11.449,00	211.600.000.000,00
13	53,00	239.000,00	12.667.000,00	2.809,00	57.121.000.000,00
SOMA	1013,00	5555647,47	454559523,18	82563,00	2556092635198,14

Fonte: Autor

4.7.3. Cálculo dos coeficientes do Método dos Mínimos Quadrados

Para a obtenção de uma reta da forma mais ajustada possível, utilizou-se do Método dos Mínimos Quadrados (MMQ), cujos coeficientes foram obtidos a partir das Equações 03 e 04 citadas anteriormente neste trabalho. Portanto, os valores obtidos para esses parâmetros são mostrados na Tabela 10 abaixo:

Tabela 10 - Coeficientes a e b

COEFICIENTES	
a	-37706,79
b	5968,25

Fonte: Autor

Portanto, a Equação 16 é a caracterização do modelo de regressão obtida através do MMQ:

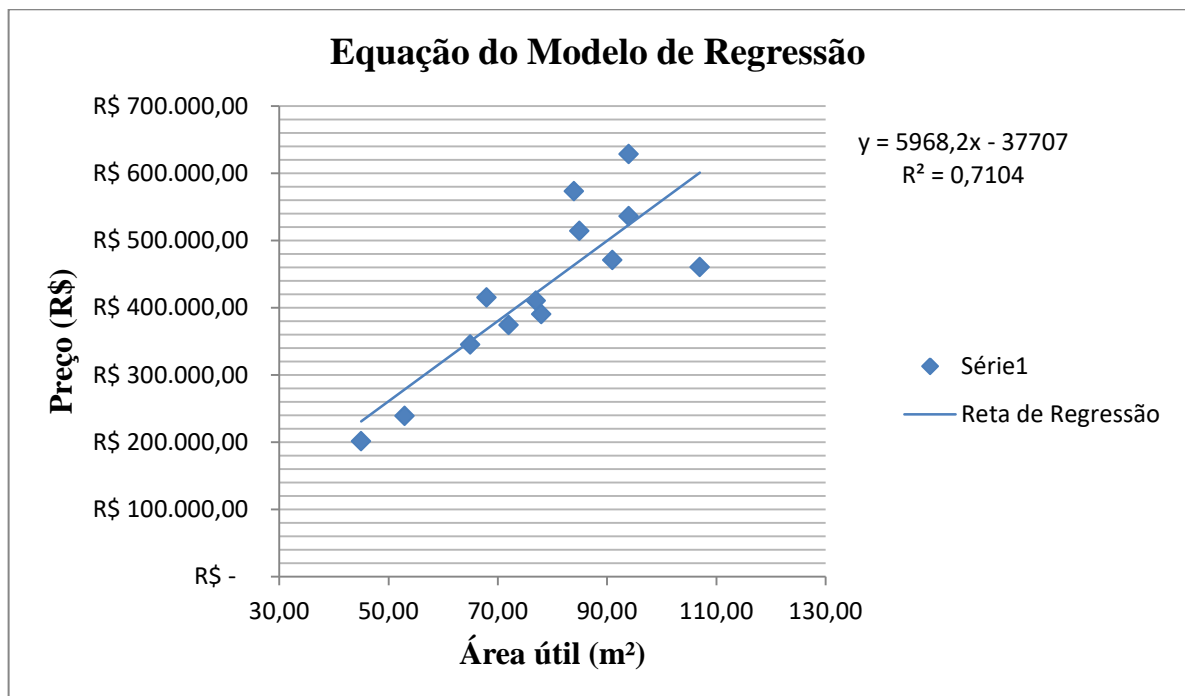
$$Y_{est} = 5.968,25 * X - 37.706,79 \quad (\text{Eq. 16})$$

Onde, Y_{est} é o valor de mercado a ser obtido;

X é a variável independente escolhida para o modelo de regressão.

O Gráfico 01 a seguir representa a Equação 16 formulada e seu comportamento diante dos valores dos parâmetros encontrados:

Gráfico 01 - Equação do Modelo de Regressão



Fonte: Autor

Uma análise a ser feita a partir das informações obtidas e do comportamento gráfico apresentado anteriormente pelo Gráfico 01 é que o valor de R^2 que representa a força de caracterização da equação baseada apenas pelo MMQ – que é o praticado pelos profissionais que não possuem embasamento técnico suficiente para uma melhor interpretação – é considerado forte, porém a teoria afirma que quanto mais próximo ao valor unitário, mais representativa é a equação encontrada. Pode-se também destacar o comportamento heterogêneo dos resíduos de cada amostra, fator que será levado em conta posteriormente

neste trabalho de avaliação. Por fim, deve-se salientar o comportamento da reta de regressão obtida, que demonstra um crescimento proporcional ao aumento da metragem quadrada de cada imóvel, como foi especulado pela hipótese adotada nesta avaliação.

4.7.4. Cálculo dos coeficientes de Correlação e Determinação

Ao se obter a equação do modelo de regressão do imóvel avaliando, iniciou-se a etapa de verificação da força do grau de relacionamento entre as duas variáveis do modelo: o preço e a área útil, assim como se obteve a interpretação do poder de explicação do modelo de regressão obtido em função da variável independente adotada, calculando-se os coeficientes de correlação e determinação, respectivamente, por meio das Equações 05 e 06 citadas anteriormente neste trabalho. Os resultados estão apresentados na Tabela 11 abaixo:

Tabela 11 - Coeficientes de Correlação e Determinação

COEFICIENTES	
Correlação (r^2)	0,84
Determinação (R)	0,71

Fonte: Autor

A partir dos valores obtidos para os coeficientes, pode-se concluir que, de acordo com o coeficiente de correlação encontrado e, ao tomar como base a Tabela 01 apresentada neste trabalho, pode-se dizer que o grau de correlação entre as duas variáveis deste modelo de regressão é considerado forte e que, de acordo com o coeficiente de determinação encontrado, 71% das vezes em que houve variações nos preços admitidos neste modelo de regressão foram devidos às variações na área útil dos imóveis considerados.

4.7.5. Tabela de Resíduos

Ao fim da análise do grau de intensidade do relacionamento das variáveis adotadas no modelo de regressão desta avaliação, deu-se início à análise dos resíduos presentes no modelo. Para tal verificação, destaca-se a necessidade de conhecimento técnico na área de Estatística para a avaliação não apenas da intensidade dos resíduos, mas se esses apresentam comportamentos que possam gerar significância para o modelo e parâmetros adotados ou não

(fato que não é realizado em avaliações proporcionadas por outros profissionais que não têm formação técnica em alguma Engenharia).

Como forma de auxílio para a análise técnica dos resíduos, criou-se a Tabela 12 a seguir, que apresenta algumas informações que serão mencionadas posteriormente no processo de avaliação:

Tabela 12 - Tabela de Resíduos

Amostra	Y - Preço (R\$)	Yest	Resíduos	Diferença Relativa	(Y - Yest) ²	(Yest - Ymed) ²
1	201.000,00	230.862,00	-29.862,00	0,15	891.739.044,00	38.610.480.613,35
2	470.853,00	505.399,20	-34.546,20	0,07	1.193.439.934,44	6.090.507.299,08
3	410.000,00	421.844,40	-11.844,40	0,03	140.289.811,36	30.394.246,16
4	374.151,00	392.003,40	-17.852,40	0,05	318.708.185,76	1.249.912.223,64
5	415.000,00	368.130,60	46.869,40	-0,11	2.196.740.656,36	3.507.825.410,26
6	627.977,00	523.303,80	104.673,20	-0,17	10.956.478.798,24	9.205.692.926,52
7	572.926,00	463.621,80	109.304,20	-0,19	11.947.408.137,64	1.315.099.621,86
8	344.950,00	350.226,00	-5.276,00	0,02	27.836.176,00	5.949.267.936,26
9	535.718,47	523.303,80	12.414,67	-0,02	154.124.031,21	9.205.692.926,52
10	390.000,00	427.812,60	-37.812,60	0,10	1.429.792.718,76	207.118,11
11	514.072,00	469.590,00	44.482,00	-0,09	1.978.648.324,00	1.783.584.251,17
12	460.000,00	600.890,40	-140.890,40	0,31	19.850.104.812,16	30.113.668.183,33
13	239.000,00	278.607,60	-39.607,60	0,17	1.568.761.977,76	22.126.532.063,47
SOMA	5.555.647,47				52.654.072.607,69	129.188.864.819,73
MÉDIA	427.357,50					

Fonte: Autor

4.7.6. Desvio-padrão dos resíduos e o Coeficiente de Variação

Com base no auxílio dos dados obtidos na Tabela 10 demonstrada anteriormente e a partir das Equações 07 e 08 apresentadas neste trabalho, pôde-se determinar o desvio-padrão dos resíduos do modelo e seu coeficiente de variação (CV), como forma de avaliar a precisão dos parâmetros estimados para a regressão e a qualidade do ajustamento obtido, respectivamente.

A Tabela 13 a seguir apresenta os valores encontrados tanto para o desvio-padrão como para o coeficiente de variação:

Tabela 13 - Desvio-padrão e CV

RESÍDUOS	
Desvio-padrão (Se)	69186,23
Coefficiente de Variação (CV)	16%

Fonte: Autor

A partir dos valores expostos na Tabela 13, pode-se concluir que o modelo apresenta um desvio-padrão intermediário, fato não considerado anormal, visto que se trata de uma avaliação de um imóvel em que os dados coletados partiram de fontes em que não se pode garantir que houve uma avaliação para enquadramento do imóvel dentro do seu intervalo de valor de mercado, assim como as amostras coletadas possuíram uma variação de valores de área útil razoável.

Ainda que se tenham valores de desvio-padrão e CV razoáveis, pode-se dizer que a precisão e a qualidade do modelo de regressão adotado são satisfatórias, fato que será comprovado posteriormente através do nível de grau de fundamentação pontuado para a avaliação do imóvel desta pesquisa.

4.7.7. Pontos Influenciantes ou Outliers

Após toda a análise do modelo de regressão formulado para esta avaliação em estudo, uma das análises mais importantes a ser realizada é a verificação da presença de *outliers* ou pontos influenciantes. Tal verificação se fez a partir de uma análise gráfica obtida a partir dos dados da Tabela 14 apresentada a seguir:

Tabela 14 - Verificação de outliers

Amostra	X	Resíduos
1	45,00	-29.862,00
2	91,00	-34.546,20
3	77,00	-11.844,40
4	72,00	-17.852,40
5	68,00	46.869,40
6	94,00	104.673,20
7	84,00	109.304,20
8	65,00	-5.276,00
9	94,00	12.414,67

- I. A permanência de pontos influenciantes não é interessante numa análise estatística, no entanto, deve-se apenas realizar a remoção dessas amostras no caso de se julgar que as mesmas estejam alterando a tendência do modelo de regressão obtido para a avaliação;
- II. Para um melhor entendimento da decisão final considerada em relação à remoção ou não das amostras 6, 7 e 12 do banco de dados coletados, optou-se por fazer uma comparação entre os intervalos de valores de mercado obtidos para as duas situações: com e sem *outliers*, assim como uma comparação em relação à precisão e qualidade dos modelos com e sem *outliers*.

4.7.8. Obtenção de um novo modelo de regressão

Ao considerar a possibilidade de haver um modelo de regressão mais preciso e qualificado ao se retirar os pontos influenciantes do modelo antigo, optou-se pela realização deste procedimento de remoção de *outliers* com o intuito de se comparar os dois modelos obtidos e concluir qual deles, ao final, iria ser utilizado e o seu embasamento técnico considerado.

Seguiram-se os mesmos procedimentos realizados para a obtenção do primeiro modelo de regressão e o novo modelo de regressão acabou por se caracterizar da seguinte forma apresentada na Tabela 15 abaixo:

Tabela 15 - Novo modelo de regressão

NOVO MODELO	
COEFICIENTES	
a	-10.656,09
b	5.540,21
Correlação (r^2)	0,96
Determinação (R)	0,92
RESÍDUOS	
Desvio-padrão (Se)	35.178,26
Coefficiente de Variação (CV)	9%

Fonte: Autor

Portanto, com base nos dados obtidos na Tabela 15 acima, pôde-se observar um maior grau de relacionamento entre as variáveis, ao passar de forte para fortíssimo e ter uma maior qualidade dos parâmetros com 92% das variações do preço das amostras coletadas sendo causado por influência da área útil, ao passo que no modelo antigo, apenas 71% das variações que eram influenciadas pela variável independente escolhido do modelo. A Tabela 16 traz uma comparação entre os modelos sem e com a remoção dos *outliers* encontrados no primeiro modelo de regressão linear:

Tabela 16 - Comparação entre os modelos obtidos sem e com remoção de outliers

MODELOS DE REGRESSÃO		
Itens	Modelo 1 - Com <i>outliers</i>	Modelo 2 - Sem <i>outliers</i>
Coeficiente a	-37.706,79	-10.656,09
Coeficiente b	5.968,25	5.540,21
Equação do modelo	$5.968,25 * X - 37.706,79$	$5.540,21 * X - 10.656,09$
Coeficiente de Correlação	0,84	0,96
Coeficiente de Determinação	0,71	0,92
Desvio-padrão	69.186,23	35.178,26
Coeficiente de Variação	16%	9%
<i>Outliers</i> encontrados	3	4

Fonte: Autor

A partir da Tabela 16 apresentada acima, puderam-se constatar algumas afirmações com base técnica e de conhecimento estatístico:

- I. Os dois modelos de regressão obtidos tiveram um grau de relacionamento entre as variáveis “Preço” e “Área útil” a nível aceitável para o fim desta avaliação (situação de compra ou venda do imóvel avaliando), havendo graus a nível forte e fortíssimo para os modelos 1 e 2, respectivamente;
- II. Independentemente da presença de *outliers* no Modelo 1, esses pontos influenciadores não interferiram de forma relevante na tendência natural da regressão linear;

- III. Após a remoção dos pontos influenciantes encontrados no Modelo 1 para a obtenção do Modelo 2, ao final da análise deste, observou-se a presença de 4 novos *outliers* (a partir dos novos limites superior e inferior tomados com base no novo desvio-padrão calculado), no entanto, tornar-se-ia inviável a geração de um suposto Modelo 3, pois a quantidade de amostras efetivamente utilizadas para o cálculo do novo modelo seria muito pequena, pondo em risco a condição de micro numerosidade não ser atendida;

Logo, com base nas considerações e análises feitas acima, optou-se pelo Modelo 2 – com a exclusão dos *outliers* do modelo primário, devido ao fato de que o modelo escolhido apresentou maior qualidade e precisão técnica, a partir dos dados estatísticos calculados.

4.8. INTERVALO DE CONFIANÇA

Após a finalização do tratamento dos dados coletados e escolha final do modelo de regressão a ser utilizado neste trabalho de avaliação, partiu-se para a determinação do intervalo de confiança do valor de mercado do imóvel avaliando. A partir dos valores calculados e apresentados nas Tabelas 17 e 18 a seguir, pôde-se obter o intervalo de confiança do imóvel avaliando a partir da Equação 09 citada nesta pesquisa:

Tabela 17 - Dados de referência para o cálculo do intervalo de confiança

Amostra	X	X - Xmed	(X - Xmed) ²
1	45,00	-32,92	1083,93
2	91,00	13,08	171,01
3	77,00	-0,92	0,85
4	72,00	-5,92	35,08
5	68,00	-9,92	98,47
8	65,00	-12,92	167,01
9	94,00	16,08	258,47
10	78,00	0,08	0,01
11	85,00	7,08	50,08
13	53,00	-24,92	621,16
SOMA	728,00		2486,06
MÉDIA	72,80		

Fonte: Autor

Tabela 18 - Dados de entrada para o cálculo do intervalo de confiança

DADOS	
Área do imóvel avaliando =	76,00
t Student (tabelado) =	1,86
Se =	35.178,26
1/n =	0,10
(Xo - Xmed) ² =	10,24
Yest =	410.399,87

Fonte: Autor

Por meio dos dados expostos pelas Tabelas 17 e 18, calculou-se o intervalo de confiança pela Equação 09 e se obtiveram os seguintes valores de mercado:

- Limite Inferior: Trezentos e oitenta e nova mil trezentos e trinta e dois reais e dezesseis centavos (R\$389.332,16);
- Limite superior: Quatrocentos e trinta e um mil quatrocentos e sessenta e sete reais e cinquenta e oito centavos (R\$431.467,58)

Como a norma NBR 14.653 – 2 (2011) permite um arredondamento de até $\pm 1\%$ nos valores limites encontrados, o intervalo de confiança encontrado para o modelo de regressão final adotado (sem *outliers* do primeiro modelo) foi:

$$\mathbf{R\$390.000,00 \leq Valor\ de\ mercado \leq R\$430.000,00}$$

A título de informação, o intervalo de confiança para o modelo adotado acabou por ser menor do que o intervalo de confiança do primeiro modelo ($R\$380.000,00 \leq Valor\ de\ mercado \leq R\$450.000,00$), uma vez que este possuía uma variação maior quando comparado ao modelo adotado, o que permite justificar que a eliminação dos pontos influenciantes encontrados no Modelo 1 gerou uma maior precisão do intervalo de confiança obtido.

Por fim, a interpretação do intervalo de confiança pode ser feita da seguinte forma:

- A utilização do valor de mercado em seu limite inferior, para fins de compra e venda, pode ser considerada quando há um interesse por parte do proprietário/construtora em vender de forma rápida o imóvel;

- O uso do valor em mercado em seu limite máximo se dá exatamente em uma situação oposta à primeira, no qual o proprietário/construtora não possui a necessidade de uma venda com urgência;
- Geralmente, o que se aplica no mercado imobiliário é o uso de um valor intermediário gerado pela média aritmética do intervalo de confiança, como forma de gerar maior atração para a venda do imóvel sem ter que diminuir a margem de lucro a ser obtido no negócio.

Portanto, o valor de mercado a ser praticado para o imóvel avaliando desta pesquisa é de:

R\$410.000,00

(Quatrocentos e dez mil reais)

Como um último detalhe a ser explicitado que foi considerado neste trabalho de avaliação, o imóvel apresentou algumas patologias aparentes, porém após consulta teórica realizada de acordo com o estado físico do apartamento por completo, as anomalias vistoriadas acabaram por não gerar um coeficiente de depreciação física a ser considerado para depreciação do valor final de mercado resultante desta avaliação.

4.9. TESTES DE SIGNIFICÂNCIA

4.9.1. Do parâmetro adotado

A realização do teste de significância do parâmetro “Área útil” adotado foi realizado, por indicação da norma NBR 14.653 – 2 (2011), através do teste t de Student, seguindo as situações de hipóteses adotadas e apresentadas a seguir:

- i. Hipótese nula (H_0): a variável “Área útil” não é importante para o modelo
- ii. Hipótese 1 (H_1): a variável é importante para o modelo.

Buscou-se rejeitar a hipótese nula, através da comparação presente na Equação 10 apresentada nesta pesquisa. No entanto, para a utilização da Equação 10, foi-se necessário construir a Tabela 16 que apresenta valores auxiliares para a realização do teste t:

Tabela 19 - Tabela auxiliar para o teste t

Amostra	Y - Preço (R\$)	Yest	Resíduos	Diferença Relativa	(Y - Yest) ²	(Yest - Ymed) ²
1	201.000,00	238.653,36	-37.653,36	19%	1.417.775.519,29	22.747.000.283,86
2	470.853,00	493.503,02	-22.650,02	5%	513.023.406,00	10.821.944.000,42
3	410.000,00	415.940,08	-5.940,08	1%	35.284.550,41	700.429.730,09
4	374.151,00	388.239,03	-14.088,03	4%	198.472.589,28	1.526.255,16
5	415.000,00	366.078,19	48.921,81	-12%	2.393.343.493,68	547.384.841,61
8	344.950,00	349.457,56	-4.507,56	1%	20.318.097,15	1.601.351.245,17
9	535.718,47	510.123,65	25.594,82	-5%	655.094.810,83	14.556.230.184,54
10	390.000,00	421.480,29	-31.480,29	8%	991.008.658,48	1.024.373.986,14
11	514.072,00	460.261,76	53.810,24	-10%	2.895.541.928,86	5.010.843.681,76
13	239.000,00	282.975,04	-43.975,04	18%	1.933.804.143,00	11.342.123.691,35
SOMA	3.894.744,47				11.053.667.196,98	68.353.207.900,10
MÉDIA	389.474,45					

Fonte: Autor

A partir da Tabela 19 apresentada acima, pôde-se calcular os parâmetros necessários para a análise do teste de significância do parâmetro adotado. A Tabela 20 a seguir apresenta os valores utilizados para aplicação da Equação 10:

Tabela 20 - Dados de entrada para a comparação do teste t

Cálculo do Se	
(Yest - Ymed) ²	68.353.207.900,10
N - 2	8
Se	92.434,58
Cálculo do s(bj)	
(X - Xmed) ²	2486,06
s(bj)	1.853,87
Cálculo do t _j *	
Parâmetro b _j	5.540,21
t _j *	2,99
Ponto crítico - Teste t	
α	5%
√	8,00
t(0,975; 8)	2,306

Fonte: Autor

A partir dos dados calculados e apresentados na Tabela 20 citada anteriormente, pôde-se concluir que, com um nível de significância de 5% para o teste t de Student, o ponto crítico obtido pela tabela documentada no Anexo A ao final deste trabalho foi inferior ao valor t_{j^*} calculado, rejeitando-se a hipótese H_0 , o que significa que a variável “Área útil” é considerada importante para o modelo, como previsto na formulação de hipóteses realizada em etapas anteriores deste trabalho.

4.9.2. Do modelo

Para a verificação da significância do modelo de regressão adotado para a avaliação desta pesquisa, utilizou-se o teste F de Snedecor, como indicado pela norma NBR 14.653 – 2 (2011). Ainda segundo a mesma norma, adotaram-se duas hipóteses:

- i. Hipótese nula (H_0): o mercado deve ser explicado por uma reta horizontal;
- ii. Hipótese 1 (H_1): o mercado deve ser explicado por uma reta inclinada.

Buscou-se rejeitar a hipótese nula, a partir da comparação entre o fator Fc encontrado a partir da Equação 15 apresentada anteriormente neste trabalho com o ponto crítico do teste F de Snedecor obtido pela tabela de Fisher apresentada no Anexo B ao final deste trabalho. A Tabela 21 apresenta a seguir os dados utilizados retirados também da Tabela 19, como forma de análise comparativa para o teste F:

Tabela 21 - Dados de entrada para comparação do teste F

Cálculo do Fc	
$(Y_{est} - Y_{med})^2$	68.353.207.900,10
$(Y - Y_{est})^2$	11.053.667.196,98
N - 2	8
Fc	49,47
Ponto crítico - Teste F	
α	1%
$\sqrt{\nu}$	8,00
Grau de liberdade - numerador	1,000
F(1; 1; 8)	11,300

Fonte: Autor

A partir dos dados apresentados na Tabela 21, adotando um nível de significância de 1%, pôde-se rejeitar a hipótese nula H_0 , confirmando que o modelo de regressão adotado para a avaliação deste trabalho deve ser explicado por uma reta inclinada.

4.10. GRAU DE FUNDAMENTAÇÃO

Ao visar o enquadramento da avaliação realizada neste trabalho, analisou-se a Tabela 02 apresentada nesta pesquisa, como forma de comparação dos níveis de grau de fundamentação de acordo com suas exigências para cada item apresentada na mesma tabela. Portanto, pôde-se concluir que a primeira etapa para a definição do grau de fundamentação da avaliação do imóvel desta pesquisa pode ser analisada a partir da Tabela 22:

Tabela 22 - Enquadramento de itens para definição do grau de fundamentação

Item	Descrição	Grau de Fundamentação
1	Caracterização do imóvel avaliando	III
2	Quantidade mínima de dados de mercado efetivamente utilizados	II
3	Identificação dos dados de mercado	III
4	Extrapolação	III
5	Nível de significância (somatório do valor das duas caudas) máximo para rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal)	III
6	Nível de significância máximo admitido para a rejeição da hipótese nula do modelo através do teste F de Snedecor	III

Fonte: Autor

Por fim, como a norma NBR 14.653 – 2 (2011) cita que para o enquadramento global do laudo quanto à fundamentação, deve-se considerar a soma dos pontos obtidos para o conjunto de itens, a partir da Tabela 22 demonstrada acima, conclui-se que foram obtidos 17 pontos e, a partir da Tabela 03 apresentada anteriormente nesta pesquisa, viu-se que a

obtenção do maior grau de fundamentação necessária de que o item 2 da Tabela 22 também estivesse enquadrado como grau III, logo, o grau de fundamentação global a ser classificada esta avaliação é:

Grau de Fundamentação II

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi realizado com base nos procedimentos técnicos padronizados pela norma NBR 14.653 em suas partes 1 e 2 a respeito dos aspectos gerais da norma e sobre avaliação de imóveis urbanos, respectivamente, e serve de modelo para a elaboração de laudos técnicos de avaliação de imóveis com fins de compra ou venda para empresas financiadoras, como o caso da Caixa Econômica Federal, assim como para qualquer avaliação de imóvel urbano de interesse particular.

A pesquisa teve como objetivo a proposição de um modelo de regressão característico para obter o valor de mercado de um imóvel avaliando a fins de compra ou venda e que atingisse um grau de fundamentação mínimo aceitável em bancos financiadores que seria enquadrado pela norma NBR 14.653 – 2 (2011) Para se atingir este objetivo, necessitou-se do estudo da região do imóvel avaliando a fim de se obter informações relevantes para a proposição de possíveis variáveis que influenciassem no valor de mercado do imóvel. Dentre as características observadas, pôde-se destacar uma variável – uma vez que a metodologia escolhida para a realização desta pesquisa foi a análise por regressão linear simples - para a construção do modelo de regressão: a área útil.

A partir dos dados coletados, realizou-se um tratamento estatístico no qual se podem destacar as questões da importância do conhecimento técnico proporcionado durante o curso de Engenharia Civil, principalmente em disciplinas como Estatística e Cálculos Diferenciais e Integrais, uma vez que o desenvolvimento das fórmulas de aplicação e a interpretação dos dados coletados passaram a ser a etapa mais importante como forma de diminuição da subjetividade presente nas amostras coletadas, considerando que todos os dados coletados foram imóveis em oferta, o que se leva a admitir que o preço, de acordo com o seu conceito, é determinado pelo proprietário e o valor de mercado do imóvel serve apenas como parâmetro de informação, numa situação de compra ou venda.

Após o tratamento do modelo de regressão gerado, detectaram-se pontos influenciadores que acabaram por ser removidos e, como consequência, obteve-se um novo modelo de regressão linear que apresentou um coeficiente de determinação igual a 0,92, o que se concluiu que 92% dos valores de mercado dos imóveis da região estudada podem ser explicados pela variável área útil. Logo, conclui-se também que a formação do valor de mercado dos imóveis da região analisada ainda possuem outras variáveis influenciadoras que não foram consideradas no modelo de regressão desta pesquisa.

Por fim, quanto à fundamentação matemática utilizada, pode-se dizer que o tratamento estatístico utilizado acabou por obter um resultado relevante, com resultados apresentados com qualidade e precisão, uma vez que os erros amostrais do modelo gerado foram de 9%. Contudo, conclui-se que o tratamento estatístico por análise de regressão múltipla deve acabar por produzir um modelo de regressão mais preciso, perto do valor unitário, minimizando ainda mais os erros amostrais e qualificando ainda mais o intervalo de confiança.

No entanto, o modelo de regressão linear simples gerado neste trabalho de avaliação obteve um grau de fundamentação II que é o enquadramento solicitado por bancos como a Caixa Econômica Federal para avaliações de imóveis urbanos do tipo apartamento. Além do mais, o intervalo de confiança obtido apresentou uma faixa de valor de mercado que se assemelha ao que é praticado pelas imobiliárias responsáveis pela venda do imóvel avaliando desta pesquisa:

- Valor de mercado obtido neste trabalho: R\$410.000,00
- Preços praticados pelas imobiliárias: R\$418.000,00 a R\$490.000,00

Portanto, como sugestão para trabalhos futuros, indica-se realizar a avaliação do imóvel utilizado nesta pesquisa ou de outro imóvel com características semelhantes na região do Bairro dos Estados, em João Pessoa-PB com a metodologia de análise por regressão linear múltipla a fim de que se tenha um modelo com mais variáveis que possam descrever de forma mais precisa ainda e com maior qualidade os imóveis situados na região de estudo apresentada nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUNAHMAN, S. **Curso Básico de Engenharia Legal e de Avaliações**, PINI, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.653-01: Avaliação de bens**. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.653-02: Avaliação de bens parte 2: Imóveis urbanos**. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.724: Informação e Documentação – Trabalhos Acadêmicos - Apresentação**. Rio de Janeiro, 2011.

AVILA, F. M. **Regressão Linear Múltipla: Ferramenta utilizada na determinação do valor de mercado de imóveis**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Monografia, 2010.

BOTELHO, A. **O financiamento e a financeirização do setor imobiliário: Uma análise da produção do espaço e da segregação sócio espacial através do estudo de mercado da moradia na cidade de São Paulo**. Tese de Pós-Graduação em Geografia Humana - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

DANTAS, R. A. **Engenharia de Avaliações: Uma introdução à metodologia científica**. PINI, 2012.

DANTAS, R.A. ROCHA, F.J.S. **Como evitar erros de especificação em Engenharia de Avaliações**. VIII Congreso Venezolano de Valuación y Catastro, 2007.

DELFINO, V. S; ZANCAN, E. C. **Modelo de Regressão Múltipla para Avaliação de Apartamentos na cidade de Torres, RS**. UNESC, 2013.

DINIZ, J. M. **Curso de Avaliação de Imóveis e Perícias Judiciais para Corretores de Imóveis**. Apostila, 2018.

EDITORA PINI (São Paulo) (Ed.). **Avaliação de Imóveis**. Revista Construção e Mercado, São Paulo, n. 84, jul. 2008. Mensal.

EMATER-DF. **Conceitos de mercado**. Secretaria do Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – SEAPA-DF.

FIGUEIREDO FILHO, D. B. SILVA JÚNIOR, J. A. **Desvendando os mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)**. Revista Política Hoje, Vol. 18, n. 1, 2009.

FRONZA, C.M. **A avaliação de imóveis residenciais urbanos na engenharia: Método Comparativo Direto de Dados do Mercado**. Revista Técnico-Científica do CREA-PR, 10ª edição, 2018.

GOODE WJ, HATT PK. **Métodos em pesquisa social**. 5a ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional;1979.

GUJARATI, D.N., **Econometria Básica**. 3.ed., São Paulo: Markon Books, 2004.

HELENE, O. **Método dos Mínimos Quadrados – Com Formalismo Matricial**. Editora Livraria da Física, 2006.

IBAPE-SP. **Avaliação – o que é e como contratar**, 2007.

KOSKELA, L. **An Exploration Towards a Production Theory and Its Application to Construction**. Espoo 2000, Technical Research Centre of Finland, VTT Publications 408, 296p, 2000.

KOYANAGUI, C. Y. P. **Avaliação de Imóvel Urbano**. 13º Congresso Nacional de Iniciação Científica, 2013.

MATOS, D; NOGUEIRA, P. I. **Introdução ao Mercado Imobiliário**. Curso Técnico em Transações Imobiliárias, 2013.

MATTA, T. A. **Avaliação do valor de imóveis por análise de regressão: um estudo de caso para a cidade de Juiz de Fora**. Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2007.

MELO, Luciano Werton Torres de, **Avaliação de Imóveis pelo Método Comparativo de Dados e Regressão Linear: Análise do m² de uma região que recebeu grandes investimentos públicos e privados em Fortaleza**, UFC, 2018.

MOORE, David S. **The Basic Practice of Statistics**. New York, Freeman, 2007.

MOREIRA, Alberto Lélío. **Princípios de engenharia de avaliações**. 3ª ed. São Paulo: Pini, 2001.

NUNES, D.B. **Proposição de um modelo de regressão linear para avaliação do valor de mercado de apartamentos residenciais**, Universidade Federal do Ceará, Tese de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2016.

OLIVEIRA, H. G. S. **Avaliação de um imóvel residencial multifamiliar urbano usando o método comparativo direto de dados de mercado**. Universidade Federal da Paraíba, Monografia, 2016.

PASSOS, R. C. M.; NOGAMI, O. **Princípios de economia**. São Paulo: Pioneira Thomson Laerning, 1998.

PELLI NETO, A. **Curso de Engenharia de Avaliação Imobiliária – Fundamentos e Aplicação da Estatística Inferencial**, Belo Horizonte/MG, 2003.

PEREIRA, R. S. **Estatística e suas Aplicações**. Grafosul, 1970.

POSSAS, ML. **Os conceitos de mercado relevante e o poder de mercado no âmbito da defesa da concorrência**. Revista do IBRAC, 1996.

RICARDO, M. B; ZANCAN, E. C. **Avaliação por regressão linear múltipla de apartamentos na cidade de Orleans, SC**. UNESC, 2013.

SABOYA, B. F. Domingos. **Engenharia de Avaliações – Núcleo de Treinamento Tecnológico**, 1996.

SILVA, Júlio Cezar. **Curso de Avaliação de Imóveis e Laudos Periciais**, 2018.

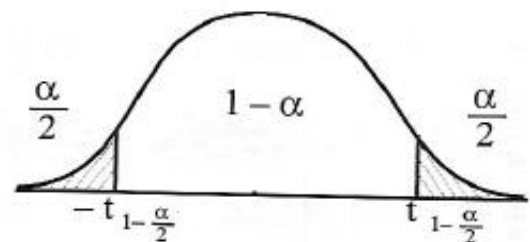
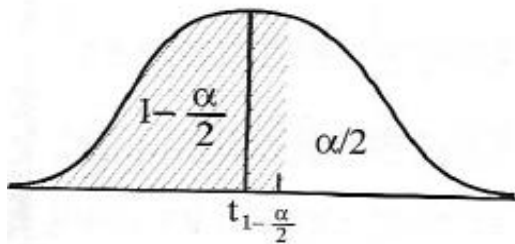
THOFEHRN, Ragnar. **Avaliação em massa de imóveis urbanos: para cálculo de IPTU e ITBI**. São Paulo: Pini, 2010.

WISSENBACH, T. C. **A cidade e o mercado imobiliário: uma análise da incorporação residencial paulistana entre 1992 e 2007**. Dissertação de Mestrado em Geografia Humana – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

ANEXO A – Distribuição t de Student

Distribuição t de Student
Pontos críticos $t_{1-\alpha/2}$ para $\sqrt{\nu}$ graus de liberdade
N.C - Nível de confiança
 α - Nível de significância

$t_{1-\alpha/2}$	$t_{0,995}$	$t_{0,99}$	$t_{0,975}$	$t_{0,95}$	$t_{0,90}$	$t_{0,80}$	$t_{0,75}$	$t_{0,70}$	$t_{0,60}$	$t_{0,55}$
N.C	99%	98%	95%	90%	80%	60%	50%	40%	20%	10%
$\sqrt{\nu}$	1%	2%	5%	10%	20%	40%	50%	60%	80%	90%
1	63,657	31,821	12,706	6,314	3,078	1,376	1,000	0,727	0,325	0,158
2	9,925	6,965	4,303	2,920	1,886	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142
3	5,841	4,541	3,186	2,353	1,638	0,978	0,765	0,584	0,277	0,137
4	4,604	3,747	2,776	2,132	1,533	0,941	0,741	0,569	0,271	0,134
5	4,032	3,365	2,571	2,015	1,476	0,920	0,727	0,559	0,267	0,132
6	3,707	3,143	2,447	1,943	1,440	0,906	0,718	0,553	0,265	0,131
7	3,499	2,998	2,365	1,895	1,415	0,896	0,711	0,549	0,263	0,130
8	3,355	2,896	2,306	1,860	1,397	0,889	0,706	0,546	0,262	0,130
9	3,250	2,821	2,262	1,833	1,383	0,883	0,703	0,543	0,261	0,129
10	3,169	2,764	2,228	1,812	1,372	0,879	0,700	0,542	0,260	0,129
11	3,106	2,718	2,201	1,796	1,363	0,876	0,697	0,540	0,260	0,129
12	3,055	2,681	2,179	1,782	1,356	0,873	0,695	0,539	0,259	0,129
13	3,012	2,650	2,160	1,771	1,350	0,870	0,694	0,538	0,259	0,128
14	2,977	2,624	2,141	1,761	1,345	0,868	0,692	0,537	0,258	0,128
15	2,947	2,602	2,131	1,753	1,341	0,866	0,691	0,536	0,258	0,128
16	2,921	2,583	2,120	1,746	1,337	0,865	0,691	0,536	0,258	0,128
17	2,898	2,567	2,110	1,740	1,333	0,863	0,690	0,535	0,258	0,128
18	2,878	2,552	2,101	1,734	1,330	0,862	0,689	0,534	0,257	0,128
19	2,861	2,539	2,093	1,729	1,328	0,861	0,688	0,533	0,257	0,127
20	2,845	2,528	2,086	1,725	1,325	0,860	0,687	0,533	0,257	0,127
21	2,831	2,518	2,080	1,721	1,323	0,859	0,686	0,532	0,257	0,127
22	2,819	2,508	2,074	1,717	1,321	0,858	0,686	0,532	0,256	0,127
23	2,807	2,500	2,069	1,714	1,319	0,858	0,685	0,532	0,256	0,127
24	2,797	2,492	2,064	1,711	1,318	0,857	0,685	0,531	0,256	0,127
25	2,787	2,485	2,060	1,708	1,316	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
26	2,779	2,479	2,056	1,706	1,315	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
27	2,771	2,473	2,052	1,703	1,314	0,855	0,684	0,531	0,256	0,127
28	2,763	2,467	2,048	1,701	1,313	0,855	0,683	0,531	0,256	0,127
29	2,756	2,462	2,045	1,699	1,311	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
30	2,750	2,457	2,042	1,697	1,310	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
40	2,678	2,403	2,009	1,676	1,299	0,851	0,681	0,529	0,255	0,126
60	2,639	2,374	1,990	1,664	1,292	0,848	0,679	0,527	0,254	0,126
120	2,618	2,351	1,980	1,657	1,289	0,845	0,677	0,526	0,234	0,126
∞	2,576	2,326	1,960	1,645	1,282	0,842	0,674	0,524	0,253	0,120



ANEXO B – Distribuição de Snedecor

Pontos críticos da distribuição de Snedecor (tabelados por Fisher) para o nível de significância de 1%
 Valores de $F_{0,01,v_1,v_2}$

		v_1 = graus de liberdade do numerador																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞	
v_2 = graus de liberdade do denominador	1	4052	5000	5403	5825	5764	5859	5928	5982	6023	6056	6106	5157	6209	6235	6261	6287	6313	6339	6366	
	2	98,5	99,0	99,2	99,2	99,3	99,3	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
	3	34,1	30,8	29,5	28,7	28,2	27,9	27,7	27,5	27,3	27,2	27,1	26,9	26,7	26,6	26,5	26,4	26,3	26,2	26,1	26,1
	4	21,2	18,0	16,7	16,0	15,5	15,2	15,0	14,8	14,7	14,5	14,4	14,2	14,0	13,9	13,8	13,7	13,7	13,6	13,5	13,5
	5	16,3	13,3	12,1	11,4	11,0	10,7	10,5	10,3	10,2	10,1	9,99	9,72	9,55	9,47	9,38	9,29	9,20	9,11	9,02	9,02
	6	13,7	10,9	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,72	7,56	7,40	7,31	7,23	7,14	7,06	6,97	6,88	6,88
	7	12,2	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,99	6,84	6,72	6,62	6,47	6,31	6,16	6,07	5,99	5,91	5,82	5,74	5,65	5,65
	8	11,3	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,18	6,03	5,91	5,81	5,67	5,52	5,36	5,28	5,20	5,12	5,03	4,95	4,86	4,86
	9	10,6	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,61	5,47	5,35	5,26	5,11	4,96	4,81	4,73	4,65	4,57	4,48	4,40	4,31	4,31
	10	10,0	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,20	5,06	4,94	4,85	4,71	4,56	4,41	4,33	4,25	4,17	4,08	4,00	3,91	3,91
	11	9,65	7,21	6,22	5,67	5,32	5,07	4,89	4,74	4,63	4,54	4,40	4,25	4,10	4,02	3,94	3,86	3,78	3,69	3,60	3,60
	12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,64	4,50	4,39	4,30	4,16	4,01	3,86	3,78	3,70	3,62	3,54	3,45	3,36	3,36
	13	9,07	6,70	5,74	5,21	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	3,96	3,82	3,66	3,59	3,51	3,43	3,34	3,25	3,17	3,17
	14	8,86	6,51	5,56	5,04	4,70	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,80	3,66	3,51	3,43	3,35	3,27	3,18	3,09	3,00	3,00
	15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,67	3,52	3,37	3,29	3,21	3,13	3,05	2,96	2,87	2,87
	16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,55	3,41	3,26	3,18	3,10	3,02	2,93	2,84	2,75	2,75
	17	8,40	6,11	5,19	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,46	3,31	3,16	3,08	3,00	2,92	2,83	2,75	2,66	2,66
	18	8,29	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,84	3,71	3,60	3,51	3,37	3,23	3,08	3,00	2,92	2,84	2,76	2,67	2,58	2,58
	19	8,19	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,63	3,52	3,43	3,30	3,15	3,00	2,92	2,84	2,76	2,69	2,61	2,52	2,52
	20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,70	3,56	3,46	3,37	3,23	3,09	2,94	2,86	2,78	2,69	2,61	2,52	2,44	2,44
	21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,64	3,51	3,40	3,31	3,17	3,03	2,88	2,80	2,72	2,64	2,55	2,46	2,36	2,36
	22	7,95	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,12	2,98	2,83	2,75	2,67	2,58	2,50	2,40	2,31	2,31
	23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,07	2,93	2,78	2,70	2,62	2,54	2,45	2,35	2,26	2,26
	24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,26	3,17	3,03	2,89	2,74	2,66	2,58	2,49	2,40	2,31	2,21	2,21
	25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,86	3,63	3,46	3,32	3,22	3,13	2,99	2,85	2,70	2,62	2,53	2,45	2,36	2,27	2,17	2,17
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,07	2,98	2,84	2,70	2,55	2,47	2,39	2,30	2,21	2,11	2,01	2,01	
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,89	2,80	2,66	2,52	2,37	2,29	2,20	2,11	2,02	1,92	1,80	1,80	
60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,50	2,35	2,20	2,12	2,03	1,94	1,84	1,73	1,60	1,60	
120	6,85	4,79	3,95	3,48	3,17	2,96	2,79	2,66	2,56	2,47	2,34	2,19	2,03	1,95	1,86	1,76	1,66	1,53	1,38	1,38	
∞	6,63	4,61	3,78	3,32	3,02	2,80	2,64	2,51	2,41	2,32	2,18	2,04	1,88	1,79	1,70	1,59	1,47	1,32	1,00	1,00	

Fonte: Dantas (2012, p. 237)

APÊNDICE A – Fotos da vistoria realizada no imóvel avaliando

- Sala de Estar/Jantar



- Lavabo



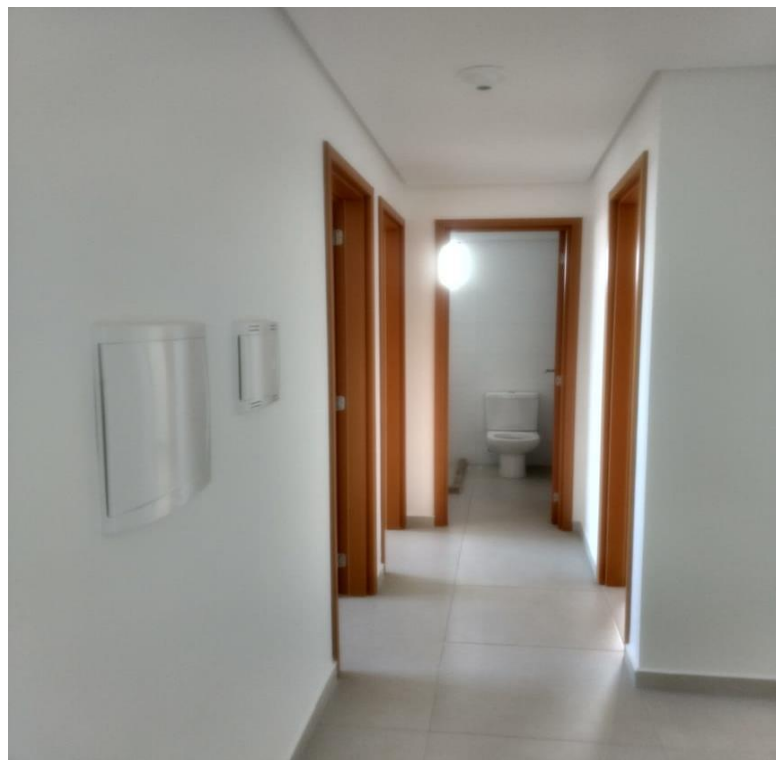
- Varanda Gourmet



- Cozinha



- Circulação



- Área de Serviço



- Quartos 01 e 02



- Suíte Master (Quarto + WC)



APÊNCIDE B – Amostras coletadas e suas respectivas características

- Amostra 01



Descrição
Área útil: 45m ²
Preço: R\$201.000,00
Transação: Oferta
2 quartos, sendo 1 suíte
1 lavabo
Cozinha e A.S. integradas
Varanda
1 vaga de garagem
Local: Bairro dos Estados
Fonte: Imobiliária Viva Real

- Amostra 02



Descrição
91m ²
R\$470.853,00
Oferta
3 quartos, sendo 1 suíte
1 lavabo
Cozinha e A.S. integradas
Varanda Gourmet
2 vagas de garagem
Bairro dos Estados
Fonte: Imobiliária Viva Real

- Amostra 03



Descrição
77m ²
R\$410.000,00
Oferta
2 quartos, sendo 1 suíte
1 lavabo
Cozinha e A.S. integradas
Varanda
2 vagas de garagem
Bairro dos Estados
Fonte: Imobiliária Viva Real

- Amostra 04



Descrição
72m ²
R\$374.151,00
Oferta
3 quartos, sendo 1 suíte
1 lavabo
Cozinha e A.S. integradas
Varanda Gourmet
2 vagas de garagem
Bairro dos Estados
Fonte: Imobiliária Viva Real

- Amostra 05



Descrição
68m ²
R\$415.000,00
Oferta
2 quartos, sendo 1 suíte
1 lavabo
Cozinha e A.S. integradas
Varanda
1 vaga de garagem
Bairro dos Estados
Fonte: Imobiliária Local

- Amostra 06



Descrição
94m ²
R\$627.977,00
Oferta
3 quartos, sendo 1 suíte
1 lavabo
Cozinha e A.S. integradas
Varanda
2 vagas de garagem
Bairro dos Estados
Fonte: Imobiliária Local

- Amostra 07



Descrição
84m ²
R\$572.926,00
Oferta
3 quartos, sendo 1 suíte
1 lavabo
Cozinha e A.S. integradas
Varanda
1 vaga de garagem
Bairro dos Estados
Fonte: Imobiliária Local

- Amostra 08



Descrição
65m ²
R\$344.950,00
Oferta
2 quartos, sendo 1 suíte
1 lavabo
Cozinha e A.S. integradas
Varanda Gourmet
1 vaga de garagem
Bairro dos Estados
Fonte: Portal Zap Imóveis

- Amostra 09



Descrição
94m ²
R\$535.718,47
Oferta
3 quartos, sendo 1 suíte
1 lavabo
Cozinha e A.S. integradas
Varanda Gourmet
2 vagas de garagem
Bairro dos Estados
Fonte: Portal Zap Imóveis

- Amostra 10



Descrição
78m ²
R\$390.000,00
Oferta
2 quartos, sendo 1 suíte
1 lavabo
Cozinha e A.S. integradas
Varanda
2 vagas de garagem
Bairro dos Estados
Fonte: Portal Zap Imóveis

- Amostra 11

	Descrição
	85m ²
	R\$514.072,00
	Oferta
	3 quartos, sendo 1 suíte
	1 lavabo
	Cozinha e A.S. integradas
	Varanda Gourmet
	2 vagas de garagem
	Bairro dos Estados
	Fonte: Portal OLX

- Amostra 12

	Descrição
	107m ²
	R\$460.000,00
	Oferta
	3 quartos, sendo 1 suíte
	1 lavabo
	Cozinha e A.S. integradas
	Varanda
	2 vagas de garagem
	Bairro dos Estados
	Fonte: Portal OLX

- Amostra 13



Descrição
53m ²
R\$239.000,00
Oferta
2 quartos, sendo 1 suíte
1 lavabo
Cozinha e A.S. integradas
Varanda
1 vaga de garagem
Bairro dos Estados
Fonte: Portal OLX