

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**PAOLA ZEN GRAZIOLI**

**AVALIAÇÃO ECONÔMETRICA DA VENDA DE APARTAMENTOS EM  
EMPREENHIMENTO IMOBILIÁRIO NA CIDADE DE SÃO LEOPOLDO/RS**

**São Leopoldo**

**2018**

PAOLA ZEN GRAZIOLI

**AVALIAÇÃO ECONOMETRICA DA VENDA DE APARTAMENTOS EM  
EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO NA CIDADE DE SÃO LEOPOLDO/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Graduado em  
Engenharia Civil, pelo Curso de  
Engenharia Civil da Universidade do Vale  
do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Andrea Parisi Kern

São Leopoldo

2018

Para Fábio Grazioli e Simone Beatriz da Silva.

## **AGRADECIMENTOS**

A elaboração deste trabalho não seria possível sem a relevante contribuição de algumas pessoas às quais eu gostaria de dirigir meus agradecimentos, em especial:

À representante da Construtora do empreendimento escolhido para o estudo de caso, que preferiu não ter seu nome divulgado, por ter me recebido e aceitado participar do estudo, fornecendo todo suporte solicitado para que eu tivesse acesso aos dados reais das vendas realizadas e pudesse utilizá-los com confiança.

Ao Professor Doutor Marco Aurélio Stumpf González, por toda disponibilidade em atender minhas dúvidas e pela qualidade técnica dividida.

À Professora Doutora Andrea Parisi Kern, por ter me orientado neste trabalho.

Aos meus colegas de graduação que demonstraram tanta preocupação e empatia, tornando tudo sempre mais leve.

“Nem todo fim tem começo,  
nem tudo que é bom tem seu preço,  
nem tudo que tenho mereço,  
nem tudo que brota é do chão [...].”  
Vander Lee

## RESUMO

Este trabalho apresenta a avaliação econométrica da venda de apartamentos em um empreendimento da cidade de São Leopoldo/RS através da análise de regressão múltipla dimensionada com base nos parâmetros exigidos pela ABNT NBR 14653-2: avaliação de imóveis urbanos (2011). O empreendimento estudado pode ser caracterizado como empreendimento imobiliário com base residencial em estágio de implantação. Ele foi escolhido para a realização deste trabalho devido ao número de características diferentes que podem ser encontradas no mesmo endereço, à possibilidade de mitigação de avaliações subjetivas na composição do valor, ao período de realização da obra e à facilidade de acesso e confiabilidade dos dados das transações realizadas. Realizando as adaptações necessárias no modelo ajustado, foi possível concluir que a equação que melhor explica a composição dos preços, mensurados em Reais, das unidades autônomas do empreendimento estudado, é formada por coeficientes originados das seguintes variáveis independentes: andar da unidade, área privativa dos apartamentos, vaga coberta ou descoberta e tempo de exposição ao mercado.

**Palavras-chave:** Avaliação de Imóveis. Econometria. Inferência Estatística. Regressão Múltipla.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Organograma representando as etapas de uma avaliação imobiliária.....	21
Figura 2 – Fluxograma das etapas da pesquisa.....	37
Figura 3 – Implantação do empreendimento estudado .....	39
Figura 4 – Representação gráfica dos valores estimados x resíduos padronizados.	56

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição da tabela ANOVA para modelo de regressão.....	32
--	----



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Códigos alocados para orientação solar das unidades .....	42
Tabela 2 – Variação do INCC no período das vendas estudadas.....	46
Tabela 3 – Resumo da Análise de Regressão com variável dependente em R\$.....	47
Tabela 4 – Resumo da Análise de Regressão com variável dependente transformada em Logaritmo Natural.....	48
Tabela 5 – Matriz das correlações do modelo sem restrições.....	49
Tabela 6 – Códigos atribuídos para a variável <i>Tempo</i> .....	50
Tabela 7 – Vendas dos apartamentos de cada <i>PS</i> em cada momento de <i>Tempo</i> ....	51
Tabela 8 – Identificação das unidades vendidas em cada bloco.....	53
Tabela 9 – Matriz de correlação do modelo com as variáveis finais escolhidas para avaliação .....	54
Tabela 10 – Observações atípicas entre os dados, eliminadas do modelo.....	55
Tabela 11 – Cálculo dos coeficientes.....	57
Tabela 12 – Análise da variância do modelo.....	57
Tabela 13 – Valores da estatística <i>t</i> avaliada para as variáveis .....	58
Tabela 14 – Coeficientes regressores do modelo final.....	59

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CAIXA	Caixa Econômica Federal
CNAI	Cadastro Nacional de Avaliadores Imobiliários
COFECI	Conselho Federal de Corretores de Imóveis
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CUB	Custo Unitário Básico de Construção
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
FGV	Fundação Getúlio Vargas
INCC	Índice Nacional de Custo da Construção
MCMV	Minha Casa Minha Vida
NBR	Normas Brasileiras de Regulação
PS	Posição Solar

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 TEMA .....	14
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	14
1.3 PROBLEMA .....	14
1.4 OBJETIVOS .....	14
<b>1.4.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>14</b>
<b>1.4.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>15</b>
1.5 JUSTIFICATIVA .....	15
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>18</b>
2.1 DEFINIÇÕES .....	19
<b>2.1.1 Diferença entre Preço e Valor</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1.2 Concorrência Perfeita ou Imperfeita do Mercado Imobiliário</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1.3 Avaliação e Mercado Imobiliário</b> .....	<b>20</b>
2.2 ETAPAS DE UMA AVALIAÇÃO IMOBILIÁRIA.....	21
2.3 INFERÊNCIA ESTATÍSTICA.....	27
<b>2.3.1 Regressão Linear</b> .....	<b>27</b>
2.3.1.1 Parâmetros Analisados na Regressão Linear .....	29
2.3.1.1.1 <i>Multicolinearidade</i> .....	31
2.3.1.1.2 <i>Coefficientes de Correlação e Determinação</i> .....	31
2.3.1.1.3 <i>Análise de Variância – ANOVA</i> .....	32
2.3.1.1.4 <i>Teste F – Significância Geral do Modelo</i> .....	33
2.3.1.1.5 <i>Teste t – Significância Individual dos Regressores</i> .....	34
2.3.1.1.6 <i>Valor p</i> .....	34
2.3.1.1.7 <i>Resíduos</i> .....	35
2.3.1.1.8 <i>Coefficientes Regressores</i> .....	36
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>37</b>
3.1 O EMPREENDIMENTO ESTUDADO E O MERCADO ONDE SE SITUA.....	38
<b>3.1.1 Funcionamento das Vendas das Unidades do Empreendimento</b> .....	<b>40</b>
3.2 MODELO DE REGRESSÃO ADOTADO.....	41
<b>3.2.1 Hipóteses Formuladas para Análise</b> .....	<b>41</b>
<b>4 ANÁLISE DE RESULTADOS</b> .....	<b>45</b>
4.1 MODELOS DESCONTINUADOS.....	45

<b>4.1.1 INCLUSÃO DA VARIÁVEL <i>TEMPO</i></b> .....	<b>50</b>
<b>4.1.2 EXCLUSÃO DA VARIÁVEL <i>POSIÇÃO SOLAR (PS)</i></b> .....	<b>51</b>
<b>4.1.2 EXCLUSÃO DA VARIÁVEL <i>BLOCO</i></b> .....	<b>52</b>
4.2 MULTICOLINEARIDADE .....	54
4.3 RESÍDUOS.....	54
4.4 COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO E DETERMINAÇÃO.....	57
4.5 ANÁLISE DE VARIÂNCIA – ANOVA .....	57
4.6 TESTE <i>T</i> – SIGNIFICÂNCIA INDIVIDUAL DOS REGRESSORES.....	58
4.7 COEFICIENTES.....	58
4.8 O CENÁRIO DE CONCORRÊNCIA NO EMPREENDIMENTO ESTUDADO.....	59
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>63</b>
<b>APÊNDICE A – DADOS DE VENDAS DO EMPREENDIMENTO ESTUDADO PARA ANÁLISE</b> .....	<b>65</b>
<b>APÊNDICE B – DADOS ANALISADOS NO MODELO FINAL</b> .....	<b>68</b>
<b>APÊNDICE C – PONTOS <i>OUTLIERS</i> NA PRIMEIRA ANÁLISE DO MODELO FINAL</b> .....	<b>71</b>
<b>ANEXO A – LIMITES ACEITOS PELA NBR 14653:2 (2011) PARA DEFINIR GRAUS DE FUNDAMENTAÇÃO DE AVALIAÇÕES IMOBILIÁRIAS</b> .....	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Engenharia de Avaliações não é uma ciência puramente exata. Gazola (2002) afirma que esse ramo da engenharia é multidisciplinar por demandar técnicas não-rationais, como julgamento pessoal de bom senso para conseguir transformar atributos qualitativos de um imóvel em itens quantitativos possíveis de serem tratados pelas ferramentas matemáticas adequadas, e também técnicas racionais científicas.

De acordo com Santello (2004), a avaliação de imóveis como um aspecto relevante para a construção civil, já que, a partir de conhecimentos especializados e confiáveis, as economias públicas e privadas podem gerir de forma otimizada a aplicação de recursos no mercado imobiliário.

Trivelloni (2005) afirma que os agentes interessados em conhecer de forma confiável os valores dos imóveis não se limitam às partes envolvidas diretamente nas transações, tais como compradores e vendedores. Incorporadoras que pretendam lançar novos empreendimentos, imobiliárias ou mesmo a Prefeitura Municipal são exemplos de organizações que têm parte da renda originada do mercado imobiliário e, conseqüentemente, interesse no conhecimento da dinâmica de valores do mercado.

Existe uma complexidade no estudo do mercado imobiliário devido à união de características objetivas e abstratas que precisam se combinar para fornecer um resultado aceitável, seja pelas partes interessadas, seja pelo próprio mercado onde está inserido o imóvel. (GIANNAKOS, 2017).

Fiker (2008), González (1997) e Trivelloni (2005), concordam que a localização é o fator de maior complexidade na análise dos dados para se realizar uma avaliação imobiliária, devido à multiplicidade de fatores subjetivos que definem essa característica, tais como proximidade de pontos de interesse ou indesejáveis e características socioeconômicas da vizinhança.

A avaliação de imóveis é atribuição do Engenheiro Civil, bem como dos demais profissionais legalmente registrados no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) ou no Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), conforme define a Lei nº 5194/1966. Recentemente, através da Resolução nº 1066/2007 e Ato Normativo nº 001/2008 do Conselho Federal de Corretores de Imóveis (COFECI), foi estabelecido e aceito judicialmente que Corretores de imóveis inscritos no Cadastro

Nacional de Avaliadores de Imóveis (CNAI) também podem emitir Pareceres de Avaliações.

Apesar de ter como atribuição profissional a realização de avaliações imobiliárias, os engenheiros e arquitetos encontram pouco subsídio acadêmico nas universidades durante a graduação. (GONZÁLEZ, 1997). Essa afirmação feita por González em 1997 pode ser mantida nos dias atuais, visto que ainda é um assunto pouco mencionado durante os cursos de graduação, sendo comum sua abordagem apenas em disciplinas eletivas. Além dessas, não existem muitas ofertas de cursos específicos sobre o assunto, de forma que se aprende muito e principalmente através da experiência no tratamento de dados de mercado aplicada a NBR 14653:2 (2011) e não apenas no meio acadêmico.

Associado às análises de avaliações imobiliárias, o conhecimento sobre o controle estatístico de valores e ferramentas matemáticas é fundamental para se obter e interpretar os resultados a partir do tratamento de dados coletados.

O presente trabalho apresenta um estudo de caso de comparação econométrica das vendas de diferentes unidades, com diferentes atributos, de um mesmo empreendimento.

O empreendimento desse estudo foi escolhido devido à possibilidade de avaliação de outros atributos considerados secundários em relação ao fator localização, pois foi possível fazer uma análise a partir de uma fixação espacial do imóvel em termos de situação, e também devido à confiabilidade na obtenção dos dados para análise.

Além das características subjetivas associadas à localização, outras também serão evitadas pelo fato de o empreendimento estudado apresentar transações de imóveis na planta, vendidos pela mesma construtora, diminuindo o erro aleatório de valores que são ocasionados pelo comportamento humano, tais como habilidades diversas de negociação, compulsões e ansiedades. Esses fatores, entre outros, são apontados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2011) como parte do valor representativo da variável dependente em um tratamento de dados por regressão linear.

Dessa forma, este trabalho tem a finalidade de fazer uma avaliação econométrica de um empreendimento lançado para vendas em São Leopoldo no mesmo período de início deste, em julho de 2017, verificando o quanto as suas características específicas influenciaram na composição do valor final de mercado.

## 1.1 TEMA

Este trabalho aborda conhecimentos sobre a engenharia de avaliações de imóveis e sobre análise econométrica de dados com uso da inferência estatística.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho está embasado nas técnicas de avaliação imobiliária indicadas pela NBR 14653, principalmente em suas partes 1 (ABNT, 2001) e 2 (ABNT, 2011), bem como pela perspectiva de autores estudiosos sobre o tema em relação a composição das variáveis escolhidas, forma de inferir os dados no modelo estatístico utilizado e conceitos importantes para a interpretação dos dados.

As normas regulamentadoras e livros pesquisados tratam de diversos tipos de avaliações. Este trabalho limita-se ao estudo das avaliações de imóveis urbanos.

Entre as várias metodologias sugeridas pela NBR 14653:2 (ABNT, 2011), pela possibilidade de coleta de dados para formação do modelo, esta pesquisa será limitada à utilização da metodologia de Comparação Direta de Dados de Mercado, indicada como preferida para os trabalhos avaliativos. Nesse método, os atributos dos imóveis pesquisados são tratados econometricamente através da técnica de regressão linear múltipla a fim de obter-se os coeficientes regressores resultantes do modelo para estimar o peso que cada atributo tem na composição do valor avaliado dos imóveis do empreendimento estudado.

## 1.3 PROBLEMA

Quanto cada atributo específico oferecido a uma unidade habitacional pode influenciar em seu valor de mercado final?

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo Geral

Verificar quanto cada atributo construtivo contribui na composição do preço de venda de unidades habitacionais de um empreendimento na cidade de São Leopoldo.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

Para executar o trabalho e atingir o objetivo geral definido, foram alcançados os seguintes objetivos específicos:

- a) obter os dados de vendas efetivamente realizadas de uma amostra das unidades do empreendimento estudado;
- b) examinar as variáveis que formam o conjunto de dados da análise regressão, bem como as transformações necessárias para que o tratamento de dados possa ser interpretado corretamente;
- c) analisar, através da técnica de regressão linear múltipla, as variáveis escolhidas, interpretando e ajustando os resultados a partir de adaptações no modelo.

### 1.5 JUSTIFICATIVA

A avaliação de imóveis se faz necessária em situações que demandam um argumento técnico como subsídio para a tomada de decisão envolvendo valores monetários, tais como liberação de recursos em financiamentos imobiliários, separação de bens, arrecadação de tributos, prêmio de seguros, entre outras.

A metodologia para avaliar um imóvel pode ser seguida com diferentes técnicas estatísticas que buscam inferir os dados coletados a fim de retornar, com diferentes precisões, valores dentro de um intervalo de confiança.

Em alguns modelos de avaliações simplificadas, principalmente em avaliações em massa, são considerados como parâmetros influentes apenas a tipologia do imóvel, a localização – de forma abrangente, normalmente categorizada pelos bairros – e a área construída. Nesses casos é comum estabelecer um valor para o metro quadrado construído de cada tipologia específica dentro de um mesmo bairro e adaptá-lo para avaliação de qualquer imóvel dentro desses parâmetros simples.

Esse sistema é muito utilizado por programas que funcionam como banco de dados de imóveis para imobiliárias ou divulgação de imóveis. O valor resultante desse método simplificado não pode ser considerado como uma avaliação técnica por diversos fatores que contradizem a ABNT NBR 14653:2 (2011) e pela falta de



precisão apresentada. No entanto, para as avaliações em massa cujo objetivo é verificar um valor médio que pode ser aceito pelo mercado, o sistema é satisfatório.

Os valores obtidos nessas avaliações simplificadas não são precisos por não considerar as características individuais de cada imóvel, que vão muito além da área construída e que podem servir como parâmetro valorizador ou depreciador do preço. As construções são compostas por diversos serviços de habitação, cujo preço que o consumidor está disposto a pagar pela aquisição desses serviços influencia diretamente no valor final do bem.

Além da valorização direta no preço que alguns atributos podem fornecer a um imóvel, o fato de esse possuir diferenciais em relação a outros ofertados está diretamente relacionado com a velocidade da venda desse bem. Dessa forma, quando é considerado que o tempo de exposição de um imóvel ao mercado, sem negociação e sem reajuste do preço à taxa de atratividade, é por si só uma forma de depreciar o valor, é possível estimar que, ainda indiretamente, existe uma influência monetária na aplicação desses atributos.

Para esta análise foi realizado um estudo de caso no qual foi escolhido um empreendimento que permitiu estudar a influência de características específicas das unidades autônomas comercializadas a partir de uma fixação espacial em termos de situação, pois todas as unidades encontram-se em um mesmo condomínio. Essa fixação, bem como o fato de as unidades terem um mesmo padrão construtivo, facilita a observação de outros parâmetros, considerados secundários em comparação à variável localização, mitigando as possíveis subjetividades que seriam encontradas caso fossem analisadas essas características qualitativas.

Na etapa de coleta de dados para realização das avaliações, a principal dificuldade relatada por profissionais da área foi o fato de obter-se dados confiáveis. Dessa forma, é interessante realizar uma avaliação de mercado somente com dados reais de transações efetuadas, os quais foram disponibilizados pela construtora do empreendimento escolhido para esse fim acadêmico.

A metodologia mais abordada pelos autores consultados é a Regressão Múltipla dos dados coletados, que será aplicada nesse trabalho para inferir os atributos analisados na composição do valor dos apartamentos.

Realizar a análise da influência que determinados atributos agregam ao valor comercial de um imóvel através da inferência estatística construída sobre dados de

transações reais se mostra uma prática importante para aplicação dos conhecimentos teóricos sobre estatística e avaliação imobiliária.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Engenharia de Avaliações é uma ciência recente quando comparada a outros nichos da engenharia, como os estudos sobre estruturas e materiais de construção. Segundo Fiker (1993), o marco inicial da engenharia de avaliações no Brasil foi iniciado há um século, em 1918, com a publicação de um artigo sobre avaliação racional de terrenos pelo engenheiro Vitor da Silva Freire, que em 1923, junto com outros dois colegas de trabalho, empregaram novos métodos de avaliação para a época, os quais começaram a ser aplicados pelos engenheiros da Diretoria do Patrimônio. Giannakos (2017) afirma que o primeiro livro brasileiro publicado sobre o assunto teve data em 1941, com o título *Avaliação de Terrenos*, escrito pelo engenheiro civil Luiz Carlos Berrini e que a primeira Norma Brasileira para Avaliação de Imóveis Urbanos foi emitida em 1977, catalogada como NB-502/77.

As recomendações específicas para elaboração de avaliações foram historicamente emitidas pelos órgãos que tinham necessidade de padronizar um sistema de avaliações para uso interno, então cada entidade que precisava de um resultado seguia um documento específico de sua organização ou empresa. Esse cenário está menos disperso desde a vigência da NBR 14653, que indica os procedimentos a serem seguidos para elaborar uma avaliação com argumentos aceitáveis. Ainda existem sistemas internos de entidades que servem como complemento às indicações da norma técnica, mas a aplicação dela tem que ser levada em consideração.

A principal referência bibliográfica sobre o tema de avaliações de bens é a NBR 14653, que é dividida em 7 partes, são elas: Procedimentos gerais; Imóveis urbanos; Imóveis rurais; Empreendimentos; Máquinas, equipamentos, instalações e bens industriais em geral; Recursos naturais e ambientais; e, a última, Patrimônios históricos e artísticos. As diferentes partes da norma foram publicadas separadamente entre os anos de 2001 e 2009.

González (1997) afirma que a complexidade da avaliação imobiliária faz com que compradores e vendedores não tenham consciência exata sobre quais as margens de negociação que seriam aceitáveis em determinadas condições de venda de forma natural. Além disso, o empreendedor não consegue fixar os preços dos imóveis que está lançando, pois é preciso que exista uma coerência com o cenário apresentado pelo mercado imobiliário.

## 2.1 DEFINIÇÕES

Para a compreensão dos parâmetros que serão analisados neste trabalho, é importante definir alguns conceitos que estão apresentados a seguir.

### 2.1.1 Diferença entre Preço e Valor

A definição de valor é caracterizada por muitas interpretações nos diferentes autores da bibliografia sobre o tema de avaliações, mas, de forma simplificada, quando o objetivo é elaborar uma avaliação técnica que subsidiará decisões a serem tomadas sobre um imóvel, Giannakos (2017) resume que o valor a ser determinado é o valor de mercado e ele está considerado correto quando é aceito, seja pelo mercado, seja pelas partes interessadas na avaliação.

González (1997) explica que o valor é o resultado obtido após a avaliação técnica dos dados de mercado no período escolhido, identificado como o valor mais provável de ser obtido em uma transação normal, e o preço pode sofrer flutuações de curto prazo, como valorização por campanhas publicitárias, negociações entre compradores e vendedores, entre outras condições instantâneas que pode provocar dificuldade no julgamento dos indivíduos envolvidos na negociação.

De acordo com Dantas, Magalhães e Vergolino (2003), as circunstâncias particulares de negociação podem alterar o preço de um imóvel, mas não o seu valor.

Trivelloni (2004) coloca os preços de oferta de imóveis pesquisados em um levantamento de dados para composição de uma avaliação como variáveis *proxy* do valor real do mercado que será avaliado.

### 2.1.2 Concorrência Perfeita ou Imperfeita do Mercado Imobiliário

Segundo González (1997), existem algumas condições simplificadas que caracterizam um mercado imobiliário de concorrência perfeita: a similaridade dos imóveis de forma que possam ser considerado idênticos; a realização das transações de compra e venda a partir do conhecimento perfeito das partes sobre os imóveis, sem pressões externas aos agentes diretamente ligados à elas; a liberdade

de participação no mercado; e que as ações de um único agente não possam afetar os preços praticados.

González (1997) afirma que em um cenário de mercado imperfeito, como é caracterizado o mercado imobiliário, o valor de um imóvel é diferente do seu preço, principalmente porque o valor é único e o preço pode ser variado em um dado momento. Em uma situação de concorrência perfeita, na qual compradores e vendedores possuem informações suficientes para não serem compelidos a negociações além de valores considerados corretos, o valor e preço de mercado se igualam.

Giannakos (2017) afirma que é possível considerarmos uma situação de concorrência perfeita quando o número de compradores e vendedores participantes do mercado imobiliário estudado é elevado o suficiente para que a interferência de um agente isolado não altere o cenário de preços. É missão do avaliador realizar um diagnóstico do mercado vigente.

### **2.1.3 Avaliação e Mercado Imobiliário**

O mercado imobiliário é um cenário no qual ocorre a formação de preços de imóveis que passam pelo crivo da oferta e da demanda. (MOSCOVITCH, 1997 apud GAZOLA, 2002). Os agentes diretamente envolvidos que caracterizam a existência desse cenário são os compradores, os vendedores e os produtos ofertados. (GAZOLA, 2002).

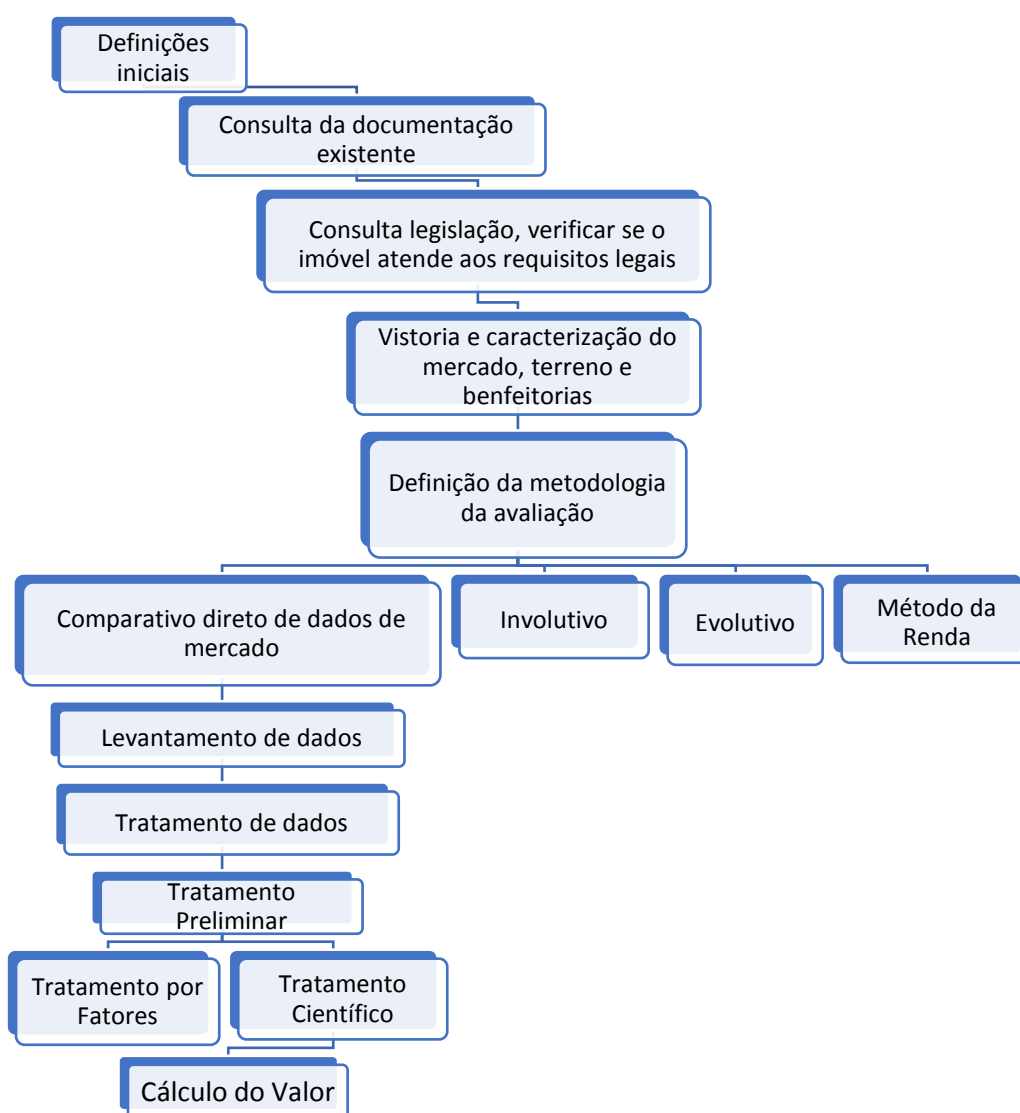
Avaliar um imóvel é, em sua essência mais pura, resolver uma operação técnica visando estimar de forma confiável o valor de um bem, podendo acontecer a comparação com dados já existentes, ponderando suas características para que a comparação seja válida. Essa comparação depende de competência técnicas e não-técnicas ao tratar os atributos dos imóveis. Ao mesmo tempo em que é necessário o conhecimento técnico estatístico e normativo para seguimento de procedimentos metodológicos indicados a formação de um modelo avaliativo, para que seja possível transformar dados de mercado em linguagem matemática, interpretar e selecionar variáveis para composição desse modelo é necessário que haja julgamento pessoal, conhecimento empírico e bom senso.

Giannakos (2017) considera a engenharia de avaliações uma arte de medir a variação da estimação de valor mercadológico de um bem de acordo com o grau de desejo existente sobre ele.

## 2.2 ETAPAS DE UMA AVALIAÇÃO IMOBILIÁRIA

As tarefas básicas para elaboração de uma avaliação serão descritas nesse capítulo. A Figura 1 apresenta um organograma representativo das etapas de uma avaliação imobiliária, a seguir descritas.

Figura 1 – Organograma representando as etapas de uma avaliação imobiliária



Fonte: Elaborada pela autora, com base na NBR 14653:2 (ABNT, 2011).

As definições iniciais que devem existir em uma avaliação são referentes a combinações entre as partes interessadas no resultado, tais como prazos, finalidade da avaliação e em quais condições o laudo deve ser elaborado. De acordo com Fiker (2016), a definição de condições específicas para elaboração do laudo acontecem tipicamente em laudos internos de grandes empresas ou repartições públicas.

É definido que todo trabalho elaborado com as prescrições da norma citada é considerado laudo de avaliação, e nas combinações iniciais pode ser definido o grau de fundamentação exigido para o laudo. A precisão que será alcançada dependerá da qualidade e quantidade de dados que serão possíveis de obter. (ABNT, 2011).

A documentação existente sobre o imóvel que se pretende avaliar deve ser consultada, tais como matrícula, projetos, certidões informativas, entre outros que possam ser necessários. Deve ser verificada também a legislação que governa a região do imóvel e, se necessário, confrontada com os documentos do imóvel, como por exemplo, verificar se existe habite-se de benfeitoria construída e se está de acordo com os índices construtivos do município. (ABNT, 2011).

A região onde se situa o imóvel avaliando precisa ser caracterizada sobre seus pontos atrativos e deprecatórios, acessibilidade, padrão construtivo principal, serviços oferecidos, e demais atributos encontrados. O próprio imóvel avaliando também deve ser vistoriado e caracterizado no maior número de qualidades possível, as quais serão melhor discriminadas adiante. Caso seja impossível realizar a vistoria do imóvel avaliando, como na situação desse estudo de caso, no qual o empreendimento principal estudado está em construção, as características da incorporação devem ser consideradas. (ABNT, 2011).

Conhecendo as características físicas e documentais do imóvel avaliando, bem como sua vizinhança, e com as definições básicas da avaliação, é possível estabelecer a metodologia a ser seguida. A ABNT (2011) prescreve 4 métodos a serem selecionados de acordo com a tipologia do imóvel, os dados de pesquisa disponíveis e a finalidade da avaliação, são eles: Método Comparativo Direto de Dados de Mercado, Método Involutivo, Método Evolutivo e Método da Renda. Porém, é indicado que o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado deve ser utilizado sempre que possível. Optar pelos outros métodos caso não existam ou sejam inacessíveis dados mercadológicos possível de comparação com o imóvel avaliando. Como neste trabalho foi utilizado o método comparativo, então é o que

terá sua fundamentação e etapas mais bem apresentadas, como já colocadas no organograma.

Resumidamente, o Método Involutivo se baseia em um estudo de viabilidade técnico-econômica considerando cenários viáveis para a execução e comercialização de um produto. O Método Evolutivo considera separadamente o valor do terreno e da benfeitoria construída sobre ele para compor a avaliação. O Método da Renda identifica o valor do imóvel baseado na capitalização presente de sua renda líquida prevista. (ABNT, 2011).

Além dos métodos apresentados pela ABNT (2011) para avaliação do valor dos imóveis, também são indicadas metodologias para identificar o custo de um imóvel. Esses procedimentos não serão abordados neste trabalho.

O Método Comparativo Direto de Dados de Mercado funciona a partir do tratamento de dados pesquisados entre imóveis vendidos ou ofertados, que possuam o maior número de atributos semelhantes ao imóvel avaliando. As duas últimas etapas descritas abaixo são referentes especificamente a esse método de avaliação. (ABNT, 2011).

A penúltima etapa a ser realizada é a pesquisa de valores. Essa pesquisa é usualmente elaborada com dados de transações e ofertas de venda de imóveis com o maior número de características possíveis semelhantes ao imóvel avaliando em situação contemporânea com a data de referência da avaliação. (ABNT, 2011).

Essa etapa da avaliação imobiliária exige muita atenção e pode trazer diversos empecilhos à continuação do trabalho. González (1997) coloca que a melhor forma de obter-se dados confiáveis de pesquisa é simulando o interesse de aquisição dos imóveis estudados em contato com imobiliárias. Esse procedimento pode ser muito trabalhoso, demorado e constrangedor, visto que algumas imobiliárias não fornecem informações diretas com facilidade, principalmente caso seja sinalizado que o interesse é para pesquisa e não para negociação.

É importante diferenciar na pesquisa os dados que foram obtidos de transações e de oferta, visto que nem sempre valores de oferta são parâmetros confiáveis para estabelecer comparação técnica, pois existem muitos casos nos quais o proprietário do imóvel decide ofertar a venda por valor interessante para si, desconsiderando valores de mercado.

A ABNT (2011) afirma que os dados de oferta devem ser considerados como superestimados porque estão acompanhados da margem de negociação aceita pelo



vendedor, mas para descontar esse valor acima deve ser realizada pesquisa prévia sobre o percentual tradicionalmente utilizado como margem e ser adotada uma taxa de desconto representativa da média aplicada no mercado, salvo em casos em que o confronto entre dados de ofertas e transações mostre que existe um equilíbrio para considerar os valores ofertados.

González (1997) e Fiker (2008) concordam que os registros encontrados em cartórios, prefeituras e Registros de Imóveis não podem ser considerados exatos por questões tributárias que podem influenciar as partes a declararem valores diferentes aos realmente praticados. Em imobiliárias, construtoras e diretamente com os proprietários também existem restrições na abertura de informações. É preciso que as fontes envolvidas no fornecimento de dados para pesquisa sejam isentas, a pesquisa não deve ser tendenciosa.

Giannakos (2017) coloca que como a pesquisa é realizada antes do tratamento dos dados, é preciso estar atento ao limite entre perder muito tempo e recursos pesquisando imóveis ou atributos que não podem ser utilizados por falta de compatibilidade com o imóvel avaliando e deixar de consultar alguns dados por estimar que não sejam importantes na composição da pesquisa, então o mercado que será pesquisado deve ser delimitado durante o planejamento da estratégia de pesquisa que será adotada.

Durante o planejamento da estratégia de pesquisa que será utilizada, devem ser definidas as variáveis dependentes e independentes a serem caracterizadas para posterior tratamento. A identificação dessas variáveis é realizada principalmente a partir de teorias existentes, conhecimentos prévios do avaliador e do senso comum sobre a composição de valores mercadológicos. (ABNT, 2011). Com as variáveis tratadas será possível confrontar as crenças iniciais do avaliador, que o levaram a selecioná-las, com as respostas efetivas obtidas no mercado.

A variável dependente está relacionada com os preços praticados nas ofertas ou transações pesquisadas e as variáveis independentes são tradicionalmente consideradas como localização dos imóveis, fatores de vizinhança e acessibilidade, características construtivas e econômicas, mas podem estar associadas a diversos outros fatores a serem definidos pelo avaliador de acordo com o cenário encontrado.

A localização dos imóveis é a principal responsável pela variação dos preços praticados. A sensibilidade da influência da localização em uma avaliação imobiliária se dá ao fato de que a qualidade de determinada localização depende de

juízos pessoais do avaliador, já que não é um item diretamente mensurável. (GONZÁLEZ, 1997).

Trivelloni (2005) mostra que a dinâmica urbana também tem responsabilidade na complexidade de tratamento da localização como fator influenciante na formação do valor imobiliário. Os investimentos econômicos e sociais aplicados em determinada região têm a capacidade de mudar a sua fisionomia e a mensuração dos efeitos causados por essa mobilidade urbana é complexa e de difícil colocação em linguagem matemática de forma precisa para possibilitar o tratamento adequado dos dados pesquisados.

Quando as variáveis selecionadas não são quantitativas, é necessário transformá-las em valores para que possam ser tratadas como elementos numéricos e submetidas a avaliações estatísticas, a ABNT (2011) define que nessa transformação deve ser preferido o emprego de variáveis dicotômicas, *proxies*, por meio de códigos ajustados ou alocados, em respectiva ordem de prioridades.

A primeira transformação sugerida pela ABNT (2011) é baseada nas condições booleanas da bivalência, ou seja, são assumidas 2 possibilidades de classificação para a variável, como por exemplo, sim ou não. Santello (2004) afirma que esse modo bivalente de raciocinar está enraizado no comportamento humano e na ciência da computação, como uma ferramenta que transforma as leis da verdade em linguagem matemática e que a lógica computacional é baseada na álgebra booleana.

Para empregar as variáveis *proxies* no modelo, podem ser utilizados índices reconhecidos por entidades responsáveis para mensurar uma característica qualitativa do imóvel, como, por exemplo, aplicar o valor o Custo Unitário Básico (CUB), publicado pelo Sindicato da Construção Civil, na classificação do padrão construtivo. (ABNT, 2011).

O emprego de códigos alocados baseia-se na disposição em ordem lógica de números naturais consecutivos, em ordem crescente, identificando cada uma das características que compõem a variável independente analisada, iniciando pela característica considerada de menor importância. (ABNT, 2011).

Também podem ser definidas as variáveis a partir do emprego de códigos ajustados, os quais devem ser extraídos de uma amostra tratada por um modelo de regressão utilizando apenas variáveis dicotômicas. (ABNT, 2011).

Após o planejamento estratégico, deve ser realizada a pesquisa efetiva através de levantamentos dos dados de mercado. Conforme Giannakos (2017), é importante realizar a pesquisa antes de definir as limitações dos dados a utilizar, esse afinamento deve acontecer após a verificação do que existe no mercado, para que não sejam excluídas da pesquisa informações que possam ser necessárias após o conhecimento do todo. Durante o levantamento de dados deve ser obtida uma amostra representativa do mercado.

Em posse de todos os dados pesquisados e definidos inicialmente, devem ser realizados os ajustes preliminares nas variáveis para poder abordá-las através do Tratamento por Fatores ou do Tratamento Científico. Preliminarmente, podem ser confrontadas as primeiras hipóteses sugeridas pelo avaliador na escolha das variáveis com as respostas do mercado através de gráficos que mostrem a distribuição de frequências das variáveis e, se necessário, nesse momento serão formuladas novas hipóteses baseadas nessas primeiras influências e dependências encontradas. (ABNT, 2011).

O tratamento da amostra por fatores ocorre em imóveis com características muito semelhantes ao avaliando, nos quais são aplicados fatores corretivos em suas características diferentes do avaliando, a fim de homogeneizá-los e possibilitar a comparação. Esses fatores devem ser calculados por metodologia científica ou buscados em publicações realizadas, desde que exista registro da publicação no CREA. (ABNT, 2011).

Para o tratamento científico dos dados, a inferência da formação do valor da variável dependente a partir da verificação da influência do comportamento do mercado de forma científica, através de tratamento das variáveis independentes, é realizada principalmente pela aplicação da técnica econométrica de regressão linear. (ABNT, 2011).

Através da análise de regressão, é possível modelar os pesos relativos que cada variável independente tem sobre a variável dependente. No resultado do modelo são obtidos os coeficientes regressores, que indicam o quanto cada característica considerada como variável independente está contribuindo da composição do valor da variável dependente.

A qualidade final da avaliação realizada está associada à amplitude do intervalo de confiança resultante após o tratamento dos dados que foram possíveis de analisar. (ABNT, 2011).

## 2.3 INFERÊNCIA ESTATÍSTICA

A inferência estatística é um conjunto de procedimentos técnicos que tem o objetivo de realizar afirmações sobre uma população a partir das informações verificadas em uma amostra extraída dela. A população é o conjunto que contém todos os dados que estão sob investigação e a amostra é um subconjunto que contém parte dessa população. (BUSSAB; MORETTIN, 2013)

Segundo González (1997), os procedimentos realizados no contexto da inferência estatística são importantes na área de avaliação imobiliária por conferirem características científicas que não são obtidas com o emprego de subjetividades encontrados em outros métodos.

### 2.3.1 Regressão Linear

A regressão linear é a uma técnica de estimação da equação que melhor explica o relacionamento entre duas ou mais variáveis, também pode ser definida como sendo a descrição do relacionamento entre variáveis em termos matemáticos. Essa técnica pode ser utilizada para prever o valor da variável dependente a partir de dados conhecidos aplicados às variáveis independentes. (COSTA NETO, 2002)

A análise de regressão é caracterizada principalmente pela dependência existente entre a variável dependente e as independentes e o sucesso prático dessa análise está relacionado com a disponibilidade dos dados apropriados. (GUJARATI; PORTER, 2011).

A ABNT (2011) indica que a análise de regressão é a técnica mais utilizada para estudar o relacionamento entre variáveis independentes e a variável dependente.

De acordo com Costa Neto (2002), a equação obtida em uma análise de regressão de dados pode ser utilizada para estimar valores futuros que a variável dependente pode obter a partir do conhecimento ou suposição de valores definidos para as variáveis independentes. A técnica mais usada para determinar essa equação é a técnica dos mínimos quadrados.

O método dos mínimos quadrados é aplicado para gerar a reta de regressão, que é a reta cuja soma do quadrado das distâncias dos pontos residuais até ela é a

menor possível, é a técnica utilizada para ajustar a reta resultante de forma a obter a soma mínima dos quadrados dos desvios verticais. (ANDRIOTTI, 2013)

De acordo com Fiker (2016), os resíduos positivos e negativos do modelo geram distâncias a cima e abaixo da curva gerada pela equação, respectivamente.

O objetivo de utilizar o quadrado dos resíduos como parâmetro de ajuste da reta ao invés de tentar adaptá-la a partir do valor efetivo dos resíduos é para que a soma final não tenha valor nulo ou insignificante em função das distâncias até os resíduos com valor de ordenada inferior ao da reta receberem valores negativos. (GUJARATI; PORTER, 2011).

Segundo González (1997), como as relações entre as variáveis do mercado imobiliário são imperfeitas, atingidas por diversas influências, é difícil encontrar um modelo matemático ajustado aos dados coletados, então deve ser procurado o modelo com a máxima probabilidade de explicar as relações existentes, ainda que existam imperfeições devido aos desvios obtidos.

O modelo de regressão simples é aplicado quando o valor da variável dependente é explicado por apenas um fator, ou seja, por somente uma variável independente. (ANDRIOTTI, 2013). Por exemplo, em casos nos quais o valor o imóvel pode ser explicado somente pela sua área construída.

Segundo González (1997), o modelo de regressão simples normalmente não se aplica ao mercado imobiliário, no qual mais de um fator contribui para a formação do valor da variável dependente, então a regressão múltipla é mais comumente utilizada nas análises dessa área.

Quando o modelo é obtido a partir da análise de duas variáveis, ou seja, na regressão simples, a equação obtida pode ser visualizada graficamente como uma equação da reta. Em um modelo com três variáveis, ou seja, em uma análise de regressão múltipla com apenas duas variáveis independentes, é obtida a equação de um plano, e em uma análise com mais variáveis é obtido um hiperplano, que não pode ser representado graficamente. (GUJARATI; PORTER, 2011).

De acordo com Fiker (2016), a validação estatística das variáveis do modelo de regressão deve ser realizada a partir dos testes de hipóteses.

### 2.3.1.1 Parâmetros Analisados na Regressão Linear

A técnica de regressão linear funciona a partir do cálculo de diversos parâmetros estatísticos que precisam ser comparados com valores limites definidos por regras de controle estatístico ou pela NBR 14653:2 (ABNT, 2011), que define os limites mais adequados para a aplicação da regressão no contexto da avaliação imobiliária.

Alguns dos parâmetros calculados são utilizados para tomada de decisões em testes de hipóteses. Esses testes buscam definir se a análise realizada com a amostra de dados pode confirmar a suposição feita sobre uma característica populacional.

Costa Neto (2002) coloca como fundamental a conceituação das duas hipóteses que devem existir sobre um teste a ser realizado, são elas: a hipótese existente ou nula, conhecida como  $H_0$  e a hipótese alternativa, conhecida como  $H_1$ .

Quando a hipótese nula é rejeitada, significa que as evidências amostrais indicam que a hipótese alternativa pode ser aceita. Caso a hipótese nula seja aceita, ou não seja rejeitada, então não há evidências para confirmação da hipótese alternativa. (GUJARATI; PORTER, 2011).

A amostra de dados escolhida para análise pode verificar ou refutar a hipótese, provinda de considerações teóricas ou empíricas, sugerida sobre uma população. (BUSSAB; MORETTIN, 2013)

De acordo com Gujarati e Porter (2011), os testes de hipóteses funcionam a partir da verificação de que o parâmetro observado é compatível com a hipótese formulada, e eles podem ser unilaterais ou bilaterais, de acordo o tipo de hipótese alternativa a ser testada, se é simples ou composta. Se a hipótese está relacionada com um valor apenas maior ou apenas menor do que o parâmetro testado, então é um teste unilateral, pois vai buscar a área de rejeição de  $H_0$  somente de um lado da cauda gráfica da distribuição de probabilidades. Se o teste busca saber se o parâmetro é diferente de determinado valor, ou seja, pode ser tanto maior quanto menor, então o teste é bilateral, pois a área de rejeição pode estar em ambos os extremos do gráfico.

Ainda segundo Gujarati e Porter (2011), os métodos que mais se destacam para abordar os testes de hipótese são dois métodos alternativos e complementares: o método do intervalo de confiança ou o teste de significância. No primeiro método,

é estabelecido um intervalo – chamado de intervalo de confiança - onde o valor verdadeiro do parâmetro observado está supostamente incluso. No teste de significância, é aplicado um teste estatístico nos dados amostrais e o valor desse teste é utilizado para verificar a veracidade da hipótese nula formulada.

Em qualquer método, a decisão que será obtida no teste de hipótese depende fundamentalmente do nível de significância, conhecido como  $\alpha$ , aplicado ao teste. É esse valor que indica a probabilidade de se errar ao rejeitar  $H_0$ . (GUJARATI; PORTER, 2011).

Os valores limites definidos para os parâmetros delimitam a área denominada de Região de Rejeição dentro do gráfico de distribuição normal e, a partir dos dados amostrais, é calculada a estatística do teste de cada parâmetro. Se essa estatística se encontrar na Região de Rejeição, então a hipótese nula é rejeitada e o parâmetro analisado, que seria a hipótese alternativa, pode ser aceito. (GUJARATI; PORTER, 2011).

De acordo com Costa Neto (2002), na análise de regressão múltipla, o teste de hipóteses mais comum executado é para verificar se as variáveis escolhidas para compor os dados estão contribuindo significativamente na equação, a hipótese a ser testada é se o coeficiente angular da reta de regressão é diferente de zero, ou seja:

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0$$

De acordo com Gujarati e Porter (2011), cada variável independente adicionada ao cálculo gera um coeficiente angular que entra diretamente na equação de regressão, então esse teste verifica se a variável dependente (Y) está realmente relacionada com a variável independente (X) que gerou o coeficiente testado, ou seja, verifica qual a qual nível de significância poderia ser encontrado  $\beta_j = 0$ . Se for possível aceitar  $H_0$ , então a variável testada pode ser excluída da análise porque existem evidências de que o coeficiente angular gerado por ela pode ser nulo.

Os testes de hipótese verificados no modelo de regressão múltipla são, em geral, bilaterais, pois buscam comparar os resultados nas regiões críticas das duas extremidades do gráfico de distribuição das probabilidades.

De acordo com Gujarati e Porter (2011), a estratégia do uso de testes de hipóteses é obter, a partir de um modelo maior, sem restrições, um modelo menor, com restrições, ou seja, a partir de um modelo no qual estão disponíveis todas as variáveis que se deseja testar, obter um modelo com as variáveis que se mostraram realmente significativas à composição da variação da variável dependente.

#### *2.3.1.1.1 Multicolinearidade*

A correlação é o número que mede o grau de relacionamento linear entre as variáveis, de forma que só tem significado nas análises de relações lineares (GIANNAKOS, 2017).

De acordo com Gujarati e Porter (2011), na análise de correlação as variáveis são tratadas simetricamente como variáveis aleatórias, e não mais como variáveis dependentes e independentes como acontece na análise de regressão.

O objetivo principal nesta análise é verificar se existe forte dependência linear entre as variáveis independentes, o que pode, segundo a ABNT (2011), provocar erros nas variâncias das estimativas e levar a aceitação de hipóteses nulas que não sejam verdadeiras, indicando que sejam verificadas com atenção especial as variáveis com mais de 80% de correlação através da matriz das correlações.

#### *2.3.1.1.2 Coeficientes de Correlação e Determinação*

O primeiro coeficiente apresentado no resumo dos resultados da regressão analisada no software Microsoft Excel é o Coeficiente de Correlação (R múltiplo). Ele é o resultado da raiz quadrada do segundo valor apresentado, chamado de Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ).

O primeiro, R múltiplo, indica a relação entre as variáveis, apresentando valores positivos para relações diretas e valores negativos para relações inversas, o valor absoluto do coeficiente mostra o nível de correlação alcançado na análise. Giannakos (2017) e González (1997) apresentam uma tabela usual para classificação da correlação obtida a partir do valor absoluto do Coeficiente de Correlação, na qual o coeficiente zero significa correlação nula e o coeficiente igual a 1 significa correlação perfeita.



O Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ) mostra o quanto da variância total é explicado no modelo obtido pela regressão, ou seja, ele mede o quão bem a reta da regressão se ajusta ao conjunto de pontos dos dados coletados (ANDRIOTTI, 2013). Como ele é obtido a partir da relação entre a variação explicada pela equação da regressão múltipla e a variação total da variável dependente, sempre cresce com o aumento do número de variáveis independentes sem considerar o número de graus de liberdade perdidos a cada parâmetro estimado (GIANNAKOS, 2017), dessa forma é mais adequado considerar o Coeficiente de Determinação Ajustado ( $R^2$  ajustado).

O R quadrado ajustado é o terceiro coeficiente apresentado no quadro das estatísticas de regressão obtido na análise através do software Microsoft Excel e, de acordo com Gujarati e Porter (2011), ele indica a proporção com que a variável independente explica a variável dependente, quanto mais perto de 1 for esse valor, mais satisfatória é a explicação apresentada pelo modelo.

### 2.3.1.1.3 Análise de Variância – ANOVA

O primeiro parâmetro a ser observado após obter-se a planilha de cálculos da análise de regressão é o  $F$  de Significação.

O  $F$  de Significação é calculado a partir das análises de variância indicadas no quadro resumo, também conhecido como quadro ANOVA, que contempla as seguintes análises:

Quadro 1 – Análise de Variância (ANOVA) para modelo de regressão

Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	Estatística do teste
Regressão	k	$SQE = \sum n_i(\bar{x}_i - \bar{x})^2$	$QME = \frac{SQE}{k}$	$F_c = \frac{QME}{QMR}$
Residual	n-k-1	$SQR = \sum (x - \bar{x}_i)^2$	$QMR = \frac{SQR}{n - k - 1}$	
Total	n-1	$SQT = SQE + SQR$		

Fonte: Elaborada pela autora, com base em Bussab e Morettin (2013)

A coluna identificada por “g.l.” mostra os graus de liberdade, calculados com base no número “k”, ou número de variáveis independentes que está sendo analisado e “n”, ou número de dados da amostra.

A coluna identificada por “SQ” mostra a soma dos resíduos ao quadrado e a coluna identificada por “QM” ou “MQ” indica as variâncias, explicada e não explicada, no modelo, respectivamente em suas linhas “Regressão” e “Residual”.

#### 2.3.1.1.4 Teste $F$ – Significância Geral do Modelo

De acordo com Gujarati e Porter (2011), a estatística do teste do quadro da Análise de Variância (ANOVA) é definida como  $F$  ou razão das variâncias calculadas, e verifica se a variação encontrada na variável dependente da amostra tem relação com as variações encontradas nas variáveis independentes, ou seja, indica se o modelo em geral pode ser aceito ou as variáveis não têm relação.

Após obter o teste  $F$ , é calculado o  $F$  de Significação, que corresponde ao  $F$  de Snedecor calculado e deve ser comparado com os valores limites definidos no item 6 da tabela 1 da NBR 14653:2 (ABNT, 2011), demonstrada no Anexo A deste trabalho. Caso o  $F$  obtido no modelo de regressão calculado for menor do que do máximo aceito na norma, o modelo é válido.

De acordo com Gujarati e Porter (2011), a hipótese conjunta de que os coeficientes angulares da amostra poderiam ser todos, simultaneamente, nulos, indica que haveria possibilidade de a reta de regressão ser horizontal, ou seja, existiriam evidências de que as variações que acontecem em  $Y$  não estão relacionadas com as variações das variáveis independentes ( $X_1, X_2, \dots, X_j$ ).

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_j = 0$$

$H_1$ : ao menos um dos coeficientes angulares não é nulo

De acordo com Gujarati e Porter (2011), o teste  $F$ , que mede a significância geral da equação estimada, mede também a significância de  $R^2$ . Esses dois parâmetros estão diretamente relacionados.

O  $F$  obtido na análise de variâncias é comparado com um  $F$  crítico estabelecido e, se o valor calculado através do modelo for superior ao valor crítico, então a hipótese nula não pode ser rejeitada ao nível de significância  $\alpha$  aplicado.

De acordo com Gujarati e Porter (2011), o  $F$  de significação do modelo indica a probabilidade de as variáveis independentes adotadas não explicarem o comportamento da variável independente.

### 2.3.1.1.5 Teste $t$ – Significância Individual dos Regressores

De acordo com Gujarati e Porter (2011), a significância individual de um parâmetro da equação, na análise de regressão, é testada a partir do teste  $t$  aplicado aos dados do parâmetro escolhido da amostra. No modelo de regressão múltipla, o teste  $t$  verifica se um coeficiente individual pode ser igual a zero, ou seja:

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0$$

Essa hipótese busca verificar se, quando um coeficiente individual não sofre alterações, outro coeficiente não é capaz de, com suas variações, alterar o comportamento de  $Y$ . (GUJARATI; PORTER, 2011).

A variação de  $t$  nos testes de cada parâmetro individual é diretamente proporcional à influência que o parâmetro analisado tem sobre a variável dependente, e, além dos coeficientes angulares, o intercepto da equação também é testado pelo teste estatístico  $t$ .

Segundo González (1997), caso o teste indique que a participação de  $\beta_0$  não é significativa para o modelo, é possível que a equação resultante passe pela origem, não contemplando um parâmetro constante. Essa situação é rara no mercado imobiliário, pois existem muitas variáveis desse contexto que não podem ser consideradas nulas em nenhuma hipótese.

### 2.3.1.1.6 Valor $p$

O valor  $p$  é um valor de probabilidade de ocorrência de erro ao se rejeitar uma hipótese nula, ou seja, é o menor nível exato de significância com que uma hipótese alternativa pode ser aceita. (GUJARATI; PORTER, 2011).

De acordo com Gujarati e Porter (2011), o nível de significância, nomeado na bibliografia como  $\alpha$ , é fixado de acordo com o tipo de teste estatístico que está sendo analisado, e o valor  $p$ , ou nível exato de significância, é comparado com esse  $\alpha$  pré-estabelecido afim de aceitar ou rejeitar a hipótese nula em questão.

Após calculada a estatística do teste  $t$  para os coeficientes angulares da amostra, é obtido o valor  $p$  preciso do teste aplicado, e esse valor indica o percentual de chances de se obter um valor  $t$  em um teste estatístico menor ou igual

ao encontrado. Dessa forma, o valor  $p$  indica qual a probabilidade de o valor  $t$  real ser inferior àquele valor calculado.

De acordo com Gujarati e Porter (2011), rejeitando a hipótese nula testada pelo teste  $t$ , o valor  $p$  mostra qual a probabilidade de se estar cometendo um erro.

Ainda de acordo com Gujarati e Porter (2011), os valores precisos de  $p$  só podem ser encontrados em softwares computacionais com pacotes estatísticos, sendo muito complexa a sua obtenção de forma manual em tabelas sem a ajuda de softwares.

No anexo A deste trabalho, onde estão indicados os limites aceitos pela NBR 14654:2 (ABNT, 2011) para definir graus de fundamentação de avaliações imobiliárias, no item 5 da tabela, é definido que o nível de significância ( $\alpha$ ) máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor no teste bicaudal é de 30% para o grau de fundamentação mais flexível. Esse valor máximo de  $\alpha$  é comparado ao valor preciso de  $p$  encontrado, se o valor de  $p$  for inferior ao  $\alpha$  do grau de fundamentação buscado com a análise, então o coeficiente testado pode ser aceito, pois a hipótese nula foi rejeitada no nível de significância adequado.

#### 2.3.1.1.7 Resíduos

Os resíduos de um modelo de regressão são obtidos a partir do cálculo da diferença entre os valores da variável dependente coletados nos dados amostrais e os valores ajustados pelo modelo. Eles são os valores que indicam a discrepância que cada dado amostral possui em relação ao valor que teria se fosse calculado pelo modelo. (BUSSAB; MORETTIN, 2013)

Segundo a ABNT (2011), a grande maioria dos resíduos padronizados na análise de regressão de uma avaliação imobiliária deve situar-se no intervalo  $[-2;+2]$ .

Os valores de resíduos padronizados extremos, que se distanciam dos demais, limites são chamados de pontos atípicos ou *outliers*. (ABNT, 2011).

Os modelos que não se ajustam perfeitamente aos dados amostrais apresentam resíduos, pois é possível aceitar uma parcela de erro, oferecendo o cálculo do valor médio para a situação de interesse (GIANNAKOS, 2017).

### 2.3.1.1.8 Coeficientes Regressores

Os valores de coeficientes obtidos na análise de regressão também são conhecidos como regressores e são os valores que, após aprovados a partir das análises de outros parâmetros a eles relacionados, farão parte da equação final do modelo, que, segundo Giannakos (2017) terá a seguinte forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (1)$$

A equação (1) relaciona a variável dependente (Y) com as variáveis independentes (X) consideradas no modelo e os demais coeficientes descritos abaixo, de acordo com Giannakos (2017).

$\beta_0$  é a constante da regressão, também chamado de intercepto por ser o valor que intercepta o eixo Y;

$\beta_j$  ( $j = 1, 2, \dots, k$ ) são os coeficientes parciais angulares que indicam a inclinação da regressão;

$k$  é o número de variáveis independentes;

$\varepsilon$  é o erro da equação.

Os coeficientes  $\beta_j$  representam a variação esperada na variável dependente (Y) por variação unitária  $X_j$  quando as variações dos demais regressores forem mantidas constantes. (MATTA, 2007)

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa realizada para obter os resultados procurados nesse trabalho será executada em três etapas distintas. A primeira delas é a coleta dos dados de venda das unidades do empreendimento escolhido para o estudo de caso. A segunda etapa se refere à transformação das características que serão analisadas em valores possíveis de serem tratados corretamente na análise. Na terceira etapa serão avaliados, a partir da técnica clássica de regressão múltipla, o percentual de contribuição que cada atributo demonstrou ter na formação dos preços das unidades.

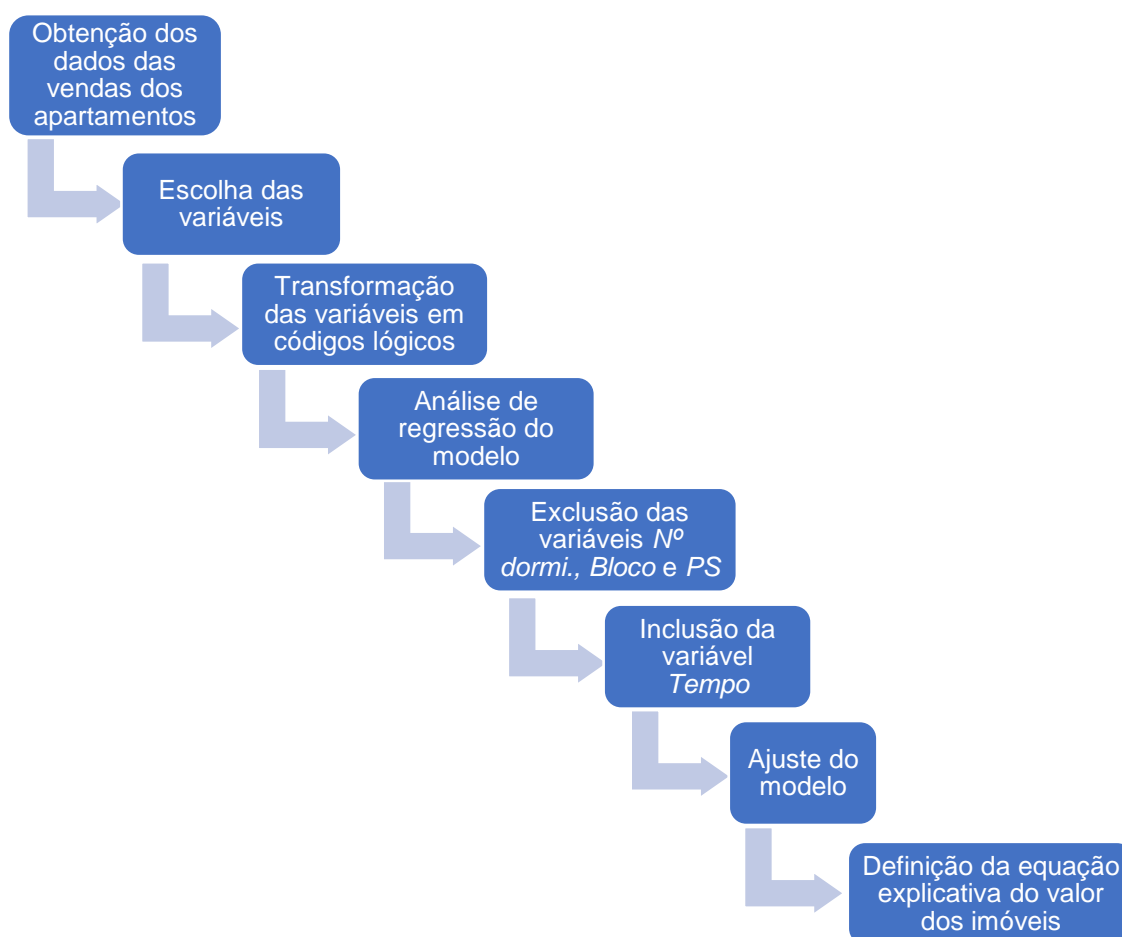


Figura 2 – Fluxograma das etapas da pesquisa

Fonte: Elaborada pela autora

As informações sobre as vendas realizadas no empreendimento foram obtidas pela construtora e confirmadas, na medida do possível, com corretores

imobiliários e compradores que participaram das transações, para verificar a forma de negociação efetuada e perfil dos compradores. O conhecimento sobre esses dois itens mencionados colaboraram com a seleção dos dados analisados.

Na segunda etapa, foram atribuídos números para transformar os atributos qualitativos em quantitativos. Os primeiros atributos escolhidos para análise foram: posição solar (*PS*), bloco A ou B onde a unidade será construída (*Bloco*), área privativa do apartamento (*Área*), número de dormitórios (*Nº dormi.*), andar da unidade (*Andar*) e tipologia da vaga de garagem - coberta ou descoberta (*Vaga*).

A terceira etapa da metodologia está melhor abordada no item 3.2 deste relatório.

As unidades analisadas para obtenção dos coeficientes regressores foram tratadas como imóveis urbanos, seguindo a metodologia de análise proposta pela NBR 14653-2: Avaliação de Bens Imóveis Urbanos (ABNT, 2011). Ainda que todas as unidades encontrem-se em um mesmo lote, não é possível tratá-las como avaliação de um único empreendimento, segundo a ABNT (2002), na parte 4 da NBR 14653: Avaliação de Empreendimentos, pois o objetivo não é obter-se um resultado para o imóvel como um todo, e sim verificar a relação dos atributos específicos das unidades autônomas com seus preços.

### 3.1 O EMPREENDIMENTO ESTUDADO E O MERCADO ONDE SE SITUA

O empreendimento estudado pode ser caracterizado, de acordo com a ABNT (2002), como empreendimento imobiliário com base residencial em estágio de implantação. Ele foi escolhido para a realização deste trabalho devido ao número de características diferentes que podem ser encontradas no mesmo endereço, à possibilidade de mitigação de avaliações subjetivas na composição do valor, ao período de realização da obra e à facilidade de acesso e confiabilidade dos dados das transações realizadas.

O empreendimento é composto por 153 unidades ao todo, sendo 68 unidades de 2 dormitórios com área privativa de 51,13m<sup>2</sup>, 68 unidades de 2 dormitórios com área privativa de 54,14m<sup>2</sup> e 17 unidades de 1 dormitórios com área privativa de 44,53m<sup>2</sup>. Esses apartamentos estão distribuídos em 2 torres com 2 elevadores cada, sendo a torre A com 9 e a torre b com 8 andares, ambas com 9 apartamentos por andar cada. Dessa forma, foi possível verificar as singularidades que cada unidade

possui, tais como posição solar, altura de acordo com o andar do apartamento, diferenças de tamanho, proximidade aos polos atrativos do condomínio de acordo com o bloco, número de dormitórios, tamanho da unidade, entre outras.



Figura 3 – Implantação do empreendimento estudado

Fonte: Construtora

A Figura 2 mostra a implantação do empreendimento, indicando a posição horizontal dos apartamentos de acordo com o número final de identificação das unidades. O primeiro andar do empreendimento, em ambas as torres, será disponibilizado para as vagas de garagem cobertas, que são vendidas junto com os apartamentos dos andares iguais ou superiores ao 8º, com exceção das unidades de 1 dormitório, que não possuem vaga de garagem coberta. A unidade identificada como 21A, por exemplo, se localiza no segundo andar, na posição F1 da implantação da Figura 2, no bloco A.

A escolha desse empreendimento para análise permite a realização de uma avaliação puramente referente aos outros atributos que servem as unidades autônomas, além da localização e padrão construtivo. Esse fato é interessante por eliminar as subjetividades referentes a esses dois fatores indiretamente mensuráveis, que ocorre na transformação quantitativa de características qualitativas a partir de um julgamento pessoal.



O fato de todos os apartamentos estudados encontrarem-se a uma mesma distância de polos influenciadores importantes, possuírem um mesmo padrão construtivo e estarem servidos dos mesmos serviços de habitação colabora com a moderação da avaliação subjetiva no tratamento de dados, já que esses fatores não serão tratados como variáveis do modelo, não demandando julgamento pessoal para quantificar as suas qualidades.

Como todos dos dados que foram analisados têm como vendedor a mesma empresa, as variações que ocorrem nos preços devido às condições aleatórias de negociação também podem ser desconsideradas, porque as vendas nesse caso seguem um procedimento padrão de venda das unidades por preço tabelado.

A liberação do empreendimento para vendas ocorreu em julho de 2017 e a obra foi iniciada em novembro do mesmo ano, com prazo de entrega contratual de 36 meses após início da construção. Porém, é tradição da construtora acelerar a entrega em aproximadamente 6 meses do prazo estabelecido, o que planeja realizar nesse empreendimento também. Esse período de início das vendas e da obra coincidiu com o início da realização deste trabalho, possibilitando acompanhar a evolução dos preços desde os valores atribuídos inicialmente.

A construtora autorizou a realização deste trabalho e forneceu os dados necessários para que a análise fosse desenvolvida com precisão. Além disso, a venda de algumas unidades foi acompanhada pessoalmente pela autora deste trabalho, de forma que alguns dados fornecidos puderam ser comparados com valores reais conhecidos e verificados sua veracidade.

### **3.1.1 Funcionamento das Vendas das Unidades do Empreendimento**

O empreendimento estudado está sendo construído com recursos de financiamento fornecidos pela Caixa Econômica Federal (CAIXA), de forma que suas unidades autônomas podem ser vendidas através de financiamento dessa instituição bancária mesmo antes da entrega da obra. Além disso, a construção está enquadrada dentro do programa de financiamento subsidiado pelo governo federal Minha Casa Minha Vida (MCMV).

Para os compradores que não possuem imóvel registrado em seu nome, os apartamentos desse empreendimento poderiam ser vendidos com aproximadamente 80% dos recursos da aquisição originados do financiamento e, de acordo com a

renda bruta comprovada do comprador, parte do valor da aquisição poderia ser pago pelo governo federal através do subsídio imobiliário para compra do primeiro imóvel. O valor de entrada poderia ser pago com recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) e, caso o comprador não conseguisse fechar o valor total do imóvel com a soma desses recursos, a construtora parcelava o restante do valor em até 24 meses, tempo estimado para entrega da obra.

### 3.2 MODELO DE REGRESSÃO ADOTADO

Como não foi utilizada a população, e sim apenas uma amostra, dos imóveis vendidos para alcançar o modelo matemático procurado, foi necessário o uso da inferência estatística para conseguir informações sobre a população.

A técnica de regressão é comumente utilizada com o objetivo de projetar o valor de um imóvel avaliando a partir da equação obtida com a análise dos dados de imóveis semelhantes. Neste trabalho não houve um imóvel a ser avaliado, o objetivo de obter-se a equação resultante da análise de regressão é mensurar o peso que as variáveis independentes têm na formação do valor da variável dependente, ou preço, dos imóveis do empreendimento estudado.

Como existem diversas características importantes a serem verificadas simultaneamente, foi utilizado um modelo de regressão múltipla para obter-se os coeficientes regressores que compõem a fórmula final de composição dos preços de um bem a partir do tratamento dos dados das transações realizadas.

#### 3.2.1 Hipóteses Formuladas para Análise

Em uma tentativa inicial de tratamento de dados, foram consideradas 6 variáveis independentes e 1 variável dependente. As primeiras foram: *Bloco* da unidade vendida (A ou B), *Andar* (posição vertical da unidade), *PS* (posição horizontal da unidade), *Área* privativa da unidade (considerada apenas a área do apartamento, sem a área da vaga de garagem, já que todas possuem mesma), tipologia da *Vaga* de garagem (coberta ou descoberta) e *Nº dormi.* da unidade. A variável dependente analisada foi, em qualquer caso, o preço das unidades.

Dessa forma, as hipóteses iniciais formuladas são de que quando qualquer uma dessas variáveis independentes citadas sofrem alterações individualmente, o valor dos imóveis também será alterado, pois ele é função de cada uma delas, conforme mostra a Equação (2).

$$Valor = f(\text{bloco}, \text{andar}, \text{posição solar}, \text{área}, \text{vaga}) \quad (2)$$

Entre as variáveis independentes, o *Bloco* e *Vaga* foram tratadas como dicotômicas e as demais através de códigos alocados.

Para o *Andar* e *Área*, foram aplicados os mesmos valores atribuídos em suas características, por exemplo, nas unidades de 2º andar, o valor da variável foi 2. A *Área* foi informada em metros quadrados, com valor correspondente a unidade analisada.

Para tratamento da orientação solar como variável independente, foram aplicados códigos em formato de números inteiros, em escala lógica, considerando a pior orientação com código 1 e as demais em ordem crescente, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Códigos alocados para orientação solar das unidades

ORIENTAÇÃO SOLAR	
SUL	1
SUDOESTE	2
SUDESTE	3
NOROESTE	4
NORDESTE	5
NORTE	6

Fonte: Elaborada pela autora

Essa alocação de códigos foi obtida através de julgamento pessoal embasado em teorias arquitetônicas reconhecidas sobre as melhores orientações solares para habitação, considerando a região onde ficará localizado o empreendimento.

A escolha desses 6 códigos relacionados com essas posições solares foi realizada em função da organização horizontal das unidades autônomas na implantação do empreendimento, conforme mostrou a Figura 2, de forma que as unidades com final 1, 4, 5, 8 e 9 são identificadas com posições solares 1 ou 6, ou seja, norte ou sul, de acordo com suas posições, conforme Tabela 2. As demais

unidades, localizadas nas extremidades das construções, foram identificadas com os códigos intermediários, de acordo com suas posições solares.

Sobre a correlação das variáveis, era suposto inicialmente que o atributo *Vaga* estaria correlacionado em percentual superior ao aceitável com o atributo *Andar*, visto que somente recebem vagas cobertas aqueles apartamentos dos andares superiores, a partir do 8º, então já existe essa relação, também era previsto que o *Nº dormi.* estaria correlacionado fortemente com a *Área*. Também estimava-se que algumas unidades vendidas em pré-lançamento, com descontos significantes em relação às demais, deveriam ser excluídas da análise para que não houvesse distorção.

A amostra dos dados de vendas dos apartamentos do empreendimento estudado foi fornecida pela construtora e contempla 116 dados. A população total é de 153 apartamentos. Foram fornecidos os valores efetivos de venda, identificação das unidades e data de assinatura do contrato de venda com a construtora. As vendas aconteceram entre 12 de julho de 2017 e 01 de fevereiro de 2018, e os preços de vendas variaram entre R\$ 115.900,00 e R\$ 177.563,57.

Realizando as transformações das características que entraram no modelo como variáveis independentes, a tabela de dados para análise resultante está demonstrada no Apêndice A deste relatório.

O software utilizado para cálculo do modelo foi o Microsoft Excel, no qual, através da ferramenta para análise de dados financeiros e científicos, é possível escolher a ferramenta de “Regressão”.

Os testes de hipóteses que foram desenvolvidos no modelo de regressão estudado são: o teste da significância do modelo como um todo, através do teste *F*, verificado pelo *F de significação*; e o teste de significância individual de cada parâmetro, através do teste *t* isolado.

Foi calculada a estatística *t* de cada parâmetro individual do modelo e o valor *p* da estatística foi definido e comparado com os percentuais estabelecidos na tabela do Anexo A deste relatório, em seu item 5.

Quando um parâmetro, a área dos apartamentos, por exemplo, é testado individualmente, é como dizer, que quando a influência do andar das unidades vendidas é mantida constante, a área dos apartamentos não influencia na variação dos preços.

A significância geral do modelo foi obtida através da estatística  $F$  calculada, na qual o  $F$  de Snedecor obtido é comparado com os percentuais estabelecidos na tabela do Anexo A deste relatório, no item 6.

Em todos os testes realizados, o  $F$  de significação foi bem menor ao máximo permitido, bem como os valores  $p$  para o intercepto, indicando que é necessária a aplicação de uma constante na equação final do modelo.

Realizando a regressão múltipla desses dados, foram verificados todos os parâmetros descritos na Fundamentação Teórica desse trabalho, alterando ou excluindo as variáveis cujos testes estatísticos não demonstraram evidências para rejeição da hipótese nula até obter o modelo de regressão mais adequado, conforme detalhado na análise de resultados.

## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Para obter o modelo final de cálculo que foi considerado o mais coerente com a amostra coletada e cujos parâmetros foram encontrados em maior número dentro dos limites aceitos pela NBR 14653:2 (ABNT, 2011), foi necessário testar diferentes organizações das variáveis e seus dados. Os modelos que não puderam ser continuados estão resumidos abaixo, a fim de explicar como foi alcançado o modelo final e descrever os testes previamente realizados.

### 4.1 MODELOS DESCONTINUADOS

Analisando a tabela dos dados, um dos fatores muito importantes ao considerar os resultados da amostra é a velocidade de venda diferente entre as unidades. Isso indica que alguns atributos fazem com que as unidades sejam procuradas antes das demais, de forma que o tempo de vendas também deve ser considerado na análise.

A primeira tentativa de incluir a influência do tempo de exposição dos imóveis ao mercado foi a partir da correção dos valores de venda pelo INCC até o período de janeiro de 2018, já que a data da última venda da amostra é do final desse mês e o índice utilizado no reajuste é calculado mensalmente. A data inicial para o reajuste de valores foi considerada a partir da data de assinatura do contrato de compra e venda do imóvel com a construtora, 12 de junho de 2017, de forma que os contratos assinados antes do dia 15 do mês de compra eram reajustados considerando o mesmo mês de assinatura e os contratos assinados após o dia 15 eram reajustados com base no mês vencido, pois a data efetiva de assinatura não é considerada no cálculo do INCC, apenas o mês.

Foi escolhido o INCC como fator de reajuste em função de o empreendimento estar em obras, então o índice que mostra as variações nos preços da construção civil pode ser adequado.

Para calcular os reajustes, foram consultadas as variações do INCC no Portal da Fundação Getúlio Vargas (FGV), que estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Variação do INCC no período das vendas estudadas

Mês	Índice do mês em %
jan/2018	0,28
dez/2017	0,14
nov/2017	0,28
out/2017	0,19
set/2017	0,14
ago/2017	0,40
jul/2017	0,22

Fonte: Elaborada pela autora, com base em Índice...,2018.

As primeiras análises de regressões basearam-se na tabela do Apêndice A, A coluna do valor de venda corrigido pelo INCC compôs os dados da variável dependente e as colunas com dados de *Bloco*, *Andar*, *PS*, *Área* e *Vaga* entraram na análise como variáveis independentes.

$$\text{Valor (R\$)} = f(\text{bloco}, \text{andar}, \text{PS}, \text{área}, \text{vaga}) \quad (3)$$

Dessa forma, o modelo procurado na primeira análise foi o seguinte:

$$\text{Valor (R\$)} = \beta_0 + \beta_1 \times \text{Bloco} + \beta_2 \times \text{Andar} + \beta_3 \times \text{PS} + \beta_4 \times \text{área} + \beta_5 \times \text{Vaga} + \beta_6 \times \text{N}^\circ \text{dormitórios} + \varepsilon \quad (4)$$

Foi verificada a regressão do modelo integral, bem como suas alterações ao retirar cada uma das variáveis em momentos diferentes, a fim de ver o comportamento geral dos parâmetros inserindo restrições ao modelo completo. O resumo dos resultados dos modelos está demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Resumo da Análise de Regressão com variável dependente em R\$

VARIÁVEIS INDEPENDENTES	ANÁLISE DE REGRESSÃO COM VARIÁVEL DEPENDENTE PREÇO						
	VALORES $p$						
Bloco	<b>0,4390</b>	-	<b>0,3591</b>	<b>0,4248</b>	<b>0,6995</b>	<b>0,4235</b>	<b>0,3302</b>
Andar	0,0034	0,0028	-	0,0032	0,0083	2,19E-06	0,0146
PS	<b>0,5019</b>	<b>0,4850</b>	<b>0,4939</b>	-	<b>0,7617</b>	<b>0,4980</b>	<b>0,3773</b>
Área	9,68E-06	1,12E-05	2,16E-05	1,07E-05	-	7,58E-06	9,70E-21
Vaga	<b>0,7499</b>	<b>0,7094</b>	0,0002	<b>0,7438</b>	<b>0,5320</b>	-	<b>0,4797</b>
Nº dormi.	0,0024	0,0019	0,0101	0,0019	1,91E-18	0,0018	-
VARIÁVEIS EXCLUÍDAS	-	BLOCO	ANDAR	P.S.	A.P.	VAGA	Nº DORMI.
R <sup>2</sup> ajustado	0,6361	0,6374	0,6096	0,6379	0,5681	0,6390	0,6073
F de significação	4,41E-23	8,69E-24	4,70E-22	8,07E-24	1,12E-19	6,78E-24	6,47E-22

Fonte: Elaborada pela autora

Cada coluna da Tabela 3 mostra os resultados obtidos em um modelo de regressão, sendo a primeira delas calculada a partir dos dados integrais mencionados a cima e as demais incluindo restrições de variáveis dependentes.

Como evidenciado nas duas últimas linhas da tabela, o modelo de regressão seria aceito em uma análise global, em qualquer caso de restrições estabelecidas, bem como em sua análise integral, se considerado o  $F$  de significação para aceitação da hipótese alternativa de que nem todos os coeficientes angulares serão nulos simultaneamente. Isso pode ser afirmado porque o  $F$  de significação está bem abaixo do máximo permitido no grau de fundamentação mais rigoroso da NBR 14653:2 (ABNT, 2011), que indica o valor máximo de 1%.

Com o modelo de forma geral aceito, foi verificado o valor  $p$  dos coeficientes individuais. Conforme a tabela apresentada, as variáveis relacionadas ao *Bloco*, *PS* e *Vaga* não indicam evidências para rejeição da hipótese nula de que esses coeficientes individuais podem ser nulos.

Além dessas verificações, a cada restrição imposta ao modelo foram observados os resíduos gerados, bem como os resíduos do modelo integral. Foram limitados nesse primeiro momento os resíduos padronizados que não estivessem dentro do conjunto  $[-2,2]$ , de acordo com a sugestão da NBR 14653:2 (ABNT, 2011).

Como é uma situação comum na bibliografia a transformação da variável dependente em escala logarítmica, esse procedimento foi realizado para verificar se seriam encontradas diferenças significativas nos primeiros parâmetros analisados, em comparação com as análises iniciais cujas variáveis dependentes foram



mantidas em escala original, mensuradas em reais. Os valores da variável dependente mensurados em logaritmo natural também estão apresentados no Apêndice A.

A Tabela 4 resume os resultados encontrados nessa análise, seguindo mesmo padrão de organização da Tabela 3.

Tabela 4 – Resumo da Análise de Regressão com variável dependente transformada em Logaritmo Natural

VARIÁVEIS INDEPENDENTES	ANÁLISE DE REGRESSÃO COM VARIÁVEL DEPENDENTE ln (preço)						
	VALORES $p$						
Bloco	<b>0,4809</b>	-	<b>0,3917</b>	<b>0,4672</b>	<b>0,7559</b>	<b>0,4706</b>	<b>0,3512</b>
Andar	0,0019	0,0016	-	0,0018	0,0055	1,39E-06	0,0124
PS	<b>0,5488</b>	<b>0,5324</b>	<b>0,5392</b>	-	<b>0,8210</b>	<b>0,5457</b>	<b>0,4001</b>
Área	5,47E-06	6,11E-06	1,38E-05	5,82E-06	-	4,41E-06	2,00E-22
Vaga	<b>0,8613</b>	<b>0,8232</b>	0,0002	<b>0,8559</b>	<b>0,6171</b>	-	<b>0,5312</b>
Nº dormi.	0,0004	0,0003	0,0024	0,0003	1,29E-20	0,0003	-
<b>VARIÁVEIS EXCLUÍDAS</b>	-	<b>BLOCO</b>	<b>ANDAR</b>	<b>P.S.</b>	<b>A.P.</b>	<b>VAGA</b>	<b>Nº DORMI.</b>
R <sup>2</sup> ajustado	0,6684	0,6699	0,6411	0,6704	0,6025	0,6714	0,6313
F de significação	3,00E-25	5,25E-26	4,98E-24	4,91E-26	1,25E-21	4,16E-26	2,13E-23

Fonte: Elaborada pela autora

Os resíduos encontrados nessa segunda análise também foram comparados com os resíduos encontrados nos cálculos com a variável dependente mensurada em reais. Em geral, as observações da amostra que apresentaram resíduos foram as mesmas nos dois casos, 6 dados foram encontrados fora do limite  $[-2;+2]$ , foram as observações 42, 58, 86, 93, 101 e 116 da amostra.

Os resíduos foram eliminados do modelo, primeiro uma observação de cada vez, a fim de verificar se as demais atingiriam valores dentro do limite aceito, mas a cada observação retirada, as demais afastavam-se mais do limite, de forma que todas foram eliminadas nas duas análises.

Os resultados de valor  $p$  dos coeficientes foram tornando-se mais significativos conforme os resíduos eram eliminados, mas retirando as observações atípicas iniciais, novos *outliers* surgiram. Os resultados da análise com variável dependente em escala original continuaram se mostrando mais satisfatórios em relação às análises que considerava a variável dependente em escala logarítmica, mesmo com a retirada de *outliers*.

Comparando as tabelas 3 e 4, é possível perceber que as variáveis que apresentaram valores críticos nas análises iniciais se mantiveram com valor  $P$  a cima do permitido pela ABNT (2011) nos dois casos de transformação de escala da variável dependente, mas todos os valores críticos se mostraram pior na avaliação feita em escala logarítmica. A multicolinearidade entre variáveis, nos dois casos de mensuração da variável dependente, se manteve igual, com resultados conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5 – Matriz das correlações do modelo sem restrições

	BLOCO	ANDAR	PS	ÁREA	VAGA	Nº DORMI.	VALOR
BLOCO	1						
ANDAR	-0,16572	1					
PS	-0,04566	0,033104	1				
ÁREA	-0,00128	0,023182	-0,01161	1			
VAGA	-0,17282	0,747736	0,037569	0,223715	1		
Nº DORMI.	-0,04623	-0,00935	0,037238	<b>0,821566</b>	0,212762	1	
VALOR	-0,11002	0,301471	0,05618	0,731423	0,404925	0,699582873	1

Fonte: Elaborada pela autora

A multicolinearidade do modelo foi verificada através da matriz das correlações, que não tem seus valores alterados com a exclusão de variáveis do modelo, ou seja, ao adicionar restrições ao modelo a correlação entre as variáveis que permaneceram não é afetada.

A única relação entre variáveis independentes que gerou grau de correlação superior a 80% foi entre a variável *Área* e *Nº dormi.*, com valor de 0,82, conforme indicação da Tabela 5. Como essas duas variáveis não podem ser analisadas ao mesmo tempo por sua alta correlação, foi definida a exclusão da variável *Nº dormi.* do modelo devido ao valor  $p$  gerado nas avaliações ter se mostrado mais significativo para a variável *Área*.

Em virtude dessas análises realizadas, foi decidido seguir as adaptações do modelo excluindo a variável *Nº dormi.* e também que os modelos seguintes tratariam a variável dependente com valor em reais.

Outra característica desses modelos testados que levaram às novas análises foram os sinais dos coeficientes regressores. Para as variáveis *Bloco* e *PS*, os valores da estatística  $t$ , bem como dos coeficientes regressores, tiveram seus valores com sinal negativo, indicando que a forma como estavam interpretados

significava que os dados considerados valorizadores dos preços praticados nas vendas na verdade estavam o depreciando.

#### 4.1.1 INCLUSÃO DA VARIÁVEL *TEMPO*

De acordo com os modelos descontinuados apresentados em 4.1 deste trabalho, a forma como foi proposta a consideração do tempo de exposição das unidades ao mercado, reajustando os valores de venda de acordo com o período de oferta pela respectiva variação do INCC, o modelo não estava respondendo adequadamente.

Como o período total observado foi entre julho de 2017 e janeiro de 2018, de apenas 7 meses, e os valores do INCC desse período variaram entre 0,14% e 0,40% ao mês, a diferença dos preços efetivamente praticados nas vendas e seus valores corrigidos não foi significativa o suficiente para explicar a relevância interpretada em algumas unidades que foram vendidas primeiro, de forma que a análise de regressão do modelo considerando os preços praticados fica muito semelhante à análise que considera como variável dependente os preços corrigidos.

Dessa forma, foi incluído o tempo de vendas como uma das variáveis independentes do modelo, e os valores da variável dependente foram mantidos iguais aos preços praticados.

Para quantificar o *Tempo* como variável, foram atribuídos códigos para cada mês de ocorrência das vendas, sendo 1 o código para o mês das primeiras vendas e 7 o código atribuído para o último mês de vendas analisado, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 – Códigos atribuídos para a variável *Tempo*

Mês	Código atribuído
jan/2018	7
dez/2017	6
nov/2017	5
out/2017	4
set/2017	3
ago/2017	2
jul/2017	1

Fonte: Elaborada pela autora

#### 4.1.2 EXCLUSÃO DA VARIÁVEL *POSIÇÃO SOLAR (PS)*

Concluindo-se que a qualidade horizontal interpretada pelos compradores das unidades não estava diretamente relacionada com a lógica dos códigos alocados para quantificar as posições solares do empreendimento, foram realizadas novas relações entre as posições horizontais das unidades e códigos alocados. Foi testada a separação em apenas 4 códigos, considerando as orientações Sul (1), Oeste (2), Leste (3) e Norte (4), e também em apenas 2 códigos, sendo eles Sul (1) e Norte (2). Nenhuma dessas adaptações resultou em um coeficiente regressor positivo para a variável *PS*.

Com esses resultados, foi estimado que a variável *Tempo* estava se confundindo com a venda das unidades nas posições solares consideradas como melhores, ou seja, que as melhores posições solares haviam sido vendidas primeiro pelos preços iniciais de lançamento menores do que os demais, e então, como as unidades com piores posições solares ficaram relacionadas com os maiores preços, pareciam mais valorizadas para o modelo.

Para comprovar essa hipótese, foi feita a contagem das vendas das unidades em função do tempo de venda e das posições solares, resultando nos valores apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Vendas dos apartamentos de cada *PS* em cada momento de *Tempo*

TEMPO PS	1	2	3	4	5	6	7
SUL	12	6	2	3	1	1	1
SUDOESTE	4	4	4	-	2	1	
SUDESTE	10	4	1	-	1	-	1
NOROESTE	4	4	4	-	1	-	1
NORDESTE	10	2		2	-	-	1
NORTE	10	5	5	3	-	1	4

Fonte: Elaborada pela autora

A partir da contagem realizada, é possível perceber que as unidades localizadas nos principais extremos da ordem lógica dos códigos estabelecidos, posições Sul (1) e Norte (6), foram vendidas de forma equilibrada, de forma que, matematicamente, é como se essas duas posições estivessem sendo interpretadas como iguais no que se refere à qualidade horizontal do empreendimento.

Analisando a implantação do empreendimento, mostrada na Figura 2, verifica-se que a semelhança existente entre essas duas posições solares é de que a maior oferta de unidades nelas localizadas são as plantas com maior área construída do empreendimento, com 54,13m<sup>2</sup> privativos. Além disso, as unidade de 1 dormitório também só estão localizadas em posições Norte ou Sul.

Em virtude disso, o que foi concluído sobre essa variável inicialmente escolhida para compor a equação procurada, é que os compradores colocam a característica da área construída como um fator muito mais importante do que a posição solar da unidade, de forma que a valorização das posições se confunde com a preferência pela aquisição de determinadas áreas construídas na forma como foi organizada a implantação do empreendimento em questão. Devido a essa miscelânea, a variável *PS* foi excluída do modelo.

#### **4.1.2 EXCLUSÃO DA VARIÁVEL *BLOCO***

Para realizar a análise isolada sobre as unidades de cada bloco do empreendimento é importante lembrar que as duas diferenças que existem entre eles é a localização dentro do terreno e o número de andares de cada bloco.

O bloco A localiza-se mais próxima à portaria de entrada do empreendimento e tem 9 andares. O bloco B se localiza mais próxima aos fundos do terreno e tem 10 andares.

De acordo com a opinião de alguns compradores que conversaram com a autora, foi suposto inicialmente que a variável *Bloco* deveria ser matematicamente interpretada como sendo 1 o valor dicotômico para o bloco A e 0 para o bloco B, devido à preferência desses compradores em adquirir unidade do bloco A.

Realizando todas as análises de regressão explicadas no item 4.1, foi observado que os coeficientes da variável *Bloco* interpretada dessa forma ficavam com valor negativo, indicando depreciação do valor quando a unidade se encontrava no bloco A, ou seja, aparentemente a aplicação dos códigos estava organizada de forma inversa à resposta do mercado sobre a valorização dos blocos. De fato, invertendo os códigos, ou seja, aplicando o valor 0 para a variável bloco A e valor 1 para o bloco B, o valor do coeficiente se mantinha igual, porém seu sinal ficava positivo, bem como o sinal da estatística *t*.

Para verificar se a valorização do preço tinha realmente relação com as unidades do bloco B, foi feita a contagem das vendas das unidades em cada mês, separando-as por bloco. O resultado da contagem está apresentado na Tabela 8.

A tabela está organizada em função do tempo de vendas, de acordo com a Tabela 6 do item 4.1.3, e estão indicados os números de identificação das unidades de cada bloco vendidas em cada *Tempo*. A linha final da tabela mostra o total de unidades vendidas em cada bloco.

Analisando apenas a quantidade final de vendas é possível entender que o bloco B realmente teve mais compradores do que o bloco A, porém existem 9 unidades do bloco B que estão localizadas no 10º andar, ou seja, todas as unidades que esse bloco possui excedentes ao primeiro foram vendidas durante o tempo de observação analisado.

Tabela 8 – Identificação das unidades vendidas em cada bloco

BLOCO	A	B
TEMPO		
1	23, 26, 32, 33, 36, 37, 39, 41, 42, 43, 52, 53, 56, 62, 64, 65, 71, 73, 74, 83, 85, 91, 92, 93, 94 e 95	26, 37, 39, 53, 56, 59, 66, 67, 69, 74, 75, 84, 86, 87, 88, 91, 93, 94, 96, 101, 102, 103, 104, 105 e 108
2	31, 34, 44, 54, 57, 75, 76, 87, 97, 98	21, 22, 23, 34, 45, 46, 52, 57, 65, 72, 76, 77, 97, 98, 107
3	46, 47, 59, 61, 67, 79, 86 e 99	27, 32, 42, 43, 71, 83, 85 e 99
4	45, 55 e 89	36, 44, 64, 106 e 109
5	27	47, 81, 82 e 92
6	21, 66	79
7	58, 63, 68, 69 e 82	54, 58 e 73
TOTAL	55	61

Fonte: Elaborada pela autora

Caso fossem excluídas as unidades do 10º andar, a quantidade vendidas em ambos os blocos seria muito similar, pois o bloco B teria 52 unidades vendidas, mas o bloco A teria sido o preferido, com as mesmas 55 unidades indicadas na tabela.

Sobre a variável *Bloco*, foi concluído que a preferência do mercado por adquirir unidades nos andares superiores se confunde com a valorização dos blocos. Dessa forma, essa variável foi excluída do modelo, pois não pareceu adequado considerar o bloco B como mais valorizado devido ao número de

unidades vendidas menor quando são excluídas as unidades que ele tem a mais do que o outro.

## 4.2 MULTICOLINEARIDADE

Com a nova definição de variáveis que formam o modelo matemático a ser analisado, foi calculada uma nova matriz de correlações para verificar novamente a multicolinearidade entre variáveis independentes e definir se a alteração de mais alguma variável se faz necessária avaliada nesse aspecto.

A Tabela 9 apresenta os novos dados obtidos.

Tabela 9 – Matriz de correlação do modelo com as variáveis finais escolhidas para avaliação

	ANDAR	ÁREA	VAGA	TEMPO	VALOR
ANDAR	1	-	-	-	-
ÁREA	0,01131	1	-	-	-
VAGA	0,73956	0,16511	1	-	-
TEMPO	0,05843	0,03974	0,12757	1	-
VALOR	0,30058	0,71270	0,39891	0,48796	1

Fonte: Elaborada pela autora

Como não resultaram relações com grau de correlação superior a 80%, do ponto de vista da multicolinearidade do modelo as variáveis estão aceitáveis.

## 4.3 RESÍDUOS

Após definir as variáveis que entrariam na análise e suas adaptações e aceitar as hipóteses alternativas elaboradas para aprovação do modelo, foram observados os valores residuais do modelo. A Tabela 13 apresenta as observações atípicas que foram eliminadas, com suas características.

Na primeira análise dos dados, as observações 35, 48, 58, 91, 95 e 111 extrapolaram o limite [-2,+2]. Os valores dos resíduos padronizados calculados nessa etapa estão apresentados no Apêndice C deste trabalho.

Tabela 10 – Observações atípicas entre os dados, eliminadas do modelo

OBS	UNIDADE	ANDAR	ÁREA	VAGA	TEMPO	VALOR DA VENDA
35	69A	6	44,53	0	7	R\$ 130.000,00
48	91A	9	54,14	1	1	R\$ 148.704,00
54	98A	9	54,14	1	2	R\$ 154.900,00
58	23B	2	51,13	0	2	R\$ 132.384,00
91	79B	7	44,53	0	6	R\$ 130.000,00
95	84B	8	54,14	1	1	R\$ 147.264,00
111	104B	10	54,14	1	1	R\$ 150.144,00

Fonte: Elaborada pela autora

As ocorrências de resíduos padronizados fora do limite, nos casos das observações 35 e 91, estão relacionadas com o fato das unidades terem sido vendidas nos dois últimos meses de observação, quando outras unidades com características semelhantes foram vendidas nos primeiros meses observados. Como as duas unidades dessas observações são de 1 dormitório, é estimado que o que aconteceu nesses casos é que o valor para essa tipologia de apartamento foi reajustado para o valor de R\$ 130.000,00, em todos os andares que ainda estavam disponíveis, e as unidades localizadas nos andares superiores aos dessas observações foram vendidas primeiro, atrasando a venda dessas unidades por esse valor.

As observações 48, 58, 95 e 111 geraram resíduos fora do limite aceitável devido ao valor de venda delas estar abaixo dos demais valores para a venda de outras unidades com características semelhantes. Quando comparadas com outras unidades de mesma área no mesmo andar, vendidas no mesmo mês, essas observações apresentaram valor de venda inferior. Essas ocorrências não puderam ser explicadas com os dados obtidos para análise, é estimado que alguma condição diferenciada de negociação foi aplicada nesses casos.

Foi testada a eliminação pontual dessas observações para verificar se as demais sofreriam alterações que as levassem ao limite de aceitação, mas a exclusão de cada uma delas não melhorou a condição residual das demais. Dessa forma, essas 6 observações foram eliminadas do modelo.

Em segunda análise, sem as 6 primeiras observações residuais, a observação 54 teve seu valor residual em -2,15, encontrando-se fora do limite de aceitação. Essa observação também foi eliminada do modelo.



Esse último ponto *outlier* eliminado do modelo teve valor residual abaixo do limite aceitável porque as demais unidades desse mesmo andar com mesmas características de área, preço e vaga foram vendidas no primeiro mês observado, de forma que a venda dessa unidade no segundo mês parece atrasada para o modelo.

Em terceira análise, as observações não apresentaram mais nenhum ponto *outlier* e o modelo foi considerado finalizado, cujos demais parâmetros estão relatados ao longo desse tópico 4 de análise de resultados.

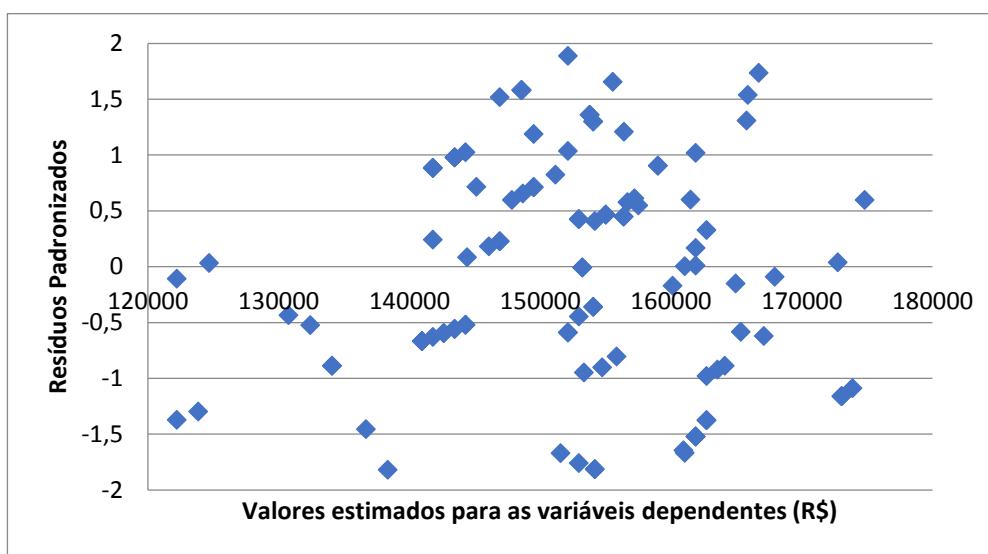


Figura 4 – Representação gráfica dos valores estimados x resíduos padronizados

Fonte: Elaborada pela autora

A figura 3 mostra o gráfico dos valores da variável dependente ajustados pelo modelo em função dos resíduos padronizados encontrados no modelo final. A forma como os valores ficaram dispersos no gráfico, sem indicar nenhuma tendência, mostra que os resíduos possuem a homocedasticidade necessária para aceitação do modelo segundo o item 2.1.3 do Anexo A da ABNT (2011).

Ainda analisando a Figura 3, é possível verificar a condição de normalidade do modelo, de acordo com o item 2.1.2.b do Anexo A da ABNT (2011), devido à dispersão aleatória dos pontos situados no intervalo  $[-2;+2]$ .

#### 4.4 COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO E DETERMINAÇÃO

A regressão do novo modelo estabelecido gerou os coeficientes de correlação e determinação apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Cálculo dos coeficientes

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,9245
R <sup>2</sup>	0,8548
R-quadrado ajustado	0,8491

Fonte: Elaborada pela autora

O sinal positivo do coeficiente de correlação (R múltiplo) calculado indica que a relação existente entre as variáveis do modelo é direta. Segundo Giannakos (2017) e González (1997), o valor aproximado de 0,92 obtido para esse coeficiente indica que a correlação do modelo é fortíssima.

De acordo com o fator R<sup>2</sup> ajustado, ou coeficiente de determinação ajustado, aproximadamente 85% do comportamento da variável dependente pode ser explicado pelas variáveis independentes analisadas.

#### 4.5 ANÁLISE DE VARIÂNCIA – ANOVA

A análise de variância do modelo analisado gerou os dados da Tabela 12, que resultou em uma estatística *F* calculada de 152,8929.

Tabela 12 – Análise da variância do modelo

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	4	1,34E+10	3,34E+09		
Resíduo	104	2,27E+09	21872238	152,8929	$1,2625 \times 10^{-42}$
Total	108	1,57E+10			

Fonte: Elaborada pela autora

Em todos os modelos testados, completos ou com restrições, o valor do *F* de significação não ultrapassou o limite de 1% definido pela NBR-14653:2 (ABNT, 2011) como limite para aceitação da avaliação com grau de fundamentação III, de forma que os modelos de forma geral têm evidências para serem continuados, os motivos pelo os quais não evoluíram foram explicados anteriormente.

Para o modelo final aprovado o valor do  $F$  de significação foi de  $1,2625 \times 10^{-42}$ .

#### 4.6 TESTE $t$ – SIGNIFICÂNCIA INDIVIDUAL DOS REGRESSORES

A significância individual das variáveis independentes foram testadas pela estatística  $t$  dentro do modelo de regressão e resultaram nos valores da Tabela 13.

Tabela 13 – Valores da estatística  $t$  avaliada para as variáveis

Variável independente	Estatística $t$	Valor $p$
INTERCEPTO	-1,70146	0,091845
ANDAR	2,917946	0,004318
ÁREA	16,91667	1,25E-31
VAGA	3,993365	0,000122
TEMPO	13,23983	4,81E-24

Fonte: Elaborada pela autora

Como o sinal dos valores  $t$  geram o sinal do coeficiente regressor originado de cada variável, é possível perceber que, com exceção do intercepto da equação, os demais coeficientes contribuirão para o aumento do valor avaliado pelo equação, já que são todos positivos. Esse fato era esperado pela forma como os códigos alocados das variáveis independentes foram organizados.

Os menores níveis exatos de significância com que as variáveis independentes e o intercepto da equação podem ter suas hipóteses alternativas ( $\beta_j \neq 0$ ) aceitas estão indicados na coluna do valor  $p$  da Tabela 12.

A probabilidade de ocorrência de erro ao se rejeitar as hipóteses nulas referentes à cada variável independente, ou seja, a probabilidade de alguma das variáveis analisadas ser nula está abaixo do valor mais rígido de aceitação da NBR 14653:2 (ABNT, 2011), de forma que as variáveis escolhidas, bem como a constante  $\beta_0$  da equação são aceitáveis pelo modelo.

#### 4.7 COEFICIENTES

Realizando todas as verificações propostas para análise do modelo estudado e tendo evidências para aprovar todas as variáveis sugeridas, os coeficientes regressores obtidos estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Coeficientes regressores do modelo final

Variável independente	Coeficientes
ANDAR	831,88
ÁREA	2969,46
VAGA	6158,16
TEMPO	3441,79

Fonte: Elaborada pela autora

Além dos coeficientes tabelados, o valor da constante da equação foi calculado e resultou em R\$ -15963,64.

De acordo com os valores de coeficientes, a equação gerada está apresentada na Equação 5.

$$\text{Valor (R\$)} = (-15963,60 + 831,88 \times \text{andar} + 2969,46 \times \text{área} + 6158,16 \times \text{vaga} + 3441,79 \times \text{tempo}) \quad (5)$$

#### 4.8 O CENÁRIO DE CONCORRÊNCIA NO EMPREENDIMENTO ESTUDADO

O cenário de vendas do empreendimento estudado pode ser considerado como sendo de concorrência perfeita pelas características construtivas e forma como as vendas foram conduzidas.

Dentro do empreendimento, os imóveis podem ser considerados idênticos em diversos aspectos, como o padrão de acabamento, tipologia das unidades e tempo de construção. A principal diferença construtiva entre as unidades está relacionada com a diferença de área privativa, pois existem 3 opções de tamanhos de apartamentos, mas são valores próximos, entre 44,53m<sup>2</sup> e 54,14m<sup>2</sup>.

Como as vendas estavam enquadradas no programa de financiamento habitacional MCMV, então a pressão existente sobre os compradores é muito reduzida se comparada com outras vendas que exigem o valor dos recursos para aquisição à vista. Para somar o valor necessário de venda dos apartamentos, os compradores tinham a possibilidade de obter subsídio do governo federal, financiamento da maior parte do valor do imóvel pela CAIXA com juros anuais reduzidos, utilizar o crédito que tivessem em suas contas do FGTS e, caso somando esses recursos, o valor ainda não fosse compatível com o total do imóvel, o saldo restante poderia ser parcelado diretamente com a construtora durante o prazo da

obra. Além disso, o fato da obra ser financiada por um banco consolidado do mercado imobiliário brasileiro como a CAIXA, a insegurança sobre a entrega da obra também não é um fator que gere incertezas na hora da aquisição, já que os compradores pagam os juros de obra para garantirem a entrega da obra mesmo em caso de abandono por parte da construtora.

A pressão que ocorre sobre o vendedor nesse caso também é reduzida se comparada com transações que esse agente depende exclusivamente dos recursos a serem obtidos com a venda para investir na obra, pois, sendo a obra financiada, a CAIXA libera os recursos para construção de acordo com a medição de andamento da obra.

Como foi demonstrado na análise dos resultados, grande parte dos imóveis desse empreendimento foi vendida no primeiro mês de oferta, o que comprova que existiu elevado número de compradores. O vendedor de todas as unidades foi a mesma construtora, porém, pela quantidade de imóveis ofertados, é possível afirmar que existiu equilíbrio de oferta e procura.

Como a obra foi financiada, a construtora não poderia, individualmente, alterar o cenário das vendas, pois os valores dependiam de avaliação bancária e estavam registrados em Incorporação Imobiliária, de forma que não poderiam sofrer reajustes aleatórios.

## 5 CONCLUSÃO

Em virtude da análise realizada, pode-se concluir que a equação que melhor explica a composição dos preços das unidades autônomas do empreendimento estudado, mensurados em reais, é formada por coeficientes regressores originados das seguintes variáveis independentes: *Andar*, *Área*, *Vaga* e *Tempo* de exposição ao mercado.

Diferente das primeiras hipóteses formuladas sobre o resultado que seria obtido na análise estudada, as variáveis *Bloco* e *PS* das unidades não se mostraram capazes de influenciar os preços dos imóveis neste trabalho, e foi verificada a necessidade de incluir o *Tempo* como variável independente da equação, ao invés de considera-lo a partir da correção dos preços praticados, como proposto inicialmente.

De acordo com os valores de coeficientes obtidos no modelo econométrico regredido ao final dos ajustes realizados nas variáveis e dados *outliers*, a equação gerada está apresentada na Equação 6.

$$\text{Valor (R\$)} = (-15963,60 + 831,88 \times \text{andar} + 2969,46 \times \text{área} + 6158,16 \times \text{vaga} + 3441,79 \times \text{tempo}) \quad (6)$$

Os dados utilizados no modelo final analisado neste trabalho estão apresentados no Apêndice B.

Os testes de hipóteses aplicados para verificar a significância geral do modelo, bem como os testes que verificaram a significância individual dos regressores mostraram evidências, aos níveis de significância exigidos pela NBR 14653:2 (ABNT, 2011) em seu mais exigente grau de fundamentação (III), de que as hipóteses alternativas poderiam ser aceitas.

O valor do coeficiente de determinação ajustado de 85% obtido no modelo final aumentou quando comparado como mesmo coeficiente obtido nos modelos descontinuados, que estava em média de 60%, indicando que houve esse aumento no poder explicativo do modelo com a manutenção das variáveis independentes escolhidas.

O valor do coeficiente referente à variável *andar* indica que, a cada andar superior que a unidade está localizada ela fica aproximadamente R\$ 831,88 mais

valorizada. Sobre a variável *Área*, o tamanho em metros quadrados da unidade deve ser multiplicado pelo coeficiente de R\$ 2969,46. Para a variável *Vaga*, foi concluído que os apartamentos com vaga coberta têm um acréscimo de R\$ 6158,16 em seu valor de mercado. A avaliação do tempo de exposição ao mercado mostrou que para cada mês que os imóveis desse empreendimento ficam à venda os seus preços são valorizados em R\$ 3441,79.

O valor obtido para a constante da equação -15963,60 indica que outros fatores que influenciam o valor dos imóveis desse empreendimento e que não foram considerados na análise também contribuem para a diminuição do valor da variável dependente.

Os resultados obtidos nesse trabalho devem ser considerados apenas no limite do empreendimento estudado em seu estágio de construção, de forma que os coeficientes obtidos não devem ser extrapolados para outros empreendimentos nem mesmo para o mesmo empreendimento após a entrega da obra, pois para obter a equação do valor para a obra concluída seria necessário verificar outras variáveis e outra organização para os códigos da variável *Tempo*.

O estudo não se trata de um laudo de avaliação, as restrições estabelecidas pela NBR 14653:2 (2011) foram seguidas na maior parte dos parâmetros testados, mas não foram aplicadas em alguns casos, principalmente por não haver imóvel a ser avaliado.

## REFERÊNCIAS

- ANDRIOTTI, José Leonardo Silva. **Fundamentos de estatística e geoestatística**. 2. ed. São Leopoldo: Editora UNISINOS, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14653-1**: avaliação de bens: parte 1: procedimentos gerais. Rio de Janeiro, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14653-2**: avaliação de bens: parte 2: imóveis urbanos. Rio de Janeiro, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14653-4**: avaliação de bens: parte 4: empreendimentos. Rio de Janeiro, 2002.
- BUSSAB, Wilton de O.; MORETTIN, Pedro A. **Estatística Básica**. 8. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.
- COSTA NETO, Pedro Luiz de Oliveira. **Estatística**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.
- DANTAS, Rubens Alves; MAGALHÃES, André Matos; VERGOLINO, José Raimundo de Oliveira. Modelos Espaciais aplicados ao Mercado de apartamentos do Recife. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias – COBREAP, 12., 2003, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos...** Minas Gerais, 2003.
- DANTAS, Rubens Alves; SÁ, Lucilene Antunes Correia Marques; PORTUGAL, José Luiz. Elaboração de Plantas de Valores sob a ótica da inferência espacial. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias – COBREAP, 12., 2003, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos...** Minas Gerais, 2003.
- FIKER, José. **Avaliação de imóveis urbanos**. 4. ed. São Paulo: Pini, 1993.
- FIKER, José. **Manual de avaliações e perícias em imóveis urbanos**. 3. ed. São Paulo: Pini, 2008.
- FIKER, José. **Manual de avaliações e perícias em imóveis urbanos**. 4. ed. São Paulo: Pini, 2016.
- GAZOLA, Sebastião. **Construção de um modelo de regressão para avaliação de imóveis**. 2002. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- GIANNAKOS, Isabela Beck da Silva. **Avaliação básica de imóveis urbanos**. Porto Alegre, 2017. Apostila do Curso Avaliação Básica de Imóveis Urbanos do SENGE/RS.
- GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **A engenharia de avaliações na visão inferencial**. São Leopoldo: Editora UNISINOS, 1997.
- GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.
- ÍNDICE nacional de custo da construção - INCC. **FGV IBRE**, Rio de Janeiro, 2018.  
Disponível em:



<<http://portalibre.fgv.br/main.jsp?lumChannelId=402880811D8E34B9011D92B7684C11DF>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

MOREIRA, Alberto Lélío. **Princípios da engenharia de avaliações**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1997.

SANELLO, Rubens. **Avaliação de imóveis urbanos com utilização da lógica difusa**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

TRIVELLONI, Carlos Alberto Peruzzo. **Método para determinação do valor da localização com uso de técnicas inferenciais e geoestatísticas na avaliação em massa de imóveis**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

TRIVELLONI, Carlos Alberto Peruzzo. **Metodologia para avaliação em massa de apartamentos por inferência estatística e técnicas de análise multivariada**. 1998. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/77877>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

**APÊNDICE A – DADOS DE VENDAS DO EMPREENDIMENTO ESTUDADO PARA  
ANÁLISE**

OBS	UNID ADE	BLOCO	ANDAR	PS	ÁREA	VAGA	Nº DORMI.	VALOR CORRIGIDO PELO INCC	LN VALOR	DATA VENDA
1	21	1	2	6	54,14	0	2	R\$ 164.876,60	12,013	08/12/2017
2	23	1	2	3	51,13	0	2	R\$ 139.869,17	11,8485	18/07/2017
3	26	1	2	2	51,13	0	2	R\$ 140.288,78	11,8515	12/07/2017
4	27	1	2	4	51,13	0	2	R\$ 151.627,95	11,9292	08/11/2017
5	31	1	3	6	54,14	0	2	R\$ 158.275,10	11,9721	08/08/2017
6	32	1	3	5	51,13	0	2	R\$ 141.306,10	11,8587	12/07/2017
7	33	1	3	3	51,13	0	2	R\$ 145.375,39	11,8871	13/07/2017
8	34	1	3	1	54,14	0	2	R\$ 147.927,63	11,9045	14/08/2017
9	36	1	3	2	51,13	0	2	R\$ 147.927,63	11,9045	20/07/2017
10	37	1	3	4	51,13	0	2	R\$ 147.927,63	11,9045	24/07/2017
11	39	1	3	6	44,53	0	1	R\$ 117.907,68	11,6777	13/07/2017
12	41	1	4	6	54,14	0	2	R\$ 146.392,72	11,894	12/07/2017
13	42	1	4	5	51,13	0	2	R\$ 142.323,43	11,8659	13/07/2017
14	43	1	4	3	51,13	0	2	R\$ 142.323,43	11,8659	12/07/2017
15	44	1	4	1	54,14	0	2	R\$ 158.810,98	11,9755	31/08/2017
16	45	1	4	1	54,14	0	2	R\$ 167.718,77	12,03	19/10/2017
17	46	1	4	2	51,13	0	2	R\$ 154.396,50	11,9473	05/09/2017
18	47	1	4	4	51,13	0	2	R\$ 154.303,91	11,9467	27/09/2017
19	52	1	5	5	51,13	0	2	R\$ 143.340,75	11,873	13/07/2017
20	53	1	5	3	51,13	0	2	R\$ 143.340,75	11,873	13/07/2017
21	54	1	5	1	54,14	0	2	R\$ 154.317,59	11,9468	15/08/2017
22	55	1	5	1	54,14	0	2	R\$ 159.818,71	11,9818	04/10/2017
23	56	1	5	2	51,13	0	2	R\$ 150.507,79	11,9218	13/07/2017
24	57	1	5	4	51,13	0	2	R\$ 155.500,12	11,9544	17/08/2017
25	58	1	5	6	54,14	0	2	R\$ 168.244,60	12,0332	08/01/2018
26	59	1	5	6	44,53	0	1	R\$ 130.116,85	11,7762	06/09/2017
27	61	1	6	6	54,14	0	2	R\$ 161.018,22	11,9893	06/09/2017
28	62	1	6	5	51,13	0	2	R\$ 144.358,07	11,8801	14/07/2017
29	63	1	6	3	51,13	0	2	R\$ 164.761,27	12,0123	03/01/2018
30	64	1	6	1	54,14	0	2	R\$ 155.382,58	11,9536	31/07/2017
31	65	1	6	1	54,14	0	2	R\$ 155.382,58	11,9536	28/07/2017
32	66	1	6	2	51,13	0	2	R\$ 164.876,60	12,013	15/12/2017
33	67	1	6	4	51,13	0	2	R\$ 156.509,83	11,9609	29/09/2017
34	68	1	6	6	54,14	0	2	R\$ 168.882,17	12,037	26/01/2018
35	69	1	6	6	44,53	0	1	R\$ 130.000,00	11,7753	30/01/2018
36	71	1	7	6	54,14	0	2	R\$ 162.791,96	12,0002	14/07/2017
37	73	1	7	3	51,13	0	2	R\$ 150.970,67	11,9248	12/07/2017
38	74	1	7	1	54,14	0	2	R\$ 162.305,04	11,9972	18/07/2017
39	75	1	7	1	54,14	0	2	R\$ 162.305,04	11,9972	04/08/2017
40	76	1	7	2	51,13	0	2	R\$ 158.045,07	11,9706	04/08/2017
41	79	1	7	6	44,53	0	1	R\$ 131.304,60	11,7853	19/09/2017
42	82	1	8	5	51,13	1	2	R\$ 172.933,49	12,0607	29/01/2018
43	83	1	8	3	51,13	1	2	R\$ 151.987,99	11,9316	13/07/2017
44	85	1	8	1	54,14	1	2	R\$ 156.057,28	11,958	12/07/2017
45	86	1	8	2	51,13	1	2	R\$ 164.782,02	12,0124	21/09/2017

CONTINUA NA PRÓXIMA PÁGINA

## CONTINUAÇÃO

OBS	UNID ADE	BLOCO	ANDAR	PS	ÁREA	VAGA	Nº DORMI.	VALOR CORRIGIDO PELO INCC	LN VALOR	DATA VENDA
46	87	1	8	4	51,13	1	2	R\$ 164.880,89	12,013	21/08/2017
47	89	1	8	6	44,53	0	1	R\$ 130.898,81	11,7822	19/10/2017
48	91	1	9	6	54,14	1	2	R\$ 151.279,93	11,9269	13/07/2017
49	92	1	9	5	51,13	1	2	R\$ 147.373,42	11,9007	13/07/2017
50	93	1	9	3	51,13	1	2	R\$ 157.583,26	11,9677	13/07/2017
51	94	1	9	1	54,14	1	2	R\$ 157.583,26	11,9677	12/07/2017
52	95	1	9	1	54,14	1	2	R\$ 157.111,93	11,9647	18/07/2017
53	97	1	9	4	51,13	1	2	R\$ 160.707,55	11,9873	10/08/2017
54	98	1	9	6	54,14	1	2	R\$ 157.111,93	11,9647	08/08/2017
55	99	1	9	6	44,53	0	1	R\$ 131.383,38	11,7859	04/09/2017
56	21	0	2	1	54,14	0	2	R\$ 150.580,52	11,9223	24/08/2017
57	22	0	2	2	51,13	0	2	R\$ 146.862,63	11,8973	03/08/2017
58	23	0	2	4	51,13	0	2	R\$ 134.274,41	11,8076	07/08/2017
59	26	0	2	5	51,13	0	2	R\$ 140.288,78	11,8515	12/07/2017
60	27	0	2	3	51,13	0	2	R\$ 152.098,00	11,9323	29/09/2017
61	32	0	3	2	51,13	0	2	R\$ 153.292,88	11,9401	15/09/2017
62	34	0	3	6	54,14	0	2	R\$ 147.927,63	11,9045	14/08/2017
63	36	0	3	5	51,13	0	2	R\$ 162.393,02	11,9978	06/10/2017
64	37	0	3	3	51,13	0	2	R\$ 147.927,63	11,9045	20/07/2017
65	39	0	3	1	44,53	0	1	R\$ 123.432,77	11,7235	21/07/2017
66	42	0	4	2	51,13	0	2	R\$ 154.396,50	11,9473	01/09/2017
67	43	0	4	4	51,13	0	2	R\$ 156.509,83	11,9609	28/09/2017
68	44	0	4	6	54,14	0	2	R\$ 163.056,68	12,0019	25/10/2017
69	45	0	4	6	54,14	0	2	R\$ 158.810,98	11,9755	28/08/2017
70	46	0	4	5	51,13	0	2	R\$ 148.992,62	11,9117	08/08/2017
71	47	0	4	3	51,13	0	2	R\$ 163.056,68	12,0019	06/11/2017
72	52	0	5	2	51,13	0	2	R\$ 150.057,61	11,9188	09/08/2017
73	53	0	5	4	51,13	0	2	R\$ 150.057,61	11,9188	20/07/2017
74	54	0	5	6	54,14	0	2	R\$ 167.724,65	12,0301	31/01/2018
75	56	0	5	5	51,13	0	2	R\$ 150.507,79	11,9218	12/07/2017
76	57	0	5	3	51,13	0	2	R\$ 150.057,61	11,9188	08/08/2017
77	58	0	5	1	54,14	0	2	R\$ 168.244,60	12,0332	05/01/2018
78	59	0	5	1	44,53	0	1	R\$ 119.583,58	11,6918	19/07/2017
79	64	0	6	6	54,14	0	2	R\$ 160.424,35	11,9856	18/10/2017
80	65	0	6	6	54,14	0	2	R\$ 161.597,89	11,9929	10/08/2017
81	66	0	6	5	51,13	0	2	R\$ 144.358,07	11,8801	12/07/2017
82	67	0	6	3	51,13	0	2	R\$ 151.122,61	11,9258	17/07/2017
83	69	0	6	1	44,53	0	1	R\$ 126.627,75	11,749	28/07/2017
84	71	0	7	1	54,14	0	2	R\$ 154.939,43	11,9508	18/09/2017
85	72	0	7	2	51,13	0	2	R\$ 158.045,07	11,9706	04/08/2017
86	73	0	7	4	51,13	0	2	R\$ 172.308,48	12,057	05/01/2018
87	74	0	7	6	54,14	0	2	R\$ 155.039,96	11,9514	12/07/2017
88	75	0	7	6	54,14	0	2	R\$ 155.039,96	11,9514	14/07/2017
89	76	0	7	5	51,13	0	2	R\$ 157.478,14	11,967	28/08/2017
90	77	0	7	3	51,13	0	2	R\$ 158.045,07	11,9706	04/08/2017
91	79	0	7	1	44,53	0	1	R\$ 130.403,00	11,7784	16/12/2017
92	81	0	8	1	54,14	1	2	R\$ 178.238,70	12,0909	17/11/2017
93	82	0	8	2	51,13	1	2	R\$ 173.591,01	12,0645	24/11/2017

CONTINUA NA PRÓXIMA PÁGINA

## CONTINUAÇÃO

OBS	UNIDADE	BLOCO	ANDAR	PS	ÁREA	VAGA	Nº DORMI.	VALOR CORRIGIDO PELO INCC	LN VALOR	DATA VENDA
94	83	0	8	4	51,13	1	2	R\$ 164.880,89	12,013	05/09/2017
95	84	0	8	6	54,14	1	2	R\$ 149.814,99	11,9172	12/07/2017
96	85	0	8	6	54,14	1	2	R\$ 169.193,86	12,0388	21/09/2017
97	86	0	8	5	51,13	1	2	R\$ 151.987,99	11,9316	13/07/2017
98	87	0	8	3	51,13	1	2	R\$ 159.587,39	11,9803	14/07/2017
99	88	0	8	1	54,14	1	2	R\$ 163.370,03	12,0038	19/07/2017
100	91	0	9	1	54,14	1	2	R\$ 164.967,53	12,0135	27/07/2017
101	92	0	9	2	51,13	1	2	R\$ 175.877,43	12,0775	03/11/2017
102	93	0	9	4	51,13	1	2	R\$ 157.111,93	11,9647	31/07/2017
103	94	0	9	6	54,14	1	2	R\$ 157.583,26	11,9677	13/07/2017
104	96	0	9	5	51,13	1	2	R\$ 153.513,97	11,9415	13/07/2017
105	97	0	9	3	51,13	1	2	R\$ 160.707,55	11,9873	03/08/2017
106	98	0	9	1	54,14	1	2	R\$ 164.967,53	12,0135	04/08/2017
107	99	0	9	1	44,53	0	1	R\$ 131.304,60	11,7853	27/09/2017
108	101	0	10	1	54,14	1	2	R\$ 166.565,02	12,0231	26/07/2017
109	102	0	10	2	51,13	1	2	R\$ 162.791,96	12,0002	13/07/2017
110	103	0	10	4	51,13	1	2	R\$ 162.305,04	11,9972	20/07/2017
111	104	0	10	6	54,14	1	2	R\$ 152.288,01	11,9335	18/07/2017
112	105	0	10	6	54,14	1	2	R\$ 159.109,25	11,9773	12/07/2017
113	106	0	10	5	51,13	1	2	R\$ 161.625,86	11,993	10/10/2017
114	107	0	10	3	51,13	1	2	R\$ 162.305,04	11,9972	04/08/2017
115	108	0	10	1	54,14	1	2	R\$ 159.109,25	11,9773	14/07/2017
116	109	0	10	1	44,53	0	2	R\$ 130.898,81	11,7822	27/10/2017

## APÊNDICE B – DADOS ANALISADOS NO MODELO FINAL

OBS	ANDAR	ÁREA	VAGA	TEMPO	VALOR
1	2	54,14	0	6	R\$ 164.252,09
2	2	51,13	0	1	R\$ 137.900,00
3	2	51,13	0	1	R\$ 137.900,00
4	2	51,13	0	5	R\$ 150.586,80
5	3	54,14	0	2	R\$ 156.046,80
6	3	51,13	0	1	R\$ 138.900,00
7	3	51,13	0	1	R\$ 142.900,00
8	3	54,14	0	2	R\$ 145.845,00
9	3	51,13	0	1	R\$ 145.845,00
10	3	51,13	0	1	R\$ 145.845,00
11	3	44,53	0	1	R\$ 115.900,00
12	4	54,14	0	1	R\$ 143.900,00
13	4	51,13	0	1	R\$ 139.900,00
14	4	51,13	0	1	R\$ 139.900,00
15	4	54,14	0	2	R\$ 157.138,80
16	4	54,14	0	4	R\$ 166.567,13
17	4	51,13	0	3	R\$ 152.770,80
18	4	51,13	0	3	R\$ 152.770,80
19	5	51,13	0	1	R\$ 140.900,00
20	5	51,13	0	1	R\$ 140.900,00
21	5	54,14	0	2	R\$ 152.145,00
22	5	54,14	0	4	R\$ 158.230,80
23	5	51,13	0	1	R\$ 147.945,00
24	5	51,13	0	2	R\$ 153.862,80
25	5	54,14	0	7	R\$ 167.724,65
26	5	44,53	0	3	R\$ 128.746,80
27	6	54,14	0	3	R\$ 159.322,80
28	6	51,13	0	1	R\$ 141.900,00
29	6	51,13	0	7	R\$ 164.252,09
30	6	54,14	0	1	R\$ 153.195,00
31	6	54,14	0	1	R\$ 153.195,00
32	6	51,13	0	6	R\$ 164.252,09
33	6	51,13	0	3	R\$ 154.954,80
34	6	54,14	0	7	R\$ 168.882,17
35	7	54,14	0	1	R\$ 160.020,00
36	7	51,13	0	1	R\$ 148.400,00
37	7	54,14	0	1	R\$ 160.020,00
38	7	54,14	0	2	R\$ 160.020,00
39	7	51,13	0	2	R\$ 155.820,00
40	7	44,53	0	3	R\$ 130.000,00
41	8	51,13	1	7	R\$ 172.933,49
42	8	51,13	1	1	R\$ 149.400,00
43	8	54,14	1	1	R\$ 153.400,00
44	8	51,13	1	3	R\$ 163.144,80
45	8	51,13	1	2	R\$ 163.144,80
46	8	44,53	0	4	R\$ 130.000,00

CONTINUA NA PRÓXIMA PÁGINA

## CONTINUAÇÃO

OBS	ANDAR	ÁREA	VAGA	TEMPO	VALOR
47	9	51,13	1	1	R\$ 144.864,00
48	9	51,13	1	1	R\$ 154.900,00
49	9	54,14	1	1	R\$ 154.900,00
50	9	54,14	1	1	R\$ 154.900,00
51	9	51,13	1	2	R\$ 158.445,00
52	9	44,53	0	3	R\$ 130.000,00
53	2	54,14	0	2	R\$ 148.995,00
54	2	51,13	0	2	R\$ 144.795,00
55	2	51,13	0	1	R\$ 137.900,00
56	2	51,13	0	3	R\$ 150.586,80
57	3	51,13	0	3	R\$ 151.678,80
58	3	54,14	0	2	R\$ 145.845,00
59	3	51,13	0	4	R\$ 160.779,53
60	3	51,13	0	1	R\$ 145.845,00
61	3	44,53	0	1	R\$ 121.695,00
62	4	51,13	0	3	R\$ 152.770,80
63	4	51,13	0	3	R\$ 154.954,80
64	4	54,14	0	4	R\$ 161.937,05
65	4	54,14	0	2	R\$ 157.138,80
66	4	51,13	0	2	R\$ 146.895,00
67	4	51,13	0	5	R\$ 161.937,05
68	5	51,13	0	2	R\$ 147.945,00
69	5	51,13	0	1	R\$ 147.945,00
70	5	54,14	0	7	R\$ 167.724,65
71	5	51,13	0	1	R\$ 147.945,00
72	5	51,13	0	2	R\$ 147.945,00
73	5	54,14	0	7	R\$ 167.724,65
74	5	44,53	0	1	R\$ 117.900,00
75	6	54,14	0	4	R\$ 159.322,80
76	6	54,14	0	2	R\$ 159.322,80
77	6	51,13	0	1	R\$ 141.900,00
78	6	51,13	0	1	R\$ 148.995,00
79	6	44,53	0	1	R\$ 124.845,00
80	7	54,14	0	3	R\$ 153.400,00
81	7	51,13	0	2	R\$ 155.820,00
82	7	51,13	0	7	R\$ 171.775,97
83	7	54,14	0	1	R\$ 152.400,00
84	7	54,14	0	1	R\$ 152.400,00
85	7	51,13	0	2	R\$ 155.820,00
86	7	51,13	0	2	R\$ 155.820,00
87	8	54,14	1	5	R\$ 177.563,57
88	8	51,13	1	5	R\$ 172.933,49
89	8	51,13	1	3	R\$ 163.144,80
90	8	54,14	1	3	R\$ 167.512,80
91	8	51,13	1	1	R\$ 149.400,00
92	8	51,13	1	1	R\$ 156.870,00
93	8	54,14	1	1	R\$ 161.070,00
94	9	54,14	1	1	R\$ 162.645,00
95	9	51,13	1	5	R\$ 174.669,77

CONTINUA NA PRÓXIMA PÁGINA

## CONTINUAÇÃO

OBS	ANDAR	ÁREA	VAGA	TEMPO	VALOR
96	9	51,13	1	1	R\$ 154.900,00
97	9	54,14	1	1	R\$ 154.900,00
98	9	51,13	1	1	R\$ 150.900,00
99	9	51,13	1	2	R\$ 158.445,00
100	9	54,14	1	2	R\$ 162.645,00
101	9	44,53	0	3	R\$ 130.000,00
102	10	54,14	1	1	R\$ 164.220,00
103	10	51,13	1	1	R\$ 160.020,00
104	10	51,13	1	1	R\$ 160.020,00
105	10	54,14	1	1	R\$ 156.400,00
106	10	51,13	1	4	R\$ 160.020,00
107	10	51,13	1	2	R\$ 160.020,00
108	10	54,14	1	1	R\$ 156.400,00
109	10	44,53	0	4	R\$ 130.000,00

**APÊNDICE C – PONTOS *OUTLIERS* NA PRIMEIRA ANÁLISE DO MODELO  
FINAL**

Observação	Previsto(a) VALOR	Resíduos	Resíduos padrão
1	166337,5	-2085,45	-0,38736
2	140707,2	-2807,24	-0,52144
3	140707,2	-2807,24	-0,52144
4	153771,2	-3184,35	-0,59148
5	154122,2	1924,564	0,357481
6	141555,9	-2655,85	-0,49332
7	141555,9	1344,149	0,249671
8	154122,2	-8277,24	-1,53747
9	141555,9	4289,149	0,796695
10	141555,9	4289,149	0,796695
11	121162,9	-5262,93	-0,97757
12	151704,9	-7804,87	-1,44973
13	142404,5	-2504,46	-0,46519
14	142404,5	-2504,46	-0,46519
15	154970,8	2167,956	0,40269
16	161502,8	5064,331	0,940682
17	148936,4	3834,387	0,712224
18	148936,4	3834,387	0,712224
19	143253,1	-2353,07	-0,43707
20	143253,1	-2353,07	-0,43707
21	155819,5	-3674,45	-0,68252
22	162351,4	-4120,61	-0,76539
23	143253,1	4691,934	0,871511
24	146519	7343,756	1,364078
25	172149,3	-4424,69	-0,82187
26	129392,1	-645,3	-0,11986
27	159934	-611,236	-0,11354
28	144101,7	-2201,67	-0,40895
29	163697,5	554,5521	0,103006
30	153402,1	-207,082	-0,03846
31	153402,1	-207,082	-0,03846
32	160431,6	3820,529	0,70965
33	150633,6	4321,171	0,802643
34	172997,9	-4115,78	-0,76449
35	143304,6	-13304,6	<b>-2,47129</b>
36	154250,7	5769,311	1,07163
37	144950,3	3449,719	0,640773
38	154250,7	5769,311	1,07163
39	157516,7	2503,333	0,464986
40	148216,3	7603,741	1,412369

CONTINUA NA PRÓXIMA PÁGINA



## CONTINUAÇÃO

Observação	Previsto(a) VALOR	Resíduos	Resíduos padrão
41	131089,3	-1089,32	-0,20234
42	170273,1	2660,44	0,494168
43	150677,2	-1277,19	-0,23723
44	159977,6	-6577,59	-1,22177
45	157209,1	5935,659	1,102528
46	153943,2	9201,637	1,709172
47	135203,9	-5203,9	-0,96661
48	160826,2	-12122,2	-2,25166
49	151525,8	-6661,79	-1,23741
50	151525,8	3374,206	0,626747
51	160826,2	-5926,2	-1,10077
52	160826,2	-5926,2	-1,10077
53	154791,8	3653,229	0,678575
54	164092,2	-9192,18	-1,70742
55	132786,5	-2786,53	-0,51759
56	153273,6	-4278,63	-0,79474
57	143973,2	821,779	0,152643
58	143973,2	-11589,2	-2,15266
59	140707,2	-2807,24	-0,52144
60	147239,2	3347,602	0,621806
61	148087,8	3590,994	0,667015
62	154122,2	-8277,24	-1,53747
63	151353,8	9425,747	1,7508
64	141555,9	4289,149	0,796695
65	121162,9	532,0697	0,09883
66	148936,4	3834,387	0,712224
67	148936,4	6018,387	1,117895
68	161502,8	434,2514	0,080661
69	154970,8	2167,956	0,40269
70	145670,4	1224,564	0,227459
71	155468,4	6468,682	1,201535
72	146519	1425,956	0,264866
73	143253,1	4691,934	0,871511
74	172149,3	-4424,69	-0,82187
75	143253,1	4691,934	0,871511
76	146519	1425,956	0,264866
77	172149,3	-4424,69	-0,82187
78	122860,1	-4960,15	-0,92133
79	163200	-3877,21	-0,72018
80	156668,1	2654,741	0,493109
81	144101,7	-2201,67	-0,40895
82	144101,7	4893,326	0,908919

CONTINUA NA PRÓXIMA PÁGINA

## CONTINUAÇÃO

Observação	Previsto(a) VALOR	Resíduos	Resíduos padrão
83	123708,8	1136,247	0,211054
84	160782,6	-7382,64	-1,3713
85	148216,3	7603,741	1,412369
86	164546,1	7229,825	1,342915
87	154250,7	-1850,69	-0,34376
88	154250,7	-1850,69	-0,34376
89	148216,3	7603,741	1,412369
90	148216,3	7603,741	1,412369
91	140887,2	-10887,2	-2,02227
92	173041,5	4522,067	0,839958
93	163741,1	9192,395	1,707456
94	157209,1	5935,659	1,102528
95	159977,6	-12713,6	-2,36151
96	166509,5	1003,251	0,18635
97	150677,2	-1277,19	-0,23723
98	150677,2	6192,814	1,150294
99	159977,6	1092,406	0,202911
100	160826,2	1818,798	0,337836
101	164589,7	10080,07	1,872338
102	151525,8	3374,206	0,626747
103	160826,2	-5926,2	-1,10077
104	151525,8	-625,794	-0,11624
105	154791,8	3653,229	0,678575
106	164092,2	-1447,18	-0,26881
107	132786,5	-2786,53	-0,51759
108	161674,8	2545,191	0,47276
109	152374,4	7645,599	1,420144
110	152374,4	7645,599	1,420144
111	161674,8	-11530,8	-2,14181
112	161674,8	-5274,81	-0,97978
113	162172,3	-2152,33	-0,39979
114	155640,4	4379,621	0,8135
115	161674,8	-5274,81	-0,97978
116	136901,1	-6901,12	-1,28186

**ANEXO A – LIMITES ACEITOS PELA NBR 14653:2 (2011) PARA DEFINIR  
GRAUS DE FUNDAMENTAÇÃO DE AVALIAÇÕES IMOBILIÁRIAS**

Item	Descrição	Grau		
		III	II	I
1	Caracterização do Imóvel Avaliando	Completa quanto a todas as variáveis analisadas	Completa quanto as variáveis utilizadas no modelo	Adoção de situação paradigma
2	Quantidade mínima de dados de mercado, efetivamente utilizados	$6(k+1)$ , onde $k$ é o nº de variáveis independentes	$4(k+1)$ , onde $k$ é o nº de variáveis independentes	$3(k+1)$ , onde $k$ é o nº de variáveis independentes
3	Identificação dos dados de mercado	Apresentação de informações relativas a todos os dados e variáveis analisados na modelagem, com foto e características observadas no local pelo autor do laudo	Apresentação de informações relativas a todos os dados e variáveis analisados na modelagem	Apresentação de informações relativas aos dados e variáveis efetivamente utilizados no modelo

CONTINUA NA PRÓXIMA PÁGINA

## CONTINUAÇÃO

Item	Descrição	Grau		
		III	II	I
4	Extrapolação	Não admitida	Admitida para apenas uma variável, desde que: a) as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100% do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior; b) o valor estimado não ultrapasse 15% do valor calculado no limite da fronteira amostral, para a referida variável, em módulo.	Admitida, desde que: a) as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100% do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior; b) o valor estimado não ultrapasse 20% do valor calculado no limite da fronteira amostral, para as referidas variáveis, de per si e simultaneamente, e em módulo.
5	Nível de significância a (somatório do valor das duas caudas) máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal)	10%	20%	30%
6	Nível de significância máximo admitido para a rejeição da hipótese nula do modelo através do teste F de Snedecor	1%	2%	5%