

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Wanessa E. M. L. do Nascimento

**O TRATAMENTO DE DADOS NA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS POR
MEIO DE REGRESSÃO LINEAR**

Goiânia, GO
2021

Wanessa E. M. L. do Nascimento

**O TRATAMENTO DE DADOS NA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS POR
MEIO DE REGRESSÃO LINEAR**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação de
Engenharia Civil, do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de
Goiás, Campus Goiânia, como parte
dos requisitos necessários para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil**

**Orientador: Prof. Me. Vinicius Carrião
dos Santos**

Goiânia, GO

2021

N244t Nascimento, Wanessa Emos Melo Lucas do.
O tratamento de dados na avaliação de imóveis urbanos por meio de regressão linear /
Wanessa Emos Melo Lucas do Nascimento. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Goiás, 2021.
135 f.: il.

Orientadora: Prof. Me. Vinicius Carrião dos Santos.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil,
Coordenação de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Goiás.

1. Bens imóveis – avaliação – regressão linear. 2. Engenharia de avaliação - Brasil. I. Santos,
Vinicius Carrião dos (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Goiás. III. Título.

CDD 333.332

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Alisson de Sousa Belthodo Santos CRB1/ 2.266
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Wanessa Emos Melo Lucas do Nascimento.

Matrícula: 20181011050324.

Título do Trabalho: O tratamento de dados na avaliação de imóveis urbanos por meio de regressão linear.

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 30 / 07 / 2021.

Local Data

Wanessa E. M. L. do Nascimento

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Wanessa E. M. L. do Nascimento

**O TRATAMENTO DE DADOS NA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS POR
MEIO DE REGRESSÃO LINEAR**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação de
Engenharia Civil, do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de
Goiás, Campus Goiânia, como parte
dos requisitos necessários para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil**

Aprovado em 30 de julho de 2021:



Me. Vinicius Carrião dos Santos (IFG)
(Orientador)



Dr. Antônio Henrique Capuzzo Martins (IFG)



Dra. Liana de Lucca Jardim Borges (IFG)

Goiânia, GO
2021

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por me capacitar e ser um socorro presente na hora da angústia, ao meu marido e aos meus pais pelo incentivo e pelo apoio constante. Vocês são meu porto seguro!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me guiado e sustentado durante toda esta longa caminhada. O que seria de mim sem a fé que tenho Nele.

À minha família, por acreditarem e investirem em mim. Meu amor Vitor, seu companheirismo e amparo me deram forças para continuar. Mãe, seus conselhos acalmaram minha alma. Pai, seu apoio me trouxe segurança. Vovó, seu exemplo de vida me ensinou a não desistir. Amo muito vocês!

Ao professor orientador Vinícius pela paciência e incentivo que tornaram possível a conclusão desta monografia. Obrigada por me orientar e apoiar meu tema, por me ensinar a pesquisar e a desenvolver este trabalho. O senhor é um exemplo de dedicação, compromisso e profissionalismo.

Por fim, agradeço a todos que diretamente ou indiretamente contribuíram com este trabalho e com a minha graduação.

EPÍGRAFE

*“Não temas, porque eu sou contigo; não
te assombres, porque eu sou o teu Deus;
eu te fortaleço, e te ajudo, e te sustento
com a minha destra fiel.”*

Isaías 41:10

RESUMO

O TRATAMENTO DE DADOS NA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS POR MEIO DE REGRESSÃO LINEAR

AUTOR: Wanessa E. M. L. do Nascimento

ORIENTADOR: Me. Vinicius Carrião dos Santos

Devido ao crescimento das cidades e à necessidade de melhorar e ampliar a infraestrutura dos serviços urbanos, a Engenharia de Avaliação é a ferramenta que permite a determinação de uma indenização justa para as desapropriações por utilidade pública. Este trabalho exploratório objetivou aprofundar os conhecimentos sobre os conceitos da Engenharia de Avaliações e da Regressão Linear e apontar as vantagens e desvantagens do uso da Regressão Linear como modelo de tratamento de dados quando utilizado o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado para determinação do valor de mercado de um imóvel urbano. O estudo de caso proposto compreendeu a reelaboração de Laudos de Avaliações de Imóveis Urbanos existentes em uma concessionária de serviços públicos de Goiás aplicando a regressão linear e construindo um resultado comparativo entre os valores de indenização obtidos com aqueles calculados por outros métodos. Com o estudo foi possível conhecer a funcionalidade e a operacionalidade da Regressão Linear como um modelo de tratamento de dados para avaliação de imóveis urbanos. Este modelo de tratamento de dados demonstra-se vantajoso, por oferecer respaldo normativo e minimizar a subjetividade e imprecisão nas avaliações. Os objetivos do estudo foram alcançados, no entanto, falhas nos laudos existentes utilizados na pesquisa limitaram o alcance do comparativo proposto, assim como a ausência de uma legislação ou normativa que norteie as avaliações de imóveis que estão dentro de áreas com restrições, como Áreas de Preservação Permanente e Áreas Verdes.

Palavras-chave: Engenharia de Avaliação; Desapropriação; Regressão Linear.

ABSTRACT

THE TREATMENT OF DATA IN THE EVALUATION OF URBAN PROPERTIES THROUGH LINEAR REGRESSION

AUTHOR: Wanessa Lucas do Nascimento

ADVISOR: Vinicius Carrião dos Santos

Due to the growth of cities and the need to improve and expand the infrastructure of urban services, the Evaluation Engineering is the tool that allows the determination of fair compensation for expropriations for public utility. This exploratory work aimed to deepen the knowledge on the concepts of Evaluation Engineering and Linear Regression and point out the advantages and disadvantages of using Linear Regression as a data treatment model when using the Direct Comparative Market Data Method to determine the value of market for an urban property. The proposed case study comprised the re-elaboration of existing Urban Property Appraisal Reports in a public service concessionaire in Goiás, applying linear regression and building a comparative result between the indemnity values obtained with those calculated by other methods. With the study, it was possible to know the functionality and operation of Linear Regression as a data treatment model for the evaluation of urban properties. This data treatment model proves to be advantageous, as it offers normative support and minimizes subjectivity and imprecision in the assessments. The objectives of the study were achieved, however, flaws in the existing reports used in the research limited the scope of the proposed comparison, as well as the absence of legislation or regulations to guide the valuations of properties that are within restricted areas, such as Areas of Permanent Preservation and Green Areas.

Keywords: Evaluation Engineering; Expropriation; Linear Regression.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Tratamento dos dados por fatores.....	35
Figura 2 – Tratamento de dados por análise de regressão.....	40
Figura 3 – Modelo não linear.....	49
Figura 4 – Modelo linear.....	50
Figura 5 – Modelo Homocedástico.....	50
Figura 6 – Modelo Heterocedástico.....	51
Figura 7 – Análise numérica dos resíduos padronizados.....	52
Figura 8 – Histograma dos resíduos padronizados.....	52
Figura 9 – Identificação de pontos influenciantes.....	53
Figura 10 – Teste de Cook.....	53
Figura 11 – Gráfico dos resíduos - Identificação de um outlier.....	54
Figura 12 – Análise dos efeitos sobre a variável dependente.....	55
Figura 13 – Verificação da multicolinearidade.....	55
Figura 14 – Coeficiente de Correlação e de Determinação.....	56
Figura 15 – Gráfico dos resíduos de regressão.....	57
Figura 16 – Análise dos resíduos relativos.....	57
Figura 17 – Gráfico de predição.....	58
Figura 18 – Determinação do Grau de Precisão da avaliação.....	59
Figura 19 – Imóvel 21 com Resíduo Relativo > 80%.....	62
Figura 20 – Imóvel 13 com Resíduo Relativo > 80%.....	62
Figura 21 – Dados efetivamente utilizados para simulação do modelo no <i>software</i> SISDEA – Exemplo Prático 02.....	63

Figura 22 – Verificação dos pressupostos básicos – Exemplo Prático 02.....	65
Figura 23 – Verificação dos resíduos relativos – Exemplo Prático 02.....	66
Figura 24 – Teste de Cook – Exemplo Prático 02.	66
Figura 25 – Histograma dos resíduos padronizados – Exemplo Prático 02.	67
Figura 26 – Modelo de regressão sem multicolinearidade – Exemplo Prático 02. ...	68
Figura 27 – Valor unitário médio, valor total médio e amplitude do modelo de regressão final – Exemplo Prático 02.....	68
Figura 28 – Classificação da Pesquisa.....	72
Figura 29 – Fluxograma da organização e ações da pesquisa.	74
Figura 30 – Fluxograma do procedimento realizado para reelaboração dos laudos com auxílio do <i>software</i> SISDEA.....	75
Figura 31 – Loteamentos 01, 02 e 03 do Grupo 01.....	77
Figura 32 – Limites e confrontações do bairro onde o Imóvel 01 do Grupo 01 está localizado.	78
Figura 33 – Imóvel 01 do Grupo 01.....	78
Figura 34 – Demarcação da área total do imóvel 01 – Grupo 01.....	79
Figura 35 – Limites e confrontações do bairro onde o Imóvel 02 do Grupo 01 está localizado.	80
Figura 36 – Demarcação da área total do imóvel 02 – Grupo 01.....	80
Figura 37 – Equipamento de infraestrutura implantado no imóvel 02 – Grupo 01....	81
Figura 38 – Limites e confrontações do bairro onde o Imóvel 03 do Grupo 01 está localizado.	81
Figura 39 – Imóvel 03 do Grupo 01.....	82
Figura 40 – Imóvel 03 do Grupo 01.....	82

Figura 41 – Demarcação da área total do imóvel 03 – Grupo 01.	83
Figura 42 – Mapa com a marcação dos imóveis 01, 02 e 03 e dos dados coletados para compor a amostra – Grupo 01.	85
Figura 43 – Variável Independente Esquina.....	91
Figura 44 – Limites e confrontações do bairro estudado no Grupo 02.	94
Figura 45 – Demarcação da área total do imóvel 01 – Grupo 02.	95
Figura 46 – Demarcação da área total do imóvel 02 – Grupo 02.	95
Figura 47 – Demarcação da área total do imóvel 03 – Grupo 02.	96
Figura 48 – Equipamento implantado no imóvel 01 – Grupo 02.....	96
Figura 49 – Equipamento implantado no imóvel 02 – Grupo 02.....	97
Figura 50 – Equipamento implantado no imóvel 03 – Grupo 02.....	97
Figura 51 – Mapa com a marcação dos imóveis avaliados e dos dados coletados para compor a amostra.	100

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico de Resíduos – Regressão Linear – Exemplo Prático 02.	65
Gráfico 2 – Gráfico de Aderência – Regressão Linear – Exemplo Prático 02.	67
Gráfico 3 – Gráfico de Aderência - Regressão Linear – Simulação do Grupo 01. .	121
Gráfico 4 – Gráfico de resíduos – Regressão Linear – Simulação do Grupo 01....	121
Gráfico 5 – Gráfico de Aderência – Regressão Linear – Primeira simulação do Grupo 02.	127
Gráfico 6 – Gráfico de resíduos – Regressão Linear – Primeira simulação do Grupo 02.	128
Gráfico 7 – Gráfico de Aderência – Regressão Linear – Segunda simulação do Grupo 02.	132
Gráfico 8 – Gráfico de resíduos – Regressão Linear – Segunda simulação do Grupo 02.	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados que compõem a amostra, suas características e os fatores de homogeneização.	36
Tabela 2 – Análise do valor unitário ajustado menor que a metade ou maior que o dobro de seu preço unitário praticado no mercado.	38
Tabela 3 – Análise do valor unitário ajustado menor que a metade ou maior que o dobro da média dos preços unitários praticados no mercado.	38
Tabela 4 – Dados que compõem a amostra e suas características – Exemplo prático 02.	47
Tabela 5 – Grau de fundamentação no caso de utilização de modelos de regressão linear.	60
Tabela 6 – Enquadramento do laudo segundo seu grau de fundamentação no caso de utilização de modelos de regressão linear.	61
Tabela 7 – Verificação da micronumerosidade – Exemplo Prático 02.	64
Tabela 8 – Valores obtidos nos Laudos de Avaliação existentes – Grupo 01.	84
Tabela 9 – Dados que compõem a amostra e suas características – Grupo 01.....	86
Tabela 10 – Imóveis 01, 02 e 03 e suas características – Grupo 01.	87
Tabela 11 – Resultado da simulação dos imóveis do Grupo 01.	89
Tabela 12 – Correção e comparação do valor unitário dos imóveis do Grupo 01.....	90
Tabela 13 – Valores obtidos nos Laudos de Avaliação existentes – Grupo 02.	99
Tabela 14 – Dados que compõem a amostra e suas características – primeira simulação – Grupo 02.	100
Tabela 15 – Imóveis 01, 02 e 03 e suas características – primeira simulação – Grupo 2.	101
Tabela 16 – Resultado da primeira simulação dos imóveis do Grupo 02.	102

Tabela 17 – Dados que compõem a amostra e suas características – segunda simulação – Grupo 02.	103
Tabela 18 – Imóveis avaliados e suas características – segunda simulação – Grupo 02.	104
Tabela 19 – Resultado da segunda simulação dos imóveis do Grupo 02.	105
Tabela 20 – Correção e comparação do valor unitário dos imóveis do Grupo 02...	106
Tabela 21 – Relatório estatístico do Exemplo Prático 02.....	114
Tabela 22 – Grau de Fundamentação do Exemplo Prático 02.	115
Tabela 23 – Relatório estatístico da simulação do Grupo 01.....	118
Tabela 24 – Grau de Fundamentação da simulação do Grupo 01.	119
Tabela 25 – Relatório estatístico da primeira simulação do Grupo 02.....	125
Tabela 26 – Grau de Fundamentação da primeira simulação do Grupo 02.	126
Tabela 27 – Relatório estatístico da segunda simulação do Grupo 02.....	130
Tabela 28 – Grau de Fundamentação da segunda simulação do Grupo 02.....	131

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Pressupostos básicos para a escolha da equação de regressão.....	48
Quadro 2	– Resumo das características dos Imóveis 01, 02 e 03 – Grupo 01.....	83
Quadro 3	– Resumo das características dos Imóveis 01, 02 e 03 – Grupo 02.....	98

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	19
1.2	OBJETIVOS	22
1.2.1	Objetivo Geral.	22
1.2.2	Objetivos Específicos.	22
1.3	METODOLOGIA.....	22
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	23
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
2.1	HISTÓRICO DA ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES.....	24
2.2	DESAPROPRIAÇÃO E A ENGENHARIA DE AVALIAÇÃO	25
2.2.1	Direito de Propriedade	26
2.2.2	Legislação Aplicável	26
2.2.3	Desapropriação por utilidade pública.....	28
2.3	ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E AS NORMAS BRASILEIRAS	31
2.4	MÉTODO COMPARATIVO DIRETO DE DADOS DE MERCADO	33
2.4.1	Tratamento de Dados	34
2.4.1.1	<i>Tratamento por Fatores</i>	<i>34</i>
2.4.1.2	<i>Tratamento Científico</i>	<i>39</i>
2.5	TRATAMENTO CIENTÍFICO POR MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR.....	41
2.5.1	Escolha de Variáveis	41
2.5.1.1	<i>Tipos de Variáveis Independentes.....</i>	<i>42</i>
2.5.2	Regressão Linear Simples	43
2.5.3	Regressão Linear Múltipla	44
2.5.4	Formulação de Hipóteses	44
2.5.5	Pressupostos básicos para a escolha da equação de regressão	47
2.5.5.1	<i>Ausência de Micronumerosidade.....</i>	<i>48</i>
2.5.5.2	<i>Linearidade.....</i>	<i>49</i>
2.5.5.3	<i>Homocedasticidade</i>	<i>50</i>
2.5.5.4	<i>Normalidade.</i>	<i>51</i>
2.5.5.5	<i>Inexistência de pontos influenciantes e outliers.....</i>	<i>52</i>
2.5.5.6	<i>Ausência de multicolinearidade.</i>	<i>54</i>
2.5.5.7	<i>Verificação do coeficiente de correlação.</i>	<i>56</i>

2.5.5.8	<i>Análise dos Resíduos do Modelo</i>	57
2.5.5.9	<i>Análise da aderência por meio de gráfico de predição</i>	58
2.5.6	Grau de Precisão	58
2.5.7	Grau de fundamentação	59
2.6	<i>SOFTWARES PARA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS</i>	70
3	MÉTODO DE PESQUISA	71
3.1	<i>O PROBLEMA DA PESQUISA</i>	71
3.2	<i>ORGANIZAÇÃO E AÇÕES DA PESQUISA</i>	71
4	RESULTADOS E ANÁLISES	77
4.1	<i>GRUPO DE IMÓVEIS 01</i>	77
4.1.1	Os Laudos de Avaliações de Imóveis urbanos 01, 02 e 03 existentes – Grupo 01	83
4.1.2	Reelaboração dos Laudos existentes – Grupo 01	85
4.1.3	Laudos existentes x Laudos reelaborados – Grupo 01	89
4.1.4	Desapropriação de áreas com restrições	92
4.2	<i>GRUPO DE IMÓVEIS 02</i>	94
4.2.4	Os Laudos de Avaliações de Imóveis urbanos 01, 02 e 03 existentes – Grupo 02	98
4.2.5	Reelaboração dos Laudos existentes – Grupo 02	99
4.2.6	Laudos existentes x Laudos reelaborados – Grupo 02	105
4.3	<i>A APLICAÇÃO DA REGRESSÃO LINEAR COMO UMA FERRAMENTA PARA O TRATAMENTO DOS DADOS</i>	107
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
6	REFERÊNCIAS	111
	ANEXO A – RELATÓRIO ESTATÍSTICO EXEMPLO PRÁTICO 02	114
	ANEXO B – RELATÓRIO ESTATÍSTICO DA SIMULAÇÃO DO GRUPO 01	118
	ANEXO C – RELATÓRIO ESTATÍSTICO DA PRIMEIRA SIMULAÇÃO DO GRUPO 02	125
	ANEXO D – RELATÓRIO ESTATÍSTICO DA SEGUNDA SIMULAÇÃO DO GRUPO 02	130

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo aborda a temática da avaliação de imóveis e da engenharia de avaliação de forma panorâmica e apresenta a estruturação deste trabalho.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

Bens imóveis constituem uma parcela de bens da sociedade e por isso tem-se a necessidade da aplicação de técnicas avaliatórias como suporte para a tomada de decisões relativas ao uso e disposições desses bens (ABUNAHMAN, 2008).

A NBR 14.653:2019 – Parte 1 define como:

Engenharia de Avaliações: Conjunto de conhecimentos técnico-científicos especializados, aplicados à avaliação de bens por arquitetos ou engenheiros.

[...]

Avaliação de bens, de seus frutos e direitos: Análise técnica para identificar valores, custos ou indicadores de viabilidade econômica, para um determinado objetivo, finalidade e data, consideradas determinadas premissas, ressalvas e condições limitantes (ABNT, 2019, p. 2 e p. 4).

A avaliação profissional não se baseia no sentimento pessoal do avaliador, mas sim na análise técnica de dados considerando os critérios estabelecidos pelas normas da prática profissional (OLIVEIRA, 2009).

A principal finalidade da atividade avaliatória é estimar o valor de mercado de um bem, fundamentando assim decisões sobre esse imóvel. A NBR 14.653:2019 – Parte 1 define valor de mercado como sendo a “quantia mais provável pela qual se negociaria voluntária e conscientemente um bem, em uma data de referência, dentro das condições do mercado vigente” (ABNT, 2019, p. 7). O valor de mercado de um bem pode ser entendido então como o preço médio praticado nas vendas de bens semelhantes naquele momento e naquele mercado (CALDAS, 2006; OLIVEIRA, 2009).

Juízes e advogados, pessoas físicas e jurídicas, frequentemente necessitam da assistência dos engenheiros avaliadores para determinar os valores de mercado

de bens, gerando oportunidades de trabalho em áreas jurídicas e financeiras quando abordado assuntos específicos de competência técnica (OLIVEIRA, 2009). Segundo Abunahman (2008) a Engenharia de Avaliações pode ser aplicada em diversas situações, como:

- a) Na transferência de propriedade, ajudando vendedores a determinar preços de venda aceitáveis, ajudando compradores a decidir preços de ofertas, estabelecendo bases para permutas, entre outros.
- b) Na garantia de empréstimos sob forma de hipoteca.
- c) Na determinação de uma justa indenização nos casos de desapropriação.
- d) Na tomada de decisões sobre o bem imóvel, determinando oscilações de mercado, analisando alternativas de investimento, decidindo a viabilidade em cumprir metas propostas para investimentos, entre outros.
- e) Na determinação da base para taxações (impostos) e impostos sobre heranças e doações.
- f) Na definição do prêmio pago a seguradora, ou seja, determinar o valor que o segurado pagará a seguradora para contratação do seguro.
- g) Na determinação do justo valor locacional do imóvel.

O desenvolvimento urbano e a necessidade de levar à sociedade serviços de infraestrutura impõem às concessionárias de serviços públicos a execução de obras que passam por propriedades privadas. Diante disso, as concessionárias, com a autorização do Poder Público, adquirem para si a propriedade, mediante a declaração de utilidade pública, sendo necessário indenizar o proprietário do bem devido ao prejuízo a ele causado, esse processo é conhecido como Desapropriação ou Expropriação (LOPES, 2012; MARCONDES, 2008).

A desapropriação ocorre compulsoriamente em virtude do Decreto-Lei Nº 3.365, de 21 de junho de 1941, que em seu Artigo 3º declara que: “os concessionários de serviços públicos e os estabelecimentos de caráter público ou que exerçam funções delegadas de poder público poderão promover

desapropriações mediante autorização expressa, constante de lei ou contrato” (BRASIL, 1941).

À vista disso, as concessionárias de serviços públicos fazem uso da engenharia de avaliações por meio de perícias e laudos de avaliação mercadológica para garantir uma indenização justa, mantendo assim as relações comerciais congruentes entre as partes e o caráter técnico do serviço que presta à sociedade (CREA-PR, 2013; EBERLE *et al.*, 2017).

Um dos métodos empregados comumente para a avaliação de imóveis urbanos é o Método comparativo direto de dados de mercado com tratamento de dados por regressão linear. Este método aponta a tendência de formação do valor de mercado do imóvel por meio do tratamento científico das características dos elementos comparáveis constituintes da amostragem.

Segundo o Anexo A da NBR 14.653:2011 – Parte 2:

A técnica mais utilizada quando se deseja estudar o comportamento de uma variável dependente em relação a outras que são responsáveis pela variabilidade observada nos preços é a análise de regressão. No modelo linear para representar o mercado, a variável dependente é expressa por uma combinação linear das variáveis independentes (ABNT, 2011, p. 34).

Em engenharia de avaliações a variável dependente é representada essencialmente pelo preço praticado no mercado, podendo ser unitário ou total, e as variáveis independentes referem-se às características físicas (área, testada, profundidade, etc.), econômicas (oferta ou transação, negócio à vista ou a prazo, etc.) e de localização (bairro, logradouro, etc.) dos imóveis (DANTAS, 2012; ABNT, 2011).

O estudo da aplicação da Regressão Linear como modelo de tratamento dos dados pesquisados é importante para que se possa entender o comportamento deste modelo quando aplicado em diferentes situações, pois é tido como mais confiável que o tratamento de dados por fatores (DANTAS, 2012). Buscar-se-á no estudo entender como os aspectos teóricos da estatística são aplicados na prática da Engenharia de Avaliações, a identificação de quais as possíveis barreiras que impedem uma adoção mais ampla desse modelo de tratamento de dados e quais são as vantagens de usá-lo.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são subdivididos em objetivo geral e objetivos específicos.

1.2.1 Objetivo Geral.

Investigar a contribuição e a aplicação da regressão linear como modelo de tratamento dos dados usados na elaboração de Laudos de Avaliação Mercadológica de Imóveis Urbanos como ferramenta do Método comparativo direto de dados de mercado.

1.2.2 Objetivos Específicos.

Definiu-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Aprofundar os conhecimentos sobre os conceitos da Engenharia de Avaliações e da Regressão Linear.
- b) Apontar as vantagens e desvantagens do uso da Regressão Linear como modelo de tratamento de dados.
- c) Realizar um comparativo dos valores de indenização¹ obtido por meio da Regressão Linear com indenizações calculadas pela aplicação de fatores e conhecer como se dá a operacionalização das análises por Regressão Linear e suas condições de aplicação.

1.3 METODOLOGIA

Este estudo aplicado e de caráter qualitativo-exploratório pretende conhecer pormenorizadamente e demonstrar o funcionamento e a operacionalização da Regressão Linear na avaliação de imóveis urbanos. A partir de uma revisão de literatura os aspectos teóricos, normativos e legais relativos à necessidade de realização de laudos de avaliação e da técnica de análise da regressão linear foram

¹ A fim de facilitar o entendimento e a didática do presente trabalho, foram considerados como valores de indenização os valores contidos nos Laudos de Avaliação Mercadológica de Imóveis Urbanos usados no estudo e os valores obtidos através das simulações realizadas no *software* SISDEA, não sendo levados em consideração aspectos judiciais e o julgamento do Juiz.

conhecidos. Por meio de um estudo de caso de aplicação da regressão linear, avaliações de imóveis foram elaboradas utilizando o *software* SISDEA a partir dos dados de avaliações existentes em uma concessionária de serviços públicos do Estado de Goiás parceira da pesquisa. Estes dados existentes e seus resultados foram comparados com as análises por regressão linear. Buscou-se selecionar laudos heterogêneos para que se pudessem identificar o comportamento da regressão linear em diferentes situações.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é constituído de cinco capítulos, sendo que no Capítulo 1 são expostas as considerações iniciais, justificativas da pesquisa, objetivos e a organização da pesquisa adotada. É apresentada no Capítulo 2 uma revisão da literatura sobre a temática de avaliação de imóveis urbanos e suas técnicas. No Capítulo 3 é descrito o método de pesquisa aplicado, esclarecendo o quê, quando, como e onde o estudo foi realizado. No capítulo 4 estão descritos os dados coletados e a análise da reelaboração de Laudos de Avaliações de Imóveis Urbanos existentes em uma concessionária de serviços públicos de Goiás, com intuito de comparar os valores de indenização obtidos por meio da Regressão Linear e aqueles calculados por fatores, a fim de estudar os vários aspectos da aplicação da regressão linear na avaliação de imóveis urbanos. No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões, as considerações finais do estudo, suas contribuições e limitações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

São descritos os conceitos relativos à Engenharia de Avaliações, desapropriações e métodos de avaliação.

2.1 HISTÓRICO DA ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES

A Engenharia de Avaliações surgiu no Brasil no final da década de 1910, em virtude da promulgação da Lei das Terras, lei nº 601 de 1850. Essa lei permitiu que a terra fosse vista como uma propriedade particular, passando a ser um esteio econômico e até mesmo servindo como garantia para contratação de empréstimos bancários. Diante disso, as avaliações de imóveis precisaram ser resultado de uma análise criteriosa, envolvendo conhecimentos de natureza técnica e científica de competência específica de engenheiros de vários ramos (EBERLE *et al.*, 2017; IBAPE, 2014).

No Brasil os primeiros estudos sobre técnica avaliatória foram publicados em 1918 e na década de 1930, com o Decreto-Lei-Federal nº 23.569 de 11/12/1933, que regulamentou o exercício das profissões de engenheiro, arquiteto e agrimensor. Ficou reservada a esses profissionais a atribuição de serem especialistas em perícias e arbitramentos na determinação do valor de um bem, de seus frutos e direitos (NADALINI; CARVALHO, 2017; EBERLE *et al.*, 2017; IBAPE, 2014).

A administração do Prefeito de São Paulo Francisco Prestes Maia entre 1938 e 1945, implementou um plano urbanístico com extensas intervenções viárias, demandando inúmeras desapropriações, o que também contribuiu para que se consolidasse a técnica avaliatória como uma atividade especializada de engenheiros e arquitetos, dela afastando a avaliação leiga, sem respaldo técnico-profissional (IBAPE, 2014).

Nos anos 50 do século XX, foram fundados no Rio de Janeiro, o Instituto de Engenharia Legal (IEL) e, em São Paulo, o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), duas sociedades civis organizadas com o fim de coordenar, estudar e defender os interesses da classe dos engenheiros que trabalham em Engenharia Legal e Engenharia de Avaliações. Em 1995, tais

entidades se reuniram sob a designação de Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia Nacional (IBAPE), organizando-se de forma federada com 23 representações estaduais e alinhando-se à UPAV (União Pan-americana de Associações de Avaliação) e ao IVSC (*International Valuation Standards Council*), interagindo em escala internacional com o intuito de consolidar conceitos e procedimentos que devem reger a elaboração de trabalhos avaliatórios (EBERLE *et al.*, 2017; IBAPE, 2014).

2.2 DESAPROPRIAÇÃO E A ENGENHARIA DE AVALIAÇÃO

O jurista Hely Lopes Meirelles define que:

Desapropriação ou expropriação é a transferência compulsória da propriedade particular para o Poder Público ou seus delegados, por necessidade ou utilidade pública, ou por interesse social, mediante prévia e justa indenização e, ainda, por desatendimento a normas do Plano Diretor (desapropriação – sanção, art. 182, § 4º, III, da CF), neste caso com pagamento em títulos da dívida pública municipal, aprovados pelo Senado Federal (MEIRELLES, 1994, p.303).

Em outras palavras, a desapropriação ocorre quando o Estado carece de uma propriedade particular para fins de interesse público e com isso obriga o proprietário do bem a transferir-lhe o domínio do imóvel por meio da justa indenização (JÚNIOR, 1972).

O princípio da supremacia de interesse público estabelece que os interesses públicos predominam sobre os interesses privados. Dessa forma a desapropriação atua no caráter perpétuo do direito de propriedade o substituindo pela justa indenização, exceto em casos de desapropriação de glebas nocivas², que não cabe indenizações (HARADA, 2015).

Sendo a desapropriação um ato que envolve indenização, a avaliação do bem e o proporcionamento justo da indenização resultam do trabalho metodológico, lógico e bem definido da Engenharia de Avaliações.

² Glebas nocivas: glebas de terras onde se encontram culturas ilegais de plantas psicotrópicas (BRASIL, 1988).

2.2.1 Direito de Propriedade

O direito de propriedade é o direito de gozar e de dispor de um bem de maneira absoluta, desde que não se desrespeite leis e regulamentos. A propriedade possui um caráter perpétuo, ou seja, com a morte do proprietário o domínio do imóvel é transferido aos seus herdeiros (HARADA, 2015).

O Artigo 1.228 do Código Civil prescreve: “o proprietário tem a faculdade de usar, gozar e dispor da coisa, e o direito de reavê-la do poder de quem quer que injustamente a possua ou detenha” (BRASIL, 2002).

O absolutismo, a exclusividade e a irrevogabilidade do direito de propriedade vêm sofrendo limitações devido às intervenções do poder público, que restringe a liberdade individual, subordinando o direito de propriedade às necessidades do bem comum. Têm-se como exemplos dessas limitações de ordem legal: a proteção do patrimônio histórico e artístico, as restrições previstas nas leis de uso e ocupação do solo urbano e urbanizável, a proteção da ecologia e preservação ambiental, entre outras. Portanto, é possível reconhecer que o conceito de propriedade está ligado à justiça social e que a propriedade deixou de ter uma base individualista e passou a ter uma finalidade social (HARADA, 2015).

2.2.2 Legislação Aplicável

Para a garantia da propriedade a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 dispõe:

Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes:

XXII - é garantido o direito de propriedade;

XXIII - a propriedade atenderá a sua função social;

XXIV - a lei estabelecerá o procedimento para desapropriação por necessidade ou utilidade pública, ou por interesse social, mediante justa e prévia indenização em dinheiro, ressalvados os casos previstos nesta Constituição;

XXV - no caso de iminente perigo público, a autoridade competente poderá usar de propriedade particular, assegurada ao proprietário indenização ulterior, se houver dano;

[...]

Art. 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

§ 1º O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

§ 2º A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor.

§ 3º As desapropriações de imóveis urbanos serão feitas com prévia e justa indenização em dinheiro.

§ 4º É facultado ao Poder Público municipal, mediante lei específica para área incluída no plano diretor, exigir, nos termos da lei federal, do proprietário do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, que promova seu adequado aproveitamento, sob pena, sucessivamente, de:

I - parcelamento ou edificação compulsórios;

II - imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana progressivo no tempo;

III - desapropriação com pagamento mediante títulos da dívida pública de emissão previamente aprovada pelo Senado Federal, com prazo de resgate de até dez anos, em parcelas anuais, iguais e sucessivas, assegurados o valor real da indenização e os juros legais (BRASIL, 1988).

A Carta Magna Vigente não aboliu o direito de propriedade, contudo determinou a possibilidade de retirar o caráter perpétuo do imóvel através da desapropriação. O texto constitucional estabelece três diferentes hipóteses de desapropriações permitidas: a desapropriação de propriedade que cumpre a função

social³, a desapropriação de propriedade que não cumpre a função social⁴, distinguindo as propriedades urbanas das rurais, e a desapropriação de propriedade nociva à coletividade⁵ (HARADA, 2015).

A desapropriação de propriedade que cumpre a função social ocorre em casos de necessidade ou utilidade pública e em casos de interesse social. Este estudo concentra-se em situações de desapropriação por necessidade ou utilidade pública.

O Decreto-lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941 dispõe sobre desapropriação por utilidade pública. A Lei nº 4.132, de 10 de setembro de 1962 define os casos de desapropriação por interesse social e dispõe sobre sua aplicação. O Decreto-lei nº 1.075, de 22 de janeiro de 1970 regula a imissão de posse, *initio litis*, em imóveis residenciais urbanos. A Lei nº 8.257, de 26 de novembro de 1991 dispõe sobre a expropriação das glebas nas quais se localizem culturas ilegais de plantas psicotrópicas e dá outras providências. Por fim, a Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993 dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal.

2.2.3 Desapropriação por utilidade pública

A utilidade pública ocorre quando se transfere o domínio da propriedade privada ao poder público para atender ao interesse coletivo. Kiyoshi Harada afirma que:

A dicotomia prevista no art. 590 do Código Civil de 1916 - necessidade pública e utilidade pública - desapareceu com o advento do Decreto-Lei nº

³ Desapropriação de propriedade que cumpre a função social: no caso de propriedades urbanas, são aquelas que atendem às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor, onde a desapropriação só pode ocorrer por necessidade ou utilidade pública, ou por interesse social, como exemplo desses casos tem-se: a desapropriação de uma área para a abertura, conservação e melhoramento de vias ou logradouros públicos (HARADA, 2015; BRASIL, 1988; BRASIL, 1941).

⁴ Como exemplo de propriedades que não cumprem função social tem-se: propriedades urbanas que não atendem às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor; propriedades rurais que fazem uso do trabalho escravo, que não respeitam a legislação trabalhista (BRASIL, 1988).

⁵ Como exemplo de propriedades nocivas tem-se glebas de terras onde se encontram culturas ilegais de plantas psicotrópicas (BRASIL, 1988).

3.365, de 21-7-1941, o qual fundiu, em seu art. 5º, as duas espécies sob a denominação de utilidade pública (HARADA, 2015, p.17).

O Decreto-Lei nº 3.365/41 estabelece que:

Art. 1º A desapropriação por utilidade pública regular-se-á por esta lei, em todo o território nacional.

Art. 2º Mediante declaração de utilidade pública, todos os bens poderão ser desapropriados pela União, pelos Estados, Municípios, Distrito Federal e Territórios.

§ 2º Os bens do domínio dos Estados, Municípios, Distrito Federal e Territórios poderão ser desapropriados pela União, e os dos Municípios pelos Estados, mas, em qualquer caso, ao ato deverá preceder autorização legislativa.

Art. 3º Os concessionários de serviços públicos e os estabelecimentos de caráter público ou que exerçam funções delegadas de poder público poderão promover desapropriações mediante autorização expressa, constante de lei ou contrato.

Art. 5º Consideram-se casos de utilidade pública:

- a) a segurança nacional;
- b) a defesa do Estado;
- c) o socorro público em caso de calamidade;
- d) a salubridade pública;
- e) a criação e melhoramento de centros de população, seu abastecimento regular de meios de subsistência;
- f) o aproveitamento industrial das minas e das jazidas minerais, das águas e da energia hidráulica;
- g) a assistência pública, as obras de higiene e decoração, casas de saúde, clínicas, estações de clima e fontes medicinais;
- h) a exploração ou a conservação dos serviços públicos;
- i) a abertura, conservação e melhoramento de vias ou logradouros públicos; a execução de planos de urbanização; o parcelamento do solo, com ou sem edificação, para sua melhor utilização econômica, higiênica ou estética; a construção ou ampliação de distritos industriais;

- j) o funcionamento dos meios de transporte coletivo;
- k) a preservação e conservação dos monumentos históricos e artísticos, isolados ou integrados em conjuntos urbanos ou rurais, bem como as medidas necessárias a manter-lhes e realçar-lhes os aspectos mais valiosos ou característicos e, ainda, a proteção de paisagens e locais particularmente dotados pela natureza;
- l) a preservação e a conservação adequada de arquivos, documentos e outros bens moveis de valor histórico ou artístico;
- m) a construção de edifícios públicos, monumentos comemorativos e cemitérios;
- n) a criação de estádios, aeródromos ou campos de pouso para aeronaves;
- o) a reedição ou divulgação de obra ou invento de natureza científica, artística ou literária;
- p) os demais casos previstos por leis especiais.

Art. 6º A declaração de utilidade pública far-se-á por decreto do Presidente da República, Governador, Interventor ou Prefeito.

Art. 7º Declarada a utilidade pública, ficam as autoridades administrativas autorizadas a penetrar nos prédios compreendidos na declaração, podendo recorrer, em caso de oposição, ao auxílio de força policial. Àquele que for molestado por excesso ou abuso de poder, cabe indenização por perdas e danos, sem prejuízo da ação penal (BRASIL, 1941).

O decreto de declaração de utilidade pública emitido pela Chefia do Executivo deverá conter a descrição do bem objeto da desapropriação, a indicação do inciso legal em que se enquadra a desapropriação e a destinação a ser dada ao bem a ser desapropriado, além de ter que ser publicado em órgão oficial. Vale ressaltar, que o decreto tem validade de cinco anos, contados da data de sua publicação. A declaração de utilidade pública não obriga o Poder Público a efetuar a desapropriação (HARADA, 2015; FIKER, 2019).

2.3 ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E AS NORMAS BRASILEIRAS

As primeiras normas de avaliação foram elaboradas a partir da década de 1950, devido à criação de entidades profissionais dedicadas a propagação da técnica avaliatória (ABNT, 2019).

A NB 502⁶, dedicada à avaliação de imóveis urbanos e elaborada em 1977, previa três níveis de rigor que eram: o “expedito”, o “de precisão” e o “de precisão rigorosa”, inserido ainda a possibilidade das avaliações serem feitas por meio de estatística indutiva⁷. As avaliações com rigor “expedito” eram uma simples opinião de valor, sem a necessidade da comprovação do resultado, já as “de precisão” tinham como característica principal o fato de serem conduzidas por estatística descritiva⁸. As avaliações “de precisão rigorosa” seriam feitas por meio de inferência estatística (ABNT, 2019; IBAPE, 2014; OLIVEIRA, 2009).

No ano de 1998, iniciou-se uma nova etapa com o Projeto da ABNT NBR 14.653, que entrou em vigor em 2004, sob o título geral “Avaliações de bens”, contendo às seguintes partes (ABNT, 2019):

- Parte 1: Procedimentos gerais;
- Parte 2: Imóveis urbanos;
- Parte 3: Imóveis Rurais;
- Parte 4: Empreendimentos;
- Parte 5: Máquinas, equipamentos, instalações e bens industriais em geral;
- Parte 6: Recursos naturais e ambientais;
- Parte 7: Patrimônios históricos.

⁶ Segundo a NBR 14.653:2019 – Parte 1 “a NB 502 foi revisada na década de 1980 e registrada no Inmetro, em 1989 como ABNT NBR 5.676” (ABNT, 2019, p. vii).

⁷ “Estatística indutiva ou inferência: que apresenta conclusão em relação a um grupo maior com base nos dados de um grupo menor, porém esta análise está associada a uma probabilidade de erro conhecido por grau de incerteza.” (VIEIRA, 2020).

⁸ “Estatística descritiva: que descreve e analisa um certo grupo sem tirar quaisquer conclusões ou inferências sobre um grupo maior.” (VIEIRA, 2020).

A NBR 14.653:2004 – Parte 2 seguiu o mesmo senso de sua predecessora, a NBR 5.676 de 1989, com significativo avanço, principalmente na utilização de modelos de regressão linear no tratamento de dados amostrais para o Método comparativo direto de dados de mercado em detrimento do tratamento de dados por fatores⁹, prevendo graus de fundamentação e precisão para distinguir e classificar os trabalhos em Grau I, II ou III, sendo que quanto maior o grau, mais rigorosa é a avaliação (IBAPE, 2014; OLIVEIRA, 2009).

A regressão linear é a técnica estatística apropriada quando se deseja determinar o comportamento de uma variável em relação a outras. Uma vez que essa nova versão da norma estabeleceu que para a utilização dos fatores na homogeneização da amostra seria necessário que os mesmos fossem fundamentados por metodologia científica, regionalizados e contemporâneos à data da avaliação (com prazo máximo de quatro anos), a aplicação do tratamento de dados por fatores tornou-se trabalhosa. Além disso, o avanço tecnológico permitiu a criação de *softwares* para o cálculo das equações de regressão, tornando o uso do tratamento científico dos dados vantajoso para os avaliadores, pois traz respaldo normativo e minimiza a subjetividade e a imprecisão (DANTAS, 2012; SALGADO, 2017).

A NBR 14.653:2019 – Parte 1 estabelece métodos para se identificar o valor de um bem, de seus frutos e direitos, o custo de um bem e indicadores de viabilidade para a utilização econômica de um empreendimento em um imóvel.

O valor de um bem se dá devido suas características, raridade e utilização, sendo suscetível de análise e influenciável por condições de oferta e procura. Como metodologia disponível para identificá-lo são recomendados o Método comparativo direto de dados de mercado, o Método involutivo, Método evolutivo e o Método da capitalização da renda (FIKER, 2011; ABNT, 2019).

O custo de um bem é todo gasto necessário para produzi-lo, mantê-lo ou adquiri-lo. A norma apresenta como metodologias disponíveis para a identificação do

⁹ O tratamento de dados por fatores pode ser definido como tratamento onde se utiliza a aplicação de fatores e critérios, fundamentados por estudos, para homogeneização de dados da amostra e posterior análise estatística dos resultados homogeneizados (ABNT, 2011).

custo de um bem o Método comparativo direto de custo e o Método da quantificação de custo (ABNT, 2019).

Indicadores de viabilidade da utilização econômica de um empreendimento são baseados no fluxo de caixa projetado, no valor presente líquido, tempo de retorno, entre outros. Tendo como objetivo analisar os custos e benefícios de um empreendimento e certificando-se que é economicamente viável (ABNT, 2019).

A NBR 14.653:2011 – Parte 2 visa detalhar os procedimentos para avaliações de imóveis urbanos, glebas urbanizáveis, unidades padronizadas e servidões urbanas, definindo a metodologia básica e os requisitos fundamentais para execução de laudos de avaliação.

Como o objeto de estudo desse trabalho é a avaliação mercadológica de imóveis urbanos, destacam-se as prescrições estabelecidas pela NBR 14.653 - Partes 1 (ABNT, 2019) e 2 (ABNT, 2011) e particularmente o Método Comparativo Direto de Dados do Mercado.

2.4 MÉTODO COMPARATIVO DIRETO DE DADOS DE MERCADO

A NBR 14.653:2019 – Parte 1 define o Método comparativo direto de dados do mercado como sendo aquele que “identifica o valor de mercado do bem por meio de tratamento técnico dos atributos dos elementos comparáveis, constituintes da amostra” (ABNT, 2019, p. 14), em outras palavras, o valor do bem é estimado através da comparação com dados de mercado que possuem características intrínsecas e extrínsecas semelhantes ao do imóvel que será avaliado (DANTAS, 2012).

Dantas (2012) esclarece que o Método comparativo direto de dados de mercado e o Método comparativo direto de custo são os únicos métodos diretos, ou seja, quando aplicados obtêm-se o resultado da avaliação sem depender de qualquer outro método. Já os demais métodos de avaliação apontados pela NBR 14.653:2019 são indiretos e exigem, de alguma forma, resultados dos métodos diretos para realização da avaliação.

Para avaliar é necessário vistoriar o imóvel e seu entorno (a região envolvente), a fim de identificar as características que orientaram a coleta de dados,

como aspectos físicos, locacionais, tendências mercadológicas, vocação, etc. Após a vistoria e caracterização do bem é possível indicar as variáveis que irão exercer influência na formação do seu valor.

A NBR 14.653:2019 – Parte 1 afirma que:

O profissional da engenharia de avaliações, para alcançar o máximo de representatividade da amostra, deve especificar claramente as características dos imóveis que compõem a população pesquisada, tomando como referência as características do imóvel em avaliação (ABNT, 2019, p. 14).

2.4.1 Tratamento de Dados

Identificadas as variáveis, parte-se então para o levantamento de dados do mercado, que é o momento em que se investiga o mercado imobiliário para a obtenção dos dados que comporão a amostra que servirá como base para avaliação. Frequentemente a amostra é constituída de imóveis com características heterogêneas entre si e em relação ao bem que será avaliado, por isso faz-se necessário realizar o tratamento dos dados coletados (DANTAS, 2012). De acordo com a NBR 14.653:2011 – Parte 2, “no tratamento dos dados podem ser utilizados, alternativamente e em função da qualidade e da quantidade de dados e informações disponíveis, o tratamento por fatores ou o tratamento científico” (ABNT, 2011, p.15).

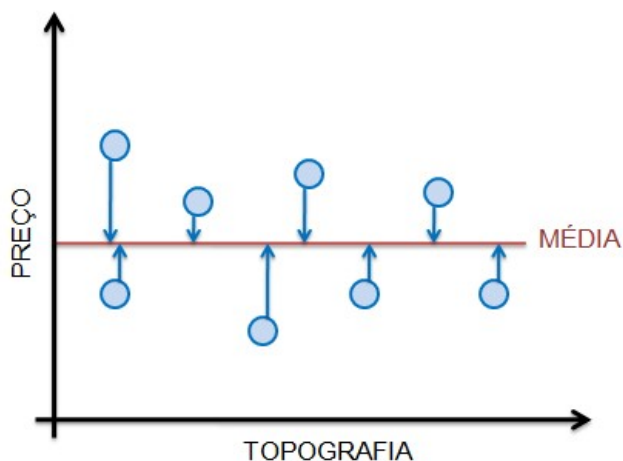
2.4.1.1 *Tratamento por Fatores*

A NBR 14.653:2011 – Parte 2 estabelece que “o tratamento por fatores é aplicável a uma amostra composta por dados de mercado com as características mais próximas possíveis do imóvel avaliando” (ABNT, 2011, p. 16), o que quer dizer que os dados da amostra devem ter homogeneidade.

A aplicação de fatores de homogeneização fundamentados seguidos de análise estatística é a estratégia de cálculo que permite a redução das diferenças existentes entre os dados de mercado e o bem que será avaliado. Os fatores são empregados para ajustar os dados de mercado à média, como representado na Figura 1. São exemplos de fatores de homogeneização: o fator contemporaneidade

(FC), fator fonte (FF), fator testada (FT), fator profundidade (FP) e fator melhoramento (FM) (DANTAS, 2012; OLIVEIRA, 2017).

Figura 1 – Tratamento dos dados por fatores.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na Figura 1 é representado um plano cartesiano, onde o eixo das ordenadas corresponde ao preço unitário (variável dependente) e o eixo das abscissas corresponde à característica topografia (variável independente). Através da aplicação dos fatores busca-se colocar pesos na característica topografia dos imóveis que compõem a amostra, para compensar a variação dos preços em função desta característica. Essa transformação matemática expressa a diferença entre a topografia dos dados de mercado e a topografia do bem que será avaliado.

A NBR 14.653:2011 – Parte 2 determina que:

Os fatores devem ser calculados por metodologia científica, justificados do ponto de vista teórico e prático, com inclusão de validação, quando pertinente. Devem caracterizar claramente sua validade temporal e abrangência regional e ser revisados no prazo máximo de quatro anos ou em prazo inferior, sempre que for necessário (ABNT, 2011, p. 16).

a) Exemplo prático 1:

Para entendimento do tratamento por fatores é apresentado o exemplo prático 1 que busca a determinação do valor de um lote (fictício) de 440,00 m², dessa forma, cabe ressaltar que todos os dados utilizados como: área total, preço total praticado

no mercado, preço unitário praticado no mercado e fatores homogeneizantes são fictícios e foram adotados apenas para caracterização do exemplo.

A NBR 14.653:2011 – Parte 2 em seu Anexo B determina que "para a utilização deste tratamento, considera-se como dado de mercado com atributos semelhantes aqueles em que cada um dos fatores de homogeneização, calculados em relação ao avaliando ou ao paradigma, estejam contidos entre 0,5 e 2,00" (ABNT, 2011, p. 40). Ou seja, os fatores aplicados devem variar de 0,5 a 2,00, sendo 0,5 o valor mínimo e 2,00 o valor máximo. Quando a característica do imóvel que será avaliado é idêntica a característica do dado da amostra, adota-se o fator igual a 1,0. Quando o imóvel avaliando possui uma característica melhor que a característica do dado da amostra, adota-se o fator maior que 1,0. Por fim, quando o imóvel avaliando possui uma característica pior que a característica do dado da amostra, adota-se o fator menor que 1,0. Por se tratar de um exemplo fictício, adotou-se os fatores oferta, localização e topografia de forma aleatória, mas em avaliações reais é preciso adotar fatores referentes as características que mais explicam a variação dos preços praticados no mercado e que sejam fundamentados por metodologia científica, regionalizados e contemporâneos a data da avaliação.

Na Tabela 1 encontram-se os dados que compõem a amostra, suas características e os valores considerados para os fatores de homogeneização.

Tabela 1 – Dados que compõem a amostra, suas características e os fatores de homogeneização.

DADOS	ÁREA (m ²)	PREÇO TOTAL PRATICADO NO MERCADO ¹⁰ (R\$)	PREÇO UNITÁRIO PRATICADO NO MERCADO ¹¹ (R\$/m ²)	FATORES HOMOGENEIZANTES				VALOR UNITÁRIO AJUSTADO (R\$/m ²)
				F _o	F _{lo}	F _{top}	F _{hom}	
01	380,00	R\$ 85.000,00	R\$ 223,68	0,9	1,4	1,4	1,260	R\$ 394,58
02	380,00	R\$ 125.000,00	R\$ 328,95	0,9	1,0	1,0	0,900	R\$ 296,05
03	740,00	R\$ 150.000,00	R\$ 202,70	0,9	1,4	1,4	1,764	R\$ 357,57
04	380,00	R\$ 310.000,00	R\$ 815,79	0,9	1,0	1,0	0,900	R\$ 734,21
05	520,00	R\$ 125.000,00	R\$ 240,38	0,9	1,4	1,0	1,764	R\$ 302,88

(Continua)

¹⁰Preço total praticado no mercado: é o preço pelo qual os imóveis disponíveis no mercado imobiliário, ou seja, aqueles que estão à venda, são anunciados na *internet* ou por corretores de imóveis.

¹¹ Preço unitário praticado no mercado: é encontrado dividindo o preço total praticado no mercado pela área total do imóvel.

(Continuação)

DADOS	ÁREA (m ²)	PREÇO TOTAL PRATICADO NO MERCADO(R\$)	PREÇO UNITÁRIO PRATICADO NO MERCADO(R\$/m ²)	FATORES HOMOGENEIZANTES				VALOR UNITÁRIO AJUSTADO (R\$/m ²)
				F _O	F _{lo}	F _{top}	F _{hom}	
06	820,00	R\$ 71.000,00	R\$ 86,59	0,9	1,8	1,0	1,620	R\$ 140,27
07	500,00	R\$ 120.000,00	R\$ 240,00	0,9	1,4	1,4	1,764	R\$ 423,36
08	440,00	R\$ 132.000,00	R\$ 300,00	0,9	1,4	1,0	1,260	R\$ 378,00
09	740,00	R\$ 230.000,00	R\$ 310,81	0,9	1,0	1,0	0,900	R\$ 279,73
10	500,00	R\$ 58.000,00	R\$ 116,00	0,9	1,8	1,4	1,260	R\$ 263,09
MÉDIA DOS PREÇOS UNITÁRIOS PRATICADOS NO MERCADO(R\$/m ²)		R\$ 286,49	MÉDIA HOMOGENEIZADA (R\$/m ²)		R\$ 356,97			

Fonte: Elaborado pela autora.

Fator de Oferta (F_O): foi considerado que todos os imóveis constituintes da amostra estão anunciados há aproximadamente 50 dias, por isso, considerou-se o fator de oferta igual a 0,9.

Fator de localização (F_{lo}): foi considerado que o imóvel a ser avaliado possui uma localização muito melhor que os imóveis 06 e 10, por isso, adotou-se o fator de localização igual a 1,8 para esses imóveis. Em relação aos imóveis 01, 03, 05, 07 e 08 o imóvel a ser avaliado possui a localização consideravelmente melhor, diante disso, adotou-se o fator localização igual a 1,4. Por fim, considerou-se que os imóveis 02, 04 e 09 possuem a localização idêntica ao imóvel que será avaliado então adotou-se o fator localização igual a 1,0.

Fator de topografia (F_{top}): foi considerado que o imóvel a ser avaliado possui uma topografia plana, que nessa situação é melhor que a topografia acidentada dos imóveis 01, 03, 07 e 10, diante disso adotou-se o fator de topografia igual a 1,4. Já em relação aos imóveis 02, 04, 05, 06, 08 e 09, o imóvel que será avaliado possui uma topografia idêntica a deles, adotando-se o fator topografia igual a 1,0.

O fator homogeneizante (F_{hom}) é dado pela multiplicação dos fatores utilizados na avaliação, nesse exemplo têm-se:

$$F_{hom} = F_O \times F_{lo} \times F_{top} \quad (1)$$

O valor unitário ajustado (R\$/m²) é dado por:

$$\text{Valor ajustado} = \text{Preço unitário praticado no mercado} \times F_{hom} \quad (2)$$

Após a homogeneização da amostra é possível calcular a média dos valores unitários ajustados, nesse exemplo obteve-se o valor de R\$/m² 356,97.

A NBR 14.653:2011 – Parte 2 estabelece que após a homogeneização da amostra é necessário realizar o saneamento da amostra, eliminando dados discrepantes. Diante disso, devem ser removidos todos os dados que apresentam valor unitário ajustado menor que a metade ou maior que o dobro de seu preço unitário praticado no mercado e da média dos preços unitários praticados no mercado (ABNT, 2011). Nas Tabelas 2 e 3 é demonstrada essa análise.

Tabela 2 – Análise do valor unitário ajustado menor que a metade ou maior que o dobro de seu preço unitário praticado no mercado.

DADOS	METADE DO PREÇO UNITÁRIO PRATICADO NO MERCADO (R\$/m ²)		VALOR UNITÁRIO AJUSTADO (R\$/m ²)		DOBRO DO PREÇO UNITÁRIO PRATICADO NO MERCADO (R\$/m ²)
1	R\$ 111,84	<	R\$ 394,58	<	R\$ 447,37
2	R\$ 164,47	<	R\$ 296,05	<	R\$ 657,89
3	R\$ 101,35	<	R\$ 357,57	<	R\$ 405,41
4	R\$ 407,89	<	R\$ 734,21	<	R\$ 1.631,58
5	R\$ 120,19	<	R\$ 302,88	<	R\$ 480,77
6	R\$ 43,29	<	R\$ 140,27	<	R\$ 173,17
7	R\$ 120,00	<	R\$ 423,36	<	R\$ 480,00
8	R\$ 150,00	<	R\$ 378,00	<	R\$ 600,00
9	R\$ 155,41	<	R\$ 279,73	<	R\$ 621,62
10	R\$ 58,00	<	R\$ 263,09	>	R\$ 232,00

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 3 – Análise do valor unitário ajustado menor que a metade ou maior que o dobro da média dos preços unitários praticados no mercado.

DADOS	METADE DA MÉDIA DOS PREÇOS UNITÁRIOS PRATICADOS NO MERCADO (R\$/m ²)		VALOR UNITÁRIO AJUSTADO (R\$/m ²)		DOBRO DA MÉDIA DOS PREÇOS UNITÁRIOS PRATICADOS NO MERCADO (R\$/m ²)
1	R\$ 143,25	<	R\$394,58	<	R\$ 572,98
2	R\$ 143,25	<	R\$ 296,05	<	R\$ 572,98
3	R\$ 143,25	<	R\$ 357,57	<	R\$ 572,98
4	R\$ 143,25	<	R\$ 734,21	>	R\$ 572,98

(Continua)

(Continuação)

DADOS	METADE DA MÉDIA DOS PREÇOS UNITÁRIOS PRATICADOS NO MERCADO (R\$/m²)		VALOR UNITÁRIO AJUSTADO (R\$/m²)		DOBRO DA MÉDIA DOS PREÇOS UNITÁRIOS PRATICADOS NO MERCADO (R\$/m²)
5	R\$143,25	<	R\$302,88	<	R\$572,98
6	R\$143,25	>	R\$140,27	<	R\$572,98
7	R\$ 143,25	<	R\$423,36	<	R\$572,98
8	R\$ 143,25	<	R\$378,00	<	R\$572,98
9	R\$ 143,25	<	R\$279,73	<	R\$572,98
10	R\$143,25	<	R\$263,09	<	R\$572,98

Fonte: Elaborado pela autora.

Após as análises é possível concluir que os imóveis 04, 06 e 10 são dados discrepantes, logo não serão considerados no cálculo da média saneada. O valor encontrado para a média saneada foi de R\$/m² 347,45. O valor do imóvel objeto da avaliação é dado por:

$$\text{Valor do imóvel (R\$)} = \text{Área total} \times \text{Média saneada} \quad (3)$$

$$\text{Valor do imóvel (R\$)} = 440,00 \times 347,45$$

$$\text{Valor do imóvel (R\$)} = 152.878,00$$

2.4.1.2 Tratamento Científico

No tratamento científico devem ser empregadas ferramentas de inferência estatística com o intuito de encontrar modelos que expliquem o mercado imobiliário. Estes modelos são representados por meio de equações matemáticas. As tendências do mercado são deduzidas pelos dados de mercados que constituem a amostra e são coletados especificamente na mesma região do bem que será avaliado (DANTAS, 2012).

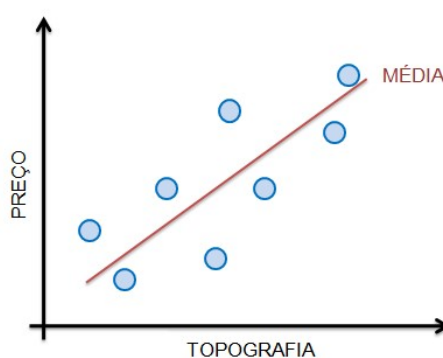
A NBR 14.653 – Parte 2 cita como uma opção de ferramentas analíticas para tratamento científico dos dados os modelos de regressão linear, podendo ser simples ou múltipla (ABNT, 2011).

Ao lançar os dados do mercado em um plano cartesiano é possível apreciar, de forma visual, o modelo desejado (DANTAS, 2012). Na regressão linear, como estratégia de tratamento científica de dados, a chamada variável dependente, que

na maioria dos casos é o preço unitário (R\$/m²), fica no eixo das ordenadas e as variáveis que influenciam na formação do valor do bem a ser avaliado, também conhecidas como variáveis independentes, ficam no eixo das abscissas.

No tratamento de dados por análise de regressão o intuito é encontrar uma média que mais se aproxima dos dados de mercado, como é mostrado na Figura 2. Os modelos ideais são aqueles que apresentam condições favoráveis de linearidade, homocedasticidade, com tendências fortes (retas com ângulos acentuados) (DANTAS, 2012; OLIVEIRA, 2017).

Figura 2 – Tratamento de dados por análise de regressão.



Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo Dantas (2012) no tratamento científico a estimativa do valor do imóvel é realizada utilizando-se modelos elaborados especificamente para avaliação do bem a ser avaliado. Os modelos resultam em uma equação matemática que relaciona as características do imóvel avaliando, o que imprime maior nível de precisão e fundamentação ao trabalho de avaliação. O tratamento científico contrapõe-se ao tratamento de dados por fatores, pois a utilização generalizada dos fatores de homogeneização tende a acarretar uma sensível perda do nível de precisão das avaliações.

O método científico pode ser considerado algo como um telescópio: diferentes lentes, aberturas e distâncias focais produzirão formas diversas de ver a natureza (mercado). O uso de apenas uma vista (um dado) não oferecerá uma representação adequada do espaço total que se deseja compreender (mercado). Talvez diversas vistas parciais (uma amostra) permitam elaborar um “mapa” tosco (modelo) da totalidade procurada (população) (DANTAS, 2012, p. 47).

2.5 TRATAMENTO CIENTÍFICO POR MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR

A análise de regressão é uma das técnicas da ciência estatística utilizada para a análise de dados. O termo regressão foi usado pela primeira vez por *Sir Francis Galton* (1822 - 1911), no estudo que relacionava as estaturas de crianças às estaturas de seus pais, através de um modelo matemático. A análise de regressão ou modelo de regressão é uma equação matemática que fornece uma relação linear, ou seja, uma linha reta entre duas variáveis, comumente chamadas de variável independente (x) e variável dependente (y). Como na maioria dos casos, a relação entre as variáveis independente e dependente não é exata, é necessário levar em consideração a ausência de outras variáveis no modelo e acrescentar o erro aleatório designada pela letra “e” (RAMOS, 2021).

Na Engenharia de avaliações a variável dependente na maioria dos casos é o preço unitário (R\$/m²) e as variáveis independentes são as características que influenciam na formação do valor do bem a ser avaliado.

2.5.1 Escolha de Variáveis

Entende-se por variável uma grandeza que assume valores diferentes em diferentes pontos de observação, podendo ser dependente ou independente (DANTAS, 2012).

Na Engenharia de Avaliações consideram-se como variáveis independentes aquelas que afetam e explicam a variável dependente, em outras palavras, são as características influenciadoras sobre a formação dos preços de mercado de um bem.

A NBR 14.653 – Parte 2 estabelece que “as variáveis independentes referem-se às características físicas (por exemplo, área, frente), de localização (como bairro, logradouro, distância ao pólo de influência, entre outros) e econômicas (como oferta ou transação, época e condição do negócio – à vista ou à prazo)” (ABNT, 2011, p. 13).

Já a variável dependente é aquela afetada ou explicada pelas variáveis independentes, ou seja, mudam de acordo com as alterações nas variáveis independentes. Considera-se geralmente como variável dependente o preço

praticado no mercado, podendo ser o preço total (R\$) ou o preço unitário (R\$/m²) (DANTAS, 2012).

2.5.1.1 *Tipos de Variáveis Independentes*

a) Variáveis Quantitativas:

A NBR 14.653 – Parte 2 define como variáveis quantitativas aquelas que podem ser medidas ou contadas. Em outras palavras, são aquelas que podem ser quantificadas por meio de instrumentos de medida ou por contagem, como exemplo têm-se: a área, frente, distância a um pólo valorizante, número de quartos sociais, quantidade de pavimentos do edifício, etc. (ABNT, 2011; DANTAS, 2012).

b) Variáveis Qualitativas:

A NBR 14.653 – Parte 1 define como variáveis qualitativas aquelas “que não podem ser medidas ou contadas, mas apenas ordenadas ou hierarquizadas, de acordo com atributos inerentes ao bem” (ABNT, 2019, p. 8).

Para quantificação das variáveis qualitativas é preciso estabelecer uma codificação. Ou seja, algumas respostas, para ser ponderadas, necessitam ser transformadas em códigos numéricos (DANTAS, 2012). A NBR 14.653 – Parte 2 estabelece que as diferenças qualitativas das características dos imóveis podem ser especificadas na seguinte ordem de prioridade:

b.1) Pelo emprego de tantas variáveis dicotômicas quantas forem necessárias. As variáveis dicotômicas, também conhecidas como binárias ou *dummies*, são aquelas que assumem apenas duas opções, com respostas do tipo sim ou não, ausência ou presença de determinada característica. Nestes casos atribui-se geralmente 0 (zero) para a qualidade que apresenta menor valor e 1 (um) para a situação oposta. Como exemplos têm-se: terreno sem construção (0) e terreno com construção (1), edifício sem elevador (0) e edifício com elevador (1), entre outros (ABNT, 2011; DANTAS, 2012).

b.2) Pelo emprego de variáveis proxy. A NBR 14.653 – Parte 2 define como variável proxy aquela “utilizada para substituir outra de difícil mensuração e que se presume guardar com ela relação de pertinência, obtida por meio de indicadores publicados ou inferidos em outros estudos de mercado” (ABNT, 2011, p. 8). Como

exemplos têm-se índice fiscal, índice de desenvolvimento humano, níveis de renda da população, entre outros.

b.3) Por meio de códigos ajustados, que ocorrem quando a escala dos códigos é calculada a partir do uso prévio de variáveis dicotômicas. Por exemplo, a variável padrão construtivo seria resolvida através das variáveis A e B, onde o padrão baixo ocorre quando a variável A assume o valor 1 (um) e a variável B 0 (zero); o padrão normal ocorre quando a variável A assumir o valor 0 (zero) e a variável B assumir o valor 1, e o padrão alto ocorre quando as variáveis A e B assumirem o valor 0 (zero), isto é, o padrão alto ocorre com a ausência dos padrões baixo e normal (ABNT, 2011; DANTAS, 2012; SALGADO, 2017).

b.4) Por meio de códigos alocados, que ocorrem quando as variáveis qualitativas podem assumir três situações bem estabelecidas, como por exemplo, padrão construtivo (baixo (1), normal (2) ou alto (3)), a conservação (ruim (1), regular (2) e boa (3)), etc. Nestes casos a tricotomia pode ser solucionada atribuindo-se pesos 1, 2 e 3, quanto maior o peso mais favorável a situação (ABNT, 2011; DANTAS, 2012).

Deve-se atentar que a qualificação de algumas variáveis depende do melhor aproveitamento para o imóvel, ou seja, nem sempre a intensidade de tráfego será um fator valorizante. Pode ser vantajoso quando se tratar de um prédio comercial, mas desconfortável para um residencial (DANTAS, 2012).

A NBR 14.653 – Parte 2 recomenda a adoção de variáveis quantitativas sempre que possível, contudo se não houver certeza quanto à exatidão das medidas das variáveis quantitativas, é melhor transformá-las em qualitativas. Um exemplo dessa situação é na avaliação de um apartamento onde não se tem precisão quanto às informações referentes às medidas das áreas privativas, então é mais aconselhável substituir essas medidas por qualidades como: apartamento compacto, normal ou amplo (ABNT, 2011; DANTAS, 2012).

2.5.2 Regressão Linear Simples

Para um modelo que estima a variabilidade dos preços, considerando-se apenas uma variável independente, através de uma função linear, utiliza-se regressão linear simples (DANTAS, 2012).

A equação do modelo de regressão linear simples é dada por (SALGADO, 2017):

$$y = a + bx + e \quad (4)$$

Onde:

- y: variável dependente.
- x: variável independente.
- a e b: parâmetros estimados correspondentes aos parâmetros da população.
- e: perturbação estocástica, também denominada de resíduos do modelo.

2.5.3 Regressão Linear Múltipla

O modelo de regressão linear múltipla é adotado quando mais de uma variável independente é necessária para explicar a variabilidade dos preços praticados no mercado (DANTAS, 2012).

A equação do modelo de regressão linear múltipla é dada por (SALGADO, 2017):

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + e \quad (5)$$

Onde:

- y: variável dependente.
- $x_1, x_2, \dots, x_n$: variáveis independentes.
- a, $b_1, b_2, \dots, b_n$: parâmetros estimados correspondentes aos parâmetros da população.
- e: perturbação estocástica, também denominada de resíduos do modelo.

2.5.4 Formulação de Hipóteses

O Engenheiro de Avaliações, que por meio de estudos, tenta determinar os elementos que influenciam na formação dos preços do imóvel ou pretenda analisar relações entre fenômenos necessitam de hipóteses (DANTAS, 2012).

Segundo o Dicionário Online de Português (DICIO, 2021) o significado de hipótese é:

- (1) Possibilidade considerada válida antes de sua confirmação; suposição.
- (2) Proposição admitida como um início e através da qual algo pode ser comprovado ou demonstrado; conjectura: hipótese científica.
- (3) Situação ou ação que pode se realizar ou não; eventualidade.

Segundo Dantas (2012, p.58) as “hipóteses podem ser definidas como soluções tentativas, previamente selecionadas do problema de pesquisa. Das hipóteses derivam as variáveis estudadas”. Se uma afirmação é verdadeira tem-se um fato, caso haja dúvida da sua veracidade tem-se uma hipótese. “As hipóteses devem ser conceitualmente claras e compreensíveis, os conceitos empregados devem ser precisos e rigorosos, ter base empírica, além de previamente definidos para evitar ambigüidades” afirma o autor.

A hipótese de pesquisa é um tipo de hipótese adotada comumente na Engenharia de Avaliações. Hipóteses de pesquisa são aquelas que o avaliador acredita serem verídicas, à medida que procedem de uma teoria adequada ou de novas propostas teóricas (DANTAS, 2012). Como exemplo tem-se:

- A área é inversamente proporcional aos preços unitários dos lotes, ou seja, quanto maior a área, menor o preço unitário esperado para o lote. Diante disso, na equação de cálculo do preço unitário, a variável área (m^2) deverá apresentar sinal negativo para que a hipótese de pesquisa se confirme (SALGADO, 2017).
- A frente exerce influência direta nos preços unitários dos lotes, ou seja, à medida que a frente aumenta o preço do lote também aumenta. Diante disso, na equação de cálculo do preço unitário, a variável frente (m) deverá apresentar sinal positivo para que a hipótese de pesquisa se confirme (SALGADO, 2017).
- A localização exerce influência no preço unitário dos lotes de forma direta (SALGADO, 2017).

Já as hipóteses de nulidade representam o oposto das hipóteses de pesquisa e servem para rejeitar ou negar as hipóteses de pesquisa, como por exemplo, tem-se a afirmação: “A localização do terreno não é importante na formação do seu preço”. Se a afirmação for comprovada rejeita-se a hipótese de pesquisa, caso não

seja comprovada rejeita-se a hipótese de nulidade. É mais fácil provar que algo é falso do que verdadeiro (DANTAS, 2012).

a) Exemplo prático 2 – Parte 1:

Como exemplo prático, realizou-se a avaliação de um imóvel, objeto de um Processo Administrativo da concessionária de serviços públicos de Goiás parceira do estudo, empregando a regressão linear múltipla para homogeneizar os dados. Nesta primeira parte do exemplo são expostas as variáveis e as hipóteses para a aplicação do método científico.

Para a ponderação das diferenças, adotaram-se as variáveis independentes “área total”, “tipo” e “localização”. Na Tabela 4 encontram-se os dados que compõem a amostra e suas características. O imóvel que será avaliado possui as seguintes características:

- Área total: 1.186,43 m².
- Tipo (1).
- Localização (1).

As hipóteses de pesquisa¹² que representam as tendências de mercado para as variáveis independentes analisadas são:

- Área total (m²): variável quantitativa que identifica o tamanho da área total do imóvel em metros quadrados. A tendência que se espera do modelo é que quanto maior a área, menor seu valor unitário.
- Tipo: variável qualitativa que identifica imóveis residenciais unifamiliares (1), imóveis com tendência comercial (2) e imóveis com tendência a empreendimento imobiliário (3). No modelo se espera que essa classificação produza uma reta de valores unitários crescente.
- Localização: variável dicotômica que classifica imóveis localizados a uma distância de até 2,5 km lineares do imóvel avaliando em 1 (um) e os imóveis localizados a uma distância acima de 2,5 km lineares do imóvel avaliando em 0 (zero). A tendência que se espera é que os imóveis localizados a uma distância de

¹² As hipóteses de pesquisa foram criadas através da observação da variação dos preços dos dados que compõem a amostra do mercado estudado.

até 2,5 km lineares do imóvel avaliando tenham valor unitário maior que os demais imóveis coletados na amostra.

Tabela 4 – Dados que compõem a amostra e suas características – Exemplo prático 02.

DADO	ÁREA TOTAL (m ²)	PREÇO TOTAL PRATICADO NO MERCADO ¹³ (R\$)	PREÇO UNITÁRIO PRATICADO NO MERCADO ¹⁴ (R\$/m ²)	TIPO	LOCALIZAÇÃO
1	774,00	R\$ 560.000,00	R\$ 723,51	1	1
2	1407,00	R\$ 1.500.000,00	R\$ 1.066,10	2	1
3	1057,00	R\$ 700.000,00	R\$ 662,25	1	1
4	774,00	R\$ 500.000,00	R\$ 645,99	1	1
5	1283,00	R\$ 1.035.000,00	R\$ 806,70	1	1
6	947,00	R\$ 820.000,00	R\$ 865,89	1	1
7	1200,00	R\$ 1.120.000,00	R\$ 933,33	2	1
8	1000,00	R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.000,00	3	1
9	1676,00	R\$ 3.500.000,00	R\$ 2.088,31	3	1
10	766,00	R\$ 625.000,00	R\$ 815,93	1	1
11	1671,00	R\$ 1.672.000,00	R\$ 1.000,60	3	1
12	2674,00	R\$ 3.800.000,00	R\$ 1.421,09	3	1
13	10962,00	R\$ 767.000,00	R\$ 69,97	1	0
14	16049,00	R\$ 1.500.000,00	R\$ 93,46	1	0
15	10584,00	R\$ 4.762.800,00	R\$ 450,00	2	0
16	760,00	R\$ 450.000,00	R\$ 592,11	1	0
17	6000,00	R\$ 1.500.000,00	R\$250,00	2	0
18	2514,00	R\$ 1.500.000,00	R\$ 596,66	2	0
19	818,00	R\$ 472.000,00	R\$ 577,02	2	0
20	1600,00	R\$ 417.000,00	R\$ 260,63	1	0
21	10000,00	R\$ 399.000,00	R\$ 39,90	1	0
22	24000,00	R\$ 3.000.000,00	R\$ 125,00	1	0
23	2445,00	R\$ 580.000,00	R\$ 237,22	1	0
24	765,00	R\$ 220.000,00	R\$ 287,58	1	0

Fonte: Elaborado pela autora.

2.5.5 Pressupostos básicos para a escolha da equação de regressão

Nesta seção são abordados sete pressupostos básicos estabelecidos pela NBR 14.653:2011 – Parte 2 para a escolha de uma equação de regressão e dois

¹³ Preço total praticado no mercado: é o preço pelo qual os imóveis disponíveis no mercado imobiliário, ou seja, aqueles que estão à venda, são anunciados na *internet* ou por corretores de imóveis.

¹⁴ Preço unitário praticado no mercado: é encontrado dividindo o preço total praticado no mercado pela área total do imóvel.

pressupostos não normativos, apontados por DANTAS (2012) e Salgado (2017), para os quais é de boa técnica considerá-los. Esses pressupostos (Quadro 1) são necessários para se obter avaliações não tendenciosas, eficientes e consistentes.

Quadro 1 – Pressupostos básicos para a escolha da equação de regressão.

Pressupostos Normativos (NBR 14.653:2011 - Parte 2)	Ausência de Micronumerosidade
	Linearidade
	Homocedasticidade
	Normalidade
	Inexistência de pontos influenciadores e <i>outliers</i>
	Ausência de multicolinearidade
	Análise da aderência por meio de gráfico de predição
Pressupostos não normativos: boa técnica. (DANTA, 2012; SALGADO, 2017)	Verificação do coeficiente de correlação
	Análise dos resíduos do modelo

Fonte: Elaborado pela autora

2.5.5.1 Ausência de Micronumerosidade

O número de dados amostrais deve ser superior ao número de parâmetros estimados pelo modelo e suficientes para explicar o comportamento do mercado (SALGADO 2017). Diante disso a NBR 14.653:2011 – Parte 2 (ABNT, 2011) determina que para o uso da regressão linear, a quantidade mínima de dados do mercado efetivamente utilizados no modelo deve ser:

- $n \geq 3(k+1)$; para se alcançar o Grau de Fundamentação I.
- $n \geq 4(k+1)$; para se alcançar o Grau de Fundamentação II.
- $n \geq 6(k+1)$; para se alcançar o Grau de Fundamentação III.

Onde, n: é o número de dados do mercado efetivamente utilizados no modelo e k: é o número de variáveis independentes no modelo.

A norma também afirma que é necessário evitar a micronumerosidade, ou seja, as diferentes características dos dados devem aparecer na amostra de forma equilibrada. Por exemplo, se em uma amostra de 120 dados de mercado, 110 são

de imóveis que possuem área construída e apenas 10 não apresentam construção, a variável construção não contribui para explicar as diferenças médias existentes entre os preços, visto que não existe variação significativa no tipo de evento coletado. Isto posto, o número mínimo de dados efetivamente utilizados no modelo (n) deve obedecer aos seguintes critérios (ABNT, 2011; DANTAS 2012):

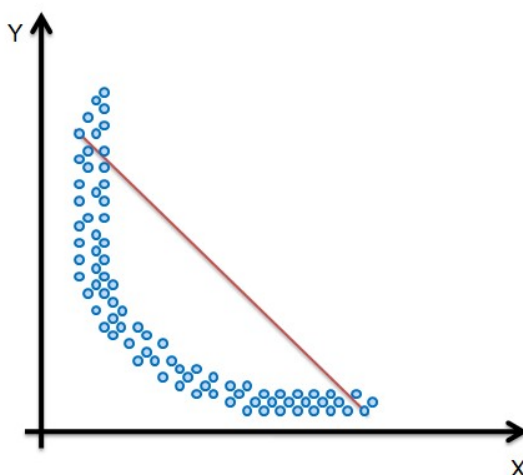
- Para $n \leq 30$, $n_i \geq 3$;
- Para $30 < n \leq 100$, $n_i \geq 10\% n$;
- Para $n > 100$, $n_i \geq 10$.

Onde, n_i : é o número de dados de mesma característica, no caso de utilização de variáveis dicotômicas e variáveis qualitativas expressas por códigos alocados ou códigos ajustados.

2.5.5.2 Linearidade

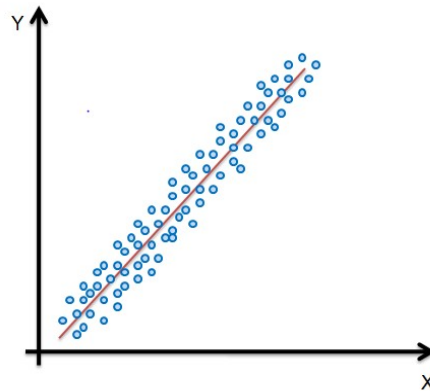
Nos modelos de regressão linear a reta só conseguirá explicar o mercado se a tendência dos pontos for linear, visto que não é possível ajustar retas a dados dispostos sem linearidade, como é mostrado nas Figuras 3 e 4. Os modelos não lineares precisam ser linearizados utilizando transformações que reflitam o comportamento do mercado¹⁵ (DANTAS, 2012).

Figura 3 – Modelo não linear.



Fonte: Elaborado pela autora.

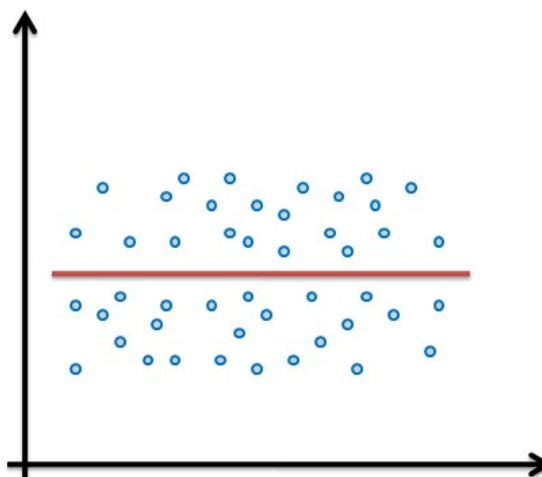
¹⁵ Como exemplos de formas estatísticas que podem ser utilizadas para aplicar a transformação que linearize os dados têm-se: o procedimento de Box e Cox (DANTAS, 2012).

Figura 4 – Modelo linear

Fonte: Elaborado pela autora.

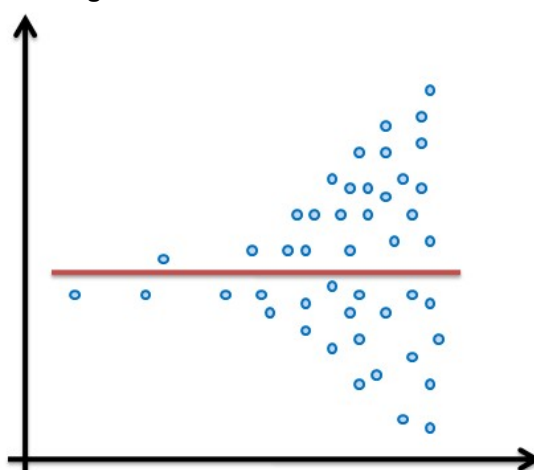
2.5.5.3 Homocedasticidade

A NBR 14.653 – Parte 2 afirma que “os erros são variáveis aleatórias com variância constante, ou seja, são homocedásticos” (ABNT, 2011, p.35). Para identificar a ocorrência da variância constante é necessário verificar o gráfico de resíduos versus valores ajustados. Os modelos ditos homocedásticos são aqueles que apresentam pontos distribuídos aleatoriamente em torno da reta de regressão, como na Figura 5. Já os modelos heterocedásticos são aqueles que apresentam tendenciosidade na distribuição dos pontos em torno da reta de regressão, ou seja, apresentam um padrão definido, como mostrado na Figura 6 (SALGADO, 2017; DANTAS, 2012).

Figura 5 – Modelo Homocedástico.

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 6 – Modelo Heterocedástico.



Fonte: Elaborado pela autora.

2.5.5.4 Normalidade.

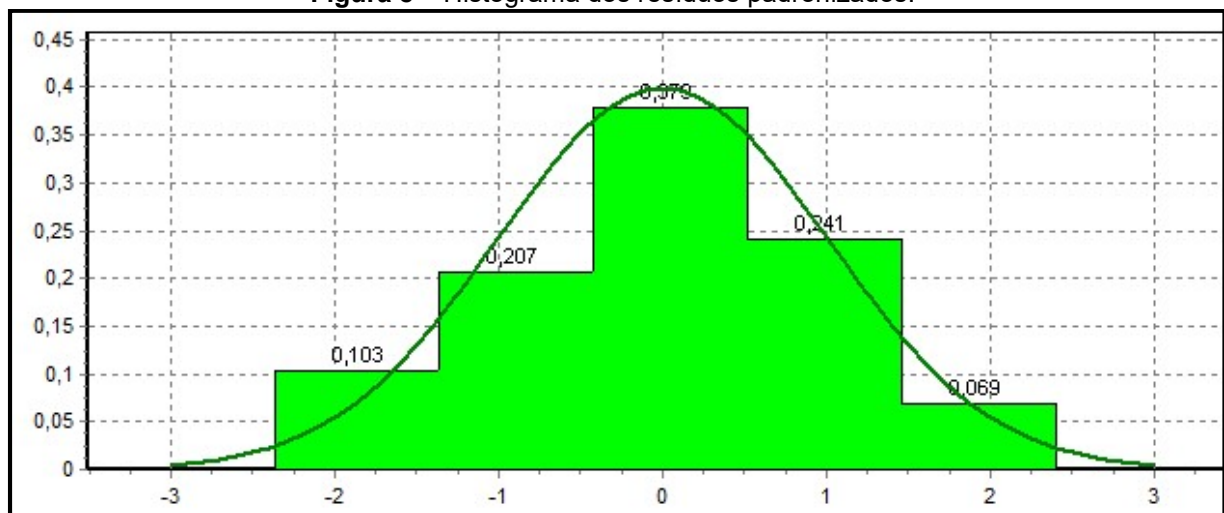
A NBR 14.653 – Parte 2 afirma que “os erros são variáveis aleatórias com distribuição normal” (ABNT, 2011, p.35). Diante disso, os resíduos padronizados devem exibir uma tendência de distribuição normal, ou seja: 68% dos resíduos padronizados devem estar no intervalo $[-1; +1]$ do desvio padrão da média; 90% dos resíduos padronizados devem estar no intervalo $[-1,64; +1,64]$ do desvio padrão da média e 95% dos resíduos padronizados devem estar no intervalo $[-1,96; +1,96]$ do desvio padrão da média (SALGADO, 2017; DANTAS, 2012; ABNT, 2011).

A análise numérica é realizada comparando os valores calculados para a equação [a] [b] [c] com os valores padronizados pela norma [68] [90] [95]. Deve-se escolher a equação que mais se aproxima do teoricamente perfeito, como mostrado na Figura 7. O tutorial fornecido pelo *software* SISDEA faz uma sugestão meramente empírica dos seguintes intervalos: [66 a 74] [85 a 95] [95 a 100]. Já análise gráfica é realizada através do histograma dos resíduos, que mostra a curva normal reduzida, permitindo aferir se a distribuição dos resíduos tende a se aproximar da distribuição normal [68] [90] [95]. O histograma deve apresentar simetria e o formato de uma curva, como representado na Figura 8 (SALGADO, 2017; DANTAS, 2012; SISDEA, 2021).

Figura 7 – Análise numérica dos resíduos padronizados.

Opções - Equações de regressão					
Variáveis	Tran...	Rel...	t Calcul...	Significâ...	
ÁREA TOTAL (m²)	1/x	-5.09	2.40	2.44	F. Calculado
ÁREA EDIFICADA (m²)	x	9.21	4.10	0.04	39.79
ADENSAMENTO	x	3.80	2.13	4.28	0.01
PREÇO UNITÁRIO (R\$/m²)	ln(y)		15.04	0.01	Durbin Watson
					Desvio Padrão
					0.21858
					122.1
					Outliers (%)
					0 (0.00%)
					Dist. Resíduos
					072 - 086 - 100

Fonte: Software SISDEA.

Figura 8 – Histograma dos resíduos padronizados.

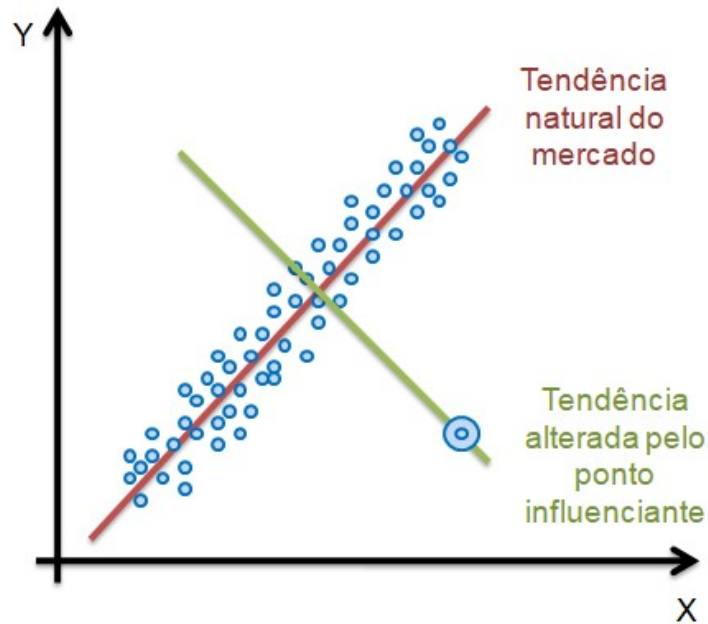
Fonte: Software SISDEA.

2.5.5.5 Inexistência de pontos influenciantes e outliers.

Pontos influenciantes são os dados com pequenos resíduos, mas que estão distantes da massa de dados, sendo capazes de alterar completamente as tendências do modelo não representando o mercado geral, como mostrado na Figura 9. Uma forma de determinar a existência de pontos influenciantes no modelo é utilizando o teste de Cook, cujo resultado está visualmente representado na Figura

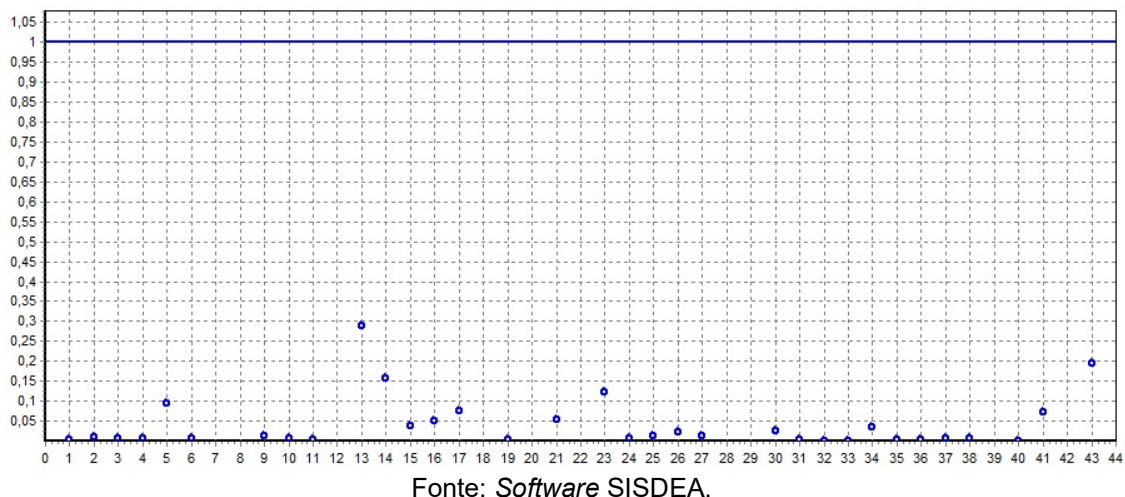
10. Sempre que um dado não passar no teste de Cook não deve ser considerado na avaliação (DANTAS, 2012; SALGADO, 2017).

Figura 9 – Identificação de pontos influenciantes.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 10 – Teste de Cook.

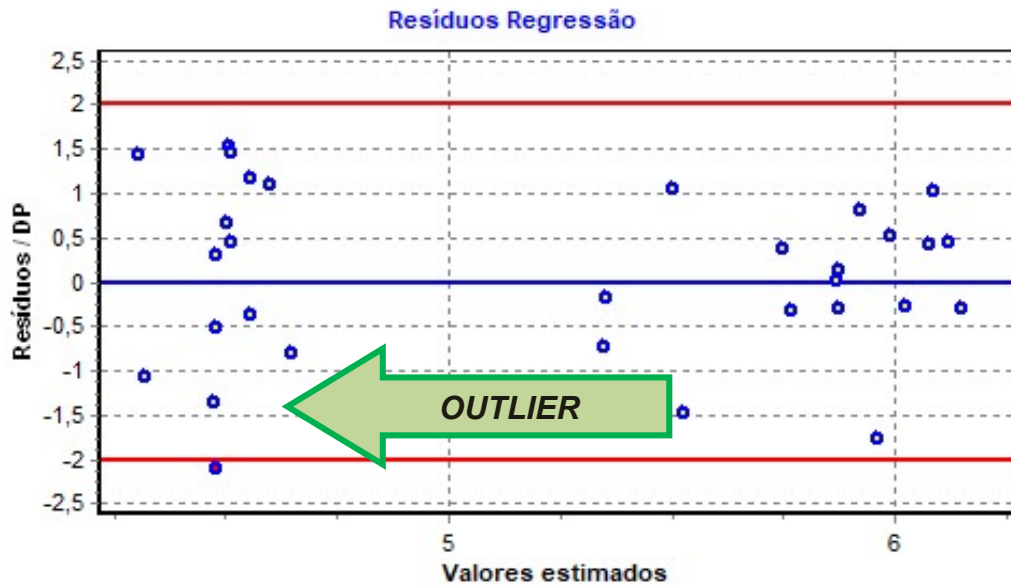


Fonte: Software SISDEA.

Outlier é um dado que possui um grande resíduo se comparado com os demais dados que compõem a amostra, pode ser identificado através da análise do gráfico de resíduos de regressão, conforme representado no gráfico da Figura 11. Recomenda-se comparar o modelo que o contém com um modelo sem sua

presença, para se determinar sua influência sobre os parâmetros estimados e seu poder de explicação da equação de regressão (DANTAS, 2012).

Figura 11 – Gráfico dos resíduos - Identificação de um outlier.



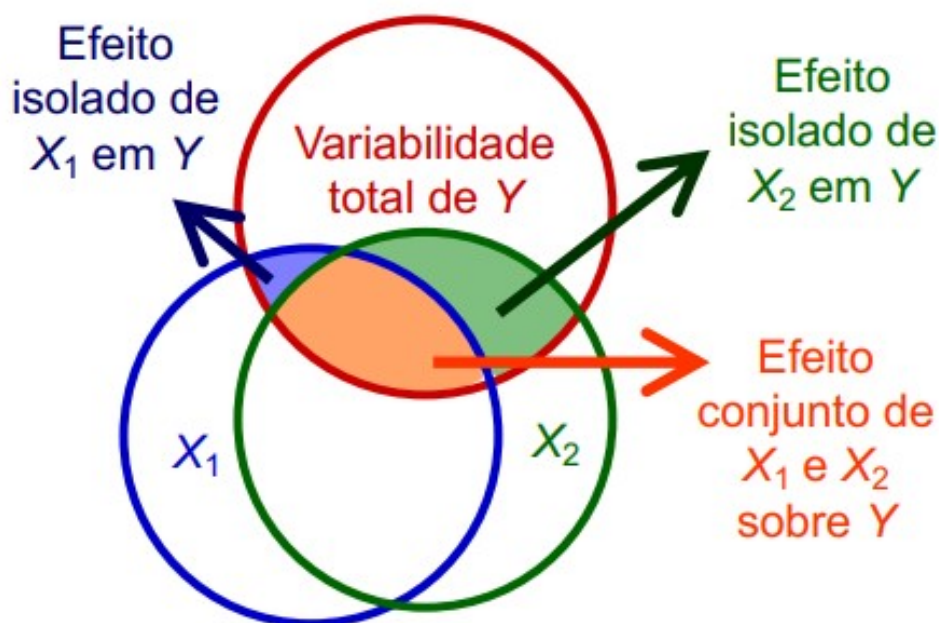
Fonte: Software SISDEA.

2.5.5.6 Ausência de multicolinearidade.

A colinearidade perfeita ocorre quando existe uma relação linear exata entre duas variáveis. A multicolinearidade em um modelo de regressão linear múltipla ocorre quando há uma forte dependência linear entre duas ou mais variáveis independentes, com isso fica difícil identificar os efeitos isolados das mesmas sobre a variável dependente, podendo a maior parcela de variabilidade da variável dependente (Y) ser explicada pelo efeito conjunto das variáveis independentes (X1 e X2), conforme representado na Figura 12 (MAIA, 2017).

A multicolinearidade provoca degenerações no modelo e limita sua utilização, uma vez que pode apresentar resultados distantes da realidade do mercado. A NBR 14.653:2011 – Parte 2 determina que deve-se atentar para resultados superiores a 0,80 (ABNT, 2011).

Figura 12 – Análise dos efeitos sobre a variável dependente.



Fonte: MAIA, 2017.

Na Figura 13 está representada uma matriz de correlações entre as variáveis de um modelo. Na terceira linha da matriz pode-se verificar que a variável independente "Valor Venal/m²" representada por "x2" tem um coeficiente de correlação com as variáveis independentes "Área (m²)" representada por "x1" e "Distância" representada por "x3" igual a -0,66 e -0,40, respectivamente. Como esses valores são menores que 0,80 pode-se afirmar que não existe dependência linear entre essas variáveis. É possível observar também que a variável independente "Valor Venal/ m²" tem um coeficiente de correlação com a variável dependente "Preço Unitário (R\$/m²)" igual a 0,93, mas isso não caracteriza multicolinearidade por representar uma dependência linear entre uma variável independente e uma variável dependente.

Figura 13 – Verificação da multicolinearidade.

Id	Variável	Transf.	Alias	x1	x2	x3	y
	Área (m ²)	ln(x)	x1	0	-0,66	-0,11	-0,80
	Valor Venal/ m ²	ln(x)	x2	-0,66	0	-0,40	0,93
	Distância	x	x3	-0,11	-0,40	0	-0,19
	PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	ln(y)	y	-0,80	0,93	-0,19	0

Fonte: Software SISDEA.

2.5.5.7 Verificação do coeficiente de correlação.

O coeficiente de correlação expressa a relação de dependência linear entre a variável dependente e a independente, variando de -1 a +1, sendo que quanto mais próximo de 1, em módulo, maior a dependência linear entre as variáveis e quanto mais próximo de zero, menor a dependência linear entre as variáveis (DANTAS, 2012).

O coeficiente de determinação é dado pelo quadrado do coeficiente correlação e aponta o poder de explicação do modelo em função das variáveis independentes utilizadas. Por exemplo, na avaliação de um lote, considerou-se como variável independente a área e encontrou-se um coeficiente de determinação igual a 0,90, conclui-se então que 90% da variabilidade dos preços observados são devidos às variações das áreas (DANTAS, 2012).

Não há uma padronização normativa referente aos coeficientes de correlação e determinação, contudo é de boa técnica utilizar equações que apresentam coeficientes de correlações maiores ou iguais a 0,75. Vale ressaltar que coeficientes reduzidos podem significar que as variáveis utilizadas não explicam a variação do valor em torno da média, ou seja, são variáveis mal definidas (SALGADO, 2017). Na Figura 14 está representado um exemplo do valor do Coeficiente de Correlação e de Determinação obtidos em uma avaliação.

Figura 14 – Coeficiente de Correlação e de Determinação.

Imo...	Valor	Max.	Min.	%Amp.	%Max.	%Min.
1	169,19	194,11	147,47	27,57	14,73	12,84

Coeficientes: **Regressão / Estimativa**

Determinação: 8 - 0,924414 / 0,92797

Correlação: 8 0,9615 0,9633 ▼

Classificar

☐ Regressão

☒ Estimativa

☐ F Calculado

☐ Significancia

Linearizar

Cancelar

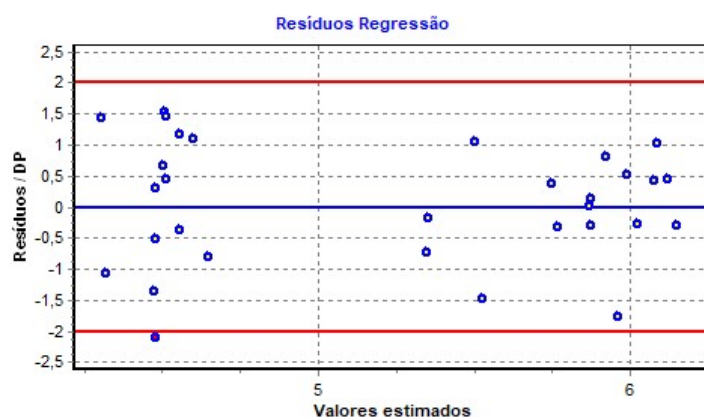
Aplicar

Fonte: Software SISDEA.

2.5.5.8 Análise dos Resíduos do Modelo

Não há padronização normativa referente à análise dos resíduos do modelo, contudo, recomenda-se que os resíduos da equação de regressão apresentem homocedasticidade, como no exemplo representado na Figura 15. Orienta-se também, que resíduos relativos obtidos por meio da equação estimativa não apresentem valores expressivos, sendo assim, deve-se examinar o dado caso o valor seja maior que 50% e deve-se verificar o comportamento do modelo sem o dado caso o valor seja maior que 80%, conforme indicado na Figura 16 (SALGADO, 2017).

Figura 15 – Gráfico dos resíduos de regressão.



Fonte: Software SISDEA.

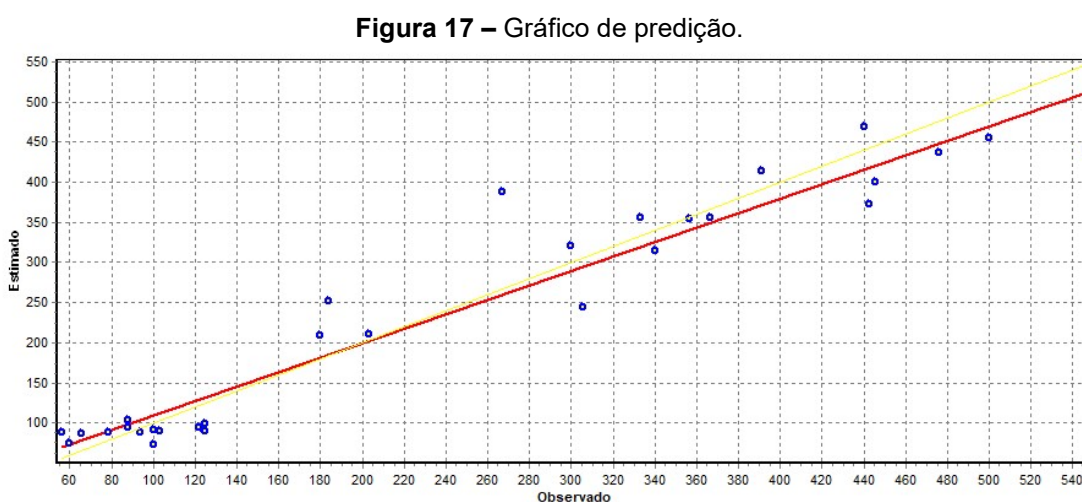
Figura 16 – Análise dos resíduos relativos.

Dados	Observado	Estimado	Resíduo	Resíduo Relativo	↕
14		56,30	88,03	-31,73	-56,37%
23		267,18	387,81	-120,63	-45,15%
43		183,59	251,63	-68,04	-37,06%
21		65,68	87,58	-21,90	-33,35%
5		125,00	90,54	34,46	27,57%
16		124,00	90,88	33,12	26,71%
13		100,00	73,71	26,29	26,29%
15		59,84	74,92	-15,08	-25,21%
30		121,72	95,10	26,62	21,87%
26		125,00	99,16	25,84	20,67%
34		305,56	244,61	60,95	19,95%
41		546,74	440,20	106,54	19,49%
25		87,80	103,92	-16,12	-18,36%
27		87,80	103,92	-16,12	-18,36%
37		180,00	209,77	-29,77	-16,54%
9		442,83	372,82	70,02	15,81%
2		103,38	90,04	13,35	12,91%
3		78,57	87,64	-9,08	-11,55%
24		78,57	87,64	-9,08	-11,55%
10		445,29	399,37	45,92	10,31%

Fonte: Software SISDEA.

2.5.5.9 Análise da aderência por meio de gráfico de predição

Recomenda-se analisar o gráfico de aderência entre os dados observados e os valores estimados, apresentado na Figura 17, com intuito de verificar o poder de “predição” do modelo, ou seja, o quanto a equação de regressão adotada é capaz de realizar afirmações satisfatórias em relação ao mercado em estudo. Um bom resultado se dá quando os pontos se ajustam a reta de predição (valores estimados x valores observados, em vermelho) que por sua vez deve estar próxima a bissetriz do ângulo (em amarelo). Os pontos mais distantes da bissetriz do ângulo são os dados mais discrepantes, estes devem ser analisados e caso necessário retirados (ABNT, 2011; SALGADO, 2017).



Fonte: Software SISDEA.

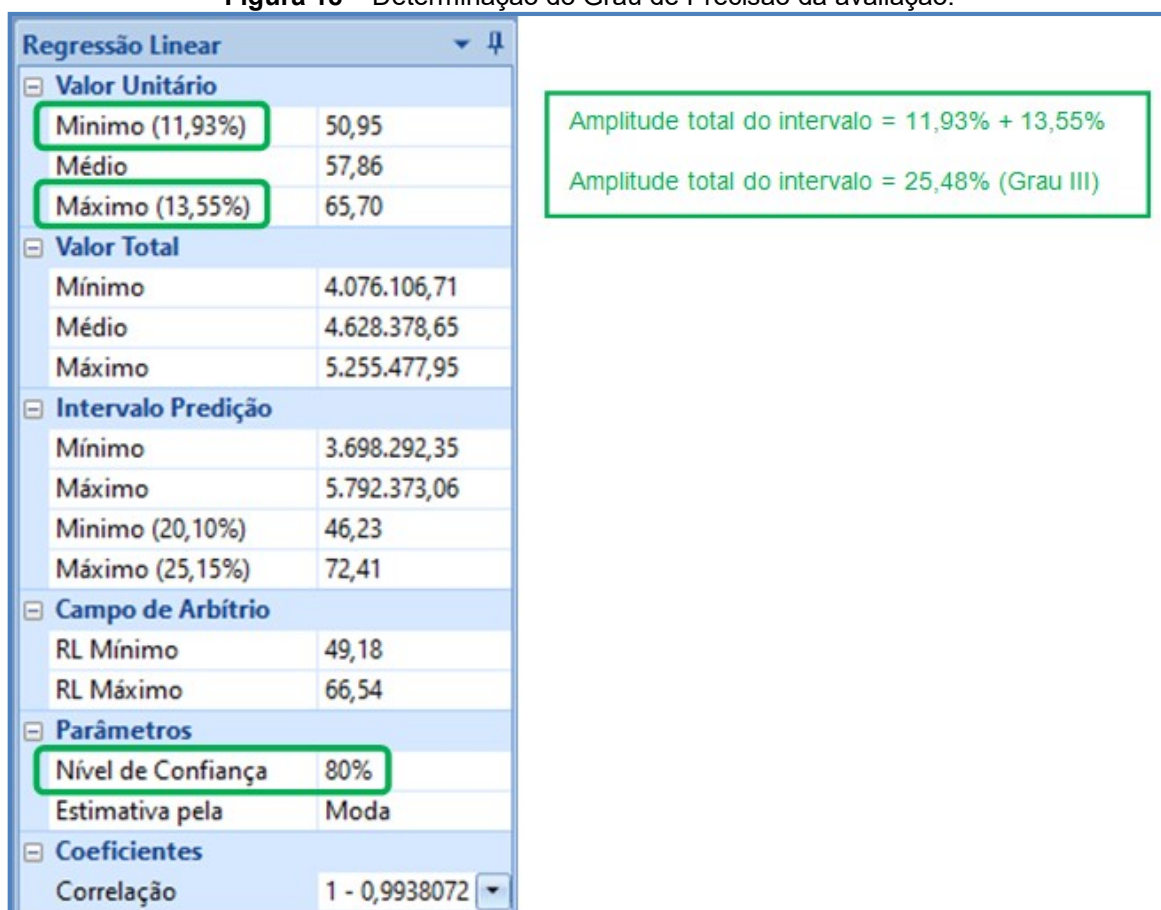
2.5.6 Grau de Precisão

A NBR 14.653:2011 – Parte 2 estabelece que o intervalo de confiança do valor estimado deve ser calculado para 80% de confiabilidade (ABNT, 2011). Já o Grau de Precisão da avaliação é determinado pela amplitude total do intervalo, como demonstrado na Figura 18, sendo classificado da seguinte maneira:

- Grau de precisão III: amplitude total do intervalo menor ou igual a 30%, ou seja, 15% para cada lado;
- Grau de precisão II: amplitude total do intervalo menor ou igual a 40%, ou seja, 20% para cada lado;

- Grau de precisão I: amplitude total do intervalo menor ou igual a 50%, ou seja, 25% para cada lado.
- Se amplitude total do intervalo for maior que 50% o laudo não tem precisão.

Figura 18 – Determinação do Grau de Precisão da avaliação.



Fonte: Software SISDEA.

2.5.7 Grau de fundamentação

Os laudos de avaliações são classificados de acordo com seu Grau de Fundamentação. A NBR 14.653:2011 – Parte 2 (ABNT, 2011) estabelece que:

O Grau de Fundamentação, no caso de utilização de modelos de regressão linear, deve ser determinado conforme a Tabela 5.

[...]

Para fins de enquadramento global do laudo em graus de fundamentação, devem ser considerados os seguintes critérios:

- a) na Tabela 05, identificam-se três campos (Graus III, II e I) e seis itens;
- b) o atendimento a cada exigência do Grau I terá um ponto; do Grau II, dois pontos; e do Grau III três pontos;
- c) o enquadramento global do laudo quanto à fundamentação deve considerar a soma de pontos obtidos para o conjunto de itens, atendendo à Tabela 6.

Tabela 5 – Grau de fundamentação no caso de utilização de modelos de regressão linear.

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

(Continua)

(Continuação)				
Item	Descrição	Grau	Grau	Grau
		III	II	I
6	Nível de significância máximo admitido para a rejeição da hipótese nula do modelo através do teste F de Snedecor	1%	2%	5%

Fonte: ABNT, 2011.

Tabela 6 – Enquadramento do laudo segundo seu grau de fundamentação no caso de utilização de modelos de regressão linear.

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

Fonte: ABNT, 2011.

a) Exemplo prático 2 – Parte 2:

Definiu-se na Parte 1 deste exemplo prático as variáveis e as hipóteses de pesquisa para a avaliação em estudo. Nesta etapa, são apresentadas as análises dos pressupostos básicos que devem ser considerados na escolha da equação de regressão para a avaliação de um imóvel urbano. Para a realização das análises foi utilizado o *software* SISDEA, que gerou os quadros e gráficos identificados como figuras e que permitem a verificação dos pressupostos.

A primeira ação é verificar a quantidade mínima de dados que deverá compor a amostra. A NBR 14.653:2011 – Parte 2 (ABNT, 2011) determina que para o uso da regressão linear, a quantidade mínima de dados efetivamente utilizados deve ser igual a:

- $n \geq 3(k+1)$; para se alcançar o Grau de Fundamentação I.

Onde, n : é o número de dados efetivamente utilizados na simulação do modelo e k : é o número de variáveis independentes no modelo. Uma vez que, para homogeneização dos dados foram adotadas as variáveis independentes “área total”, “tipo” e “localização”, têm-se:

$$n \geq 3 (3 + 1) \quad (6)$$

$$n \geq 12$$

Diante disso, a simulação do modelo no *software* SISDEA deverá utilizar pelo menos 12 dados.

A amostra contava 24 dados, contudo durante processo de simulação, verificou-se que os imóveis 21 e 13 apresentavam resíduos relativos com valores altos (Figuras 19 e 20 respectivamente), não atendendo assim o pressuposto descrito na Seção 2.5.5.8 e, dessa forma, precisaram ser retirados do modelo, configurando uma lista de amostra, apresentada na Figura 21.

Figura 19 – Imóvel 21 com Resíduo Relativo > 80%.

Dados	Observado	Estimado	Resíduo	Resíduo Relativo
21	39,90	119,39	-79,49	-199,22%
17	250,00	472,72	-222,72	-89,09%
13	69,97	112,10	-42,13	-60,21%
22	125,00	49,91	75,09	60,07%
16	592,11	323,90	268,21	45,30%
8	1.000,00	1.380,68	-380,68	-38,07%
9	2.088,31	1.339,70	748,61	35,85%
11	1.000,60	1.339,94	-339,34	-33,91%
4	645,99	775,43	-129,44	-20,04%
3	662,25	750,70	-88,45	-13,36%
7	933,33	1.053,42	-120,09	-12,87%
24	287,58	323,38	-35,80	-12,45%

Fonte: *Software* SISDEA.

Figura 20 – Imóvel 13 com Resíduo Relativo > 80%.

Dados	Observado	Estimado	Resíduo	Resíduo Relativo
13	69,97	171,42	-101,45	-144,99%
16	592,11	315,76	276,35	46,67%
17	250,00	366,05	-116,05	-46,42%
8	1.000,00	1.451,49	-451,49	-45,15%
11	1.000,60	1.394,33	-393,73	-39,35%
15	450,00	278,19	171,81	38,18%
22	125,00	78,53	46,47	37,18%
14	93,46	126,41	-32,95	-35,25%
9	2.088,31	1.393,91	694,40	33,25%
18	596,66	451,02	145,64	24,41%
23	237,22	285,46	-48,24	-20,33%
6	865,89	700,62	165,27	19,09%

Fonte: *Software* SISDEA.

Figura 21 – Dados efetivamente utilizados para simulação do modelo no *software* SISDEA – Exemplo Prático 02.

DADO	☒	☒	AREA TOTAL (m ²)	TIPO	LOCALIZAÇÃO	PREÇO UNITARIO (R\$/m ²)
1	☒	☐	774.00	1.00	1.00	723.51
2	☒	☐	1.407.00	2.00	1.00	1.066.10
3	☒	☐	1.057.00	1.00	1.00	662.25
4	☒	☐	774.00	1.00	1.00	645.99
5	☒	☐	1.283.00	1.00	1.00	806.70
6	☒	☐	947.00	1.00	1.00	865.89
7	☒	☐	1.200.00	2.00	1.00	933.33
8	☒	☐	1.000.00	3.00	1.00	1.000.00
9	☒	☐	1.676.00	3.00	1.00	2.088.31
10	☒	☐	766.00	1.00	1.00	815.93
11	☒	☐	1.671.00	3.00	1.00	1.000.60
12	☒	☐	2.674.00	3.00	1.00	1.421.09
13	☐	☐	10.962.00	1.00	0.00	69.97
14	☒	☐	16.049.00	1.00	0.00	93.46
15	☒	☐	10.584.00	2.00	0.00	450.00
16	☒	☐	760.00	1.00	0.00	592.11
17	☒	☐	6.000.00	2.00	0.00	250.00
18	☒	☐	2.514.00	2.00	0.00	596.66
19	☒	☐	818.00	2.00	0.00	577.02
20	☒	☐	1.600.00	1.00	0.00	260.63
21	☐	☐	10.000.00	1.00	0.00	39.90
22	☒	☐	24.000.00	1.00	0.00	125.00
23	☒	☐	2.445.00	1.00	0.00	237.22
24	☒	☐	765.00	1.00	0.00	287.58

Fonte: *Software* SISDEA.

O modelo de regressão final foi aquele que atendeu todos os pressupostos básicos descritos nas Seções 2.5.5.1 à 2.5.5.9, contando com uma amostra de 22 dados, que é maior a quantidade mínima estabelecida anteriormente (12 dados).

Verificou-se em seguida a micronumerosidade. Partindo do fato que modelo de regressão final contou com uma amostra de 22 dados efetivamente utilizados, o número de dados de mesma característica, no caso de utilização de variáveis dicotômicas e variáveis qualitativas expressas por códigos alocados, deveria ser maior ou igual a 3 (três), como disposto na Seção 2.5.5.1. Analisando a Tabela 7 é possível confirmar que o modelo escolhido não apresenta micronumerosidade.

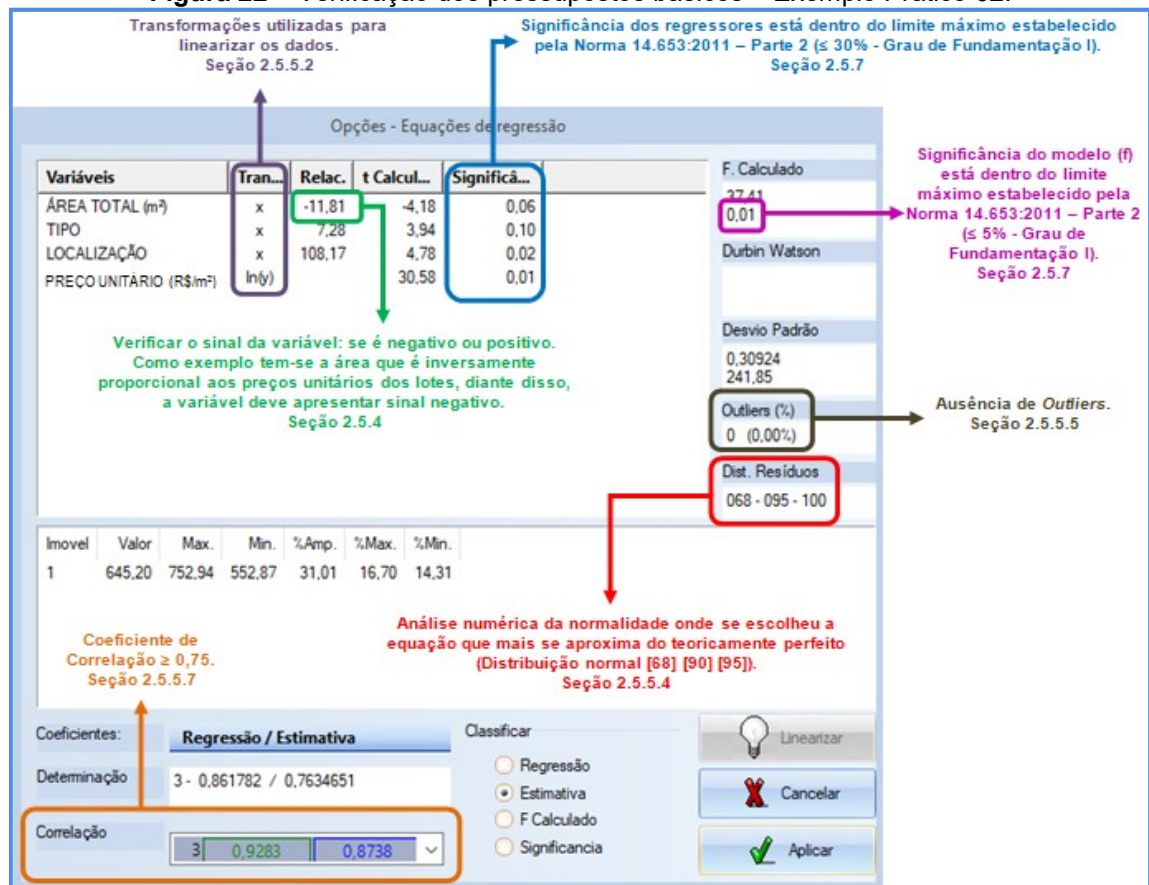
Tabela 7 – Verificação da micronumerosidade – Exemplo Prático 02.

Análise da Micronumerosidade da Variável Independente "Tipo"		
Descrição	n_i	Pressuposto Normativo
Imóveis residenciais unifamiliares (1)	12	$n_i > 3$ (Atende a Norma)
Imóveis com tendências comerciais (2)	6	$n_i > 3$ (Atende a Norma)
Imóveis com tendência a empreendimento imobiliário (3)	4	$n_i > 3$ (Atende a Norma)
Análise da Micronumerosidade da Variável Independente "Localização"		
Descrição	n_i	Pressuposto Normativo
Imóveis localizados a uma distância de até 2,5 km lineares do imóvel avaliando (1)	10	$n_i > 3$ (Atende a Norma)
Imóveis localizados a uma distância acima de 2,5 km lineares do imóvel avaliando (2)	12	$n_i > 3$ (Atende a Norma)

Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 22 é uma reprodução da tela gerada pelo *software* SISDEA na qual estão resumidas as transformações necessárias para linearizar os dados. Pode-se constatar que os sinais das variáveis correspondiam com o que foi proposto pelas hipóteses de pesquisas; que a significância dos regressores e a significância do modelo estão dentro do limite máximo estabelecido pela NBR 14.653: 2011 - Parte 2; que o modelo de regressão final não contém *outliers*, que os coeficientes de correlação estão maiores que o limite mínimo estabelecido pela boa técnica e que resíduos padronizados exibem uma tendência de distribuição normal.

Figura 22 – Verificação dos pressupostos básicos – Exemplo Prático 02.



Fonte: Software SISDEA.

No Gráfico 1 verifica-se que o modelo de regressão final é homocedástico, ou seja, apresenta os dados distribuídos aleatoriamente em torno da reta de regressão. Já na Figura 23 é possível constatar que resíduos relativos obtidos por meio da equação estimativa não apresentam valores expressivos, sendo menores 80%.

Gráfico 1 – Gráfico de Resíduos – Regressão Linear – Exemplo Prático 02.

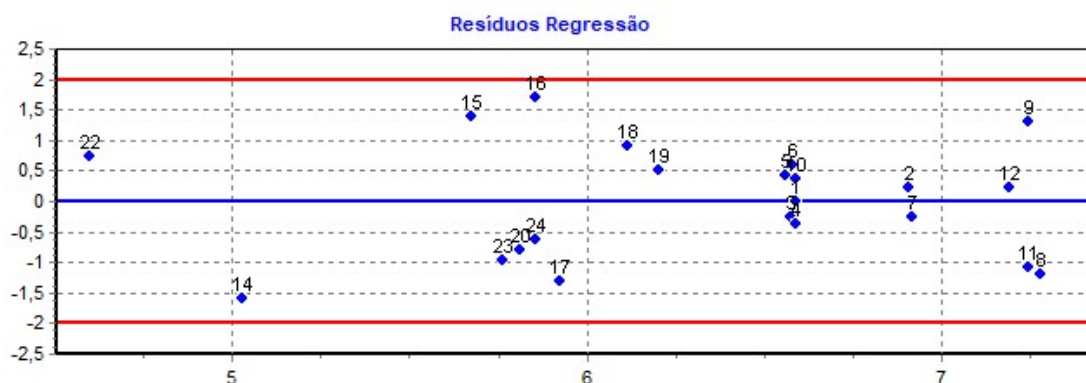
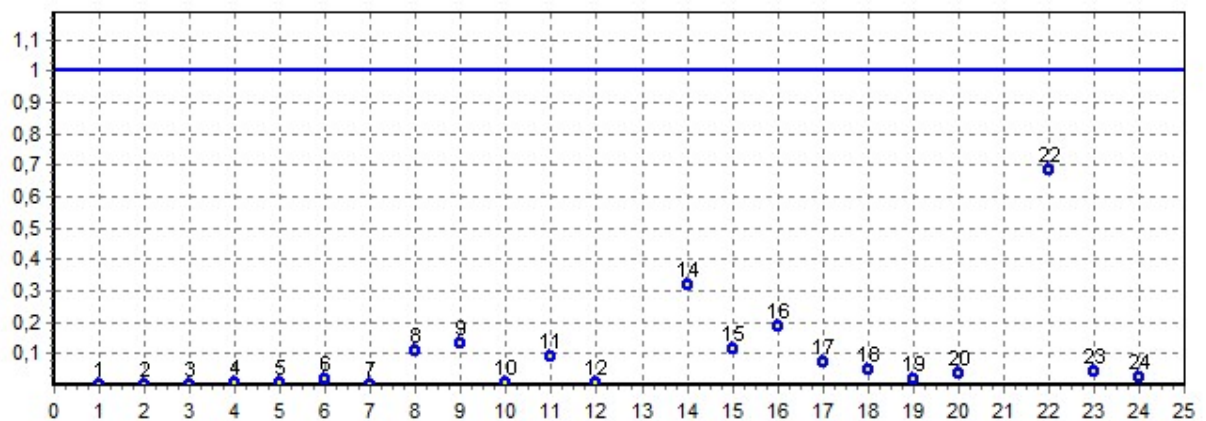


Figura 23 – Verificação dos resíduos relativos – Exemplo Prático 02.

Dados	Observado	Estimado	Resíduo	Resíduo Relativo
14	93,46	152,68	-59,22	-63,36%
17	250,00	373,54	-123,54	-49,41%
8	1.000,00	1.447,87	-447,87	-44,79%
16	592,11	349,00	243,11	41,06%
11	1.000,60	1.396,28	-395,68	-39,54%
15	450,00	291,53	158,47	35,22%
23	237,22	318,61	-81,39	-34,31%
9	2.088,31	1.395,90	692,41	33,16%
20	260,63	333,50	-72,87	-27,96%
18	596,66	451,02	145,64	24,41%
24	287,58	348,91	-61,33	-21,33%
22	125,00	99,32	25,68	20,54%
6	865,89	719,19	146,70	16,94%
19	577,02	494,34	82,68	14,33%
5	806,70	706,25	100,45	12,45%
4	645,99	725,95	-79,96	-12,38%
10	815,93	726,27	89,66	10,99%
7	933,33	1.008,02	-74,69	-8,00%
3	662,25	714,93	-52,68	-7,95%
12	1.421,09	1.322,56	98,53	6,93%
2	1.066,10	996,80	69,30	6,50%
1	723,51	725,95	-2,44	-0,34%

Fonte: Software SISDEA.

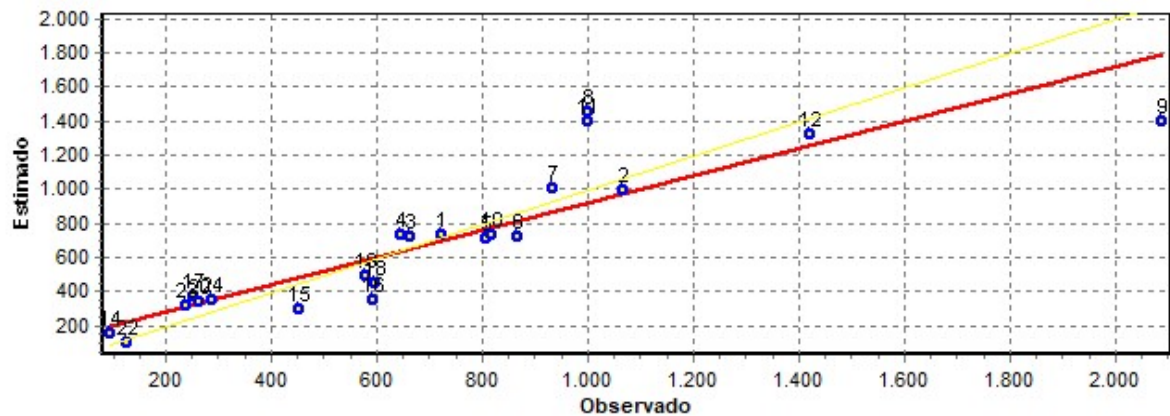
Na Figura 24 afere-se que o modelo de regressão final não possui pontos influenciantes.

Figura 24 – Teste de Cook – Exemplo Prático 02.

Fonte: Software SISDEA.

No Gráfico 2, que é o gráfico de aderência entre os dados observados e os valores estimados, nota-se que os pontos se ajustam a reta de predição (em vermelho) que por sua vez está próxima a bissetriz do ângulo (em amarelo).

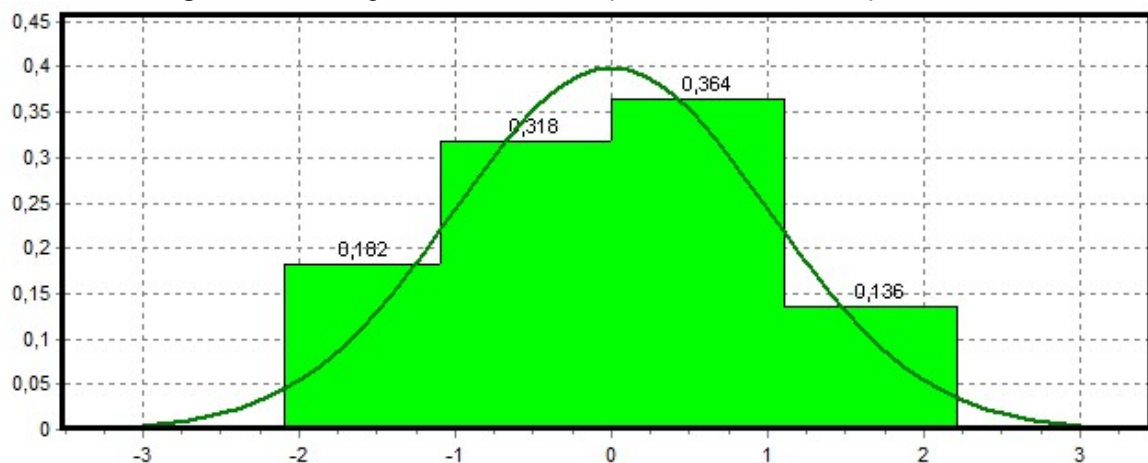
Gráfico 2 – Gráfico de Aderência – Regressão Linear – Exemplo Prático 02.



Fonte: Software SISDEA.

Pela análise gráfica da normalidade, representada na Figura 25, é possível aferir que a distribuição dos resíduos padronizados tende a se aproximar da distribuição normal [68] [90] [95], uma vez que o histograma apresenta simetria e o formato de uma curva.

Figura 25 – Histograma dos resíduos padronizados – Exemplo Prático 02.



Fonte: Software SISDEA.

Na Figura 26 observa-se que o modelo de regressão final não apresenta multicolinearidade, uma vez que todos os coeficientes de correlações entre variáveis independentes são menores que 0,80.

Figura 26 – Modelo de regressão sem multicolinearidade – Exemplo Prático 02.

Id	Variável	Transf.	Alias	x1	x2	x3	y
	ÁREA TOTAL (m ²)	x	x1	0	-0,15	-0,46	-0,69
	TIPO	x	x2	-0,15	0	0,28	0,56
	LOCALIZAÇÃO	x	x3	-0,46	0,28	0	0,78
	PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	ln(y)	y	-0,69	0,56	0,78	0

Fonte: Software SISDEA.

Por fim, tem-se que valor unitário médio estimado para a área total de 1.186,43 m² é de R\$/m² 645,20 e o valor total médio do imóvel avaliando é de R\$ 765.481,72. A amplitude total do intervalo de confiança de 80% em torno do valor central da estimativa é igual a 31,02%, conforme mostrado na Figura 27.

Figura 27 – Valor unitário médio, valor total médio e amplitude do modelo de regressão final – Exemplo Prático 02.

Regressão Linear	
Valor Unitário	
Mínimo (14,31%)	552,87
Médio	645,20
Máximo (16,70%)	752,94
Valor Total	
Mínimo	655.942,75
Médio	765.481,72
Máximo	893.313,13
Intervalo Predição	
Mínimo	493.331,04
Máximo	1.187.766,87
Mínimo (35,55%)	415,81
Máximo (55,17%)	1.001,13
Campo de Arbítrio	
RL Mínimo	548,42
RL Máximo	741,98
Parâmetros	
Nível de Confiança	80%
Estimativa pela	Moda
Coeficientes	
Correlação	3 - 0,9283221

Amplitude total do intervalo = 14,31% + 16,70%

Amplitude total do intervalo = 31,01% (Grau II)

Fonte: Software SISDEA.

Quanto ao grau de fundamentação, a avaliação se classifica no Grau II, segundo os critérios da Tabela 05 e 06 apresentadas na Seção 2.5.7, onde para o:

- Item 1: A caracterização do imóvel avaliando foi completa quanto a todas as variáveis analisadas, logo tem-se 3 (três) pontos - Grau de Fundamentação III.
- Item 2: A quantidade mínima de dados de mercado, efetivamente utilizados é maior que " $4(k+1)$ ", onde k é o número de variáveis independentes, logo tem-se 2 (dois pontos) - Grau de Fundamentação II.
- Item 3: A identificação dos dados de mercado foi realizada por meio da apresentação de informações relativas a todos os dados e variáveis analisados na modelagem, logo tem-se 2 (dois pontos) - Grau de Fundamentação II.
- Item 4: Não houve extrapolação, logo tem-se 3 (três) pontos - Grau de Fundamentação III.
- Item 5: A Significância dos regressores é menor que 10%, logo tem-se 3 (três) pontos - Grau de Fundamentação III.
- Item 6: A Significância do modelo (f) é menor que 1%, logo tem-se 3 (três) pontos - Grau de Fundamentação III.

A Norma 14.653: 2011 - Parte 2 estabelece que para o enquadramento global da avaliação quanto à fundamentação deve-se considerar a soma de pontos obtidos nos itens acima (ABNT, 2011). Nesse exemplo o somatório alcançado foi de 16 pontos. Levando em consideração apenas o somatório, a presente avaliação seria classificada como sendo de Grau de Fundamentação III, contudo a norma faz uma ressalva que para se enquadrar no Grau de Fundamentação III é obrigatório que os itens 2, 4, 5 e 6 estejam no Grau III e os demais itens no mínimo no Grau II, o que não ocorre no exemplo.

Dessa forma, a avaliação foi classificada como Grau de Fundamentação II, posto que os itens 2 e 3 estão no Grau II e os demais itens no Grau III, atendendo assim o critério normativo que para se enquadrar no Grau de Fundamentação II é obrigatório que os itens 2, 4, 5 e 6 estejam no mínimo no Grau II e os demais no mínimo no Grau I. Consta no Anexo A o relatório estatístico emitido pelo *software* SISDEA referente à simulação do modelo de regressão final deste exemplo prático 02.

2.6 SOFTWARES PARA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS

O tratamento de dados amostrais por regressão linear é realizado por meio de *softwares*. Devido à complexidade dos cálculos da inferência estatística é impraticável fazê-los à mão ainda que auxiliados por calculadoras. Os *softwares* mais utilizados no mercado brasileiro para o tratamento matemático – estatístico dos dados de amostras para avaliação de imóveis são o SISDEA (PELLI SISTEMAS ENGENHARIA, 2021) e o INFER 32 (ÁRIA INFORMÁTICA, 2021), ambos *softwares* brasileiros (MANUAL DE PERÍCIAS, 2021).

Segundo a Pelli Sistemas Engenharia o *software* SISDEA facilita e auxilia no tratamento de dados que compõem a amostra, na interpretação de resultados estatísticos, na estruturação e fundamentação dos laudos descritivos e na análise de problemas complexos na área da Engenharia de Avaliações. (PELLI SISTEMAS ENGENHARIA, 2021).

Nos softwares de estatística os dados são lançados em uma planilha e recebem tratamento matemático – estatístico com o intuito de formar um modelo matemático que relacione aquelas informações de acordo com as técnicas convencionais e científicas adotadas pela Engenharia de Avaliações. Os softwares permitem funcionalidade como o intercâmbio de dados, tabelas, textos e gráficos com outros aplicativos da plataforma Windows, tais como Word, Excel, etc.

3 MÉTODO DE PESQUISA

É apresentado o método de trabalho deste estudo e as estratégias de coleta e análise de dados definidas.

3.1 O PROBLEMA DA PESQUISA

Na avaliação de imóveis urbanos busca-se estimar o valor de mercado do bem que será avaliado, em uma data de referência e dentro das condições do mercado no momento. A utilização do Método comparativo direto de dados de mercado visa identificar o valor de mercado através da comparação do preço médio praticado nas vendas de imóveis com característica semelhante ao do imóvel que será avaliado. Contudo, frequentemente a amostra de comparação é constituída de imóveis com características heterogêneas entre si e em relação ao bem que será avaliado, sendo fundamental realizar o tratamento dos dados coletados.

O tratamento dos dados através da regressão linear é uma das formas de homogeneizar a amostra, sendo uma alternativa que minimiza a subjetividade e a imprecisão. Diante disso, o presente trabalho dedica-se a estudar a aplicação da Regressão Linear como modelo de tratamento dos dados pesquisados, buscando responder a questionamentos como: quais as vantagens e desvantagens da utilização da regressão linear na homogeneização dos dados da amostra? Por que utilizar o tratamento de dados por regressão linear em detrimento ao tratamento por fatores? Quais as possíveis barreiras que impedem uma adoção mais ampla da regressão linear no tratamento de dados? Uma mesma equação de regressão pode estimar o valor de mercado de dois imóveis que estejam na mesma região? É possível criar um banco de dados para executar avaliações de imóveis urbanos por meio da regressão linear?

3.2 ORGANIZAÇÃO E AÇÕES DA PESQUISA

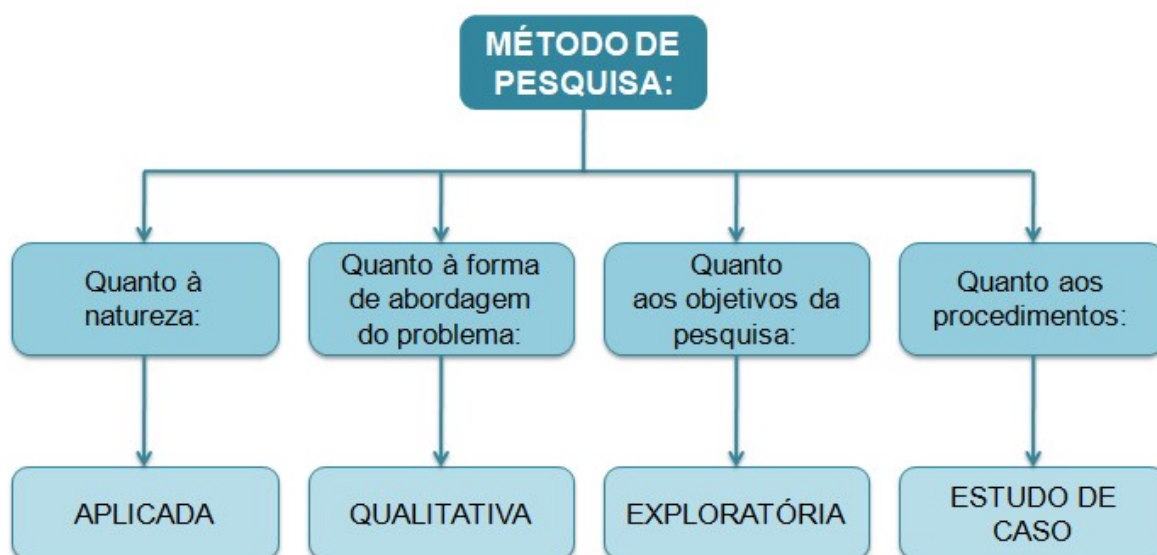
Segundo Prodanov e Freitas (2013, p. 43)

[...] a pesquisa científica é a realização de um estudo planejado, sendo o método e abordagem do problema o que caracteriza o aspecto científico da

investigação. Sua finalidade é descobrir respostas para questões mediante a aplicação do método científico.

Uma pesquisa pode ser classificada quanto à sua natureza, quanto à sua forma de abordagem, quanto a seu objetivo e quanto aos seus procedimentos. Com a finalidade de solucionar a problemática proposta, adotou-se um método de pesquisa aplicada, qualitativa, exploratória utilizando-se o estudo de caso, como é mostrado na Figura 28 (PRODANOV, FREITAS, 2013).

Figura 28 – Classificação da Pesquisa.



Fonte: Elaborada pela autora.

Moresi (2003, p.8) define que:

A pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais. Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, na pesquisa qualitativa o ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave, assim os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

A pesquisa exploratória tem o intuito de prover mais informações sobre o assunto de estudo, facilitando a delimitação do tema da pesquisa, orientando a fixação de objetivos e a formulação das hipóteses ou identificando novos enfoques do assunto. Em relação aos procedimentos adotados, esta pesquisa classifica-se

como um estudo de caso, que consiste no estudo profundo e detalhado de um objeto, a fim de conhecer seus vários aspectos (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A pesquisa iniciou-se com uma revisão da literatura sobre o tema de estudo com intuito de formar um embasamento teórico para aplicação do estudo de caso. O referencial teórico suportou a verificação da delimitação da problemática estudada e a definição da metodologia que orientou as ações da pesquisa.

O estudo de caso compreendeu a reelaboração, por meio da regressão linear, de Laudos de Avaliações de Imóveis Urbanos existentes em uma concessionária de serviços públicos de Goiás, elaborados pelo Método comparativo direto de dados do mercado com tratamento de dados por meio de fatores. O profissional responsável pelas avaliações de imóveis urbanos da concessionária consentiu com fornecimento do material necessário para realização deste trabalho.

Adotou-se como estratégia de análise a comparação entre os resultados e os métodos de avaliação utilizados nos laudos existentes e a regressão linear. A comparação permitiu conhecer na prática a avaliação de imóveis por regressão linear, identificando as condições necessárias para seu uso, suas vantagens e suas limitações. Foi possível também avançar além dos aspectos teóricos e normativos do método constantes na revisão de literatura.

Para a realização do estudo de caso foram selecionados seis Laudos de Avaliações de Imóveis Urbanos existentes na concessionária de serviços públicos dado o curto período de tempo disponível para a realização e a conclusão da pesquisa. Dividiu-se esses seis laudos em dois grupos de análise, sendo o grupo 01 constituído de três laudos que avaliaram imóveis heterogêneos entre si¹⁶ e o grupo 02 constituído de três laudos que avaliaram imóveis homogêneos entre si¹⁷.

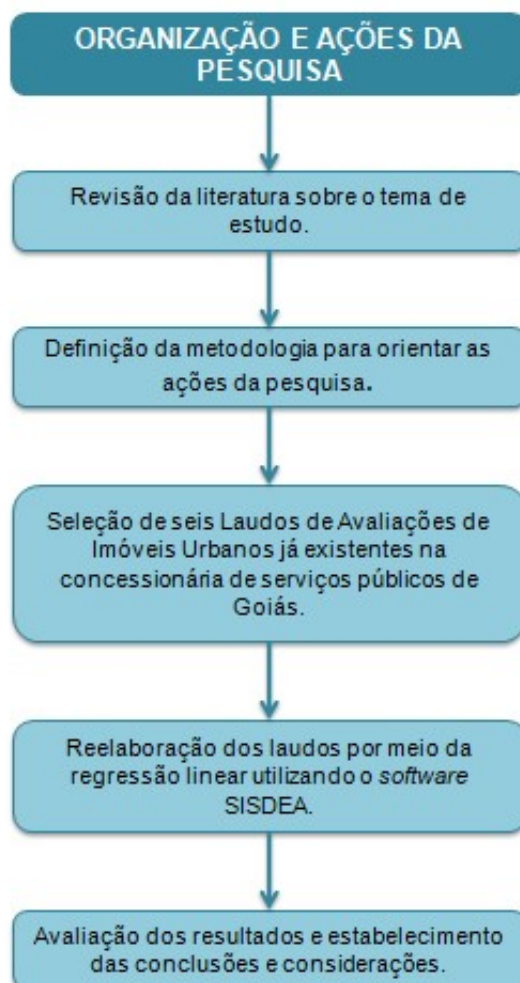
Foram selecionados laudos que permitissem entender o comportamento da regressão linear quando aplicada a diferentes situações e que permitissem explorar as potencialidades do método de forma ampla ou panorâmica, não tendo sido escolhidos casos particularizados ou específicos.

¹⁶ Os imóveis heterogêneos entre si são aqueles em que as características como área total, tamanho da frente, bairro onde estão localizados e outros não são iguais.

¹⁷ Os imóveis homogêneos entre si são aqueles em que as características como área total, tamanho da frente, bairro onde estão localizados e outros são iguais.

Realizou-se vistorias *in loco* e o registro fotográfico dos imóveis a serem avaliados para a verificação das características mais relevantes que influenciavam na formação do valor dos mesmos. Na Figura 29 é apresentado um fluxograma da organização e ações da pesquisa.

Figura 29 – Fluxograma da organização e ações da pesquisa.

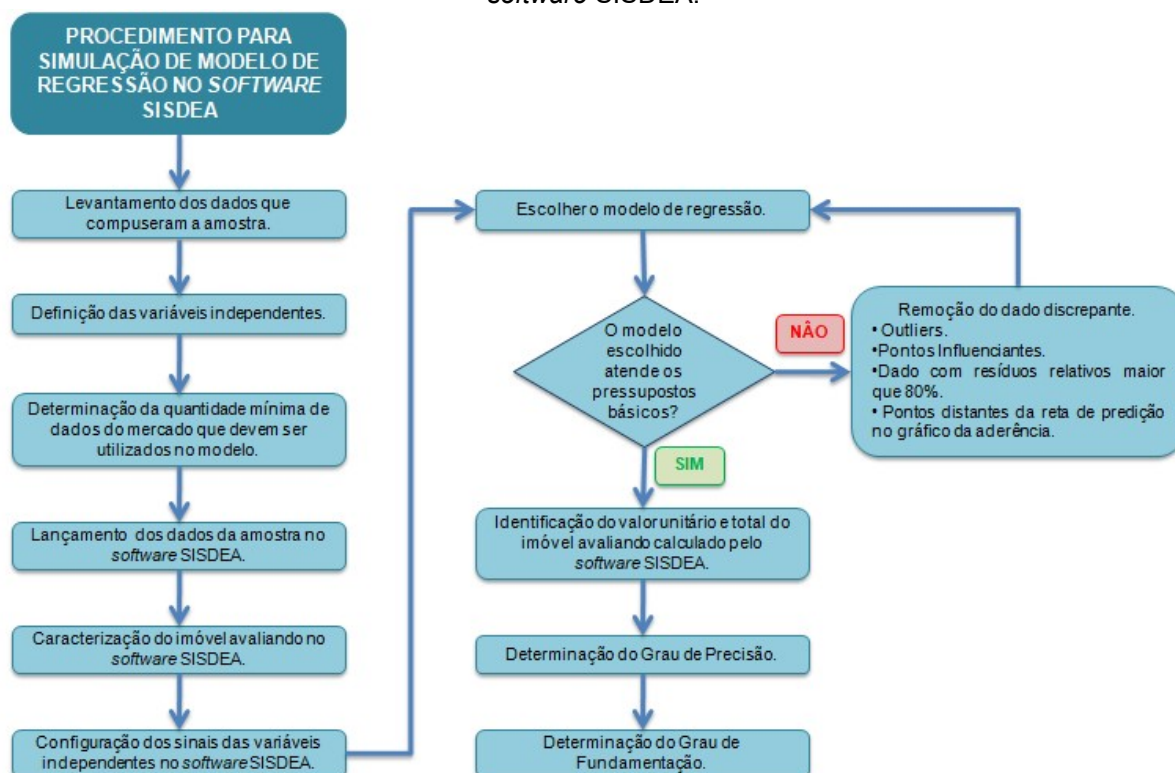


Fonte: Elaborada pela autora.

Por constituírem documentos de bens avaliandos que foram ou serão desapropriados pela concessionária de serviços públicos parceira do estudo, informações como: nome do proprietário, número da Certidão de Matrícula do Imóvel, endereço do imóvel e qualquer outra informação que permita identificá-los foram mantidas em sigilo.

Os seis Laudos de Avaliações de Imóveis Urbanos foram reelaborados com o tratamento de dados por meio da regressão linear, utilizando o *software* SISDEA (PELLI SISTEMAS ENGENHARIA, 2021), acessado por uma licença temporária embora sem restrição de recursos. Na Figura 30 é apresentado um fluxograma do procedimento realizado para reelaboração dos laudos.

Figura 30 – Fluxograma do procedimento realizado para reelaboração dos laudos com auxílio do *software* SISDEA.



Fonte: Elaborada pela autora.

Os laudos referentes ao imóvel 01 e 02 do Grupo 01 foram elaborados em julho de 2014, o laudo do imóvel 03 do Grupo 01 foi realizado em novembro de 2016, já os três laudos que compõem o Grupo 02 foram produzidos em dezembro de 2015, diante disso, foi necessário realizar uma atualização dos valores de indenização neles contidos através da calculadora do cidadão¹⁸ disponibilizada pelo Branco Central do Brasil. Os valores foram corrigidos utilizando os seguintes índices: IGP-M (FGV), IGP-DI (FGV), INPC (IBGE), IPCA (IBGE), IPC-BRASIL (FGV) e IPC-

¹⁸ Link de acesso da Calculadora do Cidadão do Banco Central:
<https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO/publico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores>

SP (FIPE). Após a aplicação dos índices de correção, realizou-se uma média com os valores corrigidos, que foi comparada com os valores indenizatórios encontrados na reelaboração dos laudos.

Os resultados da reelaboração dos laudos foram tabulados para facilitar a comparação com laudos já existentes. Os relatórios estatísticos de cada uma das simulações realizadas nesse estudo, gerados pelo *software*, estão disponíveis nos anexos. A análise comparativa abordou a adequação metodológica e a subjetividade da avaliação, o atendimento às normativas e o rigor técnico das justificativas apresentadas para os valores encontrados.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Para o desenvolvimento do estudo proposto neste trabalho são apresentados os laudos e seus resultados documentados, os dados utilizados para a reelaboração dos laudos, as atualizações de valores e os novos valores obtidos com as simulações. A análise dos resultados compreendeu a comparação entre a preparação e os critérios registrados nos laudos e aqueles utilizados na simulação. Também foram comparados os métodos de avaliação entre si com ênfase para a regressão linear, suas vantagens e limitações.

4.1 GRUPO DE IMÓVEIS 01

O Grupo 01 é constituído de três imóveis de características diferentes e localizados em setores vizinhos entre si, como mostrado na Figura 31. O loteamento onde o Imóvel 01 está localizado encontra-se na região leste de Goiânia e foi aprovado em 08 de fevereiro de 1954, não tendo sido possível encontrar informações técnicas sobre seu projeto urbanístico (MAPA FÁCIL, 2021). Apesar de estar próximo a uma rodovia federal, uma faculdade, um *shopping center* e de locais valorizados da cidade, predominam no bairro construções de padrão construtivo normal (ABNT, 2021). Durante a vistoria *in loco* observou-se a predominância de edificações residenciais e lotes sem edificação. Na Figura 32 é possível identificar os limites e confrontações do bairro do imóvel 01 estudado.

Figura 31 – Loteamentos 01, 02 e 03 do Grupo 01.



Fonte: Elaborada pela autora.

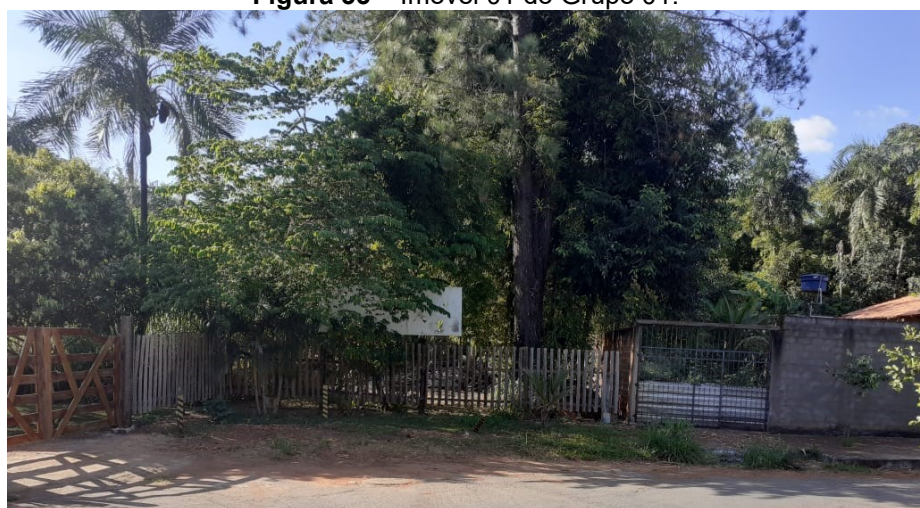
Figura 32 – Limites e confrontações do bairro onde o Imóvel 01 do Grupo 01 está localizado.



Fonte: *Google Earth Pro*.

O imóvel 01 é um lote urbano de 955,00 metros quadrados, com 20,00 metros de testada, sem edificação e com acesso ocorrendo mediante vias locais. Este imóvel está situado na última rua do loteamento (Figura 33) e faz divisa pelo fundo com um córrego, diante disso, aproximadamente 70,00 metros quadrados do mesmo correspondem a uma área de preservação permanente (APP)¹⁹ e consequentemente não edificável. Este aspecto representa um fator desvalorizante no mercado de imóveis.

Figura 33 – Imóvel 01 do Grupo 01.



Fonte: Elaborada pela autora.

¹⁹ A Lei Federal nº 12.651/2012 defini área de preservação permanente como: “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012).

Na Figura 34 é apresentada a demarcação da área total do imóvel 01. O lote foi desapropriado pela concessionária de serviços públicos para a implantação de uma instalação de infraestrutura.

Figura 34 – Demarcação da área total do imóvel 01 – Grupo 01.



Fonte: Google Earth Pro.

O loteamento onde o Imóvel 02 está localizado encontra-se na região leste de Goiânia, foi aprovado em 30 de setembro de 1976 e possui uma área total de 833.842,70 metros quadrados, sendo composto por 1.417 lotes, 101.912,50 metros quadrados de áreas públicas municipais de uso institucional ou recreação e lazer, 144.238,61 metros quadrados de áreas de preservação, 13.725,00 metros quadrados de áreas comerciais e um sistema viário de 218.178,16 metros quadrados (MAPA FÁCIL, 2021). Apesar de seu padrão construtivo normal (ABNT, 2021), o bairro é valorizado devido a sua localização. É próximo a uma rodovia federal, uma faculdade, um *shopping center* e de locais valorizados da cidade. Durante a vistoria *in loco* observou-se que o setor é adensado, mas ainda há lotes sem edificação. Na figura 35 é possível identificar os limites e confrontações do bairro do imóvel 02.

Figura 35 – Limites e confrontações do bairro onde o Imóvel 02 do Grupo 01 está localizado.



Fonte: *Google Earth Pro*.

O imóvel 02 compreende à 2.700,0 metros quadrados de uma Área Verde²⁰ do loteamento. As Áreas Verdes delimitadas nos loteamentos e entregues às prefeituras geralmente têm baixo potencial de exploração econômica, o que representa um fator desvalorizante no mercado de imóveis. A demarcação do imóvel 02 foi apresentada na Figura 36. A área do imóvel 02 também foi desapropriada pela concessionária de serviços públicos para a implantação de um equipamento de infraestrutura, conforme mostrado na Figura 37.

Figura 36 – Demarcação da área total do imóvel 02 – Grupo 01.



Fonte: *Google Earth Pro*.

²⁰ De acordo com a Lei Federal nº 12.651/2012, a área verde urbana é definida como: "espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana" (BRASIL, 2012).

Figura 37 – Equipamento de infraestrutura implantado no imóvel 02 – Grupo 01.



Fonte: Elaborada pela autora.

O loteamento onde o Imóvel 03 está localizado encontra-se também na região leste de Goiânia, faz divisa com o município de Aparecida de Goiânia e foi aprovado em 30 de julho de 1953, por isso não foi possível encontrar informações técnicas sobre seu projeto urbanístico (MAPA FÁCIL, 2021). Apesar de ser um bairro adensado, observou-se durante a vistoria *in loco* a presença de lotes sem edificação. O setor está situado próximo a uma rodovia federal, uma faculdade, um *shopping center* e locais valorizados da cidade, contudo com construções de padrão normal (ABNT, 2021). Na figura 38 é possível identificar os limites e confrontações do loteamento do imóvel 03.

Figura 38 – Limites e confrontações do bairro onde o Imóvel 03 do Grupo 01 está localizado.



Fonte: Google Earth Pro.

O imóvel 03 é um lote urbano de 2.555,00 metros quadrados, com 144,00 metros de testada, sem edificação e com acesso ocorrendo mediante vias locais, conforme mostrado nas Figuras 39 e 40. Este imóvel é uma área pública municipal de uso institucional onde seria implantada uma escola, contudo a área destina-se para a implantação de equipamento de infraestrutura. Na Figura 41 é apresentada a demarcação do imóvel 03. No Quadro 2 estão resumidas as características dos imóveis 01, 02 e 03.

Figura 39 – Imóvel 03 do Grupo 01.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 40 – Imóvel 03 do Grupo 01.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 41 – Demarcação da área total do imóvel 03 – Grupo 01.

Fonte: Google Earth Pro.

Quadro 2 – Resumo das características dos Imóveis 01, 02 e 03 – Grupo 01.

GRUPO 01			
CARACTERÍSTICAS	IMÓVEL 01	IMÓVEL 02	IMÓVEL 03
Região urbana	Leste	Leste	Leste
Área total	955,00 m ²	2.700,00 m ²	2.555,00 m ²
Testada	20,00 m	Ausente ²¹	144,00 m
Acessado por vias locais	Sim	Sim	Sim
Edificado	Não	Não	Não
APM	Não	Não	Sim
Área Verde	Não	Sim	Não
Fundo de vale (APP)	70,00 m ²	Não	Não

Fonte: Elaborada pela autora.

4.1.1 Os Laudos de Avaliações de Imóveis urbanos 01, 02 e 03 existentes – Grupo 01

Os três Laudos de Avaliações de Imóveis urbanos existentes que compõem o Grupo 01 foram elaborados por uma empresa terceirizada que prestava serviços à concessionária de serviços públicos. O estudo dos laudos permitiu constatar que no processo avaliatório dos imóveis 01 e 02 foi adotado o Método comparativo direto de dados do mercado, contudo não foi realizado o tratamento dos dados.

Apesar de constar no texto dos laudos que "as características e os atributos dos dados pesquisados que exercem influência na formação do valor devem ser

²¹ Uma vez que o Imóvel 02 não é um lote e sim parte de uma Área verde não é considerado que o mesmo tenha testada.

ponderados por homogeneização ou por inferência estatística", isso não foi realizado, nem documentado. O que se pode verificar é apenas a realização de uma média aritmética dos dados que compunham a amostra, seu saneamento e o cálculo do desvio padrão dos dados saneados. Não há evidências de aplicação dos fatores de homogeneização. Dessa forma, observa-se que as diferenças entre os dados da amostra e os imóveis avaliados não foram ponderadas, o que acarreta imprecisão.

Verificou-se também que para compensar o fato de parte do imóvel 01 ser Área de Preservação Permanente (APP), o avaliador atribuiu um desconto de 30% sobre o valor unitário encontrado pelos cálculos, contudo, esse raciocínio não foi mantido no processo avaliatório do imóvel 02, que está inserido em uma Área Verde do loteamento com restrições correspondentes. Tal conduta evidencia a falta de critérios consistentes, visto que os laudos dos imóveis 01 e 02 foram executados na mesma data de referência e demonstra subjetividade na avaliação, uma vez que não foram apresentados estudos científicos ou bibliografias que justificassem o desconto adotado, descaracterizando tecnicamente a avaliação.

O laudo do imóvel 03 é o mais recente dentre os laudos selecionados. Nele foi adotado como metodologia o Método comparativo direto de dados do mercado com o tratamento de dados realizado através da aplicação dos fatores fonte, testada, localização, topografia, área e benfeitoria. No entanto, não há registros que confirmem a fundamentação dos fatores adotados por metodologia científica, em desacordo ao estabelecido na NBR 14.653:2011 - Parte 02. Na Tabela 8 são apresentados os valores unitários e totais dos imóveis 01, 02 e 03 obtidos nos processos avaliatórios existentes.

Tabela 8 – Valores obtidos nos Laudos de Avaliação existentes – Grupo 01.

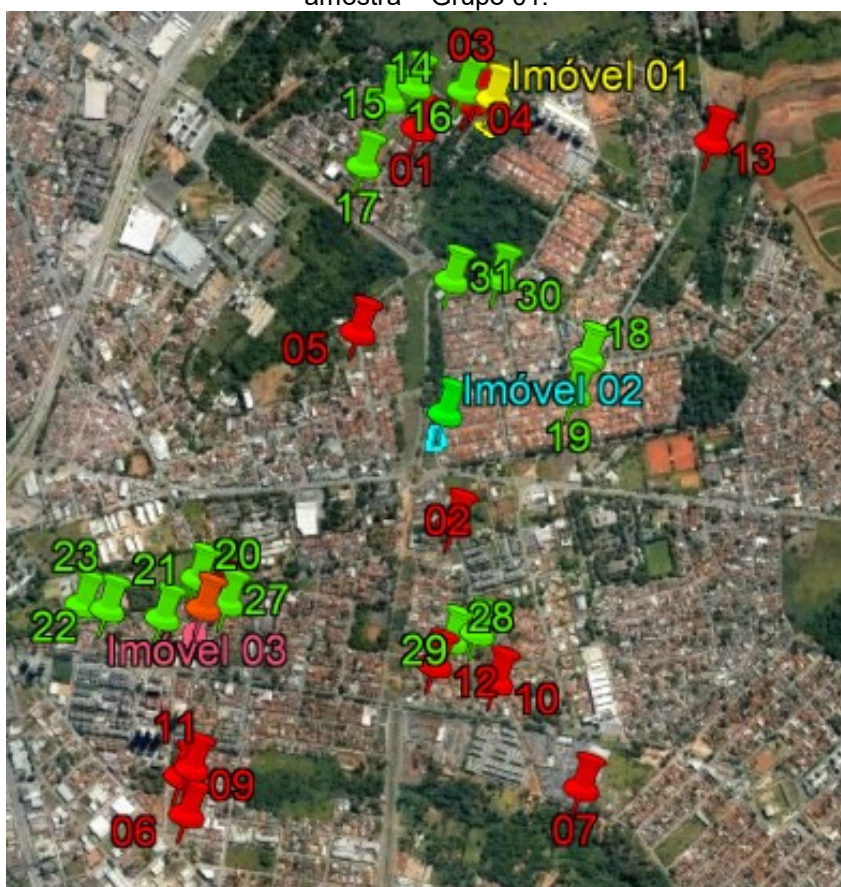
VALORES DOS LAUDOS EXISTENTES - GRUPO 01			
DESCRIÇÃO	DATA DA AVALIAÇÃO	VALOR UNITÁRIO (R\$/m²)	VALOR TOTAL (R\$)
Imóvel 01	Julho de 2014	R\$ 270,05	R\$ 257.897,75
Imóvel 02	Julho de 2014	R\$ 445,81	R\$ 1.203.687,00
Imóvel 03	Novembro de 2016	R\$ 483,39	R\$ 1.235.061,45

Fonte: Elaborada pela autora.

4.1.2 Reelaboração dos Laudos existentes – Grupo 01

A reelaboração dos laudos pertencentes ao Grupo 01 iniciou-se com uma vistoria *in loco* dos três imóveis, com propósito de identificar as características e peculiaridades dos mesmos e do bairro onde estão localizados. Os dados que compuseram a amostra são imóveis à venda na região de análise, ou seja, imóveis disponíveis no mercado imobiliário, parte foram obtidos através da vistoria *in loco* e a outra parte através de anúncios da *internet*. Na Figura 42 é apresentado o mapa com a marcação dos imóveis 01, 02 e 03 e dos dados coletados que integraram a amostra, as marcações em vermelho indicam dados sem área edificada e as marcações em verde indicam os dados que possuem área edificada. Foi utilizada a mesma amostra para avaliar os três imóveis, visto que eles estão em uma região urbana e se avizinham.

Figura 42 – Mapa com a marcação dos imóveis 01, 02 e 03 e dos dados coletados para compor a amostra – Grupo 01.



Fonte: Google Earth Pro.

Na simulação do modelo de regressão utilizou-se, para a ponderação das diferenças entre os imóveis 01, 02 e 03 e os dados da amostra, as seguintes variáveis independentes: “área total”, “área edificada” e “localização”, visto que foram as variáveis mais eficazes na explicação da variabilidade dos preços do mercado estudado. Na Tabela 9 encontram-se os dados que compõem a amostra e suas características. Na Tabela 10 pode-se identificar as características dos imóveis que foram avaliados.

Tabela 9 – Dados que compõem a amostra e suas características – Grupo 01.

DADO	ÁREA TOTAL (m²)	ÁREA EDIFICADA (m²)	LOCALIZAÇÃO	PREÇO TOTAL PRATICADO NO MERCADO²² (R\$)	PREÇO UNITÁRIO PRATICADO NO MERCADO²³ (R\$/m²)
1	379,00	0,00	1,00	R\$ 220.000,00	R\$ 580,47
2	536,00	0,00	2,00	R\$ 350.000,00	R\$ 652,99
3	372,00	0,00	1,00	R\$ 250.000,00	R\$ 672,04
4	372,00	0,00	1,00	R\$ 230.000,00	R\$ 618,28
5	2.514,00	0,00	3,00	R\$ 1.500.000,00	R\$ 596,66
6	1.315,67	0,00	2,00	R\$ 520.000,00	R\$ 395,24
7	4.200,00	0,00	2,00	R\$ 1.200.000,00	R\$ 285,71
8	497,00	0,00	2,00	R\$ 490.000,00	R\$ 985,92
9	360,05	0,00	2,00	R\$ 180.000,00	R\$ 499,93
10*	360,00	0,00	2,00	R\$ 700.000,00	R\$ 1.944,44
11	1.879,65	0,00	2,00	R\$ 1.100.000,00	R\$ 585,22
12	390,00	0,00	2,00	R\$ 220.000,00	R\$ 564,10
13	2.662,00	0,00	1,00	R\$ 840.000,00	R\$ 315,55
14	1.116,00	500,00	1,00	R\$ 970.000,00	R\$ 869,18
15	387,00	160,00	1,00	R\$ 350.000,00	R\$ 904,39
16	465,00	121,00	1,00	R\$ 480.000,00	R\$1.032,26
17	415,00	140,00	1,00	R\$ 300.000,00	R\$ 722,89
18	231,00	222,00	3,00	R\$ 580.000,00	R\$ 2.510,82
19	231,00	211,00	3,00	R\$ 400.000,00	R\$1.731,60
20	373,00	214,00	2,00	R\$ 400.000,00	R\$1.072,39
21	273,10	69,84	2,00	R\$ 320.000,00	R\$1.171,73
22	378,00	171,00	2,00	R\$300.000,00	R\$793,65

(Continua)

²² Preço total praticado no mercado: é o preço pelo qual os imóveis disponíveis no mercado imobiliário, ou seja, aqueles que estão à venda, são anunciados na internet ou por corretores de imóveis.

²³ Preço unitário praticado no mercado: é encontrado dividindo o preço total praticado no mercado pela área total do imóvel.

(Continuação)

DADO	ÁREA TOTAL (m ²)	ÁREA EDIFICADA (m ²)	LOCALIZAÇÃO	PREÇO TOTAL PRATICADO NO MERCADO (R\$)	PREÇO UNITÁRIO PRATICADO NO MERCADO (R\$/m ²)
23	365,00	276,00	2,00	R\$350.000,00	R\$958,90
24	373,00	145,00	2,00	R\$370.000,00	R\$991,96
25	390,00	125,00	2,00	R\$330.000,00	R\$846,15
26	390,00	275,00	2,00	R\$350.000,00	R\$897,44
27	390,00	170,00	2,00	R\$350.000,00	R\$897,44
28*	195,00	125,00	2,00	R\$490.000,00	R\$2.512,82
29	497,00	284,00	2,00	R\$480.000,00	R\$965,79
30	282,00	190,00	3,00	R\$460.000,00	R\$1.631,21
31	281,00	221,00	3,00	R\$350.000,00	R\$1.245,55

(*) Dados não utilizados na análise de regressão²⁴

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 10 – Imóveis 01, 02 e 03 e suas características – Grupo 01.

IMÓVEL	ÁREA TOTAL (m ²)	ÁREA EDIFICADA (m ²)	LOCALIZAÇÃO
1	955,00	0,00	1,00
2	2.700,00	0,00	3,00
3	2.555,00	0,00	2,00

Fonte: Elaborada pela autora.

As hipóteses de pesquisa²⁵ que representam as tendências de mercado para as variáveis independentes utilizadas no modelo são:

- Área total (m²): variável quantitativa que identifica o tamanho da área total do imóvel em metros quadrados. A tendência que se espera do modelo é que quanto maior a área, menor seu valor unitário.
- Área edificada (m²): variável quantitativa que identifica o tamanho da área edificada do imóvel em metros quadrados. A tendência que se espera do modelo é que quanto maior a área edificada, maior seu valor unitário.

²⁴ Os dados não utilizados no modelo de regressão linear são aqueles discrepantes, ou seja, *outliers*, pontos influenciadores, dados com resíduo relativo maior que 80%, pontos distantes da reta de predição no gráfico da aderência. A presença desses dados prejudica o modelo de regressão por não representarem a realidade do mercado estudado.

²⁵ As hipóteses de pesquisa foram criadas através da observação da variação dos preços dos dados que compõem a amostra do mercado estudado.

- **Localização:** variável qualitativa, código alocado, que classifica imóveis localizados no primeiro bairro de estudo ou próximos a ele em 1 (um), os imóveis localizados no terceiro bairro de estudo ou próximos a ele em 2 (dois) e os imóveis localizados no segundo bairro de estudo ou próximos a ele em 3 (três). A tendência que se espera do modelo é que seja uma escala crescente diretamente proporcional, quanto maior o valor dado à localização, maior o valor unitário do imóvel.

O modelo de regressão escolhido nessa simulação atendeu todos os pressupostos básicos descritos na fundamentação teórica e o relatório estatístico dessa simulação pode ser verificado no Anexo B.

A falta de elementos comparativos para avaliar imóveis inseridos em Área de Preservação Permanente e Área Verde, como é o caso dos imóveis 01 e 02 constituem uma dificuldade. Para realizar a simulação desses imóveis foi necessário considerá-los como sendo terrenos urbanos sem restrições e adotar para as áreas com restrições o valor mínimo obtido pela adoção do campo de arbítrio, devido ao baixo potencial de exploração econômica das mesmas, visto que são zonas não edificáveis.

Segundo a NBR 14.653:2011 – Parte 2:

O campo de arbítrio definido em 3.8 da ABNT NBR 14.653-1:2001 é o intervalo com amplitude de 15%, para mais ou para menos, em torno da estimativa de tendência central utilizada na avaliação.

O campo de arbítrio pode ser utilizado quando variáveis relevantes para a avaliação do imóvel não tiverem sido contempladas no modelo, por escassez de dados de mercado, por inexistência de fatores de homogeneização aplicáveis ou porque essas variáveis não se apresentam estatisticamente significantes em modelos de regressão, desde que a amplitude de até mais ou menos 15% seja suficiente para absorver as influências não consideradas e que os ajustes sejam justificados (ABNT, 2011, p. 16).

Entende-se que a propriedade particular não pode ser desapropriada sem a justa indenização, entretanto não há em bibliografias parâmetros consistentes que norteiem os processos avaliatórios no caso de áreas com restrições, dessa forma considerou-se mais técnico adotar o valor mínimo do campo de arbítrio, que está

estabelecido na norma, em vez de aplicar um percentual de desconto sem justificativa. Vale ressaltar que fica a cargo do Juiz decidir se a conduta adotada pelo avaliador é justa.

Na Tabela 11 foram apresentados os valores unitários e totais dos imóveis avaliados obtidos por essa simulação e a classificação do grau de precisão desse processo avaliatório.

Tabela 11 – Resultado da simulação dos imóveis do Grupo 01.

VALORES DOS LAUDOS REELABORADOS - GRUPO 01								
DESCRIÇÃO	VALOR UNITÁRIO MÉDIO (R\$/m²)	CAMPO DE ARBITRIO		ÁREA SEM RESTRIÇÃO (m²)	ÁREA COM RESTRIÇÃO (m²)	VALOR TOTAL (R\$) ²⁶	AMPLITUDE TOTAL DO INTERVALO	GRAU DE PRECISÃO
		MÍNIMO	MÁXIMO					
Imóvel 01	R\$ 398,73	R\$ 338,92	R\$ 458,54	885,00	70,00	R\$ 376.600,50	24,29%	III
Imóvel 02	R\$ 406,31	R\$ 345,36	R\$ 467,26	0,00	2.700,00	R\$ 932.472,00	29,92%	III
Imóvel 03	R\$ 388,44	R\$ 330,17	R\$ 446,71	2.555,00	0,00	R\$ 992.464,2	25,80%	III

Fonte: Elaborada pela autora.

Analisando a Tabela 11, observou-se que o Imóvel 02 apresentou o maior valor unitário em relação aos demais imóveis, isso é explicado pelo fato dele possuir a melhor localização. Em relação ao valor total encontrado para os imóveis, verificou-se que o Imóvel 03 é o mais caro devido o seu tamanho e por não ter restrições construtivas.

4.1.3 Laudo existentes x Laudo reelaborados – Grupo 01

Na Tabela 12 são apresentados os valores unitários dos imóveis 01, 02 e 03 obtidos nos laudos existentes, a correção desses valores para data de referência de maio de 2021 (mesma data em que foram realizadas as reelaboração dos laudos), a média dos valores unitários corrigidos e os valores unitários encontrados na reelaboração dos laudos.

²⁶ Valor total é igual à área sem restrição multiplicada pelo valor unitário médio mais a área com restrição multiplicada pelo valor mínimo do campo de arbitrio.

É possível verificar que pela metodologia adotada nos laudos existentes, o imóvel 02 teria o maior valor unitário mesmo estando inserido em uma Área Verde. Já o imóvel 01, que possui parte de sua área como sendo APP, teve seu valor unitário médio diminuído em 30% e não ficou claro o porquê tal desconto não foi aplicado no Imóvel 02 visto que o mesmo também possui restrições.

Tabela 12 – Correção e comparação do valor unitário dos imóveis do Grupo 01.

CORREÇÃO DOS VALORES GRUPO 01			
DESCRIÇÃO	IMÓVEL 01	IMÓVEL 02	IMÓVEL 03
VALOR UNITÁRIO OBTIDO NO PRIMEIRO LAUDO DE AVALIAÇÃO	R\$ 270,05 ²⁷	R\$ 445,81	R\$ 483,39
VALOR CORRIGIDO PELO ÍNDICE IGP-M (FGV)	R\$ 523,54	R\$ 864,28	R\$ 785,62
VALOR CORRIGIDO PELO ÍNDICE IGP-DI (FGV)	R\$ 525,16	R\$ 866,95	R\$ 786,69
VALOR CORRIGIDO PELO ÍNDICE INPC (IBGE)	R\$ 393,98	R\$ 650,40	R\$ 582,19
VALOR CORRIGIDO PELO ÍNDICE IPCA (IBGE)	R\$ 391,57	R\$ 646,42	R\$ 583,74
VALOR CORRIGIDO PELO ÍNDICE IPCA-E (IBGE)	R\$ 390,07	R\$ 643,94	R\$ 580,64
VALOR CORRIGIDO PELO ÍNDICE IPC-BRASIL (FGV)	R\$ 394,45	R\$ 651,18	R\$ 589,43
VALOR CORRIGIDO PELO ÍNDICE IPC-SP (FIPE)	R\$ 389,14	R\$ 642,41	R\$ 581,53
MÉDIA DOS VALORES CORRIGIDOS	R\$ 429,70	R\$ 709,37	R\$ 641,41
VALOR UNITÁRIO OBTIDO NA REELABORAÇÃO DOS LAUDOS²⁸	R\$ 394,35	R\$ 345,36	R\$ 388,44

Fonte: Elaborada pela autora.

Observou-se também que as médias dos valores corrigidos ficaram maiores que os valores unitários obtidos na reelaboração dos laudos. Como possíveis justificativas têm-se: (1) a utilização de amostras compostas de dados com áreas totais menores que as áreas totais dos imóveis que foram avaliados; (2) a falta de tratamento de dados ou a falha na aplicação do tratamento dos dados e (3) quantidade reduzida de dados efetivamente utilizados nos cálculos.

No laudo existente referente ao imóvel 01 apenas 10 dados integraram a amostra e a maior área total desses dados possuía 379,00 metros quadrados, uma vez que não houve tratamento dos dados e que quanto menor a área maior o valor unitário, justifica-se o valor encontrado.

²⁷ Valor unitário médio após a aplicação de 30% de desconto.

²⁸ Valor unitário obtido pelo razão entre valor total encontrado na reelaboração do laudo e área total.

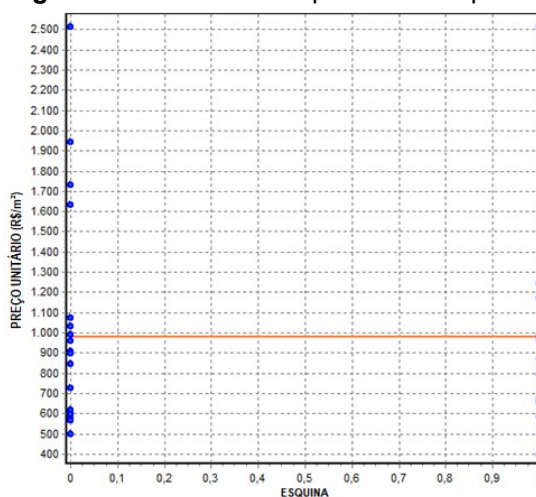
A amostra do laudo existente do imóvel 02 foi composta por 9 dados, sendo que seis imóveis com área total menor que 390,00 metros quadrados e três imóveis com área total variando de 2.080,00 à 3.240,00 metros quadrados, partindo do princípio que não houve tratamento dos dados, quando a amostra era composta de dados com preços maiores o imóvel avaliando apresentava um valor maior.

No laudo do imóvel 03, de 2.555,0 metros quadrados, apenas 8 dados constituíram a amostra e a maior área total desses dados possuía 390,00 metros quadrados. Apesar de ter ocorrido o tratamento dos dados, o fator área foi aplicado como sendo diretamente proporcional ao valor unitário, isto é, com uma orientação contrária à tendência de que áreas maiores têm valores unitários menores, atribuindo inconsistência à avaliação.

Em contrapartida os laudos reelaborados contaram com uma amostra de 29 dados efetivamente utilizados, e quanto mais dados são utilizados no modelo, melhor é a representatividade da região que está sendo analisada e no caso da aplicação da regressão linear, mais variáveis independentes podem ser empregadas, fazendo-se assim uma ponderação mais eficiente das diferenças.

Durante a simulação, tentou-se aplicar uma variável dicotômica "Esquina", que determinava se os imóveis eram ou não localizados nas esquinas das quadras, contudo essa variável independente mostrou-se irrelevante para o modelo por não ser eficaz para explicar a variação dos preços do mercado estudado, originando um gráfico com uma reta constante, como mostrado na Figura 43.

Figura 43 – Variável Independente Esquina.



Fonte: *Software SISDEA.*

Os laudos existentes referentes aos imóveis 01 e 02 não apresentaram a classificação do processo avaliatório quanto aos seus Graus de Fundamentação e Precisão e o laudo relativo ao imóvel 03 foi classificado como pertencendo ao Grau de Fundamentação II e ao Grau de Precisão II. Os laudos reelaborados referentes aos imóveis 01 e 02 foram classificados como sendo do Grau de Fundamentação II, visto que são áreas com restrições onde foi adotado o valor mínimo do campo de arbítrio. De acordo com a NBR 14.653:2011 – Parte 2 para atingir o Grau III é obrigatório adotar a estimativa de tendência central, ou seja, adotar o valor unitário médio. Já o laudo reelaborado do imóvel 03 foi classificado como Grau de Fundamentação III. Quanto ao Grau de Precisão todos os laudos reelaborados foram classificados como sendo de Grau III.

4.1.4 Desapropriação de áreas com restrições

O estudo dos imóveis do Grupo 01 destaca um aspecto ainda não consolidado na avaliação de imóveis urbanos no país. A desapropriação de áreas com restrições, como é o caso de APP e Áreas Verdes, é um assunto controverso devido à ausência de leis específicas e normativas que conduzam esse tipo de processo avaliatório. Há distintas metodologias consideradas por diferentes autores e avaliadores para se avaliar áreas que possuem restrições, que não podem ser edificadas e que estão inseridas em zona urbana, de modo semelhante à situação dos imóveis 01 e 02 do Grupo 01.

Martins (2015) realizou a avaliação de um terreno, desapropriado pela prefeitura de Belo Horizonte, que possuía parte de sua área em APP, parte fora de APP e parte em córrego. No processo avaliatório foi utilizado como metodologia para a determinação do valor do terreno o Método comparativo direto de dados do mercado com tratamento de dados por meio da regressão linear. Visto que na amostra só foram encontrados e utilizados dados que estavam fora de APP, o valor unitário da área em APP foi dado pela equação abaixo:

$$\text{Valor unitário} = \text{Fator de Posse} \times \frac{\text{Fator de Zoneamento}}{\text{CA (Atualizado)}} \times \text{Valor do terreno fora de APP} \quad (7)$$

Segundo o autor, quando em processos avaliatórios de APP a amostra é composta somente por dados *aedificand*, ou seja, que podem ser edificados e construídos, a valoração é dada apenas considerando a posse do terreno, dessa forma aplica-se um percentual de desconto que recebe o nome de Fator de Posse e corresponde a 30% do valor do terreno fora da APP. Considerando o fato de APP não gerar potencial construtivo, é empregado outro desconto, o Fator de Zoneamento, que é semelhante ao coeficiente de aproveitamento da Zona de Preservação Ambiental (Zpam), sendo igual a 0,05. Já o CA (Atualizado) refere-se ao coeficiente de aproveitamento do zoneamento em que o terreno está situado.

Mello e Brum (2018), por sua vez, criticam o ente expropriante que adotam apenas 5% do valor de mercado médio no cálculo do valor de indenização de lotes urbanos situados próximos a cursos d'água, baseando-se no coeficiente de aproveitamento de terrenos urbanos de Belo Horizonte classificados como Zona de Preservação Ambiental (Zpam). Segundo os autores não há justificativa técnica para uma depreciação tão significativa, visto que para o caso estudado, os lotes não possuíam quaisquer tipos de restrições em relação à aprovação do loteamento junto ao município de Belo Horizonte e ao zoneamento no qual se encontravam inseridos. Destacam ainda os autores que existem diversas medidas compensatórias e opções de aproveitamento que não prejudicavam a utilização do terreno, como a Transferência do Direito de Construir e a área permeável do lote poder ser implantada na porção confrontante com o curso d'água.

Em Goiânia, a Comissão de Avaliação de Imóveis Urbanos (CAIMU), área técnica do departamento responsável pelas desapropriações da prefeitura de Goiânia, informou que em processos avaliatórios de áreas com restrições, como é o caso de APP e Área Verde, tem-se adotado a convenção de considerar o valor da indenização como sendo 25% do valor de mercado encontrado. Esta convenção, definida em função do processo de desapropriações realizadas para a criação dos parques integrantes do programa urbano ambiental Macambira Anicuns, que tiveram início em 2012 é, contudo, um procedimento interno adotado pela CAIMU e que ainda não foi formalizada como uma normativa ou lei no município. Foi informado também, que as áreas desapropriadas encontram-se degradadas e são destinadas a implantação de equipamentos de infraestruturas, viadutos, pontes, vias de trânsito rápido, entre outros.

4.2 GRUPO DE IMÓVEIS 02

O Grupo 02 é constituído de três imóveis homogêneos, isto é, com características equivalentes, localizados em um mesmo bairro na região Mendanha do município de Goiânia. O loteamento em questão foi aprovado em 03 de junho de 1998 e possui uma área total de 989.974,41 metros quadrados, sendo composto por 1.963 lotes, 20 áreas públicas municipais de uso institucional ou recreação e lazer, e um sistema viário de 290.519,75 metros quadrados, respectivamente 54,19%, 15,0% e 30,79% da área total do bairro (MAPA FÁCIL, 2021). Atualmente o bairro que contém os imóveis 01, 02 e 03 conta com pavimentação asfáltica incompleta e pode alcançar uma boa valorização nos próximos anos devido à proximidade com uma rodovia estadual, com um *shopping center* e com um hospital já em funcionamento. Na Figura 44 é possível identificar os limites e confrontações do bairro.

Figura 44 – Limites e confrontações do bairro estudado no Grupo 02.



Fonte: Google Earth Pro.

Os imóveis 01, 02 e 03 são lotes urbanos de 200,00 metros quadrados de área, 10,0 metros de testada, sem edificação, localizados no meio da quadra e com acesso ocorrendo mediante vias locais. Nas Figuras 45, 46 e 47 verifica-se a demarcação da área total dos imóveis 01, 02 e 03, respectivamente. Essas áreas foram desapropriadas para implantação de equipamentos de infraestrutura, como

pode ser observado nas Figuras 48, 49 e 50. No Quadro 3 estão resumidas as características dos imóveis 01, 02 e 03.

Figura 45 – Demarcação da área total do imóvel 01 – Grupo 02.



Fonte: Google Earth Pro.

Figura 46 – Demarcação da área total do imóvel 02 – Grupo 02.



Fonte: Google Earth Pro.

Figura 47 – Demarcação da área total do imóvel 03 – Grupo 02.



Fonte: *Google Earth Pro*.

Figura 48 – Equipamento implantado no imóvel 01 – Grupo 02.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 49 – Equipamento implantado no imóvel 02 – Grupo 02.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 50 – Equipamento implantado no imóvel 03 – Grupo 02.



Fonte: Elaborada pela autora.

Quadro 3 – Resumo das características dos Imóveis 01, 02 e 03 – Grupo 02.

GRUPO 01			
CARACTERÍSTICAS	IMÓVEL 01	IMÓVEL 02	IMÓVEL 03
Região urbana	Mendanha	Mendanha	Mendanha
Área total	200,00 m ²	200,00 m ²	200,00 m ²
Testada	10,00 m	10,00 m	10,00 m
Acessado por vias locais	Sim	Sim	Sim
Edificado	Não	Não	Não
APM/APP	Não	Não	Não

Fonte: Elaborada pela autora.

4.2.4 Os Laudos de Avaliações de Imóveis urbanos 01, 02 e 03 existentes – Grupo 02

Os três Laudos de Avaliações de Imóveis urbanos existentes que compõem o Grupo 02 foram elaborados por uma mesma empresa terceirizada que prestou serviços à concessionária de serviços públicos. A análise dos laudos permitiu constatar que no processo avaliatório dos três imóveis foi adotado o Método comparativo direto de dados do mercado, contudo não foi realizado o tratamento dos dados.

Apesar de constar no texto dos laudos que "as características e os atributos dos dados pesquisados que exercem influência na formação do valor devem ser ponderados por homogeneização ou por inferência estatística", não há evidências de que isso foi realizado. O que está registrado é somente uma média aritmética dos dados que compunham a amostra, seu saneamento e o cálculo do desvio padrão dos dados saneados, sem aplicação dos fatores de homogeneização. Constatou-se que as diferenças entre os dados da amostra e os imóveis 01, 02 e 03 não foram ponderadas, o que acarreta imprecisão.

Na Tabela 13 estão reunidos os valores unitários e totais dos imóveis 01, 02 e 03 obtidos por esses processos avaliatórios e é possível perceber que mesmo sendo imóveis semelhantes, localizados no mesmo bairro e avaliados na mesma data de referência, houve uma variação dos valores sem a apresentação de uma justificativa técnica. Percebeu-se que quando a amostra era composta de dados com preços maiores o imóvel avaliando apresentava um valor maior e quando a amostra era composta por dados com preços menores, o imóvel avaliando apresentava um valor

menor, dessa forma as avaliações evidenciam subjetividade e carecem de uma análise técnica justificada.

Tabela 13 – Valores obtidos nos Laudos de Avaliação existentes – Grupo 02.

VALORES DOS LAUDOS EXISTENTES - GRUPO 02			
DESCRIÇÃO	DATA DA AVALIAÇÃO	VALOR UNITÁRIO (R\$/m²)	VALOR TOTAL (R\$)
Imóvel 01	Dezembro de 2015	R\$250,84	R\$50.168,00
Imóvel 02	Dezembro de 2015	R\$197,71	R\$39.542,00
Imóvel 03	Dezembro de 2015	R\$187,82	R\$37.564,00

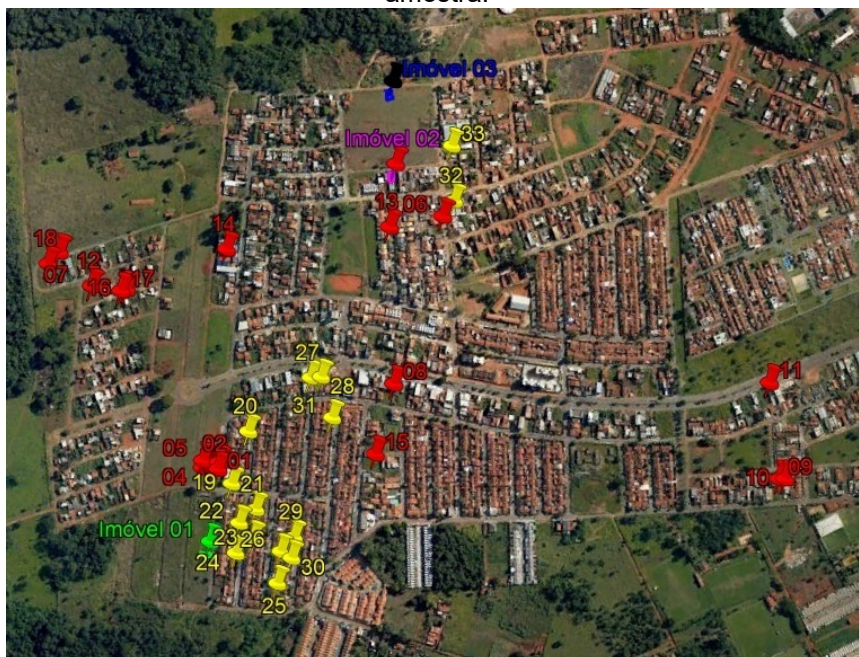
Fonte: Elaborada pela autora.

Verificou-se também que para compensar a falta de aplicação dos fatores de homogeneização o avaliador atribuiu porcentagens de descontos nos valores unitários obtido nos cálculos, com objetivo de ponderar as características negativas dos imóveis avaliados. Não foram apresentados, contudo, estudos científicos que justifiquem os descontos atribuídos, o que acentua a deficiência técnica da análise e a subjetividade na avaliação.

4.2.5 Reelaboração dos Laudos existentes – Grupo 02

A reelaboração dos laudos pertencentes ao Grupo 02 iniciou-se com uma vistoria *in loco* dos três imóveis, com o propósito de identificar as características e peculiaridades dos mesmos e do bairro onde estão localizados. Os dados que compuseram a amostra são imóveis à venda na região de análise, ou seja, imóveis disponíveis no mercado imobiliário, cujos valores foram em parte obtidos através da vistoria *in loco* e outra parte através de anúncios da *internet*. Na Figura 51 é apresentada uma imagem com a marcação dos imóveis 01, 02 e 03 e dos dados coletados que integraram a amostra. As marcações em vermelho indicam dados sem área edificada e as marcações em amarelo indicam os dados que possuem área edificada. Foi utilizada a mesma amostra para avaliar os três imóveis, visto que eles estão em uma região urbana e se avizinham.

Figura 51 – Mapa com a marcação dos imóveis avaliados e dos dados coletados para compor a amostra.



Fonte: Google Earth Pro.

Na primeira simulação do modelo de regressão utilizou-se, para a ponderação das diferenças entre os imóveis avaliados e os dados da amostra, as seguintes variáveis independentes: “área total” e “área edificada”. Na Tabela 14 encontram-se os dados que compõem a amostra e suas características. Na Tabela 15 pode-se identificar as características dos imóveis que foram avaliados.

Tabela 14 – Dados que compõem a amostra e suas características – primeira simulação – Grupo 02.

DADO	ÁREA TOTAL (m ²)	ÁREA EDIFICADA (m ²)	PREÇO TOTAL PRATICADO NO MERCADO ²⁹ (R\$)	PREÇO UNITÁRIO PRATICADO NO MERCADO ³⁰ (R\$/m ²)
1	200,00	0,00	R\$ 75.000,00	R\$375,00
2	205,00	0,00	R\$75.000,00	R\$365,85
3	202,00	0,00	R\$75.000,00	R\$371,29
4	205,00	0,00	R\$75.000,00	R\$365,85
5	200,00	0,00	R\$75.000,00	R\$375,00
6	200,00	0,00	R\$80.000,00	R\$400,00
7	200,00	0,00	R\$50.000,00	R\$ 250,00

(Continua)

²⁹ Preço total praticado no mercado: é o preço pelo qual os imóveis disponíveis no mercado imobiliário, ou seja, aqueles que estão à venda, são anunciados na *internet* ou por corretores de imóveis.

³⁰ Preço unitário praticado no mercado: é encontrado dividindo o preço total praticado no mercado pela área total do imóvel

(Continuação)

DADO	ÁREA TOTAL (m²)	ÁREA EDIFICADA (m²)	PREÇO TOTAL PRATICADO NO MERCADO (R\$)	PREÇO UNITÁRIO PRATICADO NO MERCADO (R\$/m²)
8	250,00	0,00	R\$79.000,00	R\$ 316,00
9	300,00	0,00	R\$ 110.000,00	R\$ 366,67
10	300,00	0,00	R\$ 110.000,00	R\$ 366,67
11*	360,00	0,00	R\$ 160.000,00	R\$ 444,44
12	295,00	0,00	R\$70.000,00	R\$ 237,29
13	200,00	0,00	R\$80.000,00	R\$ 400,00
14*	200,00	0,00	R\$50.000,00	R\$ 250,00
15	360,00	0,00	R\$ 80.000,00	R\$ 222,22
16	200,00	0,00	R\$ 55.000,00	R\$ 275,00
17	200,00	0,00	R\$ 50.000,00	R\$ 250,00
18*	203,00	0,00	R\$ 44.000,00	R\$ 216,75
19	205,00	78,00	R\$ 140.000,00	R\$ 682,93
20	200,00	100,00	R\$ 150.000,00	R\$ 750,00
21	200,00	118,00	R\$ 180.000,00	R\$ 900,00
22	200,00	70,00	R\$ 140.000,00	R\$ 700,00
23*	200,00	150,00	R\$ 155.000,00	R\$ 775,00
24	200,00	50,00	R\$ 130.000,00	R\$ 650,00
25	200,00	70,00	R\$ 185.000,00	R\$ 925,00
26	200,00	130,00	R\$ 165.000,00	R\$ 825,00
27*	125,00	82,00	R\$ 180.000,00	R\$ 1.440,00
28	250,00	54,00	R\$ 110.000,00	R\$ 440,00
29	200,00	160,00	R\$ 245.000,00	R\$ 1.225,00
30	200,00	91,00	R\$ 180.000,00	R\$ 900,00
31	200,00	76,00	R\$ 150.000,00	R\$ 750,00
32*	148,00	74,00	R\$ 195.000,00	R\$ 1.317,57
33	180,00	71,00	R\$ 180.000,00	R\$ 1.000,00

(*) Dados não utilizados na análise de regressão³¹

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 15 – Imóveis 01, 02 e 03 e suas características – primeira simulação – Grupo 2.

IMÓVEL	ÁREA TOTAL (m²)	ÁREA EDIFICADA (m²)
1	200,00	0,00
2	200,00	0,00
3	200,00	0,00

Fonte: Elaborada pela autora.

³¹ Os dados não utilizados no modelo de regressão linear são aqueles discrepantes, ou seja, *outliers*, pontos influenciadores, dados com resíduo relativo maior que 80%, pontos distantes da reta de predição no gráfico da aderência. A presença desses dados prejudica o modelo de regressão por não representarem a realidade do mercado estudado.

As hipóteses de pesquisa³² que representam as tendências de mercado para as variáveis independentes utilizadas no modelo são:

- Área total (m²): variável quantitativa que identifica o tamanho da área total do imóvel em metros quadrados. A tendência que se espera do modelo é que quanto maior a área, menor seu valor unitário.
- Área edificada (m²): variável quantitativa que identifica o tamanho da área edificada do imóvel em metros quadrados. A tendência que se espera do modelo é que quanto maior a área edificada, maior seu valor unitário.

O modelo de regressão escolhido nessa primeira simulação atendeu todos os pressupostos básicos apontados na fundamentação teórica e o relatório estatístico dessa simulação pode ser consultada no Anexo C. Na tabela 16 foram apresentados os valores unitários e totais dos imóveis 01, 02 e 03 obtidos nessa primeira simulação e a classificação do grau de precisão desse processo avaliatório.

Tabela 16 – Resultado da primeira simulação dos imóveis do Grupo 02.

VALORES DOS LAUDOS REELABORADOS - PRIMEIRA SIMULAÇÃO - GRUPO 02				
DESCRIÇÃO	VALOR UNITÁRIO MÉDIO (R\$/m²)	VALOR TOTAL MÉDIO (R\$)	AMPLITUDE TOTAL DO INTERVALO	GRAU DE PRECISÃO
Imóvel 01	R\$ 348,32	R\$ 69.663,95	15,89%	III
Imóvel 02	R\$ 348,32	R\$ 69.663,95	15,89%	III
Imóvel 03	R\$ 348,32	R\$ 69.663,95	15,89%	III

Fonte: Elaborada pela autora.

Analisando a Tabela 16, observa-se que por possuírem as mesmas características referentes às variáveis independentes “área total” e “área edificada” os imóveis obtiveram os mesmos valores unitários e totais. Com isso verificou-se a necessidade de acrescentar à simulação mais uma variável independente que permitisse diferenciar os imóveis. Para isso, adotou-se a variável independente

³² As hipóteses de pesquisa foram criadas através da observação da variação dos preços dos dados que compõem a amostra do mercado estudado.

“adensamento”. A hipótese de pesquisa³³ que representa a tendência de mercado para essa variável é:

- Adensamento (%): variável quantitativa que identifica a porcentagem de adensamento da quadra onde o imóvel está localizado. A tendência que se espera do modelo é que quanto maior a taxa de adensamento da quadra onde o imóvel está localizado, maior será o valor unitário do mesmo.

Na Tabela 17 encontram-se os dados que compõem a amostra e suas características utilizadas na segunda simulação. Na Tabela 18 pode-se identificar as características dos imóveis que foram avaliados acrescidas da variável independente “adensamento”.

Tabela 17 – Dados que compõem a amostra e suas características – segunda simulação – Grupo 02.

DADO	ÁREA TOTAL (m²)	ÁREA EDIFICADA (m²)	PREÇO TOTAL PRATICADO NO MERCADO ³⁴ (R\$)	PREÇO UNITÁRIO PRATICADO NO MERCADO ³⁵ (R\$/m²)	ADENSAMENTO (%)
1	200,00	0,00	R\$ 75.000,00	R\$375,00	0,00
2	205,00	0,00	R\$ 75.000,00	R\$365,85	0,00
3	202,00	0,00	R\$75.000,00	R\$371,29	0,00
4	205,00	0,00	R\$75.000,00	R\$365,85	0,00
5	200,00	0,00	R\$75.000,00	R\$375,00	0,00
6	200,00	0,00	R\$80.000,00	R\$ 400,00	86,37
7	200,00	0,00	R\$50.000,00	R\$ 250,00	39,59
8	250,00	0,00	R\$79.000,00	R\$ 316,00	52,94
9	300,00	0,00	R\$110.000,00	R\$366,67	88,24
10	300,00	0,00	R\$110.000,00	R\$366,67	88,24
11	360,00	0,00	R\$160.000,00	R\$444,44	67,65
12	295,00	0,00	R\$ 70.000,00	R\$237,29	28,57
13	200,00	0,00	R\$ 80.000,00	R\$400,00	48,65

(Continua)

³³ A hipótese de pesquisa foi criada através da observação da variação dos preços dos dados que compõem a amostra do mercado estudado.

³⁴ Preço total praticado no mercado: é o preço pelo qual os imóveis disponíveis no mercado imobiliário, ou seja, aqueles que estão à venda, são anunciados na *internet* ou por corretores de imóveis.

³⁵ Preço unitário praticado no mercado: é encontrado dividindo o preço total praticado no mercado pela área total do imóvel.

(Continuação)

DADO	ÁREA TOTAL (m²)	ÁREA EDIFICADA (m²)	PREÇO TOTAL PRATICADO NO MERCADO (R\$)	PREÇO UNITÁRIO PRATICADO NO MERCADO (R\$/m²)	ADENSAMENTO (%)
14*	200,00	0,00	R\$ 50.000,00	R\$250,00	79,49
15	360,00	0,00	R\$80.000,00	R\$222,22	57,80
16	200,00	0,00	R\$55.000,00	R\$275,00	36,00
17	200,00	0,00	R\$50.000,00	R\$250,00	36,00
18*	203,00	0,00	R\$44.000,00	R\$216,75	39,59
19	205,00	78,00	R\$140.000,00	R\$682,93	90,48
20	200,00	100,00	R\$150.000,00	R\$750,00	100,00
21	200,00	118,00	R\$180.000,00	R\$900,00	100,00
22	200,00	70,00	R\$140.000,00	R\$700,00	90,48
23	200,00	150,00	R\$155.000,00	R\$775,00	100,00
24	200,00	50,00	R\$130.000,00	R\$650,00	90,48
25	200,00	70,00	R\$185.000,00	R\$925,00	100,00
26	200,00	130,00	R\$165.000,00	R\$825,00	100,00
27*	125,00	82,00	R\$180.000,00	R\$ 1.440,00	71,80
28	250,00	54,00	R\$110.000,00	R\$440,00	71,80
29	200,00	160,00	R\$245.000,00	R\$1.225,00	100,00
30	200,00	91,00	R\$180.000,00	R\$900,00	100,00
31	200,00	76,00	R\$150.000,00	R\$750,00	100,00
32*	148,00	74,00	R\$195.000,00	R\$1.317,57	80,86
33	180,00	71,00	R\$180.000,00	R\$1.000,00	77,50

(*) Dados não utilizados na análise de regressão³⁶.

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 18 – Imóveis avaliados e suas características – segunda simulação – Grupo 02.

IMÓVEL	ÁREA TOTAL (m²)	ÁREA EDIFICADA (m²)	ADENSAMENTO (%)
1	200,00	0,00	0,00
2	200,00	0,00	55,89
3	200,00	0,00	3,04

Fonte: Elaborada pela autora.

O modelo de regressão escolhido na segunda simulação atendeu todos os pressupostos básicos e o relatório estatístico dessa simulação compõe o Anexo D.

³⁶ Os dados não utilizados no modelo de regressão linear são aqueles discrepantes, ou seja, *outliers*, pontos influenciantes, dados com resíduo relativo maior que 80%, pontos distantes da reta de predição no gráfico da aderência. A presença desses dados prejudica o modelo de regressão por não representarem a realidade do mercado estudado.

Na tabela 19 foram apresentados os valores unitários e totais dos imóveis 01, 02 e 03 obtidos nessa simulação e a classificação do grau de precisão desse processo avaliatório.

Tabela 19 – Resultado da segunda simulação dos imóveis do Grupo 02.

VALORES DOS LAUDOS REELABORADOS - SEGUNDA SIMULAÇÃO - GRUPO 02				
DESCRIÇÃO	VALOR UNITÁRIO MÉDIO (R\$/m²)	VALOR TOTAL MÉDIO (R\$)	AMPLITUDE TOTAL DO INTERVALO	GRAU DE PRECISÃO
Imóvel 01	R\$308,67	R\$ 61.733,34	22,66%	III
Imóvel 02	R\$ 380,22	R\$ 76.043,67	20,04%	III
Imóvel 03	R\$312,19	R\$ 62.437,38	21,76%	III

Fonte: Elaborada pela autora.

Pode-se apontar, a partir da leitura da Tabela 19, que a variação dos valores dos imóveis obtida pela avaliação é explicada pela variável independente “adensamento”, que caracteriza-se como uma justificativa técnica respaldada pela norma.

4.2.6 Laudos existentes x Laudos reelaborados – Grupo 02

Na Tabela 20 são apresentados os valores unitários dos imóveis 01, 02 e 03 obtidos nos laudos existentes, a correção desses valores para data de referência de maio de 2021 (mesma data em que foram realizadas a reelaboração dos laudos), as médias dos valores unitários corrigidos e os valores unitários calculados na reelaboração dos laudos.

É possível verificar que, pela metodologia adotada nos laudos existentes, o imóvel 01 teria o maior valor unitário, contudo não é apresentada uma justificativa técnica para isso. Na reelaboração por regressão linear, o imóvel 02 foi o que apresentou o maior valor unitário em função de ser o imóvel avaliando que está localizado em uma quadra de maior densamento que os outros dois imóveis.

Tabela 20 – Correção e comparação do valor unitário dos imóveis do Grupo 02.

CORREÇÃO E COMPARAÇÃO DOS VALORES GRUPO 02			
DESCRIÇÃO	IMÓVEL 01	IMÓVEL 02	IMÓVEL 03
VALOR UNITÁRIO OBTIDO NO LAUDO EXISTENTE	R\$ 250,84	R\$ 197,71	R\$ 187,82
VALOR CORRIGIDO PELO ÍNDICE IGP-M (FGV)	R\$ 436,80	R\$ 344,29	R\$ 327,06
VALOR CORRIGIDO PELO ÍNDICE IGP-DI (FGV)	R\$ 435,52	R\$ 343,27	R\$ 326,10
VALOR CORRIGIDO PELO ÍNDICE INPC (IBGE)	R\$ 324,21	R\$ 255,54	R\$ 242,75
VALOR CORRIGIDO PELO ÍNDICE IPCA (IBGE)	R\$ 323,50	R\$ 254,98	R\$ 242,22
VALOR CORRIGIDO PELO ÍNDICE IPCA-E (IBGE)	R\$ 323,47	R\$ 254,96	R\$ 242,20
VALOR CORRIGIDO PELO ÍNDICE IPC-BRASIL (FGV)	R\$ 326,02	R\$ 256,96	R\$ 244,11
VALOR CORRIGIDO PELO ÍNDICE IPC-SP (FIPE)	R\$ 321,37	R\$ 253,30	R\$ 240,63
MÉDIA DOS VALORES UNITÁRIOS CORRIGIDOS	R\$ 355,84	R\$ 280,47	R\$ 266,44
VALOR UNITÁRIO OBTIDO NA REELABORAÇÃO DOS LAUDOS	R\$ 308,67	R\$ 380,22	R\$ 312,19

Fonte: Elaborada pela autora.

A diferença do número de amostras entre os métodos de avaliação também evidenciam a consistência do trabalho no que se refere à representatividade real do mercado da região e à viabilidade do emprego de mais variáveis independentes para fundamentar a avaliação, enquanto os laudos existentes contaram com uma amostra de apenas sete dados efetivamente utilizados, os laudos reelaborados contaram com uma amostra de 29 dados efetivamente utilizados.

Nos imóveis do Grupo 02, nenhum dos laudos existentes apresentaram a classificação do processo avaliatório quanto aos seus Graus de Fundamentação e Precisão. Já os laudos reelaborados foram classificados como sendo do Grau de Fundamentação III e Grau de Precisão III.

O comparativo entre os laudos existentes e os reelaborados por meio da regressão linear nos imóveis dos Grupos 01 e 02 evidencia que as decisões metodológicas e as deficiências ou falhas na aplicação do método influenciam os valores obtidos, podendo resultar em avaliações tendenciosas e inconsistentes e, por isso, ineficientes como serviço técnico especializado. O que se tem são avaliações apoiadas na experiência ou critério do avaliador, sem a atenção devida aos requisitos normativos, carente de fundamentação objetiva e descuidada quanto ao tratamento consistente e científico dos dados.

A identificação destes aspectos no produto do trabalho do avaliador reforça que o correto tratamento dos dados é fundamental para se obter resultados

baseados na análise técnica, que represente a realidade do mercado estudado e minimize a subjetividade. Este proceder não só resulta em registros claros, compreensíveis e reproduzíveis nos laudos assim como resguarda o avaliador do questionamento de sua competência técnica e idoneidade.

4.3 A APLICAÇÃO DA REGRESSÃO LINEAR COMO UMA FERRAMENTA PARA O TRATAMENTO DOS DADOS

Após a análise dos resultados obtidos na reelaboração dos laudos dos imóveis do Grupo 01 e 02 pode-se apontar como vantagens da aplicação da Regressão Linear como uma ferramenta para o tratamento científico dos dados quando utilizado o Método Comparativo Direto dos Dados do Mercado: (1) o fato de a avaliação ser realizada com o auxílio um *software*, evitando-se erros de cálculo que poderiam ocorrer se o processo fosse realizado a mão; (2) a possibilidade de justificar tecnicamente a variação dos valores encontrados em função das múltiplas simulações e do emprego de novas variáveis independentes; (3) com os dados da amostra disponíveis, a simulação do modelo de regressão no *software* pode ser realizada em apenas um ou dois dias de trabalho e (4) a operacionalização do método por meio do *software* é respaldado pelas exigências normativas, o que traz segurança ao avaliador que o adota.

A quantidade de dados necessários para compor a amostra, no entanto, pode ser entendida como um limitador para a disseminação do método, ainda que seja uma definição normatizada. Visto que o número de dados efetivamente utilizados na avaliação aumenta de acordo com número de variáveis independentes adotadas no modelo de regressão, e quanto mais variáveis independentes adotadas melhor é a ponderação das diferenças entre os imóveis constituintes da amostra e o imóvel avaliando.

Como é necessária uma quantidade significativa de dados para uma avaliação consistente por meio da regressão linear, o tempo gasto para levantamento dos dados que compõem a amostra é maior que o empregado em outros métodos, como o tratamento por fatores, que pode ser realizado com amostras de poucos dados.

Os laudos existentes estudados neste trabalho adotaram como metodologia o Método comparativo direto de dados de mercado, mas não realizam o tratamento dos dados como prescrito pela NBR 14.653:2011 - Parte 2. Os ajustes dos valores finais foram realizados com a aplicação de descontos aleatórios e, quando o tratamento de dados por meio da aplicação de fatores foi realizado, não foram apresentados estudos científicos que fundamentassem os fatores de homogeneização adotados. Estes procedimentos prejudicaram o processo avaliatório.

Em contrapartida, a aplicação do Método comparativo direto de dados de mercado com tratamento de dados por Regressão Linear tem o respaldo normativo quando se atende os pressupostos básicos apresentados neste trabalho, a justificativa técnica é feita através da análise gráfica e numérica dos dados e os valores encontrados são calculados pelos parâmetros atribuídos ao *software*.

Pode-se constatar a dificuldade proporcionada na avaliação de bens pertencentes a bairros de imóveis homogêneos, como foi o caso do Grupo 02, que em função de possuírem características semelhantes, exigiu a definição de uma nova variável independente que diferenciasse os imóveis.

Outra barreira percebida é o levantamento de dados suficientes para se evitar a micronumerosidade, por exemplo, a variável independente "via de acesso" influencia o valor unitário dos imóveis, contudo no Grupo 01 só foi encontrado três imóveis da amostra em avenida comercial, os outros 28 imóveis eram localizados em via de acesso local, diante disso a variável "via de acesso" não pôde ser utilizada no modelo.

O tempo total necessário para elaboração de um laudo por regressão linear varia de 10 a 15 dias úteis, uma vez que é necessário realizar uma vistoria *in loco* do imóvel que será avaliado, o levantamento dos dados, a definição das variáveis do modelo, gerar as simulações no *software* utilizado e redigir o texto. O laudo por tratamento por fatores pode ser um processo mais rápido pelo fato de não se exigir amostras numerosas, com apenas 3 dados é possível realizar um laudo com tratamento de dados por fatores de homogeneização e se alcançar um Grau de Fundamentação I, conforme mostrado na Tabela 3 da NBR 14.653:2011 – Parte 2.

Por fim, verificou-se que uma mesma equação de regressão pode ser utilizada na avaliação de mais de um imóvel, sendo eles homogêneos ou heterogêneos, desde que estejam na mesma região e seja empregada a mesma amostra no modelo. Em função disso, é possível criar um banco de dados para executar avaliações de imóveis por meio da regressão linear que favoreça a agilidade na elaboração dos laudos, contudo este banco de dados precisa ser atualizado com frequência, com intervalos mensais, se possível, para que amostra represente o mercado imobiliário atual.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos estabelecidos para este estudo foram alcançados. Pôde-se aprofundar os conhecimentos sobre os conceitos da Engenharia de Avaliações e da Regressão Linear. A reelaboração dos laudos, o trabalho direto com o *software* e as informações necessárias permitiram apontar vantagens e desvantagens do uso da Regressão Linear, assim como possíveis barreiras e limitações que comprometem o uso amplo desta ferramenta no tratamento de dados para avaliações de imóveis.

Foi realizado o comparativo dos valores de indenização obtidos por meio da Regressão Linear com indenizações calculadas por outros métodos. Não tendo sido possível o comparativo se deter apenas ao tratamento por fatores, uma vez que nos laudos selecionados o tratamento de dados por fatores não predominou como método para homogeneização dos dados utilizados no processo de avaliatório.

Durante o desenvolvimento da pesquisa foi possível identificar ainda limitações como: (1) a indisponibilidade de laudos recentes que se encaixassem no perfil desejado para o estudo; (2) os laudos existentes analisados apresentarem falhas na aplicação do método comparativo direto de dados do mercado, visto que não realizaram o tratamento dos dados, o que impediu uma comparação mais efetiva entre o tratamento de dados por fatores e o tratamento de dados por regressão linear e (3) a ausência de uma legislação ou normativa que norteie as avaliações de imóveis que estão dentro de áreas com restrições, como Áreas de Preservação Permanente e Áreas Verdes.

Como sugestão para estudos futuros pode-se buscar identificar as principais falhas metodológicas ocorridas em processos avaliatórios judiciais em uma ampla amostra de laudos. Outra pesquisa de interesse é o estudo de mecanismos que fundamentem a determinação de percentuais de desconto ou variáveis complementares para se avaliar áreas com restrições, como as verificadas nos casos estudados e de ocorrência frequente dentro das concessionárias de serviços públicos que atuam em perímetro urbano.

6 REFERÊNCIAS

ABUNAHMAN, S. A. **Curso Básico de Engenharia Legal e de Avaliações**. 4 ed. São Paulo: Pini, 2008, 334 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14653-1**: Avaliação de BensParte 1 – Procedimentos Gerais. Rio de Janeiro, 2019, 19 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14653-2**: Avaliação de BensParte 2 – Imóveis Urbanos. Rio de Janeiro, 2011, 54 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 12721:2006 Versão Corrigida 3:2021**: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios – Procedimento. Rio de Janeiro, 2021, 91 p.

ÁRIA INFORMÁTICA. **Infer 32**. Versão 32.39^a. Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <https://ariainformatica.com.br/producao/sitearia_wp/infer-32/>. Acesso em: 21/07/2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Emendas constitucionais. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 5 de outubro de 1988.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941**: Dispõe sobre desapropriações por utilidade pública. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Rio de Janeiro, 21 de junho de 1941.

BRASIL. **Lei nº 10.406, de 10 de Janeiro de 2002**: Institui o Código Civil. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 10 de Janeiro de 2002.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012**: Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 25 de Maio de 2012.

CALDAS, L. S. **O Conceito de Valor de Mercado**. In: IBAPE - XXII UPAV / XIII COBREAP, 2006, Fortaleza. 9 p.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO PARANÁ. **Manual de Fiscalização de Engenharia de Avaliações**. Curitiba, 2013, 44 p. Disponível em <<https://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/Manual-de-Fiscaliza%C3%A7%C3%A3o-de-Engenharia-de-Avalia%C3%A7%C3%B5es.pdf>> Acesso em: 04 de outubro de 2020.

DANTAS, R.A. **Engenharia de Avaliações**: Uma introdução à metodologia científica. 3 ed. São Paulo: Pini, 2012. 255p.

Dicio. **Serviço de Referência**: Dicionário online de português. Disponível em:<<https://www.dicio.com.br/hipotese/>>. Acesso em 19 de fevereiro de 2021.

EBERLE, C. R.; TREVISAN, F.; PRESOTTO, M. I. M.; TONI, R. **Perícias de Engenharia na Construção Civil - Estudo de Caso**. In REVISTA TÉCNICO-CIENTÍFICA DO CREA-PR. Paraná, 2017. 73 p. Disponível em: <<http://creaprw16.crea-pr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/article/view/258>> Acesso em: 04 de outubro de 2020.

FIKER, J. **Perícias e Avaliações de Engenharia – Fundamentos Práticos**. 2. ed. São Paulo: Livraria e Editora Universitária de Direito, 2011. 149 p.

FIKER, J. **Aspectos Técnicos - Jurídicos da Desapropriação**. 2. ed. São Paulo: Livraria e Editora Universitária de Direito, 2019. 149 p.

HARADA, KIYOSHI. **Desapropriação: Doutrina e Prática**. 11 ed. São Paulo: Atlas, 2015. 671p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA (IBAPE). **Engenharia de Avaliações**. 2 ed. São Paulo: Livraria e Editora Universitária de Direito, 2002. Volume 1.683 p.

JÚNIOR, J. C. **Tratado De Direito Administrativo: Desapropriação No Direito Brasileiro**. 1. ed. Rio de Janeiro: Forense, 1972. Volume 9. 390 p.

LOPES, J. T.D. **Desapropriação para instituição de Servidão Administrativa**. In: SEMINÁRIO ENGENHARIA DE AVALIAÇÃO EM DESAPROPRIAÇÃO, IBAPE. São Paulo, 2012. 22 p.

MAIA, A, G. **Econometria: Conceitos e Aplicações**. 1. ed. São Paulo: Saint Paul, 2017. 384 p.

MANUAL DE PERÍCIAS. **Software de avaliações de imóveis – escolha o seu: INFER, SISREG, SISDEA, AVALURB**. Disponível em: <<https://www.manualdepericias.com.br/software-de-avaliacoes-de-imoveis-escolha-o-seu-infer-sisdea-avalurb/>>. Acesso em: 21/07/2021.

MAPA FÁCIL. **Documentação**. Disponível em: <<http://portalmapa.goiania.go.gov.br/mapafacil/>>. Acesso em: 01/07/2021.

MARCONDES, G. F. **Servidão de Passagem Avaliação de Danos**. Rio de Janeiro, 2008. 18 p.

MARTINS, M. C. M. **Avaliação de Terrenos em Áreas de Preservação Permanente no Município de Belo Horizonte**. 2015. 76p. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2015.

MEIRELLES, H. L. **Direito municipal brasileiro**. São Paulo: Malheiros, 1994. 638 p.

MELLO, E. T. P. V.; BRUM, A. C. A. **Avaliações, para desapropriação, de lotes urbanos situados próximos a cursos de água.** In REVISTA TÉCNICA – IBAPE - MG. 4 ed. Minas Gerais, 2018. 10 p.

MORESI, E. **Metodologia da Pesquisa.** 2003. 108p. Dissertação (Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2003.

NADALINI, A. C. V.; CARVALHO, E. T. **Análise da influência da variável independente "Vagas de Garagem" na determinação do valor unitário do imóvel.** In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS - COBREAP. Foz do Iguaçu, 2017. 38 p.

OLIVEIRA, R. F. **Engenharia Legal: Interface Direito – Engenharia.** “Conceitos, Procedimentos, Atribuições e Competências do Profissional de Engenharia Legal”. 2009. 76p. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2009.

OLIVEIRA, A. M. B. D. **Tratamento por Fatores versus Regressão Linear.** In: XIX COBREAP, Foz do Iguaçu, 2017. 18 p.

PELLI SISTEMAS ENGENHARIA. **Roteiro para criação e análise de modelo - Regressão Linear.** Belo Horizonte, 2021.

PELLI SISTEMAS ENGENHARIA. **SISDEA.** Versão 1.50, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <<https://pellisistemas.com/software/sisdea-avaliacao-de-imoveis/>>. Acesso em: 21/07/2021.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 277 p.

RAMOS, R. **Regressão Linear Simples: O Que é? Para Que Serve? Como Funciona?** 2020. Disponível em: <<https://oestatistico.com.br/regressao-linear-simples/>>. Acesso em 18 de julho de 2021.

SALGADO, V. M. **Curso de Avaliação de Imóveis:** Metodologia Científica. INEAA Educação. Goiás, 2017. 68 p.

VIEIRA, M. L. **Conceito básicos e a diferença entre estatística descritiva e inferência!** 2020. Disponível em: <<https://matematicasimplificada.com/conceito-basicos-e-a-diferenca-entre-estatistica-descritiva-e-inferencia/>>. Acesso em: 18 de julho de 2021.

ANEXO A – RELATÓRIO ESTATÍSTICO EXEMPLO PRÁTICO 02

Tabela 21 – Relatório estatístico do Exemplo Prático 02.

Variáveis e dados do modelo	Quant.
Total de variáveis independentes:	3
Variáveis utilizadas no modelo:	4
Total de dados:	24
Dados utilizados no modelo:	22

Estatísticas do modelo	Valor
Coeficiente de correlação:	0,928322 / 0,873764
Coeficiente de determinação:	0,861782
<i>Fisher - Snedecor</i> :	37,41
Significância do modelo (%):	0,01

Distribuição dos resíduos	Curva Normal	Modelo
Resíduos situados entre -1s e + 1s	68%	68%
Resíduos situados entre -1,64s e + 1,64s	90%	95%
Resíduos situados entre -1,96s e + 1,96s	95%	100%

Quantidade de <i>outliers</i> :	0
% de <i>outliers</i> :	0,00%

Fonte de variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F
Explicada	10,732	3	3,577	37,41
Não Explicada	1,721	18	0,096	
Total	12,454	21		

Equação de regressão:

$$\ln(\text{PREÇO UNITÁRIO (R\$/m}^2)) = +5,544880293 - 5,407524084\text{E-}005 * \text{ÁREA TOTAL (m}^2) + 0,3512915273 * \text{TIPO} + 0,7331696691 * \text{LOCALIZAÇÃO}$$

Função estimativa (moda):

$$\text{PREÇO UNITÁRIO (R\$/m}^2) = +232,5840889 * e^{(-5,407524084\text{E-}005 * \text{ÁREA TOTAL (m}^2))} * e^{(+0,3512915273 * \text{TIPO})} * e^{(+0,7331696691 * \text{LOCALIZAÇÃO})}$$

(Continua)

(Continuação)

Função estimativa (mediana):

$$\text{PREÇO UNITÁRIO (R\$/m}^2\text{)} = +255,9239406 * e^{(-5,407524084E-005 * \text{ÁREA TOTAL (m}^2\text{)})} * e^{(+0,3512915273 * \text{TIPO})} * e^{(+0,7331696691 * \text{LOCALIZAÇÃO})}$$

Função estimativa (média):

$$\text{PREÇO UNITÁRIO (R\$/m}^2\text{)} = +268,4580126 * e^{(-5,407524084E-005 * \text{ÁREA TOTAL (m}^2\text{)})} * e^{(+0,3512915273 * \text{TIPO})} * e^{(+0,7331696691 * \text{LOCALIZAÇÃO})}$$

Variáveis	Transf.	t Obs.	Sig.(%)
ÁREA TOTAL (m ²)	x	-4,18	0,06
TIPO	x	3,94	0,1
LOCALIZAÇÃO	x	4,78	0,02
PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	ln(y)	30,58	0,01

Correlações parciais para ÁREA TOTAL (m ²)	Isoladas	Influência
TIPO	-0,15	0,46
LOCALIZAÇÃO	-0,46	0,32
PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	-0,69	0,7

Correlações parciais para TIPO	Isoladas	Influência
LOCALIZAÇÃO	0,28	0,39
PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	0,56	0,68

Correlações parciais para LOCALIZAÇÃO	Isoladas	Influência
PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	0,78	0,75

Fonte: Software SISDEA.

Tabela 22 – Grau de Fundamentação do Exemplo Prático 02.

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

(Continua)

(Continuação)

Item	Descrição	Grau	Grau	Grau	Pontos obtidos
		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	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	3
5	Nível de significância (somatório do valor das duas caudas) máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal)	10%	20%	30%	3
6	Nível de significância máximo admitido para a rejeição da hipótese nula do modelo através do teste F de <i>Snedecor</i>	1%	2%	5%	3
Total de Pontos					16

Fonte: ABNT, 2011.

Logo a simulação foi classificada como Grau de Fundamentação II, pois o item 2 não está no Grau III.

➤ Dados para a projeção de valores:

- ÁREA TOTAL (m²) = 1.186,43.
- TIPO = 1,00.
- LOCALIZAÇÃO = 1,00.

➤ Valores da Moda para Nível de Confiança de 80%:

- Valor Unitário (R\$/m²):
 - Mínimo (14,31%) = 552,87.

- Médio = 645,20.
 - Máximo (16,70%) = 752,94.

- Valor Total (R\$):
 - Mínimo = 655.942,75.
 - Médio = 765.481,72.
 - Máximo = 893.313,13.

- Intervalo Predição:
 - Mínimo (R\$) = 493.331,04.
 - Máximo (R\$) = 1.187.766,87.
 - Mínimo (35,55%) (R\$/m²) = 415,81.
 - Máximo (55,17%) (R\$/m²) = 1.001,13.

- Campo de Arbóreo:
 - RL Mínimo (R\$/m²) = 548,42.
 - RL Máximo (R\$/m²) = 741,98.

ANEXO B – RELATÓRIO ESTATÍSTICO DA SIMULAÇÃO DO GRUPO 01

Tabela 23 – Relatório estatístico da simulação do Grupo 01.

Variáveis e dados do modelo	Quant.
Total de variáveis independentes:	3
Variáveis utilizadas no modelo:	4
Total de dados:	31
Dados utilizados no modelo:	29

Estatísticas do modelo	Valor
Coeficiente de correlação:	0,887812 / 0,885560
Coeficiente de determinação:	0,7882102
<i>Fisher - Snedecor</i> :	31,01
Significância do modelo (%):	0,01

Distribuição dos resíduos	Curva Normal	Modelo
Resíduos situados entre -1s e + 1s	68%	72%
Resíduos situados entre -1,64s e + 1,64s	90%	89%
Resíduos situados entre -1,96s e + 1,96s	95%	100%

Quantidade de <i>outliers</i> :	0
% de <i>outliers</i> :	0,00%

Fonte de variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F
Explicada	4,977	3	1,659	31,014
Não Explicada	1,337	25	0,053	
Total	6,314	28		

Equação de regressão:

$$\ln (\text{PREÇO UNITÁRIO (R\$/m}^2)) = +6,061338755 + 271,7606645 / \text{ÁREA TOTAL (m}^2) + 0,001501260014 * \text{ÁREA EDIFICADA (m}^2) - 0,3041250626 / \text{LOCALIZAÇÃO}$$

Função estimativa (moda):

$$\text{PREÇO UNITÁRIO (R\$/m}^2) = +406,6061657 * e^{(+271,7606645 / \text{ÁREA TOTAL (m}^2))} * e^{(+0,001501260014 * \text{ÁREA EDIFICADA (m}^2))} * e^{(-0,3041250626 / \text{LOCALIZAÇÃO})}$$

(Continua)

(Continuação)

Função estimativa (mediana):

$$\text{PREÇO UNITÁRIO (R\$/m}^2\text{)} = +428,9493108 * e^{(+271,7606645 / \text{ÁREA TOTAL (m}^2\text{)})} * e^{(+0,001501260014 * \text{ÁREA EDIFICADA (m}^2\text{)})} * e^{(-0,3041250626 / \text{LOCALIZAÇÃO})}$$

Função estimativa (média):

$$\text{PREÇO UNITÁRIO (R\$/m}^2\text{)} = +440,5771626 * e^{(+271,7606645 / \text{ÁREA TOTAL (m}^2\text{)})} * e^{(+0,001501260014 * \text{ÁREA EDIFICADA (m}^2\text{)})} * e^{(-0,3041250626 / \text{LOCALIZAÇÃO})}$$

Variáveis	Transf.	t Obs.	Sig.(%)
ÁREA TOTAL (m ²)	1/x	6,41	0,01
ÁREA EDIFICADA (m ²)	x	4,15	0,03
ADENSAMENTO	1/x	-1,71	9,94
PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	ln(y)	36,49	0,01

Correlações parciais para ÁREA TOTAL (m ²)	Isoladas	Influência
ÁREA EDIFICADA (m ²)	0,29	0,37
LOCALIZAÇÃO	-0,24	0,12
PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	0,79	0,79

Correlações parciais para ÁREA EDIFICADA (m ²)	Isoladas	Influência
LOCALIZAÇÃO	-0,07	0,21
PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	0,59	0,64

Correlações parciais para LOCALIZAÇÃO	Isoladas	Influência
PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	-0,34	0,32

Fonte: Software SISDEA.

Tabela 24 – Grau de Fundamentação da simulação do Grupo 01.

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

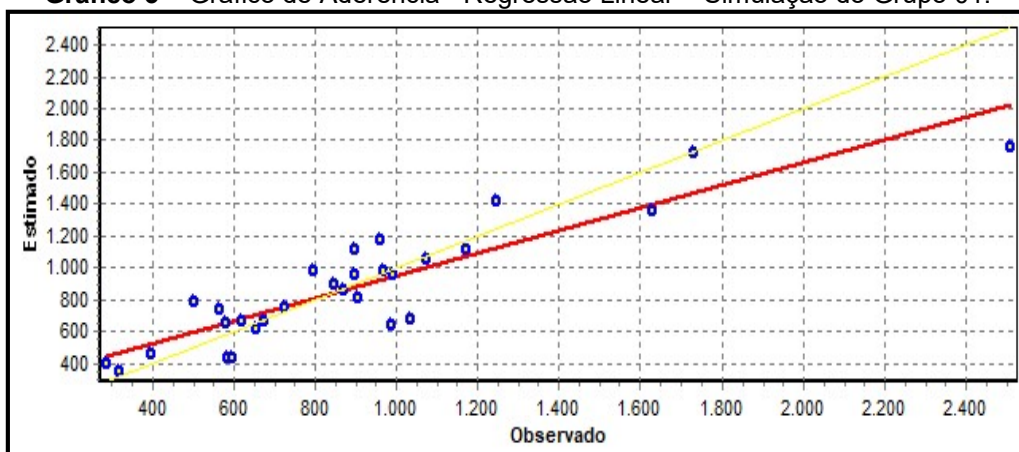
(Continua)

(Continuação)

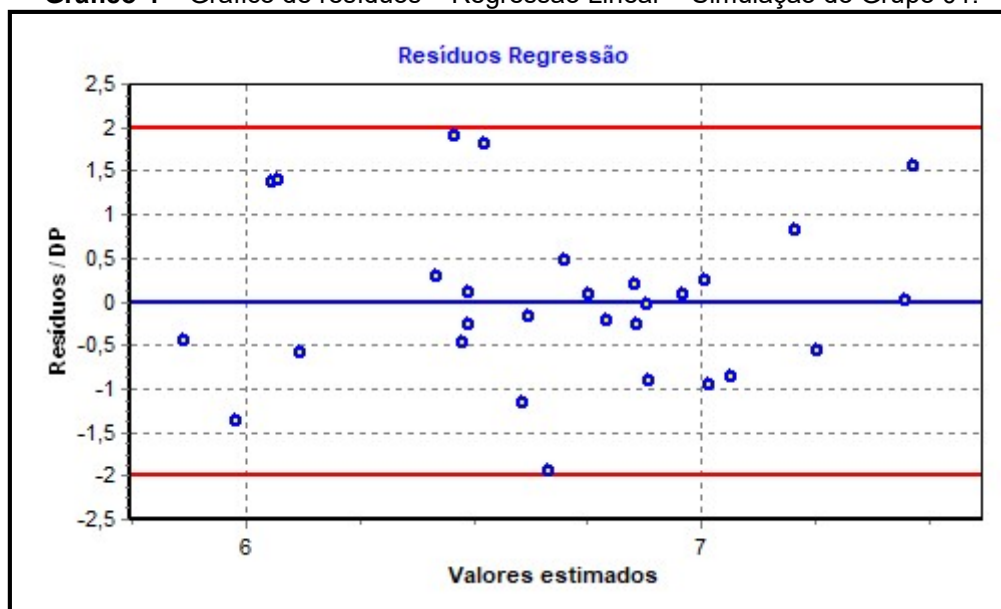
Item	Descrição	Grau	Grau	Grau	Pontos obtidos
		III	II	I	
4	Extrapolação	Não admitida	Admitida para apenas uma variável, desde que: a) as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100% do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior; b) o valor estimado não ultrapasse 15% do valor calculado no limite da fronteira amostral, para a referida variável	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	3
5	Nível de significância (somatório do valor das duas caudas) máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal)	10%	20%	30%	3
6	Nível de significância máximo admitido para a rejeição da hipótese nula do modelo através do teste F de <i>Snedecor</i>	1%	2%	5%	3
Total de Pontos					17

Fonte: ABNT, 2011.

Apesar de a simulação ser classificada como Grau de fundamentação III, os laudos reelaborados referentes aos imóveis 01 e 02 foram classificados como sendo do Grau de Fundamentação II, visto que são áreas com restrições onde foi adotado o valor mínimo do campo de arbítrio e de acordo com a NBR 14.653:2011 – Parte 2 para atingir o Grau III é obrigatório adotar a estimativa de tendência central, ou seja, adotar o valor unitário médio, já o laudo reelaborado do imóvel 03 foi classificado como Grau de Fundamentação III.

Gráfico 3 – Gráfico de Aderência - Regressão Linear – Simulação do Grupo 01.

Fonte: Software SISDEA.

Gráfico 4 – Gráfico de resíduos – Regressão Linear – Simulação do Grupo 01.

Fonte: Software SISDEA.

➤ Dados para a projeção de valores – Imóvel 01:

- ÁREA TOTAL (m²) = 955,00.
- ÁREA EDIFICADA (m²) = 0,00.
- LOCALIZAÇÃO = 1,00.

➤ Valores da Moda para Nível de Confiança de 80% – Imóvel 01:

- Valor Unitário (R\$/m²):
 - Mínimo (11,41%) = 353,23.
 - Médio = 398,73.

- Máximo (12,88%) = 450,09.
- Valor Total (R\$):
 - Mínimo = 337.338,52.
 - Médio = 380.787,78.
 - Máximo = 429.833,31.
- Intervalo Predição:
 - Mínimo (R\$) = 274.415,09.
 - Máximo (R\$) = 528.394,16.
 - Mínimo (27,93%) (R\$/m²) = 287,35.
 - Máximo (38,76%) (R\$/m²) = 553,29.
- Campo de Arbítrio:
 - RL Mínimo (R\$/m²) = 338,92.
 - RL Máximo (R\$/m²) = 458,54.
- Dados para a projeção de valores – Imóvel 02:
 - ÁREA TOTAL (m²) = 2.700,00.
 - ÁREA EDIFICADA (m²) = 0,00.
 - LOCALIZAÇÃO = 3,00.
- Valores da Moda para Nível de Confiança de 80% – Imóvel 02:
 - Valor Unitário (R\$/m²):
 - Mínimo (13,85%) = 350,05.
 - Médio = 406,31.
 - Máximo (16,07%) = 471,62.
 - Valor Total (R\$):
 - Mínimo = 945.136,89.
 - Médio = 1.097.043,28.

- Máximo = 1.273.364,71.
- Intervalo Predição:
 - Mínimo (R\$) = 781.697,28
 - Máximo (R\$) 1.539.603,63.
 - Mínimo (28,75%) (R\$/m²) = 289,52.
 - Máximo (40,34%) (R\$/m²) = 570,22.
- Campo de Arbítrio:
 - RL Mínimo (R\$/m²) = 345,37.
 - RL Máximo (R\$/m²) = 467,26.
- Dados para a projeção de valores – Imóvel 03:
 - ÁREA TOTAL (m²) = 2.555,00.
 - ÁREA EDIFICADA (m²) = 0,00.
 - LOCALIZAÇÃO = 2,00.
- Valores da Moda para Nível de Confiança de 80% – Imóvel 03:
 - Valor Unitário (R\$/m²):
 - Mínimo (12,07%) = 341,55.
 - Médio = 388,44.
 - Máximo (13,73%) = 441,77.
 - Valor Total (R\$):
 - Mínimo = 872.661,30.
 - Médio = 992.472,21.
 - Máximo = 1.128.732,40.
 - Intervalo Predição:
 - Mínimo (R\$) = 713.193,65.
 - Máximo (R\$) = 1.381.113,09.

- Mínimo (28,14%) (R\$/m²) = 279,14
 - Máximo (39,16%) (R\$/m²) = 540,55.
- Campo de Arbítrio:
 - RL Mínimo (R\$/m²) = 330,18.
 - RL Máximo (R\$/m²) = 446,71.

ANEXO C – RELATÓRIO ESTATÍSTICO DA PRIMEIRA SIMULAÇÃO DO GRUPO

02

Tabela 25 – Relatório estatístico da primeira simulação do Grupo 02.

Variáveis e dados do modelo	Quant.
Total de variáveis independentes:	2
Variáveis utilizadas no modelo:	3
Total de dados:	33
Dados utilizados no modelo:	27

Estatísticas do modelo	Valor
Coefficiente de correlação:	0,923135 / 0,911489
Coefficiente de determinação:	0,8521783
<i>Fisher - Snedecor:</i>	69,18
Significância do modelo (%):	0,01

Distribuição dos resíduos	Curva Normal	Modelo
Resíduos situados entre -1s e + 1s	68%	70%
Resíduos situados entre -1,64s e + 1,64s	90%	85%
Resíduos situados entre -1,96s e + 1,96s	95%	100%

Quantidade de outliers:	0
% de outliers:	0,00%

Fonte de variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F
Explicada	5,682	2	2,841	69,179
Não Explicada	0,986	24	0,041	
Total	6,667	26		

Equação de regressão:

$$\ln(\text{PREÇO UNITÁRIO (R\$/m}^2)) = +5,126685716 + 153,5001854 / \text{ÁREA TOTAL (m}^2) + 0,008377976307 * \text{ÁREA EDIFICADA (m}^2)$$

Função estimativa (moda):

$$\text{PREÇO UNITÁRIO (R\$/m}^2) = +161,680133 * e^{(+153,5001854 / \text{ÁREA TOTAL (m}^2))} * e^{(+0,008377976307 * \text{ÁREA EDIFICADA (m}^2))}$$

(Continua)

(Continuação)

Função estimativa (mediana):

$$\text{PREÇO UNITÁRIO (R\$/m}^2\text{)} = +168,4578745 * e^{(+153,5001854 / \text{ÁREA TOTAL (m}^2\text{)})} * e^{(+0,008377976307 * \text{ÁREA EDIFICADA (m}^2\text{)})}$$

Função estimativa (média):

$$\text{PREÇO UNITÁRIO (R\$/m}^2\text{)} = +171,9525601 * e^{(+153,5001854 / \text{ÁREA TOTAL (m}^2\text{)})} * e^{(+0,008377976307 * \text{ÁREA EDIFICADA (m}^2\text{)})}$$

Variáveis	Transf.	t Obs.	Sig.(%)
ÁREA TOTAL (m ²)	1/x	2,48	2,06
ÁREA EDIFICADA (m ²)	x	9,75	0,01
PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	ln(y)	18,26	0,01

Correlações parciais para ÁREA TOTAL (m ²)	Isoladas	Influência
ÁREA EDIFICADA (m ²)	0,37	0,25
PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	0,52	0,45

Correlações parciais para ÁREA EDIFICADA (m ²)	Isoladas	Influência
PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	0,90	0,89

Fonte: Software SISDEA.

Tabela 26 – Grau de Fundamentação da primeira simulação do Grupo 02.

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

(Continua)

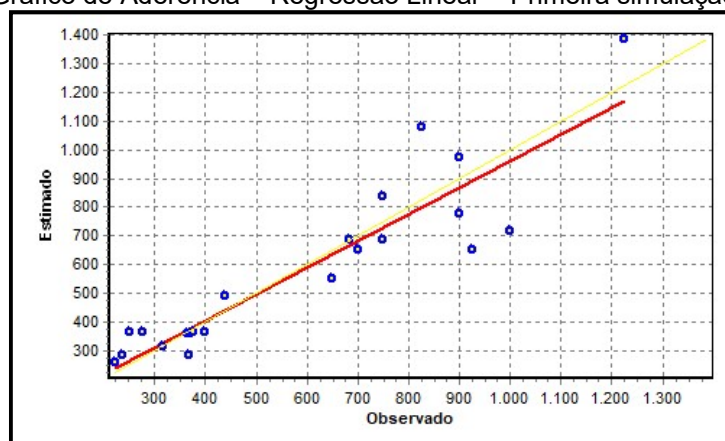
(Continuação)

Item	Descrição	Grau	Grau	Grau	Pontos obtidos
		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	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	3
5	Nível de significância (somatório do valor das duas caudas) máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal)	10%	20%	30%	3
6	Nível de significância máximo admitido para a rejeição da hipótese nula do modelo através do teste F de <i>Snedecor</i>	1%	2%	5%	3
Total de Pontos					17

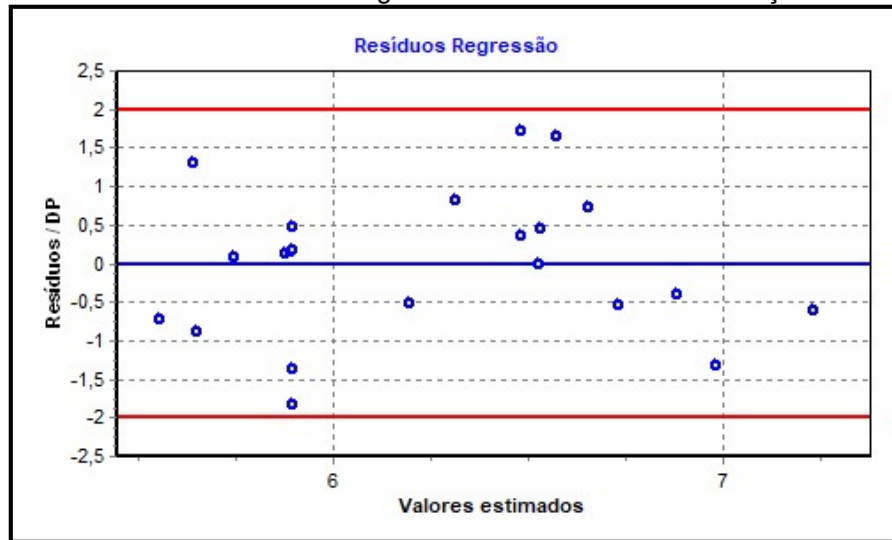
Fonte: ABNT, 2011.

Logo a simulação foi classificada como Grau de fundamentação III.

Gráfico 5 – Gráfico de Aderência – Regressão Linear – Primeira simulação do Grupo 02.



Fonte: Software SISDEA.

Gráfico 6 – Gráfico de resíduos – Regressão Linear – Primeira simulação do Grupo 02.

Fonte: Software SISDEA.

- Dados para a projeção de valores:
 - ÁREA TOTAL (m²) = 200,00.
 - ÁREA EDIFICADA (m²) = 0,00.

- Valores da Moda para Nível de Confiança de 80%
 - Valor Unitário (R\$/m²)
 - Mínimo (7,63%) = 321,74.
 - Médio = 348,32.
 - Máximo (8,26%) = 377,09.

 - Valor Total (R\$)
 - Mínimo = 64.348,19.
 - Médio = 69.663,95.
 - Máximo = 75.418,83.

 - Intervalo Predição
 - Mínimo (R\$) = 52.722,87.
 - Máximo (R\$) = 92.048,58.
 - Mínimo (24,32%) (R\$/m²) = 263,61.
 - Máximo (32,13%) (R\$/m²) = 460,24.

- Campo de Arbório
 - RL Mínimo (R\$/m²) = 296,07.
 - RL Máximo (R\$/m²) = 400,57.

ANEXO D – RELATÓRIO ESTATÍSTICO DA SEGUNDA SIMULAÇÃO DO GRUPO

02

Tabela 27 – Relatório estatístico da segunda simulação do Grupo 02.

Variáveis e dados do modelo	Quant.
Total de variáveis independentes:	3
Variáveis utilizadas no modelo:	4
Total de dados:	33
Dados utilizados no modelo:	29

Estatísticas do modelo	Valor
Coeficiente de correlação:	0.909298 / 0.907492
Coeficiente de determinação:	0.8268228
Fisher - Snedecor:	39.79
Significância do modelo (%):	0,01

Distribuição dos resíduos	Curva Normal	Modelo
Resíduos situados entre -1s e + 1s	68%	72%
Resíduos situados entre -1,64s e + 1,64s	90%	86%
Resíduos situados entre -1,96s e + 1,96s	95%	100%

Quantidade de outliers:	0
% de outliers:	0,00%

Fonte de variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F
Explicada	5,702	3	1,901	39,787
Não Explicada	1,194	25	0,048	
Total	6,897	28		

Equação de regressão:

$$\ln(\text{PREÇO UNITÁRIO (R\$/m}^2)) = +4.989666673 + 158.0740933 / \text{ÁREA TOTAL (m}^2) + 0.005507371776 * \text{ÁREA EDIFICADA (m}^2) + 0.00373024923 * \text{ADENSAMENTO}$$

Função estimativa (moda):

$$\text{PREÇO UNITÁRIO (R\$/m}^2) = +140.0348837 * e^{(+158.0740933 / \text{ÁREA TOTAL (m}^2))} * e^{(+0.005507371776 * \text{ÁREA EDIFICADA (m}^2))} * e^{(+0.00373024923 * \text{ADENSAMENTO})}$$

(Continua)

(Continuação)

Função estimativa (mediana):

$$\text{PREÇO UNITÁRIO (R\$/m}^2\text{)} = +146.8874538 * e^{(+158.0740933 / \text{ÁREA TOTAL (m}^2\text{)})} * e^{(+0.005507371776 * \text{ÁREA EDIFICADA (m}^2\text{)})} * e^{(+0.00373024923 * \text{ADENSAMENTO})}$$
Função estimativa (média):

$$\text{PREÇO UNITÁRIO (R\$/m}^2\text{)} = +150.4384798 * e^{(+158.0740933 / \text{ÁREA TOTAL (m}^2\text{)})} * e^{(+0.005507371776 * \text{ÁREA EDIFICADA (m}^2\text{)})} * e^{(+0.00373024923 * \text{ADENSAMENTO})}$$

Variáveis	Transf.	t Obs.	Sig.(%)
ÁREA TOTAL (m ²)	1/x	2,40	2,44
ÁREA EDIFICADA (m ²)	x	4,10	0,04
ADENSAMENTO	x	2,13	4,28
PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	ln(y)	15,04	0,01

Correlações parciais para ÁREA TOTAL (m ²)	Isoladas	Influência
ÁREA EDIFICADA (m ²)	0,40	0,12
ADENSAMENTO	0,01	0,53
PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	0,48	0,43

Correlações parciais para ÁREA EDIFICADA (m ²)	Isoladas	Influência
ADENSAMENTO	0,71	0,30
PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	0,88	0,63

Correlações parciais para ADENSAMENTO	Isoladas	Influência
PREÇO UNITÁRIO (R\$/m ²)	0,70	0,39

Fonte: Software SISDEA.

Tabela 28 – Grau de Fundamentação da segunda simulação do Grupo 02.

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

(Continua)

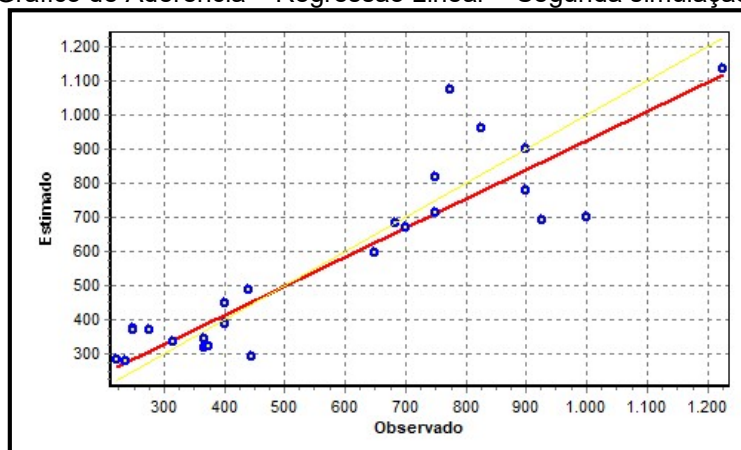
(Continuação)

Item	Descrição	Grau	Grau	Grau	Pontos obtidos
		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	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	3
5	Nível de significância (somatório do valor das duas caudas) máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal)	10%	20%	30%	3
6	Nível de significância máximo admitido para a rejeição da hipótese nula do modelo através do teste F de <i>Snedecor</i>	1%	2%	5%	3
Total de Pontos					17

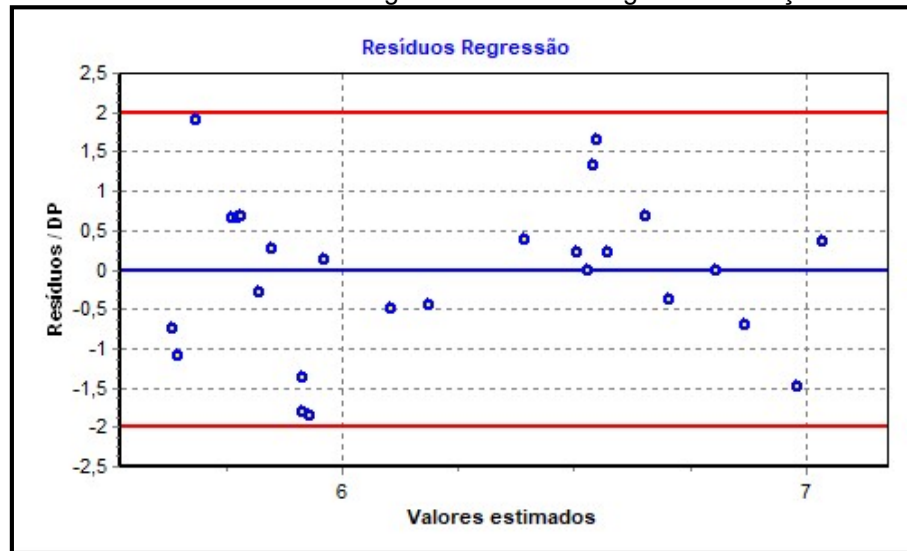
Fonte: ABNT, 2011.

Logo a simulação foi classificada como Grau de fundamentação III.

Gráfico 7 – Gráfico de Aderência – Regressão Linear – Segunda simulação do Grupo 02.



Fonte: Software SISDEA.

Gráfico 8 – Gráfico de resíduos – Regressão Linear – Segunda simulação do Grupo 02.

Fonte: Software SISDEA.

- Dados para a projeção de valores – Imóvel 01:
 - ÁREA TOTAL (m²) = 200,00.
 - ÁREA EDIFICADA (m²) = 0,00.
 - ADENSAMENTO = 0,00.

- Valores da Moda para Nível de Confiança de 80% – Imóvel 01:
 - Valor Unitário (R\$/m²):
 - Mínimo (10,80%) = 274,27.
 - Médio = 307,47.
 - Máximo (12,11%) = 344,70.

 - Valor Total (R\$):
 - Mínimo = 54.853,06.
 - Médio = 61.494,46.
 - Máximo = 68.939,97.

 - Intervalo Predição:
 - Mínimo (R\$) = 44.985,54.
 - Máximo (R\$) = 84.061,86.

- Mínimo (26,85%) (R\$/m²) = 224,93.
 - Máximo (36,70%) (R\$/m²) = 420,31.
- Campo de Arbítrio:
 - RL Mínimo (R\$/m²) = 261,35.
 - RL Máximo (R\$/m²) = 353,59.
- Dados para a projeção de valores – Imóvel 02:
- ÁREA TOTAL (m²) = 200,00.
 - ÁREA EDIFICADA (m²) = 0,00.
 - ADENSAMENTO = 55,89.
- Valores da Moda para Nível de Confiança de 80% – Imóvel 02:
- Valor Unitário (R\$/m²):
 - Mínimo (9,52%) = 344,02.
 - Médio = 380,22.
 - Máximo (10,52%) = 420,23.
 - Valor Total (R\$):
 - Mínimo = 68.803,85.
 - Médio = 76.043,67.
 - Máximo = 84.045,29.
 - Intervalo Predição:
 - Mínimo (R\$) = 56.078,93.
 - Máximo (R\$) = 103.116,08.
 - Mínimo (26,25%) (R\$/m²) = 280,39.
 - Máximo (35,60%) (R\$/m²) = 515,58.
 - Campo de Arbítrio:
 - RL Mínimo (R\$/m²) = 323,19.

- RL Máximo (R\$/m²) = 437,25.
- Dados para a projeção de valores – Imóvel 03:
 - ÁREA TOTAL (m²) = 200,00.
 - ÁREA EDIFICADA (m²) = 0,00.
 - ADENSAMENTO = 3,04.
- Valores da Moda para Nível de Confiança de 80% – Imóvel 03:
 - Valor Unitário (R\$/m²):
 - Mínimo (10,29%) = 280,07.
 - Médio = 312,19.
 - Máximo (11,47%) = 347,99.
 - Valor Total (R\$):
 - Mínimo = 56.013,66.
 - Médio = 62.437,38.
 - Máximo = 69.597,77.
 - Intervalo Predição:
 - Mínimo (R\$) = 45.911,34.
 - Máximo (R\$) = 84.912,05.
 - Mínimo (26,47%) (R\$/m²) = 229,56.
 - Máximo (36,00%) (R\$/m²) = 424,56.
 - Campo de Arbítrio:
 - RL Mínimo (R\$/m²) = 265,36.
 - RL Máximo (R\$/m²) = 359,01.