



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES PELO MÉTODO COMPARATIVO DIRETO DE
DADOS DE MERCADO: ESTUDO DE CASO EM IMÓVEIS RESIDENCIAIS

DAVI CUNHA MACIEL

VARGINHA
2025

DAVI CUNHA MACIEL

ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES PELO MÉTODO COMPARATIVO DIRETO DE
DADOS DE MERCADO: ESTUDO DE CASO EM IMÓVEIS RESIDENCIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Federal de Educação
Tecnológica de Minas Gerais como requisito
parcial para obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Mag Geisielly Alves Guimarães

DAVI CUNHA MACIEL

ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES PELO MÉTODO COMPARATIVO DIRETO DE
DADOS DE MERCADO: ESTUDO DE CASO EM IMÓVEIS RESIDENCIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Federal de Educação
Tecnológica de Minas Gerais como requisito
parcial para obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Data de aprovação: 06/02/2025

Banca examinadora:

Profa. Dra. Mag Geisielly Alves Guimarães

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) - Unidade
Varginha

Profa. Dra. Denise de Carvalho Urashima

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) - Unidade
Varginha

Profa. Me. Luana Ferreira Mendes

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) - Unidade
Varginha

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe, em memória, que sempre sonhou e me incentivou a estudar, sendo uma inspiração constante em minha vida.

Ao meu pai, por todo o apoio e por estar ao meu lado, me impulsionando a cada dia.

À minha namorada Marina, pelo apoio, paciência e incentivo nos momentos mais difíceis.

Aos meus irmãos e a minha família, por serem meu porto seguro e por sempre acreditarem em mim.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à minha mãe, em memória, por ter sido uma fonte inesgotável de inspiração e pelo incentivo constante ao meu estudo. Seus sonhos e ensinamentos seguem comigo em cada passo que dou.

Ao meu pai, por todo o apoio incondicional e por estar sempre ao meu lado, impulsionando-me a superar os desafios e a seguir em frente com determinação.

À minha namorada Marina, que esteve presente em todos os momentos, oferecendo paciência, compreensão e incentivo, especialmente nas horas mais difíceis.

Aos meus irmãos e à minha família, pelo amor, suporte e confiança que sempre depositaram em mim, tornando possível alcançar esta conquista.

À Profa. Dra. Mag Geisielly, pela orientação dedicada, pelo compartilhamento de conhecimento e pela paciência ao longo deste trabalho. Sua expertise e compromisso foram fundamentais para a realização deste projeto.

À empresa Ferris Engenharia LTDA, por disponibilizar o uso do software essencial para a realização deste estudo, contribuindo de forma significativa para o desenvolvimento da pesquisa.

E, por fim, aos amigos, que, de diversas formas, estiveram presentes durante essa trajetória. Seja com palavras de encorajamento, companheirismo ou momentos de descontração, vocês desempenharam um papel importante na conclusão desta etapa da minha vida.

A todos, minha mais sincera gratidão.

EPIÍGRAFE

"Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar por tentar do que errar por se omitir! Não tenha medo dos tropeços da jornada. Não se esqueça de que você, ainda que incompleto, foi o maior aventureiro da História."

Augusto Cury

RESUMO

A Engenharia de Avaliações é uma atividade central no mercado imobiliário, que fornece base essencial para uma variedade de transações e decisões financeiras, desde a determinação do preço de venda de uma propriedade até a obtenção de financiamento hipotecário. Dentre os métodos de avaliação, o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM) destaca-se como uma abordagem amplamente adotada e confiável. Fundamenta-se na comparação de características específicas de um imóvel em análise com empreendimento similares e recentemente transacionadas na região, com vistas a determinar seu valor de mercado. O presente estudo de caso abordou o MCDDM na avaliação imobiliária, para a determinação do valor de mercado de imóveis urbanos. Delimitou-se o estudo para duas unidades habitacionais, do tipo apartamentos, localizados nos bairros Sion e Santo Antônio, ambos em Belo Horizonte, com características similares. Empregou-se a normativa específica para avaliação de imóveis urbanos preconizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, e o do *software SISDea Home*, cuja estrutura de análise encontra-se em conformidade aos requisitos normativos. Este trabalho evidenciou que fatores intrínsecos ao bairro exercem influência sobre o valor final dos imóveis, mesmo quando as suas características macro são equivalentes. A diferença obtida do valor unitário entre os imóveis, igual a 17%, destaca que os valores imobiliários são o resultado de uma interação complexa entre características físicas do imóvel e fatores externos, como localização, perfil socioeconômico da região e infraestrutura disponível. Portanto, este trabalho buscou contribuir para o avanço técnico e científico na área de avaliação de imóveis, além de oferecer subsídios práticos para futuros estudos e aplicações no campo da Engenharia Civil. A combinação de rigor metodológico, uso de ferramentas estatísticas e análise crítica das variações envolvidas são requisitos essenciais para profissionais que buscam excelência na avaliação de bens imobiliários e na promoção de um mercado mais justo e sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: engenharia de avaliações; avaliação de imóveis urbanos; Método Comparativo Direto de Dados de Mercado; valor de mercado; ferramentas estatísticas.

ABSTRACT

Valuation Engineering is a core activity in the real estate market, providing an essential basis for various financial transactions and decisions, from determining the sale price of a property to obtaining mortgage financing. Among the valuation methods, the Direct Comparative Method of Market Data (DCM) is widely adopted and reliable. It is based on comparing specific property characteristics under analysis with similar and recently transacted developments in the region to determine its market value. This case study addressed the DCM in real estate valuation to determine the market value of urban properties. The study was limited to two apartment-type housing units located in Sion and Santo Antônio neighborhoods, both in Belo Horizonte, with similar characteristics. The specific regulations for evaluating urban properties recommended by the Brazilian Association of Technical Standards were used, and the SISDea Home software, whose analysis structure complies with the regulatory requirements, was used. This study showed that factors intrinsic to the neighborhood influence the final value of properties, even when their macro characteristics are equivalent. The difference obtained in the unit value between the properties, equal to 17%, highlights that real estate values result from a complex interaction between the property's physical characteristics and external factors, such as location, socioeconomic profile of the region, and available infrastructure. Therefore, this study sought to contribute to the technical and scientific advancement in the area of real estate appraisal and offer practical subsidies for future studies and applications in the field of Civil Engineering. The combination of methodological rigor, use of statistical tools, and critical analysis of the variations involved are essential requirements for professionals seeking excellence in the appraisal of real estate assets and the promotion of a fairer and more sustainable market.

KEYWORDS: valuation engineering; urban real estate valuation; Direct Comparative Method of Market Data; market value; statistical tools.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas para obtenção de dados confiáveis para avaliação de imóveis.	12
Figura 2. Modelo homocedástico.	21
Figura 3. Modelo heterocedástico.	21
Figura 4. Delineamento da pesquisa.	27
Figura 5. Localização do apartamento no bairro Sion.	28
Figura 6. Imóvel 01.	28
Figura 7. Localização apartamento no bairro Santo Antônio.	32
Figura 8. Imóvel 02.	32
Figura 9 - Página do IBGE - Downloads.	38
Figura 10 . Cadastramento das variáveis.	39
Figura 11. Cálculo da regressão linear.	41
Figura 12. Definição do modelo do Imóvel 01.	42
Figura 13. Gráfico da média observada do padrão construtivo em relação ao valor unitário.	44
Figura 14. Análise mista (Imóvel 01).	45
Figura 15. Distribuição de valores ajustados x resíduos padronizados (Imóvel 01). ..	46
Figura 16. Intervalo de confiança.	46
Figura 17. Equação de regressão linear múltipla.	48
Figura 18. Gráfico de aderência (valor observado x valor calculado).	49
Figura 19. Resíduos da Regressão linear.	50
Figura 20. Projeção de valores.	51
Figura 21. Equação de regressão linear múltipla.	52
Figura 22. Gráfico de aderência (valor observado x valor calculado).	53
Figura 23. Resíduos da Regressão linear.	54
Figura 24. Projeção de valores.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Variáveis adotadas.....	38
Tabela 2. Dados coletados para o imóvel 01.	40
Tabela 3. Coeficientes de Determinação e Correlação.	48
Tabela 4. Parâmetros das variáveis.	49
Tabela 5. Coeficientes de Determinação e Correlação.	52
Tabela 6. Parâmetros das variáveis.	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Principais definições da Engenharia de Avaliações.	7
Quadro 2. Classificação dos imóveis urbanos.....	10
Quadro 3. Grau de fundamentação para o uso de regressão linear.	17
Quadro 4. Enquadramento do laudo pelo grau de fundamentação no caso de utilização do tratamento por regressão linear.	18
Quadro 5. Grau de fundamentação no caso de utilização do tratamento por fatores.	18
Quadro 6. Enquadramento do laudo pelo grau de fundamentação no caso de modelos de fatores.	19
Quadro 7. Grau de precisão para modelos de regressão linear ou tratamento por fatores.	19
Quadro 8. Padrão construtivo.....	37
Quadro 9. Comparação dos imóveis avaliados.	56

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2. OBJETIVOS DA PESQUISA	3
1.2.1. Objetivo geral	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. JUSTIFICATIVA	3
1.4. DELIMITAÇÕES DA PESQUISA	5
2. REVISÃO DA LITERATURA	6
2.1. ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E NORMATIZAÇÃO BRASILEIRA	6
2.2. AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS	9
2.3. VALOR DE MERCADO	10
2.4. AVALIAÇÃO DE MERCADO PELO MÉTODO COMPARATIVO DIRETO DE DADOS DE MERCADO (MCDDM)	12
2.4.1. Contextualização	12
2.4.2. Obtenção de dados para o método comparativo	12
2.4.2.1. Planejamento de pesquisa	12
2.4.2.2. Variáveis adotadas no modelo	13
2.4.2.3. Levantamento de dados de mercado	14
2.4.2.4. Tratamento de dados	14
2.4.3. Especificação da avaliação	16
2.4.4. Modelagem por regressão linear	16
2.4.4.1. Confiabilidade e robustez dos dados	16
2.4.4.2. Micronumerosidade	19
2.4.4.3. Linearidade	20
2.4.4.4. Normalidade	20
2.4.4.5. Homocedasticidade	20
2.4.4.6. Verificação da autocorrelação	21
2.4.4.7. Valores atípicos ("Outliers")	22
2.4.4.8. Testes de significância	22
2.4.4.9. Poder de explicação pelo coeficiente de determinação ajustado	23
2.4.4.10. Avaliação intervalar por intervalo de confiança	24

3. ESTUDO DE CASO	26
3.1. DELINEAMENTO DO ESTUDO	26
3.2. IMÓVEL 01: BAIRRO SION	27
3.2.1. Descrição do imóvel	27
3.2.2. Vistoria	28
3.3. IMÓVEL 02: BAIRRO SANTO ANTÔNIO.....	31
3.3.1. Descrição do imóvel	31
3.3.2. Vistoria	32
3.4. APLICATIVO SISDEA HOME	35
3.5. DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS ADOTADAS.....	35
3.6. COLETA DE DADOS PARA OS DOIS IMÓVEIS.....	39
3.7. CÁLCULO DA EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	40
3.8. SELEÇÃO E ANÁLISE DO MODELO	41
3.9. OBTENÇÃO DO VALOR DO IMÓVEL.....	47
3.10. ANÁLISE DO GRAU DE FUNDAÇÃO E DE PRECISÃO.....	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
4.1. IMÓVEL 01: BAIRRO SION	48
4.1.1. Equação de regressão, coeficientes e parâmetros das variáveis.....	48
4.1.2. Aderência e valores atípicos (outliers).....	49
4.1.3. Projeção de valores.....	50
4.1.4. Grau de fundamentação e grau de precisão	51
4.2. IMÓVEL 02: BAIRRO SANTO ANTÔNIO.....	52
4.2.1. Equação de regressão, coeficientes e parâmetros das variáveis.....	52
4.2.2. Aderência e valores atípicos (outliers).....	53
4.2.3. Projeção de valores.....	54
4.2.4. Grau de fundamentação e grau de precisão	55
4.3. COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES UNITÁRIOS	55
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS...57	57
5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	58
REFERÊNCIAS.....	60
APÊNDICE A – Relatório da memória de cálculo do SISdea Home: Imóvel 01..63	63
APÊNDICE B – Relatório da memória de cálculo do SISdea Home: Imóvel 02..72	72

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A avaliação de imóveis é uma prática fundamental no mercado imobiliário, utilizada para determinar o valor de compra, venda ou locação de propriedades. Atualmente, favorecido pelo aquecimento do setor de construção civil residencial, com consequente aumento de ofertas de imóveis no mercado e acessos a incentivos governamentais para aquisição destes bens, desponta-se o campo de atuação de Engenheiro Avaliador (Gomes, 2020).

Com base na ABNT NBR 14653-1 (2011), a Engenharia de Avaliações abrange o conjunto de conhecimentos técnico-científicos necessários para que engenheiros e arquitetos realizem avaliações precisas. De acordo com Dodt (2016), o processo de avaliação de um imóvel é intrincado devido à multiplicidade de variáveis que influenciam o seu valor. Assim, é crucial que o avaliador possua um profundo entendimento da economia local, das tendências e das características regionais para garantir resultados assertivos (Dantas, 2003).

O resultado da avaliação de bens é a emissão de Laudo de Avaliação, que pode ser empregado para distintos fins, por exemplo, verificação de valor do imóvel para fins de financiamento imobiliário, alienação fiduciária, garantias para penhora judicial em termos de hipotecas e benfeitorias, processos de inventários, desapropriação e áreas de servidão de passagem¹, bem como na designação de Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e Imposto Sobre a Transmissão de Bens Imóveis e de Direitos (ITBI), dentre outros (Ventura; Mello, 2019). Rabelo (2020) menciona as avaliações em inventários com os maiores erros, o que implica em prejuízos e desigualdades de direitos e rendimentos, assim como danos emocionais.

Dentro do contexto econômico, o mercado imobiliário apresenta uma série de características complexas, que dificultam sua análise com a devida precisão. Os imóveis são diferentes de outros produtos e de demais setores da economia. A falta de homogeneidade entre estes bens implica em restrições para se comparar unidades

¹ Áreas de servidões de passagem caracterizam-se, por exemplo, em passagens de tubulações de água ou esgoto nas áreas urbanas ou rurais, ou linhas de transmissão. Neste caso, o Laudo de Avaliações calcula o prejuízo ao proprietário, uma vez que não é permitido a posse ou o domínio da propriedade (Rabelo, 2020).

distintas (Dantas, 2012). Conforme destacado por González (1997), o mercado imobiliário é considerado um dos mais complexos da economia.

Ramos (2021) destaca que o trabalho de determinar o valor de um bem demanda um avaliador habilitado, capaz de direcionar a análise que visa identificar uma tendência central nos dados ou calcular uma média ponderada. Essa habilidade permite que profissionais dessa área atuem não apenas na avaliação de imóveis, mas também de equipamentos, bens industriais, instalações e recursos ambientais. Ademais, Nery Júnior (2019) ressalta que a avaliação de bens imóveis demanda conhecimentos em estatística e dos métodos avaliatórios, matemática financeira e em etapas da construção civil, cujas especificidades requerem profissionais com habilitações em engenharia.

Nessa ótica, o aprofundamento nos estudos da engenharia de avaliações, com adendo a profissionais da Engenharia Civil, é de interesse para diversos setores da sociedade. O Estado, por exemplo, utiliza avaliações para tributação de imóveis de pessoas e empresas. Os Bancos empregam avaliações para determinar garantias em empréstimos e financiamentos. Além disso, os proprietários e os compradores de imóveis buscam otimizar seus lucros em transações imobiliárias por meio de avaliações precisas (Fiker, 2019).

Dentre os diversos métodos disponíveis para realizar uma avaliação de um imóvel, o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM) destaca-se como uma abordagem amplamente utilizada, especialmente devido à sua simplicidade e praticidade. A partir dos estudos realizados por Melo (2018), Nunes (2016), Oliveira (2016), Delfino e Zancan (2013), Ricardo e Zancan (2013), Koyanagui (2013), Avila (2010) e Matta (2007), por exemplo, percebeu-se a introdução do uso de programas na avaliação de imóveis. Portanto, o conhecimento técnico a respeito de estatística computacional e interpretação dos parâmetros de resposta passaram a ser um fator de destaque na qualificação de um laudo de avaliação imobiliária.

Diante desse contexto, o presente trabalho propõe uma análise abrangente da avaliação de imóveis residenciais pelo MCDDM por meio da revisão da literatura e aplicação prática do método, por estudo de caso, com vistas a investigar suas vantagens, limitações e aplicabilidade no contexto atual da engenharia de avaliações.

Ao longo deste estudo, aborda-se as principais etapas do processo de avaliação de imóveis pelo MCDDM, desde a seleção e análise dos dados de mercado até a interpretação dos resultados obtidos. Ao compreender as nuances e os desafios

envolvidos nesse método, os profissionais de engenharia civil, habilitados para tais avaliações, estão preparados para tomadas decisões informadas e fundamentadas no atual contexto do mercado imobiliário.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 Objetivo geral

Abordar o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado na avaliação de imóveis residenciais para a determinação do valor de mercado, por meio de estudo de caso.

1.2.2 Objetivos específicos

Com objetivos específicos deste trabalho, listam-se:

- analisar os princípios teóricos do MCDDM com vistas a destacar a sua aplicação na avaliação imobiliária;
- identificar e descrever as etapas do processo de avaliação de imóveis pelo MCDDM, além de detalhar cada fase do processo, desde a coleta de dados até a análise e comparação de propriedades;
- selecionar dois imóveis residenciais para o estudo de caso, que apresentam perfis socioeconômicos diferentes, para se analisar as diferenças de valor nas avaliações;
- agregar na difusão e aplicabilidade do MCDDM a futuros profissionais de engenharia civil no mercado de avaliações imobiliárias.

1.3 JUSTIFICATIVA

A prática de avaliação de bens requer conhecimentos técnico-científicos especializados e suas influências e implicações sociais, econômicas e ambientais. Isto implica, aos profissionais da Engenharia de Avaliações, atualizações constantes quanto as inúmeras variáveis envolvidas nesta atividade. Enumeram-se os cenários econômicos, inovações tecnológicas, atualizações em normas técnicas e legislações vigentes, engenharia econômica, padrões e técnicas construtivas (Ventura; Mello, 2019).

Silva (2020) destaca que, pelo fato do mercado imobiliário apresentar características especiais e particulares, como bens imóveis para usufruto ou investimento, este é diretamente sensível às nuances econômicas e, portanto, requer ponderações assertivas com fins de evitar equívocos nas avaliações e as inúmeras consequências negativas.

A avaliação de imóveis se consolida como uma atuação importante na Engenharia de Avaliações, com a geração de oportunidades para o mercado da engenharia civil, cuja oferta de trabalho é influenciada por fatores econômicos e de investimento em nível nacional. Contudo, Melo (2018) aponta uma limitação no aprofundamento destes conhecimentos específicos nos cursos de graduação em Engenharia Civil, o que se reflete em carências de qualificação para atuação como profissionais avaliadores.

Apesar da ausência de conhecimentos teórico-prático supracitado, a capacitação técnica adquirida na formação acadêmica em engenharia civil permite a esses profissionais a sua inserção no ramo de avaliações de imóveis, por apresentarem capacidade crítica a respeito dos resultados adquiridos em campo (Dantas, 2005).

Ressalta-se que o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM), por ser uma técnica baseada em dados de imóveis semelhantes, cujo tratamento mais aplicado é por modelos de regressão linear simples, a sua análise pode ocasionar interpretações questionáveis na ausência de conhecimentos técnicos necessários e de singularidades próprias da avaliação imobiliária.

A gama de imóveis com valores de mercado fora do intervalo de confiança gera impactos negativos, principalmente em cenários de referências escassas e que dependem, também, das características regionais de mercado, como em valores discrepantes que podem dificultar a comercialização imobiliária ou desvalorizar o bem imóvel, aumento em inflações imobiliárias, dentre outros (Rabelo, 2020).

A realização deste trabalho justifica-se na compreensão das singularidades que influenciam no valor dos imóveis, de modo mais condizente com o mercado real. Por meio da abordagem empregada neste trabalho, pela comparação entre dois imóveis localizados em bairros diferentes na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, agrega-se no avanço em conhecimentos técnicos na Engenharia de Avaliações. Com isso, o trabalho busca evidenciar que a aplicação de métodos estatísticos adequados, aliada

aos conhecimentos técnicos, podem reduzir incertezas e valorizar a qualificação profissional na avaliação de imóveis.

1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Este estudo de caso concentra-se na avaliação de dois imóveis residenciais, do tipo apartamentos, localizados em bairros distintos da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, com vistas de analisar as diferenças de valor a partir de perfis socioeconômicos por localidade. Não foram considerados imóveis comerciais, terrenos ou residências unifamiliares.

Ao estabelecer essas delimitações, o trabalho mantém seu foco na avaliação dos apartamentos nos bairros selecionados em Belo Horizonte, com o emprego de variáveis específicas que refletem aspectos relevantes para a precificação imobiliária pelo Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM).

A Norma ABNT NBR 14.653-1 estabelece outros métodos de análise para avaliação de imóveis. Porém, entre essas opções, a escolha do modelo de regressão linear simples, auxiliado por um *software* estatístico (*SisDEA Home*), justifica-se pela sua simplicidade de quantificar a influência das variáveis selecionadas no valor do imóvel de forma objetiva e sistemática. Esse modelo permite identificar relações diretas entre os atributos dos imóveis e seus preços, o que proporciona transparência no processo avaliativo. Além disso, a regressão linear facilita a obtenção de resultados claros e replicáveis e que permite uma interpretação acessível tanto para profissionais da área quanto para leitores que desejam compreender os impactos dessas variáveis no valor final do imóvel.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E NORMATIZAÇÃO BRASILEIRA

A Engenharia de Avaliações é uma especialidade que busca reunir um conjunto vasto de conhecimentos não só da engenharia, mas também de arquitetura, ciências sociais, exatas e da natureza para a determinação do valor de um bem, de seus direitos e custos de produção. É um campo de estudo no Brasil com os primeiros registros entre 1918 e 1919, em São Paulo, e com a primeira normatização somente no ano de 1952, elaborada pelo setor de Engenharia da Caixa Econômica Federal (ABNT NBR 14.653-1, 2019; Dantas, 2005).

Sob essa perspectiva, Ramos (2021) destaca que a Engenharia de Avaliações ganhou uma notável importância no Brasil a partir do ano de 1960, quando houve um aumento de desapropriações que motivou instituições regulamentadoras e profissionais a buscarem uma Norma Técnica para o setor.

O ponto inicial desse processo de formalização metodológica foi dado em 1957 pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), de modo que o propósito principal foi a padronização dos critérios para ações expropriatórias. Somente em 1977 que se constituiu a primeira Norma Técnica de avaliações, a NB 502 (Avaliação de imóveis urbanos) que foi, posteriormente, registrada em 1990 como ABNT NBR 5676² (Dantas, 2003).

Com uma formatação inovadora e com o estabelecimento das diretrizes que norteiam as avaliações de diferentes tipos de bens, surgiu a norma ABNT NBR 14.653, que atualmente é dividida em 7 (sete) partes, a saber:

- **Parte 1:** procedimentos gerais (2019);
- **Parte 2:** imóveis urbanos (2011);
- **Parte 3:** imóveis rurais e seus componentes (2022);
- **Parte 4:** empreendimentos (2002);
- **Parte 5:** máquinas, equipamentos, instalações e bens industriais em geral (2006);
- **Parte 6:** recursos naturais e ambientais (2009);
- **Parte 7:** bens de patrimônios históricos e artísticos (2009).

² A norma ABNT NBR 5676 (1990) foi cancelada e substituída pela ABNT NBR 14.653 (2011).

Em particular a ABNT NBR 14.653-1, apresentam-se definições importantes para a Engenharia de Avaliações, sumarizadas no Quadro 1:

Quadro 1. Principais definições da Engenharia de Avaliações.

Item	Definição
Amostra	Conjunto de dados representativos de uma população
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
Bem	Coisa que tem valor, suscetível de utilização ou que pode ser objeto de direito, que integra um patrimônio
Benfeitoria	Resultado de obra ou serviço realizado em um bem e que não pode ser retirado sem destruição, fratura ou danos
Dado de mercado	Elemento ou informação disponível em determinado mercado, com as suas respectivas características
Homogeneização	Tratamento dos preços observados, mediante a aplicação de transformações matemáticas que expressem, em termos relativos, as diferenças entre os atributos dos dados de mercado e os do bem avaliando
Imóvel	Bem constituído de terreno e eventuais benfeitorias a ele incorporadas

Fonte: Elaborado a partir da ABNT NBR 14653-1 (2011).

A Engenharia de Avaliações e as referências normativas estabelecidas são utilizadas basicamente para propor a determinação de valor para um bem e que demanda conhecimentos sobre conceitos de valor, custo e preço como fundamentos básicos para elaboração e interpretação correta dos laudos (Rocha, 2010). Por outro lado, é válido ressaltar a importância da experiência do profissional para o adequado uso das técnicas e procedimentos normatizados que, de acordo com Silva (2020), deve-se atentar aos seguintes critérios:

- coleta criteriosa e constante armazenamento de dados de mercado imobiliário e financeiro;
- emprego de ferramentas precisas para inferências matemáticas e estatísticas de dados amostrais;
- formação continuada com fins de adequadas interpretações das variáveis sociais e econômicas nos contextos aplicados a investimentos e fins de avaliação.

Sob essa perspectiva de atuação profissional, a ABNT NBR 14.653-1 (2019) estabelece que a avaliação deve ser realizada por um indivíduo que seja habilitado e capacitado, com menção, inclusive, que o profissional alocado para as avaliações exerça o ofício de forma independente e assessorado por especialistas, caso seja necessário.

De acordo com Silva (2020), pelo fato das técnicas de estudos matemáticos, estatísticos e econométricos comporem a formação acadêmica em Engenharia Civil, assim como de Arquitetos, são incumbidos a tais profissionais a atividade restrita de avaliação de imóveis, conforme a Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, em seu Art. 7º (Brasil, 1966), que trata do exercício destes profissionais.

Sob essa mesma temática, Dodt (2016) discorre que há uma antiga disputa judicial dos corretores de imóveis em busca de serem autorizados a realizar laudos de avaliação. Contudo, a mesma autora alega que os corretores teriam de ter uma formação técnica mais abrangente, além desses indivíduos estarem diretamente ligados à transação de venda ou aluguel de imóveis, por exemplo, fato que pode gerar conflito de interesses na execução de avaliações.

Assim, é válido destacar que, de acordo com a ABNT NBR 14.653-1 (2019), os procedimentos para elaboração de um Laudo de Avaliação extrapolam a análise técnica dos dados, uma vez que este instrumento legal explicita procedimentos de excelência quanto ao sigilo, à independência de atuação e à competição por preços.

Conceitua-se Laudo de Avaliação como resultado técnico e científico acerca da avaliação de um bem, o qual contém os elementos esclarecedores e as conclusões obtidas na investigação (ABNT NBR 14.653-1, 2019; Fiker, 2019). O rigor de um Laudo de Avaliação é engessado em toda a fundamentação adotada para se emitir o valor avaliado, por meio de banco de dados analisado como instrumento de suporte, as análises de todas as variáveis técnico-científicas envolvidas e que podem impactar no valor do imóvel (Silva, 2020).

No que se refere ao processo de execução do laudo de avaliação em si, a metodologia normatizada para avaliação de imóveis é decorrente de critérios como a natureza do bem que será avaliado, a finalidade da avaliação e, inclusive, da quantidade de informações que serão colhidas para aferição dos resultados (Oliveira, 2016).

Aplicam-se, sobre esses critérios, princípios que devem ser observados em conjunto, como a lei da oferta e da procura, em que os preços diminuem com o aumento da oferta, quando observados isoladamente, e o princípio da semelhança, pela estipulação de convergência de valores financeiros para bens semelhantes (ABNT NBR 14.653-1, 2019).

2.2 AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS

A norma ABNT NBR 14.653-2 (2011) estabelece diretrizes para a elaboração de laudos de avaliação de imóveis urbanos, com o objetivo de uniformizar conceitos e métodos utilizados em avaliações periciais e estudos científicos. A sua aplicação visa assegurar que tais avaliações sejam realizadas de forma padronizada e tecnicamente embasada.

O propósito da avaliação é determinar o valor de um imóvel ou estimá-lo da forma mais próxima possível da realidade na data de referência. Para isso, pode-se utilizar o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM), que consiste em atribuir um preço a um imóvel com base em um padrão comparativo, ao considerar valores de mercado de imóveis semelhantes (ABNT NBR 14.653-1, 2019).

De acordo com a ABNT NBR 14.653-1 (2019):

“[...] o preço é uma expressão monetária que define uma transação de um bem, de seu fruto, de um direito ou da expectativa de sua transação. O preço é um fato concreto, relacionado às capacidades financeiras, às motivações ou aos interesses específicos do comprador ou do vendedor”.

(ABNT NBR 14.653-1, 2019, p.vii).

O Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM) é amplamente utilizado no Brasil, mas outras abordagens também são exploradas na literatura, como a lógica *fuzzy* e métodos híbridos para modelagem de preços imobiliários (Malaman; Amorim, 2017). Trabalhos como o de Holanda *et al.* (2023) também demonstram a aplicação do método comparativo com a utilização de tratamento por fatores em diferentes contextos urbanos.

No mercado de livre concorrência, o preço é amplamente influenciado pela lei da oferta e demanda, independentemente dos custos de produção, pois a transação só ocorrerá se houver um comprador disposto a aceitar o preço estabelecido (Azkue, 2023).

Dantas (2005) aponta que os bens possuem diversos atributos que, isoladamente, podem não ter valor intrínseco. No entanto, quando se relacionam com o ser humano, esses atributos adquirem significado e valor. Assim, em consonância com a norma, o conceito de valor está fortemente atrelado às relações humanas, e não há um único valor absoluto, embora existam semelhanças nas formas de avaliação. Conforme abordado na ABNT NBR 14.653-1 (2019):

“[...] o valor de um bem decorre de várias características, entre as quais se destacam sua raridade e sua utilidade para satisfazer necessidades e interesses humanos, sendo influenciado por suas características singulares e pelas condições de oferta e procura. Trata-se de um conceito econômico abstrato, não de um fato”.

(ABNT NBR 14.653-1, 2019, p.vii).

Portanto, embora o preço seja um fato concreto, a determinação do valor de um imóvel é, em grande parte, subjetiva, o que depende da percepção do avaliador e dos métodos utilizados para que o laudo seja o mais fiel possível à realidade (Silva, 2020).

Em incorporações imobiliárias, o valor das benfeitorias geralmente não é considerado, já que, para a incorporadora, elas podem ser irrelevantes. Assim, a avaliação considera, principalmente, o valor de mercado do terreno. Já nos casos de desapropriação, como o Decreto-Lei nº 3.365/41, que detalha os procedimentos para desapropriações por utilidade pública, o Estado é obrigado a pagar uma indenização ao proprietário, negociada com base no valor de mercado vigente.

De acordo com a ABNT NBR 14.653-2 (2011) os imóveis urbanos são classificados em 3 (três) tipos, conforme Quadro 2.

Quadro 2. Classificação dos imóveis urbanos

Classificação	Exemplos
Quanto ao uso	Residencial, comercial, industrial, institucional e misto.
Quanto ao tipo de imóvel	Terreno (lote ou gleba), apartamento, casa, escritório (sala ou andar corrido), loja, galpão, vaga de garagem, misto, hotéis e motéis, hospitais, escolas, cinemas e teatros, clubes recreativos e prédios industriais.
Quanto ao agrupamento	Loteamento, condomínio de casas, prédio de apartamentos, conjunto habitacional (casas, prédios ou mistos), conjunto de salas comerciais, prédio comercial, conjunto de prédios comerciais, conjunto de unidades comerciais e complexo industrial.

Fonte: Elaborado a partir da ABNT NBR 14.653-2 (2011).

2.3 VALOR DE MERCADO

O valor de mercado é definido como “[...] 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 NBR 14.653-1, 2019, p. 5). Neste contexto, o termo “pela qual se negociaria” destaca que o preço de um bem não pode ser fixado unilateralmente, nem pelo ofertante nem pelo demandante, pois a transação só ocorre se o preço acordado for justo para ambas as partes.

A negociação voluntária decorre que, tanto o vendedor quanto o comprador, devem agir por livre vontade, sem pressões externas ou obrigações, com fins de garantir que o valor de mercado seja independente de circunstâncias de necessidade ou urgência das partes envolvidas (ABNT NBR 14.653-1, 2019).

Entende-se como mercado o ambiente em que bens ou direitos são oferecidos e transacionados entre compradores e vendedores (ABNT NBR 14.653-1, 2019). As estruturas básicas do mercado podem ser classificadas, de forma simplificada, como monopólio, monopsonio, oligopólio, oligopsonio e concorrência perfeita. Esta última é caracterizada por um número suficientemente grande de vendedores e compradores, de modo que nenhum agente isolado possa influenciar o comportamento dos preços. (ABNT NBR 14.653-1, 2019)

Ainda conforme a ABNT NBR 14.653-1 (2019), alguns princípios amplamente aceitos no contexto da avaliação de bens são listados a seguir:

- **Lei da oferta e demanda:** o preço de um bem tende a diminuir com o aumento de sua oferta e a aumentar com o crescimento da demanda;
- **Princípio da semelhança:** em uma mesma data, dois bens semelhantes, em mercados comparáveis, devem possuir valores semelhantes;
- **Princípio da proporcionalidade:** as variações de valor entre bens são proporcionais às diferenças em suas características relevantes.

Segundo Fiker (1989), a definição de valor está intimamente relacionada à intensidade das necessidades econômicas de uma determinada sociedade e à quantidade de bens que estão disponíveis para serem oferecidos a esses indivíduos. Desse modo, o autor condiciona a definição de valor à lei da oferta e da procura, cuja máxima percepção de valor de um produto seria na circunstância de escassez combinada à alta demanda.

Na mesma lógica, Gonzalez (1997) define que o valor de um bem pode ser diretamente atrelado ao seu valor de mercado, de forma que as relações econômicas trariam uma boa estimativa do valor médio que um bem possuiria em circunstâncias de oferta e demanda equilibrada.

Além disso, no que se refere à percepção de Moreira (1984), valor seria uma palavra de difícil definição, uma vez que o valor representaria o desejo de propriedade de um indivíduo, tomando como referência outra propriedade ou dinheiro. Ademais, o mesmo autor afirma que há uma profunda influência do tempo, da localização e das partes interessadas sobre a medida do valor de uma propriedade, por exemplo.

2.4 AVALIAÇÃO DE MERCADO PELO MÉTODO COMPARATIVO DIRETO DE DADOS DE MERCADO (MCDDM)

2.4.1 Contextualização

Uma avaliação deve ser clara e objetiva, para se identificar o bem a ser avaliado com fins de se minimizar quaisquer subjetividades. Neste contexto, a ABNT NBR 14.653-2 (2011) direciona, sempre que possível, o emprego do Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM) para a avaliação imobiliária.

De acordo com Silva (2006), o MCDDM é a forma mais simples e eficiente de determinar o valor de um bem, o qual analisa amostras de mercado os mais semelhantes possíveis ao imóvel avaliado, com necessário aprofundamento das características de cada amostra para compor o valor final. Gonzaga (2003) disserta que o MCDDM apresenta a grande vantagem de ser direto e de fácil compreensão.

2.4.2 Obtenção de dados para o método comparativo

A ABNT NBR 14.653-2 (2011) lista a sequência a ser seguida para se obter os resultados confiáveis à pesquisa (Figura 1), os quais encontram-se descritos nos tópicos seguintes.

Figura 1. Etapas para obtenção de dados confiáveis para avaliação de imóveis.



Fonte: Do autor.

2.4.2.1. Planejamento de pesquisa

O planejamento da pesquisa deve ser fundamentado na coleta de amostra de dados de mercado composta por propriedades com características semelhantes às do imóvel em avaliação, com o emprego, sempre que possível, de todas as evidências informativas disponíveis (ABNT NBR 14.653-2, 2011).

As variáveis a serem selecionadas inicialmente devem ser relevantes para explicar a tendência de formação do valor do imóvel avaliado, com base nas relações supostas a partir dos dados de mercado coletados, pelo uso da variável dependente como referência (Lakatos; Marconi, 2003). A estratégia de pesquisa está diretamente relacionada a elaboração dos instrumentos de coleta de dados e a abrangência da

amostra coletada, definições e técnicas escolhidas para a análise dos dados (Lakatos; Marconi, 2003).

2.4.2.2. Variáveis adotadas no modelo

A avaliação de imóveis residenciais envolve um caráter subjetivo inerente a toda prática humana. De acordo com Dantas (2005), essa subjetividade pode ser minimizada por técnicas adequadas que visam tornar o processo mais preciso e objetivo. Couto (2007) reforça a importância de critérios bem fundamentados na escolha das variáveis de avaliação, que assegura maior consistência no resultado.

Para padronizar a escolha das variáveis mais relevantes na análise de imóveis, Reguss (2014) propôs uma abordagem direta para aquelas que são frequentemente usadas. No contexto deste trabalho, foram escolhidas as variáveis: área privativa, estado de conservação, renda IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e número de dormitórios.

A área privativa é uma variável central na avaliação de imóveis residenciais. Lopes (2010) destaca que a metragem útil do imóvel impacta diretamente o valor de mercado, com maior valorização quanto maior for a área. No entanto, Gonçalves (2003) sugere que esse impacto pode ser afetado por outros fatores, como a disposição interna dos ambientes e o padrão construtivo.

O estado de conservação é outro fator crucial para a valorização do imóvel. Gonzaga (2003) aponta que a condição física do imóvel, que inclui reparos e melhorias, pode influenciar de maneira significativa no valor de mercado. Destaca-se que a depreciação física também reduz o valor de imóveis malconservados (Guntermann; Liu; Nowak, 2016).

A renda IBGE é uma variável importante na avaliação de imóveis, pois fornece uma visão do perfil socioeconômico da região onde o imóvel está localizado, o que reflete no poder de compra da população local e, conseqüentemente, a demanda por imóveis. Pelli Neto e Zárate (2003) explicam que regiões de alta renda tendem a ter imóveis mais valorizados devido à maior demanda por propriedades de padrão elevado, o que torna fundamental utilizar dados do IBGE para contextualizar o imóvel dentro do mercado.

O IBGE disponibiliza informações sobre a renda per capita por município, bairro ou região, que é um recurso essencial para contextualizar os imóveis e compará-los com o mercado local. A renda pode ser acessada na plataforma SIDRA (Sistema IBGE

de Recuperação Automática) do IBGE, onde são publicadas as tabelas de renda, como a Rendimento Médio Real Domiciliar per capita³. Esses dados auxiliam os avaliadores nos ajustes do valor dos imóveis com base nas condições econômicas locais.

O número de dormitórios também impacta no valor de um imóvel residencial, pois unidades habitacionais que possuem mais dormitórios são frequentemente associadas a preços mais altos, especialmente em mercados com alta demanda por espaço e conforto (Triveloni; Hochheim, 1998). Quesado (2012) complementa que essa variável deve ser analisada em conjunto com outros fatores, como a área privativa e o seu estado de conservação.

2.4.2.3. Levantamento de dados de mercado

A amostra utilizada na avaliação de imóveis deve ser significativamente grande, ou seja, deve incluir um número suficiente de dados para garantir representatividade e minimizar o erro de amostragem. Além disso, é importante que a amostra seja suficientemente ampla para refletir as condições reais do mercado (Dias de Oliveira, 2020). A qualidade das informações é fundamental para uma avaliação precisa, pois a utilização de dados imprecisos ou desatualizados pode levar a resultados que não refletem corretamente o valor do imóvel no contexto socioeconômico atual. Dados errôneos ou distorcidos podem gerar avaliações equivocadas, o que afeta negativamente o processo de negociação e a confiança no mercado imobiliário (Mota, 2008).

Em situações com emprego de fontes terceiras, torna-se importante que o avaliador se certifique, pessoalmente, das informações obtidas, com o intuito de observar quaisquer alterações, dentre as informações levantadas, e ter o senso crítico acerca do bem avaliado (Reguss, 2014). Portanto, é indicado que as informações analisadas pelo avaliador não sejam tendenciosas e sem o estudo prévio pessoal.

2.4.2.4. Tratamento de dados

Os dados obtidos na etapa anterior devem ser tratados preliminarmente conforme a ABNT NBR 14.653-2 (2011). Esse tratamento envolve a sumarização das informações com gráficos que apresentam a distribuição e a frequência de cada

³ Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pnadcm/brasil>. Acesso em: 13 jan. 2025.

variável, por análises das relações entre elas e sua influência nos preços observados. A partir desse processo, seria possível avaliar o equilíbrio da amostra e como cada uma das variáveis explicitadas influenciam na composição do preço e, ainda, com a demonstração estatística da presença de possíveis pontos atípicos na coleta de dados (Oliveira, 2019).

De acordo com Dodt (2016), o tratamento por fatores de homogeneização viabiliza a realização de avaliações para amostragens compostas por imóveis que não possuem as mesmas características do imóvel em estudo. Dessa forma, utiliza-se fatores de homogeneização para tornar a amostra comparável ao imóvel avaliado. No entanto, recomenda-se que, para realizar o tratamento por fatores, a amostra seja composta por dados de mercado cujas características físicas, socioeconômicas e de localização geográfica sejam as mais semelhantes possíveis entre si e em relação ao imóvel avaliado, de forma que a utilização dos fatores seja feita apenas para realizar pequenos ajustes na homogeneização (ABNT NBR 14.653-2, 2019).

Para Ramos (2021), os fatores de homogeneização mais muito utilizados estão listados a seguir, pode-se citar:

- a) **fator padrão de acabamento:** é utilizado para regularizar diferenças referentes ao tipo de revestimento e pintura utilizados nos imóveis, por exemplo;
- b) **fator estado de conservação:** busca corrigir as variações da amostra com base em seu estado de conservação;
- c) **fator localização:** busca homogeneizar as divergências da amostra em função da localização mais valorizada ou menos valorizada quando comparada com a do imóvel avaliado;
- d) **fator de atualização:** métrica utilizada para homogeneizar as leituras que foram realizadas no passado recente.

O tratamento por regressão linear visa obter uma investigação com dependência estatística de uma variável, a dependente, em relação a uma ou mais variáveis, as explicativas, o que viabiliza a aferição de uma média ou valor médio da variável dependente em relação aos valores que foram especificados para as variáveis independentes (Gujarati; Porter, 2004).

Devido ao MCDDM, objeto de análise deste trabalho, aplicar a modelagem por regressão linear no tratamento dos dados, os detalhes encontram-se abordados no tópico 2.4.4.

2.4.3 Especificação da avaliação

O laudo de avaliação deve conter, obrigatoriamente, o grau de fundamentação e os procedimentos utilizados para se determinar o valor de um imóvel, os quais dependem do empenho do profissional envolvido, do atual contexto de mercado e das informações obtidas, cuja complexidade envolvida é tratada na ABNT NBR 14.653-2 (2011), conforme segue:

“[...] O estabelecimento inicial pelo contratante do grau de fundamentação desejado tem por objetivo a determinação do empenho no trabalho avaliatório, mas não representa garantia de alcance de graus elevados de fundamentação. Quanto ao grau de precisão, este depende exclusivamente das características do mercado e da amostra coletada e, por isso, não é passível de fixação a priori”.

(ABNT NBR 14653-2, 2011, p.21).

2.4.4 Modelagem por regressão linear

2.4.4.1 Confiabilidade e robustez dos dados

A ABNT NBR 14.653-2 (2011) exige que, para a utilização de regressão linear, o grau de fundamentação seja determinado em conformidade com o Quadro 3. Os graus de fundamentação (Grau I, II e III) são níveis que indicam a confiabilidade e robustez dos dados utilizados no método comparativo de avaliação de imóveis, particularmente em análises que utilizam regressão linear. Cada grau reflete requisitos distintos quanto à quantidade, qualidade e representatividade das informações e à complexidade do tratamento estatístico aplicado. Esses graus influenciam diretamente na precisão e validade da avaliação.

Para se atingir o Grau III (Quadro 3), faz-se necessário que o laudo esteja na modalidade completa, com a verificação de coerência e comportamento entre as variáveis em relação ao mercado, bem como suas elasticidades em torno do ponto de estimação, identificação completa dos endereços dos dados de mercado usados no modelo, bem como das fontes de informação e adoção da estimativa de tendência central (ABNT NBR 14.653-2, 2019).

Quadro 3. Grau de fundamentação para o uso de regressão linear.

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

*OBSERVAÇÃO: ^(a)Grau I: nível mais básico, aplicável em mercados com pouca oferta de dados ou quando há restrições para obter informações detalhadas. ^(b)Grau II: requer maior quantidade de dados, com aumento da confiabilidade. Permite avaliação mais alinhada ao contexto do mercado. ^(c)Grau III: nível mais elevado de fundamentação, o qual fornece resultados mais confiáveis e detalhados, essencial em mercados complexos.

Fonte: ABNT NBR 14653-2 (2011). Adaptado pelo autor.

Para gerar a pontuação do grau de fundamentação, segue-se a seguinte regra: caso uma exigência apresente Grau I, atribui-se 1 ponto; Grau II com 2 pontos; Grau III receberá 3 pontos. O enquadramento global do laudo, a partir do somatório dos pontos obtidos, está representado no Quadro 4.

Quadro 4. Enquadramento do laudo pelo grau de fundamentação no caso de utilização do tratamento por regressão linear.

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

Fonte: ABNT NBR 14.653-2 (2011). Adaptado pelo autor.

Caso seja escolhido a metodologia de tratamento por fatores, abordado em 2.4.2.4., algumas mudanças nos graus de fundamentação são aplicadas (ABNT NBR 14.653-2, 2011), conforme o Quadro 5.

Quadro 5. Grau de fundamentação no caso de utilização do tratamento por fatores.

Item	Descrição	Grau		
		III	II	I
1	Caracterização do imóvel avaliando	Completa quanto a todas as variáveis analisadas	Completa quanto às variáveis utilizadas no modelo	Adoção de situação paradigma
2	Quantidade mínima de dados de mercado, efetivamente utilizados	12	5	3 ^a
3	Identificação dos dados de mercado	Apresentação de informações relativas a todos os dados e variáveis analisadas na modelagem, com foto e características observadas no local pelo autor do laudo	Apresentação de informações relativas a todos os dados e variáveis analisadas na modelagem	Apresentação de informações relativas aos dados e variáveis efetivamente utilizados no modelo
4	Intervalo admissível de ajuste para o conjunto de fatores	0,80 a 1,25	0,50 a 2,00	0,40 a 2,50 a
^a No caso de utilização de menos de cinco dados de mercado, o intervalo admissível de ajuste é de 0,80 a 1,25, pois é desejável que, com menores dados de mercado, a amostra seja menos heterogênea.				

Fonte: ABNT NBR 14653-2 (2011). Adaptado pelo autor.

O Quadro 6 representa o enquadramento do laudo de acordo com o seu grau de fundamentação (I, II ou III) no caso de utilização de tratamento por fatores.

Outro ponto a ser verificado pela ABNT NBR 14.653- 2 (2011) é quanto ao grau de precisão do modelo. Tal grau dependerá das características da amostra coletada. A amplitude dos intervalos de confiança aceitável está representada no Quadro 7.

Quadro 6. Enquadramento do laudo pelo grau de fundamentação no caso de modelos de fatores.

Graus	III	II	I
Pontos Mínimos	16	10	6
Itens obrigatórios	2 e 4 no Grau III e os demais no mínimo no Grau II	2 e 4 no Grau II e os demais no mínimo no Grau I	Todos no mínimo no Grau I

Fonte: ABNT NBR 14653-2 (2011). Adaptado pelo autor.

Quadro 7. Grau de precisão para modelos de regressão linear ou tratamento por fatores.

Descrição	Grau		
	III	II	I
Amplitude do intervalo de confiança de 80% em torno da estimativa de tendência central	≤ 30%	≤ 40%	≤ 50%

Fonte: ABNT NBR 14653-2 (2011). Adaptado pelo autor.

A ABNT NBR 14.653-2 (2011), por meio do seu Anexo A, apresenta pressupostos que devem ser adotados para a abordagem dos modelos por regressão linear. Os tópicos a seguir apresentam alguns desses para tornar a avaliação mais embasada.

2.4.4.2 Micronumerosidade

A micronumerosidade se refere à utilização de um número reduzido de dados amostrais. Para se evitar isto, o número mínimo de dados efetivamente usados (n) no modelo de regressão linear deve atender aos critérios de conformidade quanto às variáveis independentes (k) descritas no item 2.4.4.1, conforme Equação 1 (ABNT NBR 14.653-2, 2011):

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

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

Dado que,

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

2.4.4.3 Linearidade

A linearidade descreve a relação de uma variável dependente com uma ou mais variáveis independentes, por meio de uma combinação linear, com a manutenção das variáveis em sua escala original. Quando essa relação não é linear, a ABNT NBR 14.653-2 (2011) recomenda o uso de procedimentos, por exemplo, a transformação *Box-Cox*⁴ para linearizar o modelo. Essas transformações devem refletir o comportamento do mercado da forma mais fiel possível, com preferência de sempre utilizar as transformações mais simples.

2.4.4.4 Normalidade

A verificação da normalidade pode ser feita, dentre outras maneiras (ABNT NBR 14653-2, 2011):

- exame de histograma dos resíduos amostrais padronizados;
- análise do gráfico de resíduos padronizados *versus* valores ajustados, com a maior parte dos resíduos dispostos no intervalo $[-2; +2]$;
- comparação da frequência relativa dos resíduos amostrais padronizados nos intervalos de $[-1; +1]$, $[-1,64; +1,64]$ e $[-1,96; +1,96]$, com as probabilidades da distribuição normal padrão nos mesmos intervalos, 68%, 90% e 95%, respectivamente;
- análise gráfica dos resíduos ordenados padronizados *versus* quantis da distribuição normal padronizada;
- testes de aderência não paramétricos, por exemplo, qui-quadrado, Kolmogorov-Smirnov.

2.4.4.5 Homocedasticidade

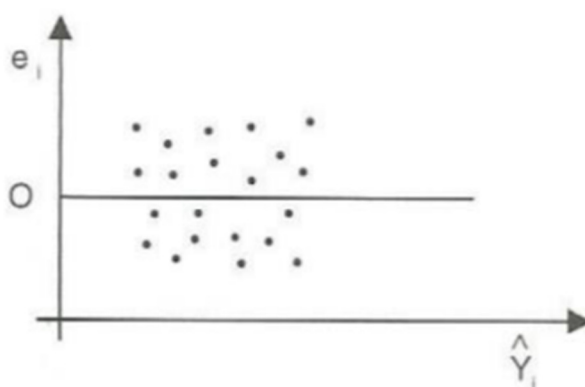
De acordo com Braulio (2005), a homocedasticidade é a variância constante dos resíduos. Esta é uma propriedade essencial a ser garantida, sob pena de invalidade da análise estatística. É interessante que os erros sejam aleatórios, ou seja, não

⁴ A transformação *Box-Cox* é uma técnica estatística empregada para se estabilizar a variância e tornar os dados mais próximos de uma distribuição normal. A partir do modelo de regressão linear para uma única variável X , $Y_i = a + b.X_i + \varepsilon_i$, dado que ε_i são os resíduos, obtém-se um modelo transformado pela substituição de Y por $(Y^\lambda - 1)/\lambda$ e de X por $(X^\theta - 1)/\theta$, em que λ e θ são os parâmetros da transformação *Box-Cox*. Para cada forma funcional, é possível se estabelecer valores para λ e θ a partir de dados tabelados (Fávero; Belfiore, 2017).

devem ser relacionados com as características dos imóveis estudados. Caso ocorram erros em função do tipo de imóvel, dar-se o nome de heterocedasticidade, ou seja, há tendência nos erros.

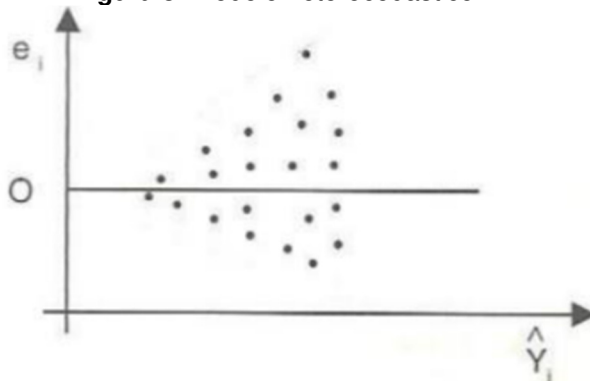
A homocedasticidade, por sua vez, pode ser verificada por meio de gráficos de resíduos (ABNT NBR 14.653-2, 2011). Caso os pontos estejam distribuídos de forma aleatória, a homocedasticidade (Figura 2) é aceita. Porém, a existência de crescimento, decrescimento ou oscilação é uma confirmação da heterocedasticidade (Figura 3).

Figura 2. Modelo homocedástico.



Fonte: Dantas (2005).

Figura 3. Modelo heterocedástico.



Fonte: Dantas (2005).

2.4.4.6 Verificação da autocorrelação

De acordo com Braulio (2005), existe autocorrelação quando os erros são correlacionados com os valores anteriores ou posteriores na série. Também, pode ser denominado de correlação serial. Na existência de autocorrelação, os estimadores ordinários de mínimos quadrados não são os melhores estimadores lineares não tendenciosos, ou seja, as variâncias amostrais dos coeficientes estimados para a

equação se tornam excessivamente grandes. Portanto, essas variâncias seriam subestimadas e as fórmulas perdem a validade com previsões ineficientes.

O exame da autocorrelação deve ser precedido pela ordenação prévia dos elementos amostrais em relação aos valores ajustados e, se for o caso, às variáveis independentes possivelmente causadoras do problema. Sua verificação pode ser feita pela análise do gráfico dos resíduos coletados com os valores ajustados, que deve apresentar pontos dispersos aleatoriamente, sem nenhum padrão definido (ABNT NBR 14.653-2, 2011).

2.4.4.7 Valores atípicos (“Outliers”)

Os valores atípicos são aqueles que apresentam uma maior diferença em relação aos demais. É importante controlar os valores atípicos, porque em virtude da estimação da equação, um determinado erro pode modificar significativamente os somatórios, o que altera os coeficientes do modelo matemático (Montgomery; Peck; Vining, 2012).

A existência destes pontos atípicos pode ser verificada pelo gráfico dos resíduos *versus* cada variável independente, como também em relação aos valores ajustados, ou por técnicas estatísticas mais avançadas (ABNT NBR 14.653-2, 2011).

2.4.4.8 Testes de significância

O teste de significância tem por intuito verificar se os dados amostrais coletados são relevantes na composição do valor unitário. No processo de coleta de dados de uma avaliação, como se utiliza uma quantidade de dados menor que 30, é recomendado que se utilize a distribuição de t de Student em relação à distribuição Normal, sendo a mais utilizada no processo de avaliação imobiliária (Dantas, 2005).

O teste de F de Snedocor é o teste que deve ser realizado para avaliação de imóveis urbanos (ABNT NBR 14.653-2, 2011), com nível de significância máximo admitido para se rejeitar a hipótese nula (H_0) de 1% (Grau III) até 5% (Grau I), como indicado no Quadro 3. Este teste pondera a razão entre a variância explicada e a variância não explicada ou erro do modelo. A fim de verificar se o modelo está na região de rejeição da H_0 , deve-se definir um nível de significância (α) no teste de hipóteses (Gujarati, 2006). A ABNT NBR 14.653-2 (2011) especifica que α não deve ser superior a 10%.

2.4.4.9 Poder de explicação pelo coeficiente de determinação ajustado

Como indicado na ABNT NBR 14.653-2 (2011), a aferição do modelo de regressão linear obtido pode ser feita pelo coeficiente de determinação ajustado (R^2), indicado na Equação 2.

$$R^2_{ajustado} = 1 - \frac{n-1}{n-(k+1)} * (1 - R^2) \quad (2)$$

Dado que,

n : número de observações;

$k + 1$: número de variáveis explicativas mais a constante;

R^2 : coeficiente de determinação, conforme Equação 3:

$$R^2 = 1 - \frac{SQ_{res}}{SQ_{total}} \quad (3)$$

Dado que,

SQ_{res} : soma dos quadrados dos resíduos (Equação 4);

SQ_{total} : soma total dos quadrados (Equação 5).

$$SQ_{res} = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (4)$$

Dado que,

n : número de observações;

y_i : valor observado;

$\hat{y}_i$: valor estimado (precisão) de y_i .

$$SQ_{total} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (5)$$

Dado que,

n : número de observações;

y_i : valor observado;

$\bar{y}$: média das observações.

Ressalta-se que a adoção do R^2 ajustado é devido ao número de variáveis independentes no modelo, o qual cresce à medida que se aumenta este número de variáveis. Ou seja, o valor do R^2 (coeficiente de determinação) aumenta pelo aumento de variáveis independentes do modelo, o que não necessariamente considera se os novos dados contribuem para a explicação do modelo, tornando-os insuficiente (ABNT NBR 14.653-2, 2011).

De acordo com Oliveira (2019), utiliza-se um coeficiente (R^2 ajustado) que aumente somente ao se adicionar variáveis independentes que, de fato, contribua no ajuste ao modelo de regressão linear.

2.4.4.10 Avaliação intervalar por intervalo de confiança

A avaliação intervalar de imóveis, em termos de valor unitário (R\$), visa estabelecer um intervalo de valores admissíveis em torno da estimativa obtida. Para tanto, adota-se o intervalo de confiança de 80% em torno da estimativa do valor central, quando o propósito for estimar o valor de mercado (ABNT NBR 14.652-2, 2011). O intervalo de confiança pode ser obtido a partir da Equação 6:

$$\bar{X} - T_{(n-1; \frac{\alpha}{2})} * \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + T_{(n-1; \frac{\alpha}{2})} * \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

Dado que,

$\bar{X}$: valor médio das observações;

n : número de observações;

α : nível de significância;

s : desvio padrão amostral;

$T_{(n-1; \frac{\alpha}{2})}$: valor crítico para a distribuição t de Student, que se refere ao nível de confiança desejado a partir do grau de liberdade. O número de graus de liberdade ($n - 1$) corresponde ao número de valores amostrais (n) que podem variar depois que certas restrições tiverem sido impostas a estes dados (Triola, 2008).

Neste intervalo de confiança, determinam-se os limites inferior e superior, dentro do qual se pode afirmar, com determinada probabilidade, se o verdadeiro parâmetro da população está contido neste intervalo (Silva, 2018). Como a ABNT NBR 14.652-2 (2011) estabelece nível de confiança de 80%, em torno do valor central da estimativa, implica-se significância (α) de 20%, variável indicada na Equação 6.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

O trabalho tem como objetivo estimar o valor de mercado, por meio de métodos da Engenharia de Avaliações, para dois apartamentos localizados em bairros distintos da cidade de Belo Horizonte. A escolha por imóveis localizados na cidade de Belo Horizonte deve-se ao fato desta oferecer uma quantidade significativa de amostras, o que permite a seleção de dados dentro das delimitações normativas e com maior grau de representatividade. Isso possibilita a inclusão de um número relevante de amostras que refletem as particularidades de cada bairro e, assim, reforçar a precisão dos resultados.

Os imóveis avaliados estão situados na Rua Assunção, nº 365, bairro Sion, e na Rua José Ribeiro, nº 128, bairro Santo Antônio, o que oferece a oportunidade de comparar áreas com diferentes características.

A metodologia adotada para a determinação do valor do metro quadrado (m²) baseia-se no Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM). Para a análise, foram utilizados dados de imóveis residenciais semelhantes, especialmente no que diz respeito à área privativa, estado de conservação e número de dormitórios, a fim de garantir a representatividade da amostra e o ajuste do modelo. Dada a proximidade dos bairros Sion e Santo Antônio com centros comerciais e culturais, a análise considerará a influência desses fatores no valor dos imóveis.

A amostragem para o comparativo direto incluiu apartamentos localizados nos mesmos bairros e, caso necessário para completar o modelo, também em bairros próximos com características socioeconômicas e comerciais similares, com fins de garantir um ajuste adequado ao proposto na revisão bibliográfica.

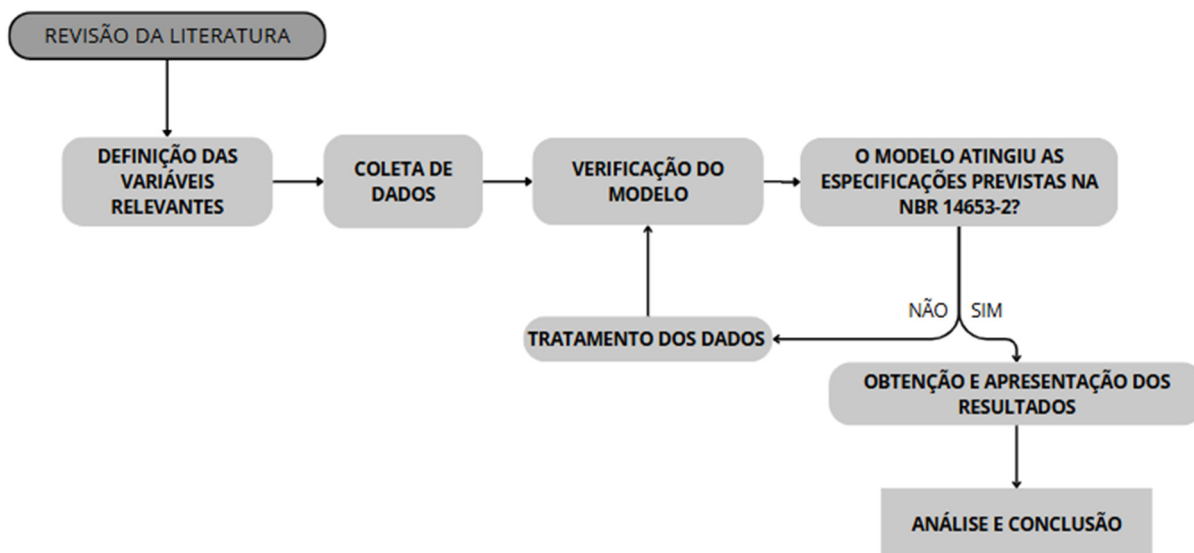
Com o auxílio o *software* SisDEA da Pelli Sistemas Engenharia⁵, que é uma ferramenta específica para avaliação de imóveis, foi realizado o tratamento dos dados por meio de regressão linear. Posteriormente à obtenção dos resultados da avaliação, foi feito o enquadramento da pesquisa referente ao grau de fundamentação e ao grau de precisão e, em seguida, a comparação com o valor unitário dos imóveis.

Por fim, foram dispostas as considerações finais acerca dos resultados da avaliação, da comparação realizado entre os valores unitários dos dois apartamentos

⁵ Disponível em: <https://pellisistemas.com/software-imobiliarios/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

e dos objetivos anteriormente definidos no início da pesquisa. O delineamento resumido da pesquisa pode ser visto na Figura 4.

Figura 4. Delineamento da pesquisa.



Fonte: Do autor.

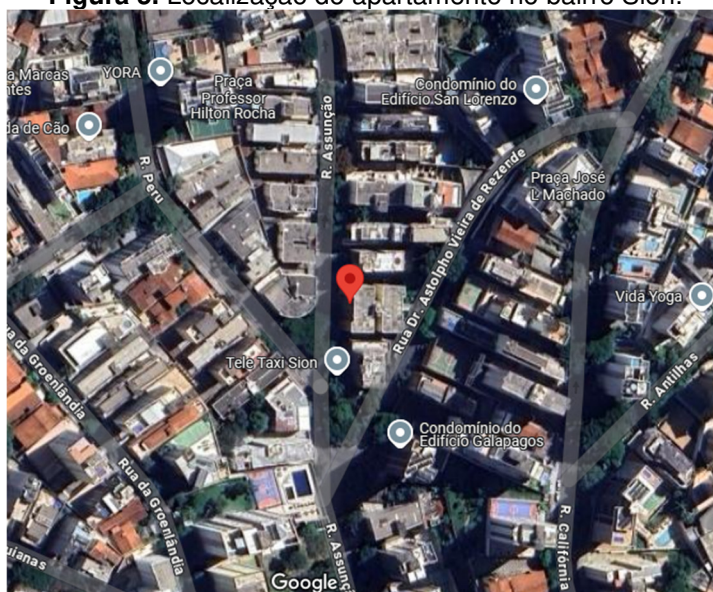
3.2 IMÓVEL 01: BAIRRO SION

3.2.1 Descrição do imóvel

O bairro Sion, localizado na região Centro-Sul de Belo Horizonte, é conhecido por ser uma das áreas mais nobres da cidade. Este começou a ser desenvolvido nas décadas de 1940 e 1950, a partir do parcelamento de antigas fazendas. Com o passar dos anos, o Sion se consolidou como um bairro residencial de alto padrão, com prédios modernos e residências unifamiliares elegantes (Prefeitura de Belo Horizonte, 2024).

O Sion possui uma excelente infraestrutura, com ruas bem arborizadas, praças, e acesso a serviços de alto padrão, como academias, padarias e supermercados. A localização estratégica (Figura 5) permite fácil acesso a importantes avenidas, como a Avenida Nossa Senhora do Carmo e a Avenida Afonso Pena. A expectativa em relação ao valor do metro quadrado no bairro é ser elevado devido à sua infraestrutura e localização privilegiada (Prefeitura de Belo Horizonte, 2024).

Figura 5. Localização do apartamento no bairro Sion.



Fonte: Google Maps.

3.2.2 Vistoria

O apartamento apresenta área privativa de 100m², constituído por 3 quartos, 1 suíte, 2 banheiros, 1 sala ampla, 1 cozinha, 1 despensa, 1 lavanderia, 1 vaga de garagem. Encontra-se em bom estado de conservação e é de padrão médio, conforme Figura 6.

Figura 6. Imóvel 01



(a) Fachada.



(b) Sala de estar

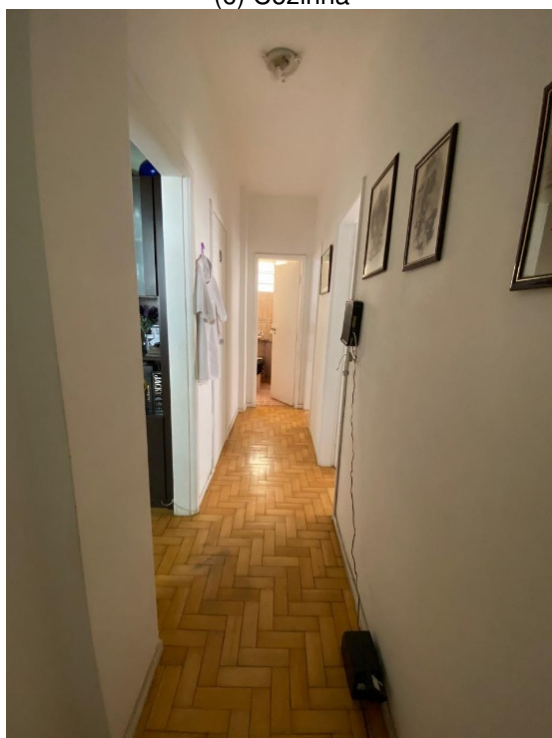
Fonte: Do autor.

Figura 6. Imóvel 01 (continuação)

(c) Cozinha



(d) Lavanderia



(e) Corredor



(f) Suíte

Fonte: Do autor.

Figura 6. Imóvel 01 (continuação)

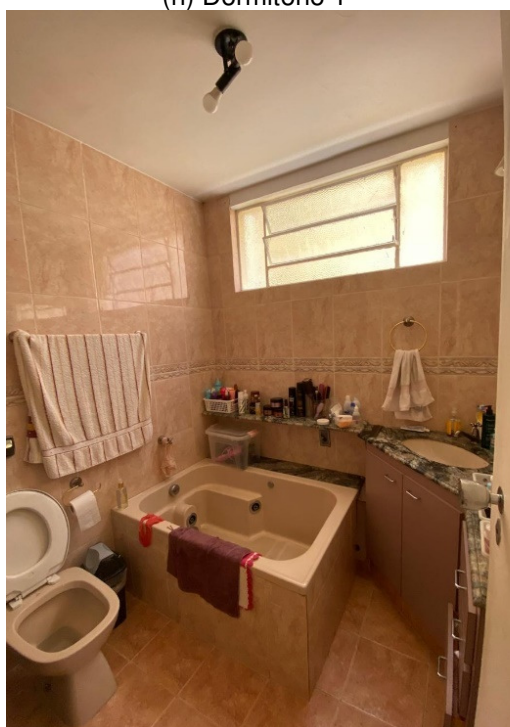
(g) Banheiro suíte



(h) Dormitório 1



(i) Dormitório 2



(j) Banheiro social

Fonte: Do autor.

Figura 6. Imóvel 01 (continuação)

(k) Banheiro social



(l) Garagem

Fonte: Do autor.

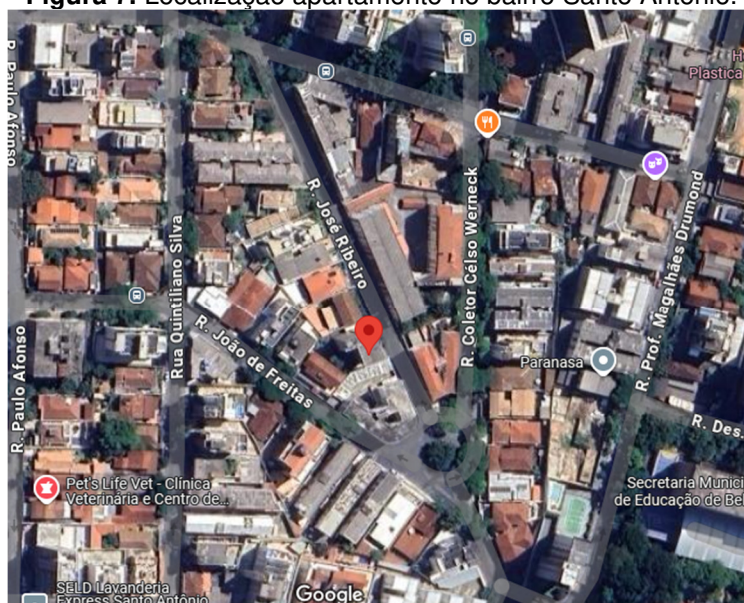
3.3 IMÓVEL 02: BAIRRO SANTO ANTÔNIO

3.3.1 Descrição do imóvel

O bairro Santo Antônio, também localizado na região Centro-Sul de Belo Horizonte, tem uma história que remonta ao início do século XX. Originalmente residencial, o bairro atraiu moradores em busca de tranquilidade e proximidade ao centro da cidade. Com o tempo, desenvolveu uma mescla entre áreas residenciais e comerciais (Campos, 2018).

O bairro oferece boas opções de comércio, escolas tradicionais e serviços variados. Fácil acesso a importantes vias, como a Avenida Prudente de Moraes e a Avenida do Contorno (Figura 7). Combina imóveis antigos e modernos, com oferta de apartamentos e casas de médio padrão. A expectativa em relação ao valor do metro quadrado no Santo Antônio é ser um pouco mais competitivo, devido à infraestrutura do bairro e ao perfil dos imóveis (Canopus, 2022).

Figura 7. Localização apartamento no bairro Santo Antônio.



Fonte: Google Maps.

3.3.2 Vistoria

O apartamento apresenta área privativa de 105m², constituído por 3 quartos, 1 suíte, 2 banheiros, 1 sala ampla, 1 cozinha, 1 despensa, 1 lavanderia, 1 vaga de garagem. Encontra-se em bom estado de conservação e é de padrão médio, conforme Figura 8.

Figura 8. Imóvel 02



(a) Fachada.



(b) Sala de estar/jantar

Fonte: Do autor.

Figura 8. Imóvel 02 (continuação)

(c) Cozinha



(d) Lavanderia



(e) Banheiro social

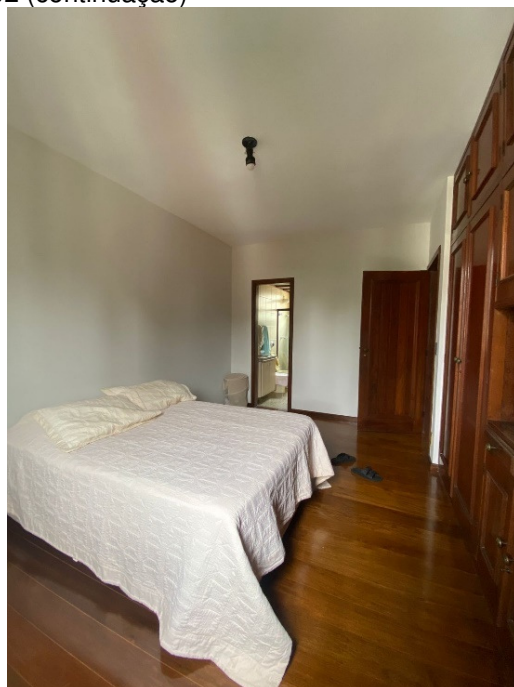


(f) Dormitório 1

Fonte: Do autor.

Figura 8. Imóvel 02 (continuação)

(g) Dormitório 2



(h) Suíte



(i) Banheiro suíte



(j) Corredor

Fonte: Do autor.

Figura 8. Imóvel 02 (continuação)



(k) Garagem
Fonte: Do autor.

3.4 APLICATIVO SISDEA HOME

O *SisDEA Home* é uma ferramenta da Pelli Sistemas Engenharia para avaliação imobiliária e que utiliza o sistema de regressão linear para a obtenção do valor do imóvel. Ele permite ao engenheiro de avaliações uma análise estatística do mercado por meio de cadastro de dados e obtenção de gráficos e tabelas.

Com a referida ferramenta de cálculo, é possível fazer uma análise dos resíduos da variável dependente, o qual é o passo mais importante na identificação de modelos eficientes, consistentes e não tendenciosos.

Nos tópicos seguintes, encontram-se descritos as etapas de análise pelo *SisDEA Home* empregado neste estudo de caso. Com fins de detalhamento, utilizou-se imagens e registros obtidos no *software* para o Imóvel 01, com a ressalva pela adoção das mesmas variáveis e critérios de análise para ambos os imóveis.

3.5 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS ADOTADAS

As variáveis descritas a seguir foram utilizadas pois mostraram-se consistentes e significativas no modelo adotado de ambos os apartamentos:

a) Variável Dependente:

- valor unitário do imóvel (R\$/m²): razão entre o valor total do bem e a área do bem.

b) Variáveis Independentes:

- Área privativa (m²): variável quantitativa, que informa a área privativa do imóvel;
- Padrão de acabamento: código alocado, que indica o padrão construtivo e de acabamento da unidade (1: Baixo; 2: Normal; 3: Alto);
- Estado de conservação: código alocado, que indica o estado de conservação do imóvel (1: Reparos simples; 2: Regular; 3: Bom/Novo);
- Renda IBGE *per capita*: *proxy*⁶, que representa a renda média do chefe de família em determinado local. Essa variável é derivada a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no Censo de 2010 e reflete a média do rendimento mensal dos indivíduos responsáveis pelo sustento das famílias.

No contexto deste método, para a avaliação do padrão de acabamento (construtivo), foi utilizada a orientação da ABNT NBR 12.721 (2007). A norma apresenta critérios para a classificação dos imóveis com base em características construtivas, e a avaliação foi sintetizada em uma tabela-resumo, conforme o Quadro 8. Com auxílio dos parâmetros estabelecidos, o avaliador, com sua experiência profissional, define em qual padrão se encaixa o imóvel avaliado. Essa abordagem detalhada garante maior precisão na análise da depreciação e na classificação qualitativa dos imóveis avaliados.

O estado de conservação foi definido por meio da observação dos registros fotográficos obtidos durante a visita aos imóveis (Figura 6 e Figura 8) dividido em três categorias principais, descritas a seguir (ABNT NBR 12.721, 2007):

- Código 1 (Baixo): requer reparos simples, ou seja, o imóvel apresenta sinais de desgaste superficial que não comprometem sua estrutura ou funcionalidade. Requer intervenções mínimas, como retoques na pintura ou ajustes estéticos pontuais.
- Código 2 (Regular): o imóvel encontra-se em estado de conservação regular a novo, sem comprometimento significativo para o uso ou conforto.
- Código 3 (Imóvel novo): o imóvel está em perfeito estado de conservação, sem sinais de uso ou desgaste e com características de uma construção recente.

⁶ Variável “proxy”: “variável 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 NBR 14.653-2, 2011, pág. 8).

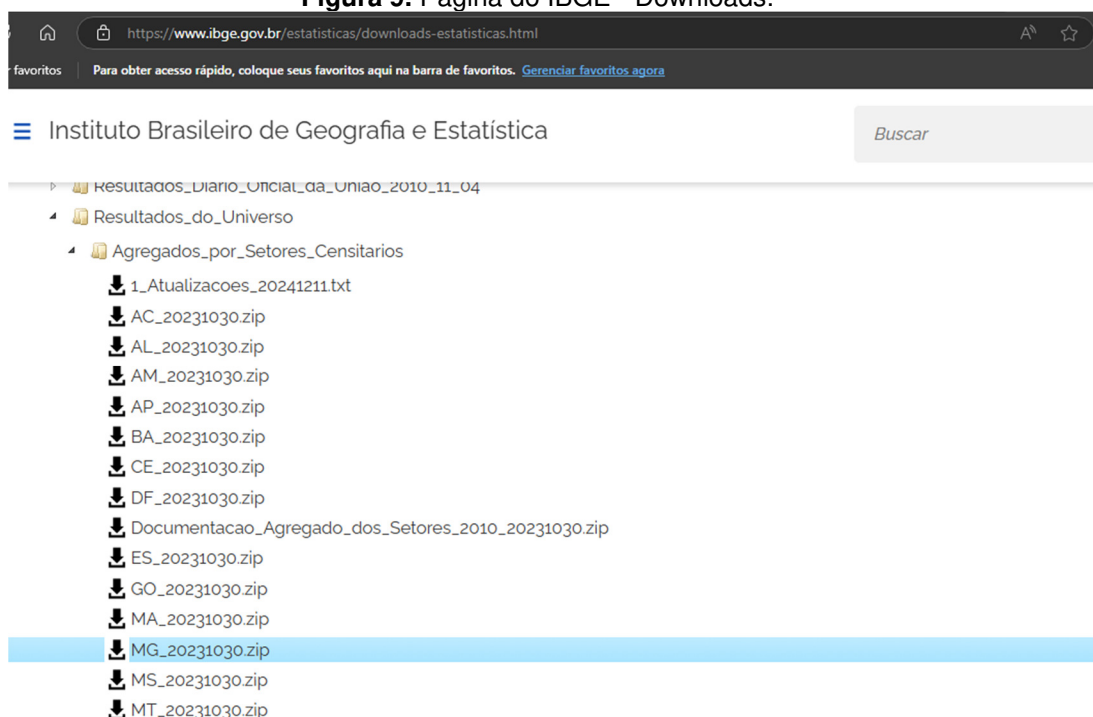
Quadro 8. Padrão construtivo.

Acabamento	Padrão		
	Simple	Médio	Alto
Pisos	Cerâmica simples, vinílico, taco ou forração	Taco, carpete de madeira ou acrílico, cerâmica, placas de granito	Assoalho, cerâmica esmaltada, carpete, placas de mármore ou de granito
Paredes	Pintura a látex sobre emboço, reboco ou gesso, barra de azulejos (eventualmente até o teto) nas áreas molhadas	Pintura a látex sobre massa corrida ou gesso, azulejos de padrão comercial	Pintura a látex sobre massa corrida ou gesso, cerâmica
Instalações hidráulicas	Sumárias, com número mínimo de pontos de água, instalação somente de água fria; peças sanitárias básicas, de modelo simples	Completas, atendendo disposição básica, com peças sanitárias e seus respectivos componentes de padrão comercial, servidos por água fria, podendo dispor de aquecedor individual	Completas com peças sanitárias metais de boa qualidade; aquecimento central
Instalações elétricas	Sumárias, com número mínimo de pontos de luz, interruptores ou tomadas, utilizando componentes comuns	Completas e com alguns circuitos independentes satisfazendo distribuição básica de pontos de luz e tomadas, podendo estar incluídos pontos para telefone e televisão	Completas e compreendendo diversos pontos de iluminação e tomadas com distribuição utilizando circuitos independentes e componentes de qualidade, pontos especiais para eletrodomésticos e instalações para antena de tv e telefone nas principais acomodações
Esquadrias	Ferro, venezianas de PVC ou de alumínio do tipo comum	Caixilhos de ferro ou de alumínio ou PVC com dimensões padronizadas	Caixilhos e venezianas de madeira ou de alumínio

Fonte: ABNT NBR 12.721 (2007). Adaptado pelo autor.

Quanto aos dados de renda a localização de cada amostragem dos imóveis avaliados, utilizou-se o Mapa de Rendas disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), baseado no Censo de 2010. No site do IBGE as informações estão disponibilizadas por Estado, conforme figura 9. O arquivo compactado contém a pasta “Base informações2010 universo UF”. Podem ser baixados arquivos em formato “CSV” e “Excel”. A planilha disponibiliza valores das rendas médias com seus códigos censitários de cada endereço e com auxílio do Google Earth é possível a consulta específica para cada dado de mercado obtido, a partir do seu endereço ou das suas coordenadas.

Figura 9. Página do IBGE - Downloads.



Fonte: Do autor.

A seguir, na Tabela 1 é mostrado um resumo de todas as variáveis e suas descrições. Após a escolha das variáveis, foi necessário fazer o cadastramento e caracterização das variáveis, definidas anteriormente no *software*, conforme indicado na Figura 10.

Tabela 1. Variáveis adotadas.

Variável	Tipo	Classificação	Descrição
Area privativa	Numérica	Quantitativa	Area privativa da unidade medida em m ²
Padrão construtivo	Numérica	Qualitativa (Códigos Alocados)	Padrão construtivo do imóvel tendo como base os códigos alocados listados a seguir: 1 - Baixo, 2 - Normal, 3 - Alto
Estado de conservação	Numérica	Qualitativa (Códigos Alocados)	Estado de conservação do imóvel (escala construída com base nos códigos alocados listados a seguir: 1 - Reparos Simples, 2 - Bom, 3 - Novo)
Macrolocalização	Numérica	Proxy	Variável de macrolocalização
Valor unitário	Numérica	Dependente	Valor total do imóvel dividido pela área total (m ²)

Fonte: Do autor.

Figura 10. Cadastramento das variáveis.

Análise preliminar das variáveis

← Indique os atributos e as restrições de uso Etapa 3/4

Variável	Tipo
Variáveis Numéricas	
Area privativa	Quantitativa
Padrão construtivo	Qualitativa (Códigos Alocados)
Estado de conservação	Qualitativa (Códigos Alocados)
Renda IBGE	Proxy
Valor unitário	Dependente
Variáveis Alfanuméricas	
Endereço	Texto
Cidade	Texto
Bairro	Texto

Descrição das variáveis

Area privativa da unidade medida em m²

Distribuição dos Dados

☐ Discreta ☒ Contínua

Casas Decimais 2

Avançar > Cancelar Ajuda

Fonte: SisDEA Home. Adaptado pelo autor.

3.6 COLETA DE DADOS PARA OS DOIS IMÓVEIS

A coleta dos dados de mercado foi feita a partir das variáveis anteriormente definidas. Por meio da área do imóvel, estipulou-se uma amplitude na coleta de imóveis com áreas privativas de 70 m² a 130 m², com observância das exigências normativas (ABNT NBR 14653-2, 2011). Foram coletados 30 dados de *homepages* em imobiliárias da região dos imóveis, entre os meses de agosto e setembro de 2024. A Tabela 2 apresenta parcialmente a matriz de dados elaborada para o Imóvel 01. As tabelas completas encontram-se no Apêndice A (Imóvel 01: Bairro Sion) e Apêndice B (Imóvel 02: Bairro Santo Antônio).

Tabela 2. Dados coletados para o imóvel 01.

Imóvel	Área (m ²)	Renda IBGE	Padrão construtivo	Estado de conservação	Valor total	Valor unitário (R\$/m ²)
1	103	R\$ 4.353,33	2	3	R\$ 820.000,00	R\$ 7.961,00
2	100	R\$ 4.353,33	2	3	R\$ 820.000,00	R\$ 8.200,00
3	130	R\$ 3.931,26	3	3	R\$1.300.000,00	R\$ 10.000,00
4	98	R\$ 4.095,92	2	2	R\$ 810.000,00	R\$ 8.265,00
5	80	R\$ 3.504,50	2	1	R\$ 490.000,00	R\$ 6.125,00
6	90	R\$ 3.934,93	2	2	R\$ 560.000,00	R\$ 6.222,00
7	120	R\$ 3.867,95	2	3	R\$ 950.000,00	R\$ 7.916,00
8	80	R\$ 4.983,02	2	2	R\$ 600.000,00	R\$ 7.500,00
9	70	R\$ 5.382,62	2	3	R\$ 850.000,00	R\$ 12.142,00
10	116	R\$ 4.702,30	3	2	R\$1.150.000,00	R\$ 9.913,00
11	117	R\$ 4.702,30	2	3	R\$1.100.000,00	R\$ 9.401,00
12	105	R\$ 3.893,67	2	2	R\$ 780.000,00	R\$ 7.428,00
13	101	R\$ 4.983,02	2	3	R\$1.012.700,00	R\$ 10.026,00
14	85	R\$ 4.702,30	3	3	R\$ 950.000,00	R\$ 11.176,00
15	115	R\$ 3.882,41	2	3	R\$1.090.000,00	R\$ 9.478,00
16	120	R\$ 4.353,33	2	1	R\$ 650.000,00	R\$ 5.416,00
17	110	R\$ 4.983,02	2	3	R\$ 899.000,00	R\$ 8.172,00
18	100	R\$ 5.382,62	2	2	R\$ 680.000,00	R\$ 6.800,00
19	98	R\$ 3.504,50	1	1	R\$ 420.000,00	R\$ 4.285,00
20	101	R\$ 4.702,30	2	3	R\$ 861.000,00	R\$ 8.524,00
21	86	R\$ 4.983,02	2	3	R\$ 950.000,00	R\$ 11.046,00
22	106	R\$ 5.382,62	3	2	R\$1.200.000,00	R\$ 11.320,00
23	90	R\$ 3.934,93	2	1	R\$ 630.000,00	R\$ 7.000,00
24	101	R\$ 4.983,02	2	3	R\$ 962.065,00	R\$ 9.525,00
25	80	R\$ 3.746,49	1	1	R\$ 430.000,00	R\$ 5.375,00
26	85	R\$ 3.471,19	1	2	R\$ 460.000,00	R\$ 5.411,00
27	73	R\$ 4.353,33	3	3	R\$ 990.000,00	R\$ 13.561,00
28	130	R\$ 4.095,92	2	1	R\$ 620.000,00	R\$ 4.769,00
29	81	R\$ 4.983,02	2	1	R\$ 680.000,00	R\$ 8.395,00
30	75	R\$ 3.471,19	3	3	R\$ 822.360,00	R\$ 10.964,00

Nota: dados coletados entre agosto e setembro de 2024.

Fonte: do autor.

3.7 CÁLCULO DA EQUAÇÃO DE REGRESSÃO

Após o preenchimento dos dados no *SisDEA Home*, é feito o cálculo da equação de regressão conforme a Figura 11. É necessário indicar qual o sentido de correlação esperada de cada variável independente em relação à variável dependente (valor unitário). Além disso, sugere-se utilizar o método dos mínimos quadrados para amostras com até 60 dados. No campo 'Seleção do Modelo' deve-se, preferencialmente, fixada na opção "Estimativa" (Figura 11). Além disso, no campo 'Tipo', há duas opções de seleção para o cálculo da regressão linear:

- Todas as regressões possíveis (opção escolhida): os modelos são obtidos por combinação de todas as variáveis e com todas as 'Transformações' selecionadas;
- Simplificado: esta opção deve ser selecionada quando existir um número grande de variáveis e se todas as transformações foram selecionadas. Tal escolha é útil quando o cálculo da equação de regressão conduzir a um número grande de modelos, assim como um maior tempo de espera pela resposta do programa.

Figura 11. Cálculo da regressão linear.

The screenshot shows the 'Regressão Linear' (Linear Regression) dialog box. It contains a table with the following data:

Variável	Transfor...	Restrição	I	D
Area privativa	Auto	(-)	☒	☐
Padrão construtivo	Auto	(+)	☒	☐
Estado de conservação	Auto	(+)	☒	☐
Macrolocalização	Auto	(+)	☒	☐
Valor unitário	Auto	(-)	☐	☒

On the right, the 'Opções' (Options) section is expanded, showing the following settings:

- Tipo: Todas as regressões
- Transformações: $1/x$; $\ln(x)$; x^2 ; $x^{1/2}$; $1/x^2$
- Seleção do Modelo: Estimativa
- Coefficientes: Mínimos Quadrados
- Número de modelos: 500
- Classificação: R^2

The 'Variável Dependente' (Dependent Variable) section is also expanded, showing:

- Categoria: Unitário
- Variável base: Area privativa

At the bottom, there is a button labeled 'Calcular' (Calculate) and a button labeled 'Fechar' (Close). A status bar at the bottom indicates 'Total de modelos: 0'.

Fonte: SisDEA Home. Adaptado pelo autor.

3.8 SELEÇÃO E ANÁLISE DO MODELO

Após o cadastro das variáveis e inserção dos dados, o *software SisDEA* realiza a análise de consistência. Nesta etapa são apresentados as variáveis e o diagnóstico dos dados para cada uma delas. De acordo com a ABNT NBR 14653-2 (2011), é necessário evitar a micronumerosidade (número reduzido de dados amostrais) dos dados da amostra. Em seguida, o programa apresenta a janela com todas as opções

de equações que podem ser escolhidas pelo usuário, conforme mostra Figura 12, exemplificado para o Imóvel 01.

Também é apresentado nesta janela os resultados dos demais testes realizados, entre eles: Correlação, Fischer-Snedecor, Normalidade dos Resíduos e Valores Atípicos (*Outliers*). Após escolhida, o próximo passo é analisar os valores atípicos e fazer adequações no modelo de modo a zerá-los, por meio da janela de resíduos. Nela janela, o usuário verifica quais são as amostras que tem causado os valores atípicos e pode decidir por excluí-las da amostra.

Figura 12. Definição do modelo do Imóvel 01.

Opções - Equações de regressão

Variáveis	Transf.	Elasticidade	t Calculado	Sig. (%)
Area privativa	ln(x)	-2,71	-3,84	0,08
Padrão construtivo	x ²	5,52	6,79	0,00
Estado de conser...	x ²	3,87	6,30	0,00
Renda IBGE	x ²	2,16	3,17	0,40
Valor unitário	y		4,29	0,02

F. Calculado: 44,46
0,00

Durbin Watson

Desvio Padrão: 874,81
874,81

Outliers (%): 0 (0,00%)

Dist. Resíduos: 066 - 093 - 100

Imo...	Valor	Max.	Min.	%Amp.	%Max.	%Min.	G.P
1	5.622,39	6.061,38	5.183,40	15,62	7,81	7,81	III

Coefficientes: **Regressão / Estimativa**

Determinação: 36 - 0,8767407 / 0,8767407

Correlação: 36 0,9363 0,9363

Classificar:

- ☐ Regressão
- ☒ Estimativa
- ☐ F Calculado
- ☐ Significancia

Linearizar

Cancelar

Aplicar

Fonte: SisDEA Home. Adaptado pelo autor.

O programa utilizado foi preparado para identificar uma equação de regressão que represente a média do conjunto de dados da amostra cadastrada e que ela seja consistente para atender as exigências ABNT NBR 14.653-2 (2011). Porém, é necessário que o profissional identifique alguns pontos e, com isso, a escolha de uma equação, dentre muitas outras, que se encontra dentro de todos os parâmetros estabelecidos. Os principais pontos a serem observados são:

- i. **Coefficiente de determinação linear:** varia entre 0 e 1 e indica o percentual de variação dos dados da amostra em relação a sua média aritmética. Se a amostra contiver dados muito parecidos, este coeficiente será zero e se forem muito diferentes, este se aproximará de 1. São comuns resultados superiores a 0,80;
- ii. **Consistência de aderência não-linear:** identifica a aderência dos dados da amostra à função de estimativa de valor do imóvel a ser avaliado;
- iii. **Significância das variáveis (t'Student):** explica o que é influente a cada variável na formação do valor final do imóvel. À medida que aumenta a significância, aumenta-se a incerteza e diminui o poder de explicação da variável independente em relação ao valor final;
- iv. **Normalidade de resíduos:** indica a aleatoriedade na distribuição em torno da média, de modo a comprovar a não tendenciosidade na coleta de dados. De acordo com a ABNT NBR 14.653-2 (2011), têm-se como parâmetro os seguintes intervalos de aceitação:
 - De [-1,00 a +1,00], com probabilidade de distribuição normal padrão de 68%: aceitável de 64% a 75%;
 - De [-1,64 a +1,64], com probabilidade de distribuição normal padrão de 90%: aceitável de 88% a 95%;
 - De [-1,96 a +1,96], com probabilidade de distribuição normal padrão de 95%: aceitável de 95% a 100%.

Após análise das possíveis equações que se enquadrariam em todas as exigências mínimas, optou-se por utilizar a equação de número trinta e seis para o Imóvel 01, conforme indicado na Figura 12.

A partir do comportamento da amostra e na escolha da equação, inicia-se a etapa de teste de hipóteses, no qual é possível medir a probabilidade de se obter um erro sobre a média populacional ou sobre a influência de uma variável sobre a outra. Nesta etapa, é necessário observar o gráfico de crescimento não linear, o qual deve apresentar consistência com a realidade para cada variável, como exemplificado na Figura 13 para o Imóvel 01. Neste caso, à medida que o padrão construtivo aumenta, seu valor unitário também será maior.

Figura 13. Gráfico da média observada do padrão construtivo em relação ao valor unitário.



Fonte: *SisDEA Home*. Adaptado pelo autor.

Após o teste das hipóteses ser aprovado e estar de acordo com o estudo, é necessário avaliar a dispersão dos resíduos da variável dependente. Este passo é um dos mais importantes para saber se o modelo é eficiente, consistente e não tendencioso. Nesta etapa, é realizada a análise mista e a análise linear. Para tanto, é importante identificar os elementos com resíduo relativo (desvio relativo à média estimada) de tamanho elevado. No mercado imobiliário, um desvio relativo de até 80% em relação à média estimada é considerado aceitável, 60% regular, 50% bom, 40% muito bom. Para desvio relativo menor que 30%, considera-se como ótimo. As análises mistas e lineares encontram-se descritas a seguir:

- **Análise mista:**

Conforme indicado na Figura 14, observa-se que, para a análise mista, o resíduo relativo ordenado do maior para o menor foi de 22,01%. Ou seja, o desvio relativo se enquadra como ótimo, por ser menor que 30%.

Figura 14. Análise mista (Imóvel 01).

Dados	Observado	Estimado	Resíduo	Resíduo Relativo	Resíduo/D
18	6.800,00000000	8.296,64712000	-1.496,64712000	-22,01%	
6	6.222,00000000	7.327,43970000	-1.105,43970000	-17,77%	
8	7.500,00000000	8.693,16556700	-1.193,16556700	-15,91%	
15	9.478,00000000	8.023,36569700	1.454,63430300	15,35%	
4	8.265,00000000	7.147,25368000	1.117,74632000	13,52%	
17	8.172,00000000	9.163,46306400	-991,46306400	-12,13%	
1	7.961,00000000	8.813,19425000	-852,19425000	-10,70%	
14	11.176,00000000	12.325,88468800	-1.149,88468800	-10,29%	
12	7.428,00000000	6.734,21619900	693,78380100	9,34%	
23	7.000,00000000	6.350,09659000	649,90341000	9,28%	
21	11.046,00000000	10.058,95160200	987,04839800	8,94%	
2	8.200,00000000	8.920,73595000	-720,73595000	-8,79%	
29	8.395,00000000	7.670,62648200	724,37351800	8,63%	

Fonte: SisDEA Home. Adaptado pelo autor.

- **Análise linear:**

O modelo linear é o foco central das exigências da norma de avaliações (ABNT NBR 14.653-2, 2011). Os resultados exigidos para uma especificação mais qualificada baseiam-se nesta função linear. Nesta etapa é possível analisar se há dispersão homogênea dos dados ou se há Heterocedasticidade, o que não é recomendado pois indica comportamento tendencioso dos resíduos no que se refere a sua variância em torno da estimativa.

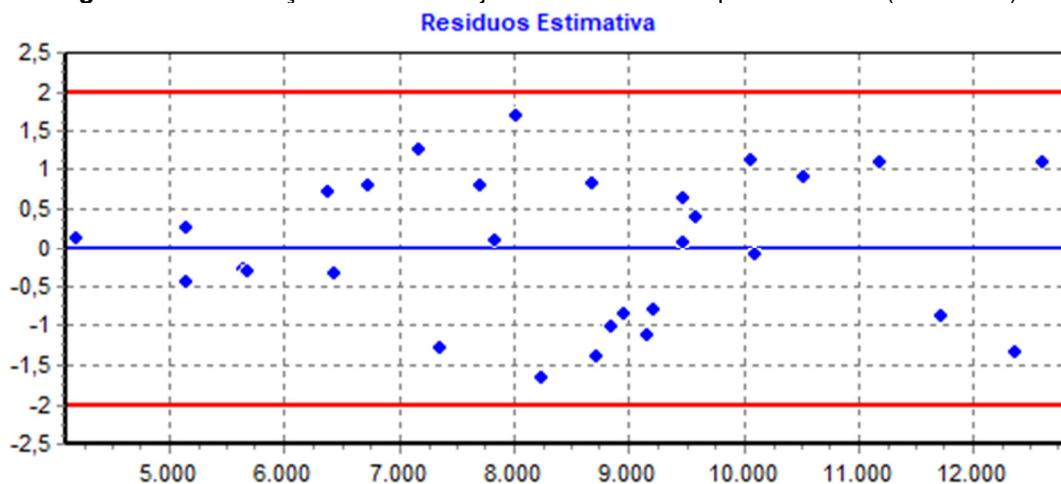
É possível também identificar a ocorrência de valores atípicos de forma gráfica (Figura 15), o qual se referem a dados muito distantes em relação ao centro da amostra. De acordo com a ABNT NBR 14.653-2 (2011), estes dados só deverão ser retirados da amostra se houver uma justificativa. Observa-se que, para ambos os Imóveis 01 e 02 analisados, não se apresentou valores atípicos nas amostras em estudo, assim como houve uma dispersão homogênea.

Para verificar se o imóvel a ser avaliado se enquadra nas características da amostra analisada, é recomendado analisar outros resultados estatísticos oferecidos pelo modelo. Em particular, outro procedimento importante a ser observado para identificar a adequação da amostra ao imóvel a ser avaliado é o intervalo de confiança, exemplificado na Figura 16.

Conforme definido pela ABNT NBR 14.653-2 (2011), o intervalo de confiança deve ser calculado com base na estatística t'Student, para um intervalo de valores no qual pode-se afirmar, com 80% de probabilidade de acerto, que o imóvel a ser avaliado

está inserido na média populacional. O intervalo de confiança terá sua amplitude reduzida à medida que as características do imóvel avaliado se aproximam da média aritmética das escalas utilizadas nas variáveis independentes e aumentado à medida que os mesmos se afastam deste ponto.

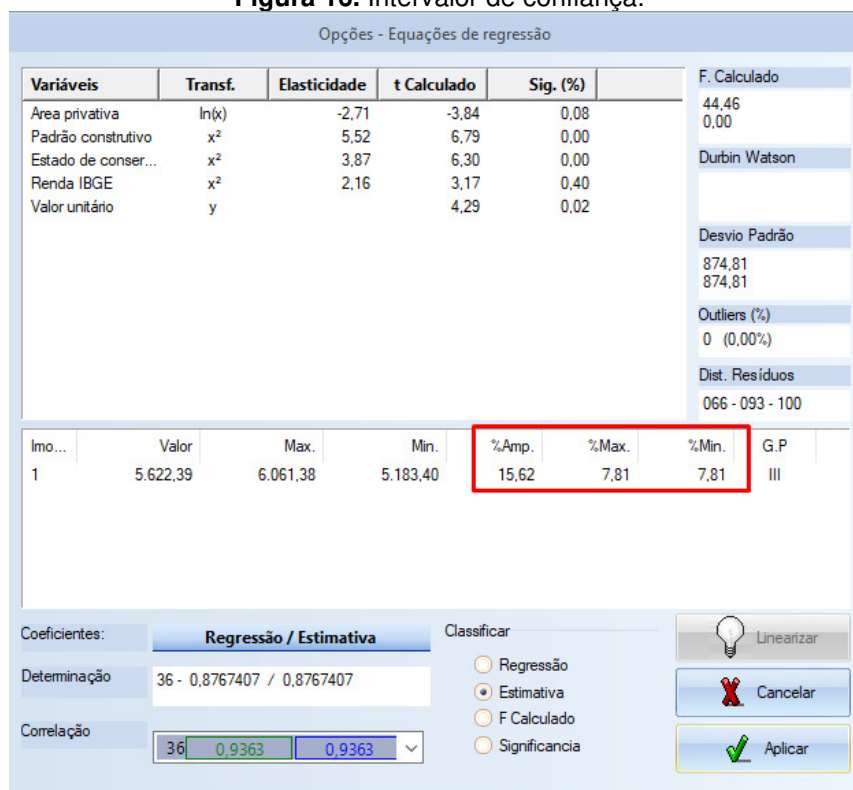
Figura 15. Distribuição de valores ajustados x resíduos padronizados (Imóvel 01).



Fonte: SisDEA Home. Adaptado pelo autor.

Conforme exemplificado na Figura 16, para o Imóvel 01, o estudo em questão mostrou uma amplitude do intervalo de confiança de 15,62%, o qual se enquadra no Grau III de precisão, o que significa que é altamente preciso.

Figura 16. Intervalo de confiança.



Fonte: SisDEA Home. Adaptado pelo autor.

3.9 OBTENÇÃO DO VALOR DO IMÓVEL

A última etapa constitui-se a projeção de cálculo do imóvel em estudo. O *SisDEA Home* foi desenvolvido para atender todos os requisitos indicados na ABNT NBR 14.653-2 (2011) em função dos limites para extrapolação de valores, confiança mínima necessária e também sobre o campo de arbítrio estabelecido por norma, o qual é de 15% para mais ou para menos em torno da estimativa de tendência central da avaliação.

Os resultados são apresentados em termos de valor unitário e valor total, ambos com indicações de mínimo, médio e máximo. Também, indica-se o nível de confiança que, conforme apresentado anteriormente, adota-se o intervalo de confiança de 80% em torno da estimativa do valor central, quando o propósito for estimar o valor de mercado (ABNT NBR 14.652-2, 2011).

3.10 ANÁLISE DO GRAU DE FUNDAÇÃO E DE PRECISÃO

A análise do grau de fundamentação e precisão da avaliação segue as diretrizes estabelecidas pela ABNT NBR 14.653-2 (2011). De acordo com a norma, o grau de fundamentação é classificado de forma crescente em ordem numérica, sendo o Grau I o mais básico. A aplicação do grau de fundamentação ocorre a partir da análise de diversos critérios, conforme indicado no quadro 3 deste estudo.

Quando requisitado pelo contratante, deve-se apresentar o demonstrativo da pontuação atingida, destacando o enquadramento global do laudo. Esse enquadramento é obtido pela soma das pontuações atribuídas a cada item avaliado, conforme indicado no quadro 4 deste trabalho. Caso o laudo não atinja o Grau I, é necessário justificar os itens que não foram atendidos e detalhar os métodos e cálculos utilizados para a obtenção do valor final (ABNT NBR 14.653-2, 2011).

O grau de precisão, por sua vez, é avaliado com base na análise do intervalo de confiança em torno da estimativa de tendência central. No presente estudo, o intervalo adotado é de 80% de confiança, garantindo que a margem de erro se mantenha dentro dos limites aceitáveis definidos no quadro 7 deste trabalho (ABNT NBR 14.653-2, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 IMÓVEL 01: BAIRRO SION

4.1.1 Equação de regressão, coeficientes e parâmetros das variáveis

Após simulações para obtenção da equação de regressão linear múltipla, identificou-se como o melhor conjunto de variáveis independentes explicadas estatisticamente para o valor do Imóvel 01 indicado na Figura 17. A equação de regressão foi obtida por ajustes das variáveis e, por meio desta, define-se o valor unitário do imóvel. Independente dos valores que forem projetados, a equação continuará a mesma. Para o conjunto das variáveis independentes analisadas, obteve-se uma significância individual menor que 10%, que se apresentou como um melhor resultado estatístico conforme a ABNT NBR 14653-2 (2011).

Figura 17. Equação de regressão linear múltipla.

Função Estimativa:

$$\begin{aligned} \text{Valor unitário} = & \\ & +18845,50799 \\ & -3638,229272 * \ln (\text{Area privativa}) \\ & +499,4000702 * \text{Padrão construtivo}^2 \\ & +325,7810366 * \text{Estado de conservação}^2 \\ & +0,0001002699056 * \text{Renda IBGE}^2 \end{aligned}$$

Fonte: *SisDEA Home*. Adaptado pelo autor.

Os resultados estatísticos, tais como coeficiente de determinação e coeficiente de correlação da equação de regressão, encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Coeficientes de Determinação e Correlação.

Coeficientes	Regressão	Estimativa
Coeficiente de determinação	0,8767407	0,8767407
Coeficiente de correlação	0,9363	0,9363

Fonte: Do autor.

O coeficiente de correlação de 0,9363 indica boa correlação existente entre as variáveis independentes e a variável dependente, ou seja, 93,63% que as variáveis formadoras de valores elencadas nesse modelo explicam o comportamento dos valores. O coeficiente de determinação de 0,8767 apontou que apenas 12,33% da variável dependente (valor unitário) não foi explicada pelo modelo de regressão linear múltipla (Figura 17).

Na Tabela 4 apresenta-se os resultados da significância de cada variável individualmente por meio da estatística t'Student e as transformações realizadas nas variáveis utilizadas no modelo de regressão linear múltipla.

Tabela 4. Parâmetros das variáveis.

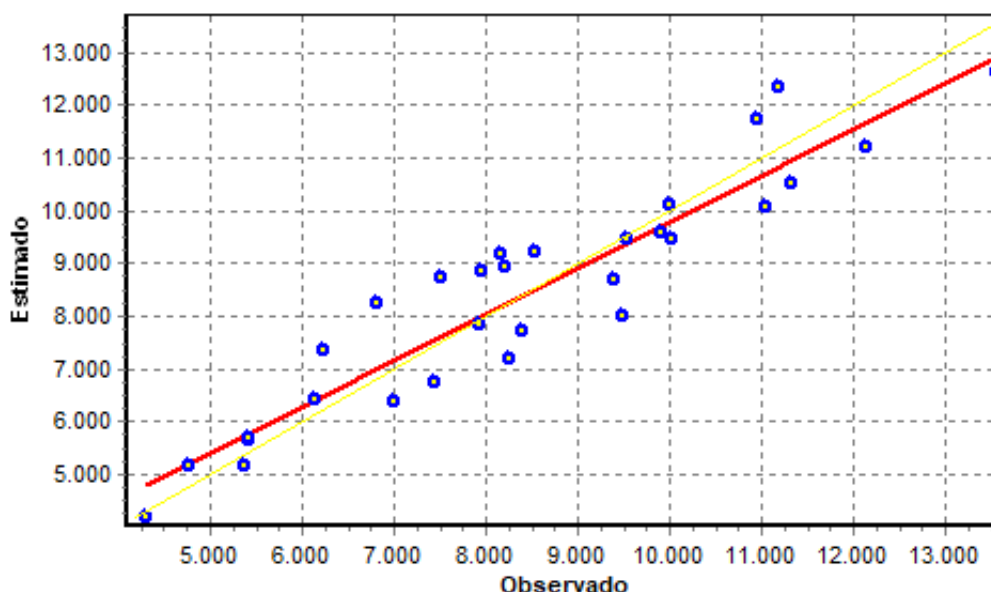
Variáveis	Transformação	T Calculado	Significância (%)
Área privativa	$\ln(x)$	-3,84	0,08
Padrão Construtivo	x^2	6,79	0,00
Estado de conservação	x^2	6,30	0,00
Renda IBGE	x^2	3,17	0,40
Valor unitário	y	4,29	0,02

Fonte: Do autor.

4.1.2 Aderência e valores atípicos (*outliers*)

A Figura 18 apresenta o gráfico de aderência das amostras em relação aos valores calculados e os valores observados, que permite a análise da aderência dos pontos sob a reta que representa a equação de regressão. Observa-se a indicação dos pontos para valores observado e valores calculados, os quais ponderam que, quanto mais os valores observados estão próximo da reta, os resíduos relativos, em módulo, estão próximos a zero. Assim, quanto mais pontos próximos a bissetriz (reta amarela), maior será a validação da equação de regressão linear múltipla.

Figura 18. Gráfico de aderência (valor observado x valor calculado).

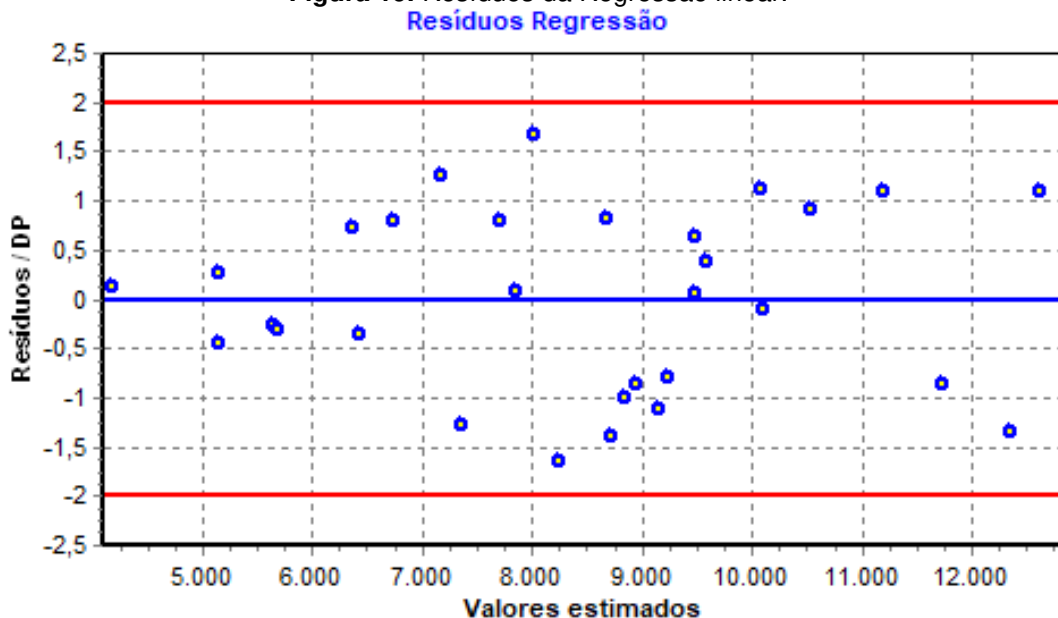


Fonte: SisDEA Home. Adaptado pelo autor.

No gráfico de análise linear (Figura 19) é possível verificar a dispersão gráfica dos dados em torno da estimativa central. Recomenda-se que o gráfico apresente pontos de forma aleatória e o mais homogênea possível. De acordo com a ABNT NBR 14.653-2 (2011), a homogeneidade pode ser avaliada visualmente. Pode-se verificar

na Figura 19 que não há dados dispersos em relação ao centro da distribuição de valores da amostra (*outliers*).

Figura 19. Resíduos da Regressão linear.



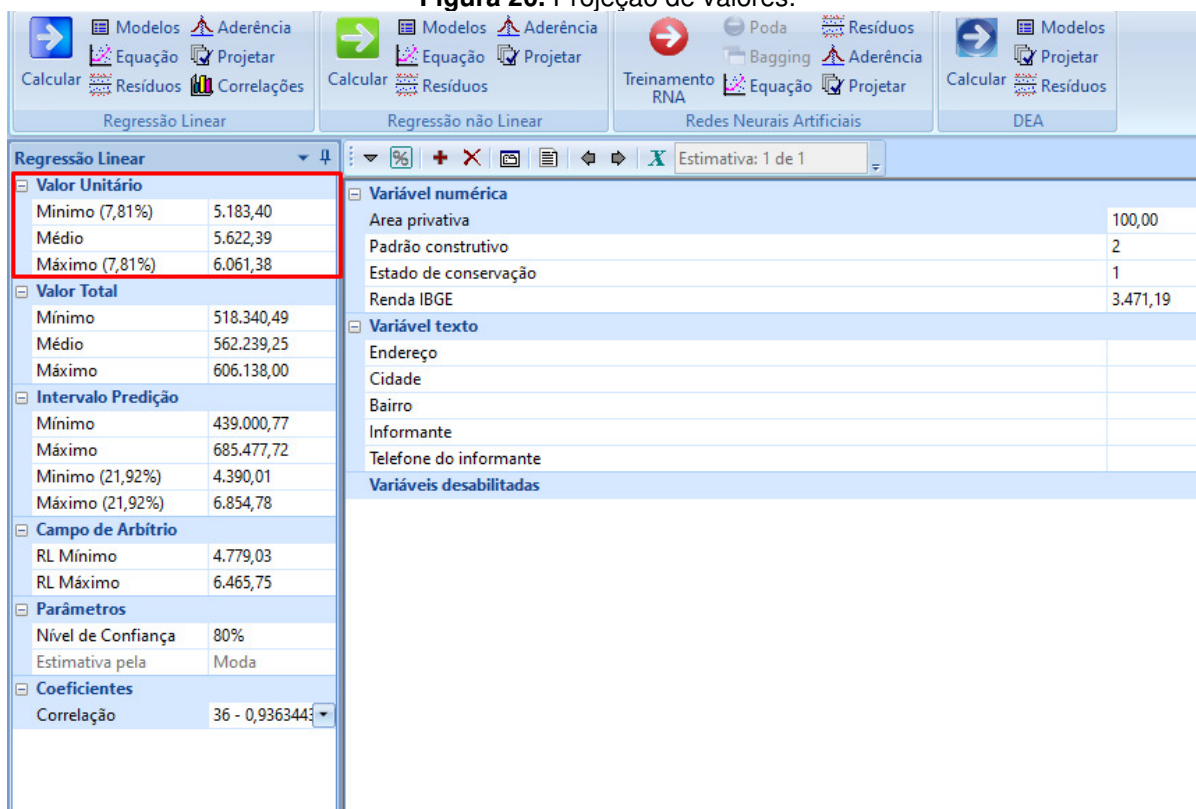
Fonte: *SisDEA Home*. Adaptado pelo autor.

4.1.3 Projeção de valores

A Figura 20 apresenta a projeção de cálculo do imóvel em estudo de acordo com a avaliação imobiliária. É possível observar que o valor obtido para o imóvel em estudo é de R\$ 5.622,39 (cinco mil, seiscentos e vinte e dois reais e trinta e nove centavos), ou seja, esse é o valor unitário por metro quadrado. Esse valor pode ter a variação de 15% para mais ou para menos, ou seja, entre R\$ 6.465,74 (seis mil, quatrocentos e sessenta e cinco reais e setenta e quatro centavos) e R\$ 4.779,04 (quatro mil, setecentos e setenta e nove reais e quatro centavos) conforme estabelece a ABNT NBR 14653-2 (2011).

É possível verificar que o intervalo de confiança, indicado entre parênteses à frente dos valores mínimo e máximo, apresentou variação de 15,62% que, de acordo com a ABNT NBR 14.653-2 (2011), até 30% é considerado altamente preciso.

Figura 20. Projeção de valores.



Fonte: SisDEA Home. Adaptado pelo autor.

4.1.4 Grau de fundamentação e grau de precisão

Conforme apresentado no item 2.4.4 deste estudo, o grau de fundamentação foi obtido por meio do somatório dos pontos atribuídos pela ABNT NBR 14.653:2 (2011) e representado neste trabalho pelo Quadro 3. Conforme somatório dos pontos do item 1 ao 6 do Quadro 3, a avaliação realizada atingiu um total de 17 pontos, dos quais os itens 2,4,5 e 6 são obrigatoriamente de grau III. Desta forma, conforme Quadro 4, este se enquadra no grau de fundamentação III.

Para definição quanto ao grau de precisão, é necessário observar o Quadro 7, o qual é definido pela amplitude do intervalo de confiança. Na avaliação realizada neste estudo, obteve-se um total de 15,62% (Figura 20). Conforme ABNT NBR 14.653-2 (2011), o grau de precisão também se enquadra em grau III. Portanto, pode-se classificar a avaliação altamente precisa, pois se obteve as maiores pontuações em fundamentação e precisão.

4.2 IMÓVEL 02: BAIRRO SANTO ANTÔNIO

4.2.1 Equação de regressão, coeficientes e parâmetros das variáveis

Após as simulações para obtenção da equação de regressão linear múltipla, identificou-se como o conjunto mais adequado de variáveis explicadas estatisticamente para o valor do Imóvel 02 indicado na Figura 21. A equação de regressão foi obtida por ajustes das variáveis e, por meio desta, define-se o valor unitário do imóvel e com a manutenção da mesma equação obtida. Para o conjunto das variáveis independentes analisadas, também se obteve uma significância individual menor que 10% no Imóvel 02, que se apresentou como um melhor resultado estatístico conforme a ABNT NBR 14653-2 (2011).

Figura 21. Equação de regressão linear múltipla.

```
Valor unitário = 1/(
+0,0002707101099
+2,783232001E-09 * Area privativa²
-1,311665324E-05 * Padrão construtivo²
-3,344126342E-12 * Renda IBGE²
-6,997436936E-06 * Estado de conservação²)
```

Fonte: SisDEA Home. Adaptado pelo autor.

Os resultados estatísticos, tais como coeficiente de determinação e coeficiente de correlação da equação de regressão, encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5. Coeficientes de Determinação e Correlação.

Coeficientes	Regressão	Estimativa
Coeficiente de determinação	0,9599255	0,9470263
Coeficiente de correlação	0,9798	0,9732

Fonte: Do autor.

O coeficiente de correlação de 0,9798, indica boa correlação existente entre as variáveis independentes e a variável dependente, ou seja, 97,98% que as variáveis formadoras de valores elencadas nesse modelo explicam o comportamento dos valores. O coeficiente de determinação de 0,9599, apontou que apenas 4,01% da variável dependente (valor unitário) não foi explicada pelo modelo de regressão linear múltipla (Figura 21).

Na Tabela 6 apresenta-se os resultados da significância de cada variável individualmente por meio da estatística t'Student e as transformações realizadas nas variáveis utilizadas no modelo de regressão linear múltipla.

Tabela 6. Parâmetros das variáveis.

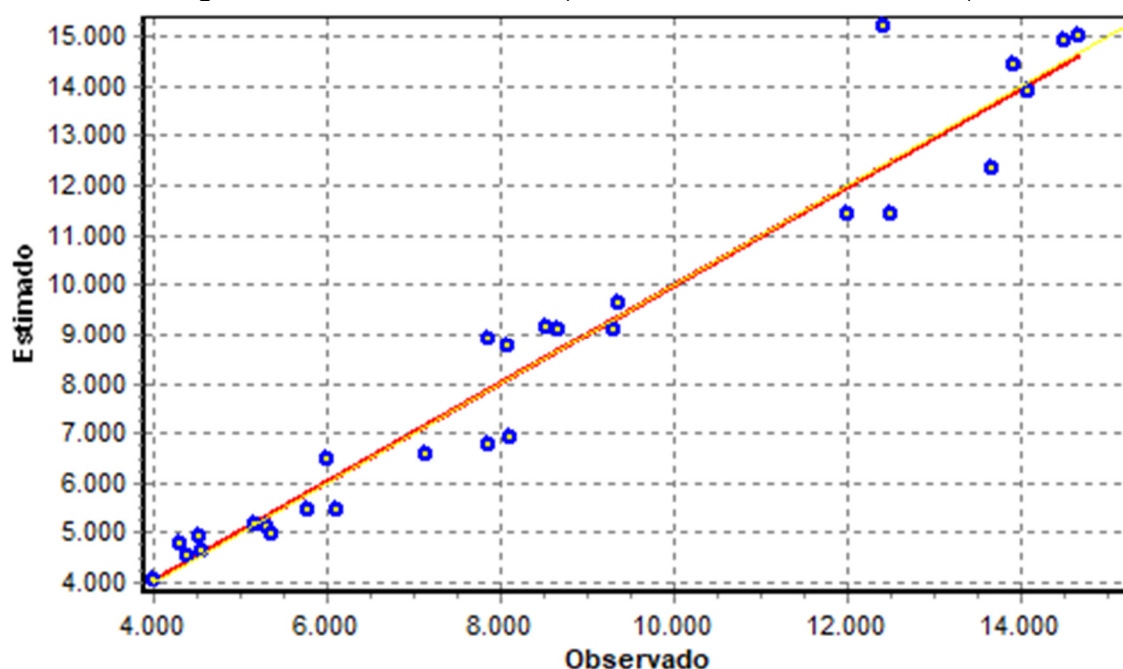
Variáveis	Transformação	T Calculado	Significância (%)
Área privativa	x^2	3,48	0,18
Padrão Construtivo	x^2	-15,93	0,00
Estado de conservação	x^2	-3,89	0,07
Renda IBGE	x^2	-7,85	0,40
Valor unitário	$1/y$	17,89	0,00

Fonte: Do autor.

4.2.2 Aderência e valores atípicos (*outliers*)

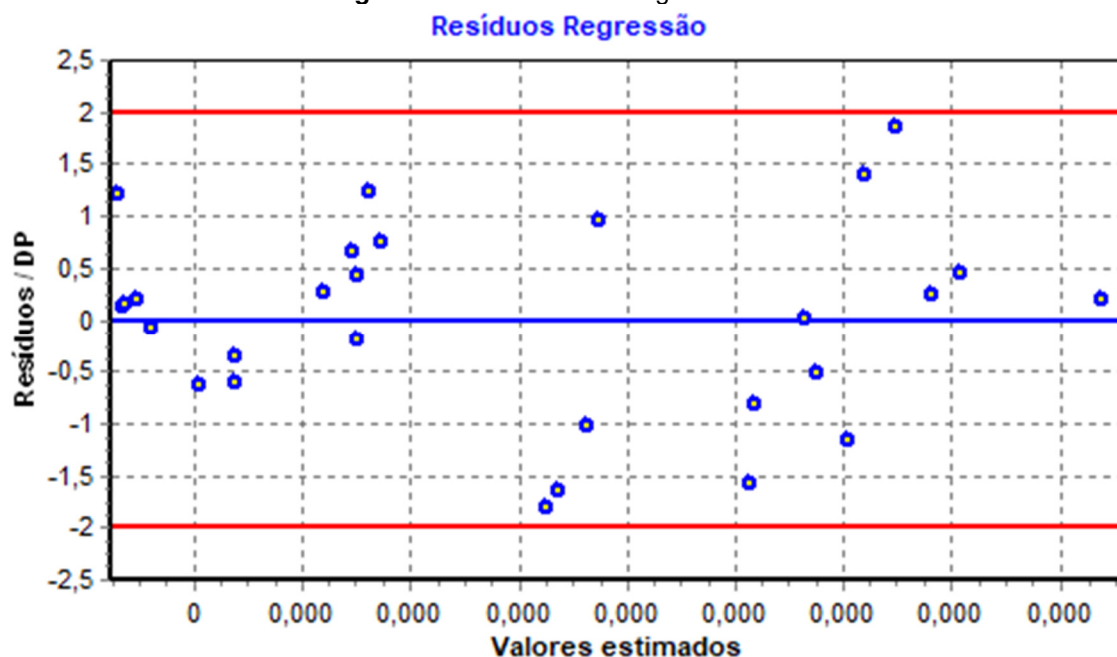
A Figura 22 apresenta o gráfico de aderência das amostras em relação aos valores calculados e os valores observados, que permite a análise da aderência dos pontos sob a reta que representa a equação de regressão. Observa-se a indicação dos pontos dos valores observados e os valores calculados, os quais ponderam que, quanto mais os valores observados estão próximo da reta, os resíduos relativos, em módulo, estão próximos a zero. Assim, quanto mais pontos próximos a bissetriz (reta amarela), maior será a validação da equação de regressão linear múltipla.

Figura 22. Gráfico de aderência (valor observado x valor calculado).



Fonte: SisDEA Home. Adaptado pelo autor.

No gráfico de análise linear (Figura 23) é possível verificar a dispersão gráfica dos dados em torno da estimativa central. Recomenda-se que o gráfico apresente pontos de forma aleatória e o mais homogênea possível. De acordo com a ABNT NBR 14.653-2 (2011), a homogeneidade pode ser avaliada visualmente. Pode-se verificar na Figura 23 que não há dados muito dispersos em relação ao centro da distribuição de valores da amostra (*outliers*).

Figura 23. Resíduos da Regressão linear.

Fonte: *SisDEA Home*. Adaptado pelo autor.

4.2.3 Projeção de valores

A Figura 24 apresenta a projeção de cálculo do imóvel em estudo de acordo com a avaliação imobiliária. É possível observar que o valor obtido para o imóvel em estudo é de R\$ 4.805,85 (quatro mil, oitocentos e cinco reais e oitenta e cinco centavos), ou seja, esse é o valor unitário por metro quadrado. Esse valor pode ter a variação de 15% para mais ou para menos, ou seja, entre R\$ 5.526,72 (cinco mil, quinhentos e vinte e seis reais e setenta e dois centavos) e R\$ 4.084,98 (quatro mil e oitenta e quatro reais e noventa e oito centavos) conforme estabelece a ABNT NBR 14653-2 (2011).

Também, verifica-se o intervalo de confiança, indicado entre parênteses à frente dos valores mínimo e máximo, o qual apresentou variação de 7,51% que, de acordo com a ABNT NBR 14.653-2 (2011), até 30% é considerado altamente preciso.

Figura 24. Projeção de valores.

Figura 24: Projeção de valores.

Regressão Linear

Valor Unitário

Mínimo (3,61%)	4.632,21
Médio	4.805,85
Máximo (3,89%)	4.993,02

Valor Total

Mínimo	486.382,55
Médio	504.614,62
Máximo	524.266,77

Intervalo Predição

Mínimo	464.612,18
Máximo	552.154,29
Mínimo (7,93%)	4.424,88
Máximo (9,42%)	5.258,61

Campo de Arbitrio

RL Mínimo	4.084,98
RL Máximo	5.526,73

Parâmetros

Nível de Confiança	80%
Estimativa pela	Moda

Coeficientes

Correlação	6 - 0,9797579
------------	---------------

Estimativa: 1 de 1

Variável numérica

Area privativa	105,00
Padrão construtivo	2
Renda IBGE	3.181,62
Estado de conservação	1

Variável texto

Endereço	
Cidade	
Bairro	
Informante	
Telefone do informante	

Variáveis desabilitadas

Fonte: SisDEA Home. Adaptado pelo autor.

4.2.4 Grau de fundamentação e grau de precisão

Conforme apresentado no item 2.4.4 deste estudo, o grau de fundamentação foi obtido por meio do somatório dos pontos atribuídos pela ABNT NBR 14.653:2 (2011) e representado neste trabalho pelo Quadro 3. Conforme somatório dos pontos do item 1 ao 6 do Quadro 3, a avaliação realizada atingiu um total de 17 pontos, dos quais os itens 2,4,5 e 6 são obrigatoriamente de grau III. Desta forma, conforme Quadro 4, este se enquadra no grau de fundamentação III.

Para definição quanto ao grau de precisão, é necessário observar o Quadro 7, o qual é definido pela amplitude do intervalo de confiança. Na avaliação realizada, obteve-se um total de 7,51% (Figura 24). Conforme ABNT NBR 14.653-2 (2011), o grau de precisão também se enquadra em grau III. Portanto, pode-se classificar a avaliação altamente precisa, pois se obteve as maiores pontuações em fundamentação e precisão.

4.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES UNITÁRIOS

No presente estudo, uma análise comparativa dos valores unitários dos Imóvel 01 (Bairro Sion) e Imóvel 02 (Bairro Santo Antônio), localizados na cidade de Belo Horizonte, permitiu evidenciar diferenças importantes no mercado imobiliário local, mesmo ao considerar imóveis com características semelhantes (Quadro 9). O valor unitário encontrado para o Imóvel 01 foi de R\$ 5.622,39/m², enquanto o Imóvel 02 foi

de R\$ 4.805,85/m². Isto representa uma diferença de, aproximadamente, 17% em favor do imóvel situado no Bairro Sion.

A diferença obtida reflete as especificidades de cada região. O Imóvel 01, localizado no Bairro Sion, por ser uma região mais moderna e nobre, concentra imóveis mais novos, infraestrutura contemporânea e uma alta demanda residencial, o que justifica seu maior valor por metro quadrado. Além disso, o Bairro está associado a um perfil socioeconômico elevado e um padrão urbanístico que valoriza a qualidade de vida, fatores que impulsionam sua valorização imobiliária.

Por outro lado, o Imóvel 02, localizado no Bairro Santo Antônio, apesar de ser uma área tradicionalmente bem-conceituada em Belo Horizonte, apresenta características de urbanização mais antigas, com uma maior proporção de imóveis construídos em décadas anteriores. Ainda assim, seu valor unitário de R\$ 4.805,85/m² reflete uma valorização significativa, sustentada por sua localização privilegiada, proximidade ao centro da cidade e a boa infraestrutura oferecida na região.

A escolha de avaliar dois apartamentos com características semelhantes foi essencial para isolar o impacto direto da localização sobre os valores. Os resultados demonstram como fatores intrínsecos ao bairro, como o padrão urbanístico, a idade média dos imóveis e o perfil socioeconômico da região, exercem influência sobre o valor final dos imóveis, mesmo quando as características físicas são equivalentes.

Esses resultados reforçam a importância de considerar as particularidades de cada bairro no desenvolvimento de modelos de avaliação de imóveis, além de evidenciar as particularidades do mercado imobiliário local que, neste estudo de caso, considerou-se a cidade de Belo Horizonte.

Quadro 9. Comparação dos imóveis avaliados.

Parâmetros	Imóvel 01	Imóvel 02
Áreas privativas	100 m ²	105 m ²
Total de cômodos	11	11
Estado de conservação	Regular	Regular
Padrão construtivo	Médio	Médio
Renda per capita IBGE 2010	R\$ 3.471,19	R\$ 3.181,62
Coefficiente de correlação	0,9363443	0,9797579
Coefficiente de determinação	0,8767407	0,9599255
Grau de precisão	III - (máximo)	III - (máximo)
Valor Unitário	R\$ 5.622,39	R\$ 4.805,85

Fonte: Do autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo analisar a aplicação do Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM) na avaliação de dois imóveis, do tipo apartamentos residenciais, localizados em bairros distintos de Belo Horizonte, com características semelhantes, para avaliar as diferenças de valor de mercado atribuídas às particularidades de cada região. O estudo trouxe uma reflexão sobre a relevância das variáveis urbanas e socioeconômicas na determinação do valor do mercado imobiliário, além de fortalecer a importância da Engenharia de Avaliações como ferramenta essencial no mercado imobiliário, o qual também atuam profissionais da engenharia civil.

Os valores unitários obtidos foram de R\$ 5.622,39/m² para o Imóvel 01, Bairro Sion, e de R\$ 4.805,85/m² para o Imóvel 02, Bairro Santo Antônio. Essa diferença de, aproximadamente, 17% reflete a valorização distinta de cada bairro, mesmo para os imóveis que apresentam características semelhantes, como área privativa, estado de conservação e padrão construtivo. A localização do Imóvel 01, tradicionalmente considerado um bairro de alto padrão, se destaca por sua modernidade, infraestrutura de serviços de alta qualidade, urbanização planejada e perfil socioeconômico elevado de seus moradores. Esses fatores o posicionam como uma das áreas mais nobres de Belo Horizonte, o que justifica sua maior valorização imobiliária.

Já o Imóvel 02, embora também localizado na região Centro-Sul e próximo a importantes eixos de transporte e serviços, é um bairro mais antigo e que apresenta valores competitivos, o que reflete sua atratividade por oferecer uma boa infraestrutura e acessibilidade. Tais ponderações evidenciam como os padrões de urbanização e o histórico de desenvolvimento das regiões impactam diretamente nos valores de mercado.

A metodologia aplicada neste trabalho, que incluiu a definição de variáveis como área privativa, estado de conservação, renda IBGE e padrão construtivo, associada ao uso do *software SisDEA Home* para o tratamento estatístico, demonstrou a eficácia e do MCDDM. A utilização da regressão linear, do tipo múltipla, permitiu identificar e quantificar os fatores que influenciam no valor unitário dos imóveis, o que contribui na

obtenção de resultados claros, replicáveis e alinhados às diretrizes normativas em vigência.

Além disso, a escolha de dois imóveis com características semelhantes foi essencial para isolar o impacto da localização no valor de mercado, o que elimina a interferência de fatores intrínsecos ao bem. Essa abordagem destaca a importância de análises criteriosas e planejadas na Engenharia de Avaliações, com destaque de que os valores imobiliários são o resultado de uma interação complexa entre características físicas do imóvel e fatores externos, como localização, perfil socioeconômico da região e infraestrutura disponível.

O trabalho também aponta a necessidade de aprimorar continuamente as práticas de Engenharia de Avaliações. Apesar de sua simplicidade e aplicabilidade prática, o MCDDM apresenta desafios, como a obtenção de amostras seguras e representativas, especialmente em mercados menos ativos. A utilização de ferramentas tecnológicas, como o *SisDEA Home*, mostrou-se essencial para contornar essas limitações e potencializar a eficiência das análises.

Por fim, este estudo reforça o papel da Engenharia de Avaliações no fortalecimento do mercado imobiliário, que contribui para a construção de um setor mais transparente, ético e eficiente. A aplicação de métodos bem fundamentados e tecnicamente embasados permite não apenas determinar valores de mercado com maiores precisão, mas também fortalecer a confiança nas transações imobiliárias, com benefícios iguais a compradores, vendedores e profissionais envolvidos.

Com este trabalho, espera-se contribuir para o avanço técnico e científico na área de avaliação de imóveis, além de oferecer subsídios práticos para futuros estudos e aplicações no campo da Engenharia Civil. A combinação de rigor metodológico, uso de ferramentas estatísticas e análise crítica das variações envolvidas destaca-se como uma prática essencial para profissionais que buscam excelência na avaliação de bens imobiliários e na promoção de um mercado mais justo e sustentável.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base nos resultados obtidos e análises realizadas neste estudo, surgem algumas oportunidades de aprofundamento que podem contribuir para o avanço das práticas de avaliação imobiliária. Entre elas, enumeram-se:

- Incluir um maior número de imóveis avaliados em diferentes bairros de Belo Horizonte, de modo a abranger não apenas a região Centro-Sul, mas também outras áreas da cidade, como as regiões Norte e Oeste. Essa abordagem permitirá uma análise mais ampla do impacto de variáveis como renda, infraestrutura e padrão urbanístico no valor de mercado dos imóveis;
- Aplicar o MCDDM em cidades de pequeno e médio porte, como Varginha, onde há menor volume de transações imobiliárias. Isso permitiria identificar dificuldades específicas na coleta de dados de mercado e propor estratégias para contornar essas limitações;
- Expandir o foco de análise para incluir imóveis comerciais ou de uso misto, com vistas a oferecer uma visão mais abrangente sobre o mercado imobiliário a partir de diferentes fatores que influenciam esses tipos de propriedades;
- Explorar o MCDDM com a utilização de tratamento por fatores e tratamento científico com outras ferramentas analíticas, tais como regressão espacial, análise envoltória de dados e redes neurais artificiais, de modo a identificar vantagens, limitações e melhores contextos de aplicação de cada abordagem;
- Realizar estudos de séries temporais para avaliar como o valor dos imóveis evolui ao longo dos anos em resposta a transformações econômicas, políticas públicas, projetos de infraestrutura e mudanças urbanísticas e, assim, fornecer conhecimentos valiosos sobre tendências de mercado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14653-1:** Avaliação de bens Parte 1: Procedimentos gerais. ABNT: Rio de Janeiro, p. 19. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14653-2:** Avaliação de bens Parte 2: Imóveis Urbanos. ABNT: Rio de Janeiro, p. 54. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12721:** avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios – procedimento. Rio de Janeiro, p. 18. 2006.

BALARINE, O.F.O. **Determinação do impacto de fatores socioeconômicos na formação do estoque habitacional em Porto Alegre.** 1995. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 1995.

BRASIL. Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966. **Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências.** 1966. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5194.htm. Acesso em: 10 out. 2024.

CABRITA, A. M. R. **O homem e a casa: definição individual e social da qualidade da habitação.** Lisboa: LNEC, 1995.

CAMPOS, Rafael. **Bairro Santo Antônio: história e modernidade.** Belo Horizonte: Encontro, 2018. Disponível em: <https://revistaencontro.com.br/bairro-santo-antonio-historia-e-modernidade>. Acesso em: 12 dez. 2024.

CANOPUS, Construtora. **Por que morar no Bairro Santo Antônio?** 2022. Disponível em: <https://canopus.com.br/blog/bairro-santo-antonio>. Acesso em: 12 dez. 2024.

CHIAMENTI, K.S. A engenharia de avaliações. **Revista Realizar**, ed. 13, ano 2024, p. 26-29, 2024.

COUTO, P.M. **Avaliação Patrimonial de Imóveis Para Habitação.** Tese de Doutorado, Universidade do Porto. 2007.

DANTAS, R.A. **Engenharia de Avaliações: uma introdução à metodologia científica.** 2. ed. São Paulo: Pini, 2005.

DANTAS, R.A.; MAGALHÃES, A.M.; VERGOLINO, J.R.O. Avaliação de imóveis: a importância dos vizinhos no caso de Recife. **Economia Aplicada**, v. 11, p. 231-251, 2007.

DIAS DE OLIVEIRA, Ana Maria de Biazzi. **Curso básico de avaliação de imóveis urbanos com o uso da inferência estatística.** São Paulo: Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), 2020.

FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

FEITOSA, B.L.M8; FILGUEIRA FILHO, A.C. **Avaliação de imóveis utilizando o método comparativo direto de dados de mercado um estudo de caso na cidade de floresta**. Revista multidisciplinar do sertão, v. 3, n. 3, p. 363-376, 2021.

FIKER, J. **Avaliação de terrenos e imóveis urbanos**. São Paulo: PINI, 1989.

FIKER, J. **Manual de redação de laudos**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.
GONZAGA, L.M.R. **Contribuição para o aumento do nível de precisão das avaliações imobiliárias através da análise das preferências do consumidor**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

GONZALEZ, M.A.S. **A Engenharia de Avaliações na Visão Inferencial**. São Leopoldo: Unisinos, 1997.

GUJARATI, D.N. **Econometria básica**. Tradução de Maria José Cyhlar Monteiro. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

GUNTERMANN, K.; Liu, C.; Nowak, A. **Price Indexes for Short Horizons, Thin Markets or Smaller Cities**. Journal of Real Estate Research, v. 38. 2016.

HOLANDA, Dackyson Kelwyn de Souza Lopes; SILVA, Jessica Carolina Vieira da; SOUZA, Aguida Vitória Lopes de; COSTA, Annie Karolinne Rodrigues. **Método comparativo de dados: um estudo de caso em Quebrangulo - AL**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, São Paulo, v. 9, n. 09, 2023.

LOURENÇO NETO, L.; SANTANA, L. **A influência das manifestações patológicas na avaliação de imóveis**. Revista Novos Desafios, v. 4, n. 1, p. 17-27, 2024.

MALAMAN, Carolina Scherrer; AMORIM, Amilton. **Método para determinação de valores na avaliação imobiliária: comparação entre o modelo de regressão linear e lógica fuzzy**. Boletim de Ciências Geodésicas, Curitiba, 2017.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MELRO FILHO, A.G.B.; BARBOSA, L.C.C. **Avaliação de um Imóvel Comercial usando o Método de Comparativo Direto de Dados em Inferência Estatística e Custo de Reprodução**. 2018. 44 f. TCC (Graduação). Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Cesmac, Maceió, 2018.

MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A.; VINING, G.G. **Introduction to Linear Regression Analysis**. 5th ed. NJ: John Wiley & Sons, 2012.

MOREIRA, A.L. **Princípios de Engenharia de Avaliação**. São Paulo: Pini, 1984.

OLIVEIRA, S.P. **Avaliação de Imóveis pelo Método Comparativo de Dados e Regressão Linear: análise do m² de apartamento residencial localizado em edifício acoplado a centro comercial e a influência do centro comercial no valor de venda de mercado em fortaleza.** 2019. 74 f. TCC (Graduação). Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

PELLI NETO, A.; ZÁRATE, L.E. **Avaliação de Imóveis Urbanos Com a Utilização de Redes Neurais Artificiais.** IBAPE. 2003.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **História dos Bairros de Belo Horizonte: Centro-Sul.** Disponível em: https://www.pbh.gov.br/historia_bairros/CentroSulCompleto.pdf. Acesso em: 12 dez. 2024.

QUESADO, W. **Atributos de escolha da casa própria da classe C e sua relação com o ciclo de vida familiar.** Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

RABELO, M.C.O. **Avaliação de imóveis: muito além da média simples de mercado.** Revista Realizar, ed. 6, p. 6-7, 2020.

SCHULZE, F.D.; BUENO, L.S. **Normatizações regulamentadoras sob a perspectiva da avaliação de imóveis.** IGNIS Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo Engenharias e Tecnologia de Informação, v. 12, n. 01, p. 21-28, 2023.
SHIMBO, L.; SANFELICI, D.I; MARTINEZ-GONZALEZ, B.. **Consultorias imobiliárias internacionais e racionalidade financeira na avaliação e gestão de imóveis em São Paulo.** EURE (Santiago), v. 47, n. 140, p. 221-242, 2021.

SILVA, S.A.P. **Sobre a técnica de avaliar imóveis.** Revista Realizar, ed. 6, ano 2020, p. 32-35, 2020.

TAVARES, F.; PEREIRA, E.; MOREIRA, A. **Avaliação imobiliária pelo método comparativo na óptica do avaliador.** Economia Global e Gestão, v. 14, n. 3, p. 111-128, 2009.

TRIOLA, M.F. **Introdução à Estatística.** 10^o ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

VENTURA, L.; MELLO, L.F. **Por que a avaliação de bens deve ser elaborada por engenheiro?** Revista Realizar, ed. 3, ano 2019, p. 38-41, 2019.

VIEIRA, A.C.B.; PAZ, G.S. O procedimento teórico do uso do método comparativo direto de dados de mercado para avaliações de residências urbanas. **Journal of Exact Sciences**, v. 37, n. 1, 2023.

VILLA, S.B. **Morar em apartamentos: a produção dos espaços privados e semiprivados nos edifícios ofertados pelo mercado imobiliário no século XXI em São Paulo e seus impactos na cidade de Ribeirão Preto. Critérios para avaliação pós-ocupação.** Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

APÊNDICE A – Relatório da memória de cálculo do *SisDEA Home*: Imóvel 01

1) INFORMAÇÕES BÁSICAS

Autor:	Davi Cunha Maciel
Modelo:	
Data do modelo:	20 de novembro de 2024
Tipologia:	Apartamentos

2) INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Tabela A1. Informações complementares.

Variáveis e dados do modelo	Quantidade
Total de variáveis:	5
Variáveis utilizadas no modelo:	5
Total de dados:	30
Dados utilizados no modelo:	30

Fonte: Do autor.

3) DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Tabela A2. Informações complementares.

Nome	Tipo	Classificação	Descrição da varável	Habilitada
Endereço	Texto	Texto	Endereço completo do imóvel	Sim
Cidade	Texto	Texto	Complemento ao endereço do imóvel	Sim
Bairro	Texto	Texto	Bairro onde o imóvel se localiza	Sim
Informante	Texto	Texto	Nome ou identificação do informante	Sim
Telefone do informante	Texto	Texto	Telefone ou número de contato do informante	Sim
Area privativa	Numérica	Quantitativa	Area privativa da unidade medida em m ²	Sim
Padrão construtivo	Numérica	Qualitativa (Códigos Alocados)	Padrão construtivo do imóvel tendo como base os códigos alocados listados a seguir: 1 - Baixo, 2 - Normal, 3 - Alto	Sim
Estado de conservação	Numérica	Qualitativa (Códigos Alocados)	Estado de conservação do imóvel (escala construída com base nos códigos alocados listados a seguir: 1 - Reparos Simples, 2 - Bom, 3 - Novo)	Sim
Renda IBGE	Numérica	Proxy	Variável de macrolocalização	Sim
Valor unitário	Numérica	Dependente	Valor total do imóvel dividido pela área total (m ²)	Sim

Fonte: Do autor.

4) ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

Tabela A3. Estatísticas descritivas.

Nome da variável	Valor Mínimo	Valor Máximo	Amplitude	Valor Médio
Area privativa	70,00	130,00	60,00	98,20
Padrão construtivo	1,00	3,00	2,00	2,10
Estado de conservação	1,00	3,00	2,00	2,27
Renda IBGE	3.471,19	5.382,62	1.911,43	4.386,78
Valor unitário	4.285,00	13.561,00	9.276,00	8.410,53

Fonte: Do autor.

5) COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO, DETERMINAÇÃO E ESTATÍSTICA F

Tabela A4. Coeficientes de correlação, determinação e estatística F.

Estatísticas do modelo	Estatística
Coeficiente de correlação	0,9363443 / 0,9363443
Coeficiente de determinação	0,8767407
Fisher - Snedecor	44,46
Significância do modelo (%)	0,00

Fonte: Do autor.

6) NORMALIDADE DOS RESÍDUOS

Tabela A5. Normalidade dos resíduos.

Distribuição dos resíduos	Curva Normal	Modelo
Resíduos situados entre -1s e + 1s	68%	66%
Resíduos situados entre -1,64s e + 1,64s	90%	93%
Resíduos situados entre -1,96s e + 1,96s	95%	100%

Fonte: Do autor.

7) VALORES ATÍPICOS DO MODELO DE REGRESSÃO

Tabela A6. Valores atípicos do modelo de regressão.

Variável	Resultado
Quantidade de outliers	0
% de outliers	0,00%

Fonte: Do autor.

8) ANÁLISE DA VARIÂNCIA

Tabela A7. Análise de variância.

Fonte de variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F
Explicada	136086791,190	4	34021697,798	44,456
Não Explicada	19132176,276	25	765287,051	
Total	155218967,467	29		

Fonte: Do autor.

9) EQUAÇÃO DE REGRESSÃO / FUNÇÃO ESTIMATIVA (moda, mediana e média)

Valor unitário = $+18845,50799 - 3638,229272 * \ln(\text{Area privativa}) + 499,4000702 * \text{Padrão construtivo}^2 + 325,7810366 * \text{Estado de conservação}^2 + 0,0001002699056 * \text{Renda IBGE}^2$

10) TESTES DE HIPÓTESES (significância dos regressores)

Tabela A8. Testes de hipóteses.

Variáveis	Transformadas	t Observado	Significância (%)
Area privativa	$\ln(x)$	-3,84	0,08
Padrão construtivo	x^2	6,79	0,00
Estado de conservação	x^2	6,30	0,00
Renda IBGE	x^2	3,17	0,40
Valor unitário	y	4,29	0,02

Fonte: Do autor.

11) CORRELAÇÕES PARCIAIS ISOLADAS

Tabela A9. Correlações parciais isoladas.

Variável	Alias	x1	x2	x3	x4	y
Area privativa	x1	0,00	0,04	0,05	-0,04	-0,24
Padrão construtivo	x2	0,04	0,00	0,34	0,19	0,71
Estado de conservação	x3	0,05	0,34	0,00	0,27	0,71
Renda IBGE	x4	-0,04	0,19	0,27	0,00	0,47
Valor unitário	y	-0,24	0,71	0,71	0,47	0,00

Fonte: Do autor.

12) CORRELAÇÕES PARCIAIS INFLUÊNCIA

Tabela A10. Correlações parciais influência.

Variável	Alias	x1	x2	x3	x4	y
Area privativa	x1	0,00	0,50	0,50	0,29	0,61
Padrão construtivo	x2	0,50	0,00	0,52	0,37	0,81
Estado de conservação	x3	0,50	0,52	0,00	0,30	0,78
Renda IBGE	x4	0,29	0,37	0,30	0,00	0,54
Valor unitário	y	0,61	0,81	0,78	0,54	0,00

Fonte: Do autor.

13) TABELA DE RESÍDUOS DA REGRESSÃO E DISTÂNCIA DE COOK

Tabela A11. Tabela de resíduos e distância de Cook.

Dado	Observado	Estimado	Resíduo	Resíduo (%)	Resíduo / DP	DCook
1	7.961,00	8.813,19	-852,19	-10,7046%	-0,974151	0,01920100
2	8.200,00	8.920,74	-720,74	-8,7895%	-0,823880	0,01322900
3	10.000,00	10.112,58	-112,58	-1,1258%	-0,128695	0,00190900
4	8.265,00	7.147,25	1.117,75	13,5239%	1,277706	0,01760900
5	6.125,00	6.457,54	-332,54	-5,4292%	-0,380128	0,00789700
6	6.222,00	7.327,44	-1.105,44	-17,7666%	-1,263639	0,02330700
7	7.916,00	7.857,29	58,71	0,7417%	0,067116	0,00021400
8	7.500,00	8.693,17	-1.193,17	-15,9089%	-1,363919	0,06208300
9	12.142,00	11.223,22	918,78	7,5670%	1,050269	0,12471100
10	9.913,00	9.565,71	347,29	3,5034%	0,396988	0,01333700
11	9.401,00	8.666,39	734,61	7,8142%	0,839742	0,02230300
12	7.428,00	6.734,22	693,78	9,3401%	0,793071	0,00982400
13	10.026,00	9.474,02	551,98	5,5055%	0,630972	0,01034300
14	11.176,00	12.325,88	-1.149,88	-10,2889%	-1,314444	0,08903600
15	9.478,00	8.023,37	1.454,63	15,3475%	1,662806	0,11063900
16	5.416,00	5.651,16	-235,16	-4,3420%	-0,268814	0,00344000
17	8.172,00	9.163,46	-991,46	-12,1324%	-1,133351	0,04049200
18	6.800,00	8.296,65	-1.496,65	-22,0095%	-1,710831	0,16040000
19	4.285,00	4.220,99	64,01	1,4937%	0,073167	0,00027600
20	8.524,00	9.201,40	-677,40	-7,9470%	-0,774344	0,01184500
21	11.046,00	10.058,95	987,05	8,9358%	1,128304	0,03861300
22	11.320,00	10.581,65	738,35	6,5225%	0,844013	0,09515100
23	7.000,00	6.350,10	649,90	9,2843%	0,742911	0,01597400
24	9.525,00	9.474,02	50,98	0,5352%	0,058274	0,00008800
25	5.375,00	5.135,28	239,72	4,4599%	0,274028	0,00454800
26	5.411,00	5.692,82	-281,82	-5,2082%	-0,322147	0,00573400
27	13.561,00	12.562,73	998,27	7,3614%	1,141136	0,13098800
28	4.769,00	5.141,87	-372,87	-7,8186%	-0,426228	0,01244400
29	8.395,00	7.670,63	724,37	8,6286%	0,828038	0,04166700
30	10.964,00	11.772,29	-808,29	-7,3723%	-0,923969	0,16290100

Fonte: Do autor.

14) TABELA DE FUNDAMENTAÇÃO – ABNT NBR 14653-2

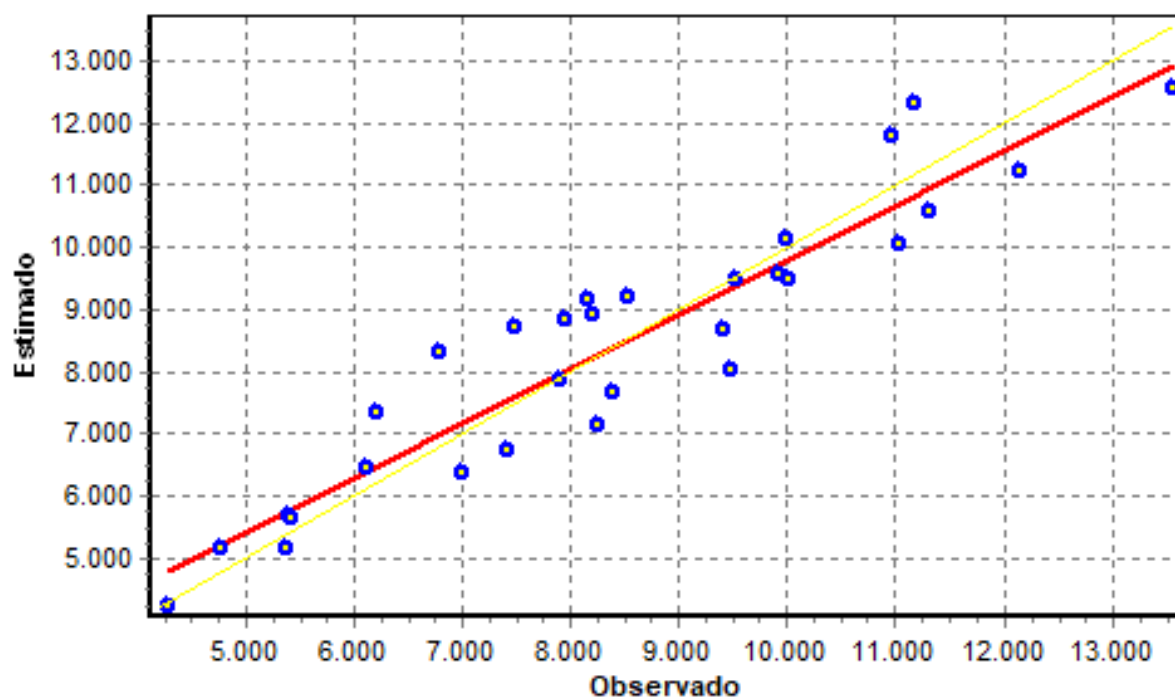
Tabela A12. Tabela de fundamentação.

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	2
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
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 Snedecor	1%	2%	5%	3

Fonte: Do autor.

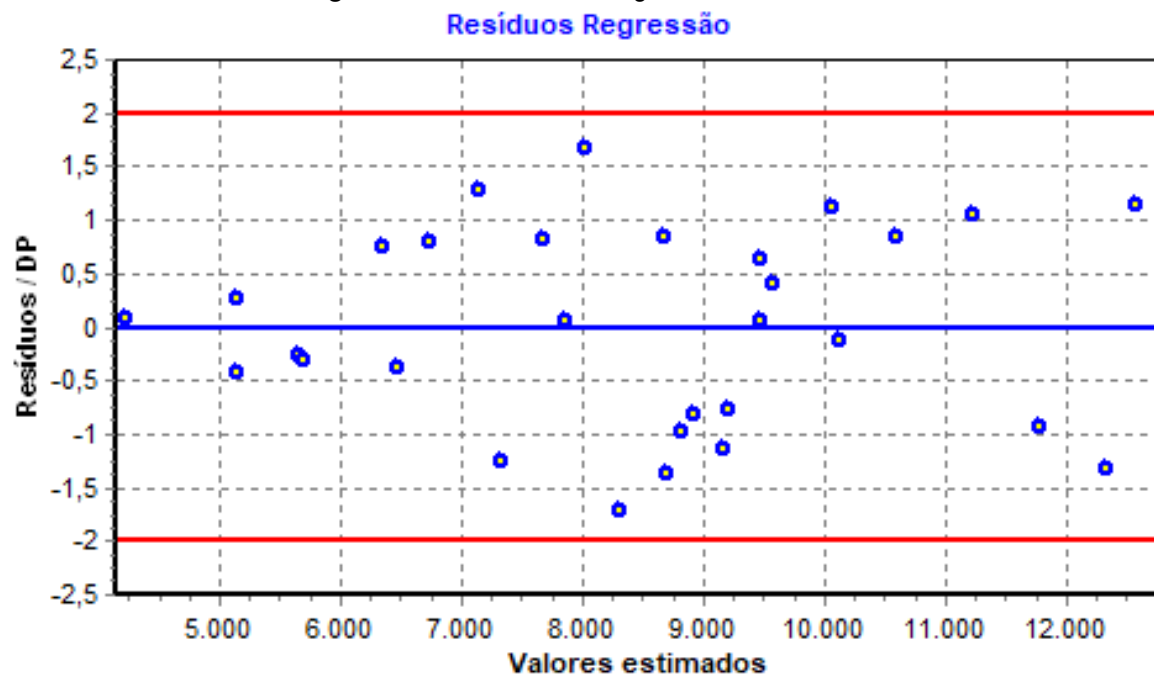
15) GRÁFICOS DE ADERÊNCIA E DE RESÍDUOS DA REGRESSÃO

Figura A1. Aderência Observado x Estimado - Regressão Linear na forma direta.



Fonte: SisDEA Home. Adaptado pelo autor.

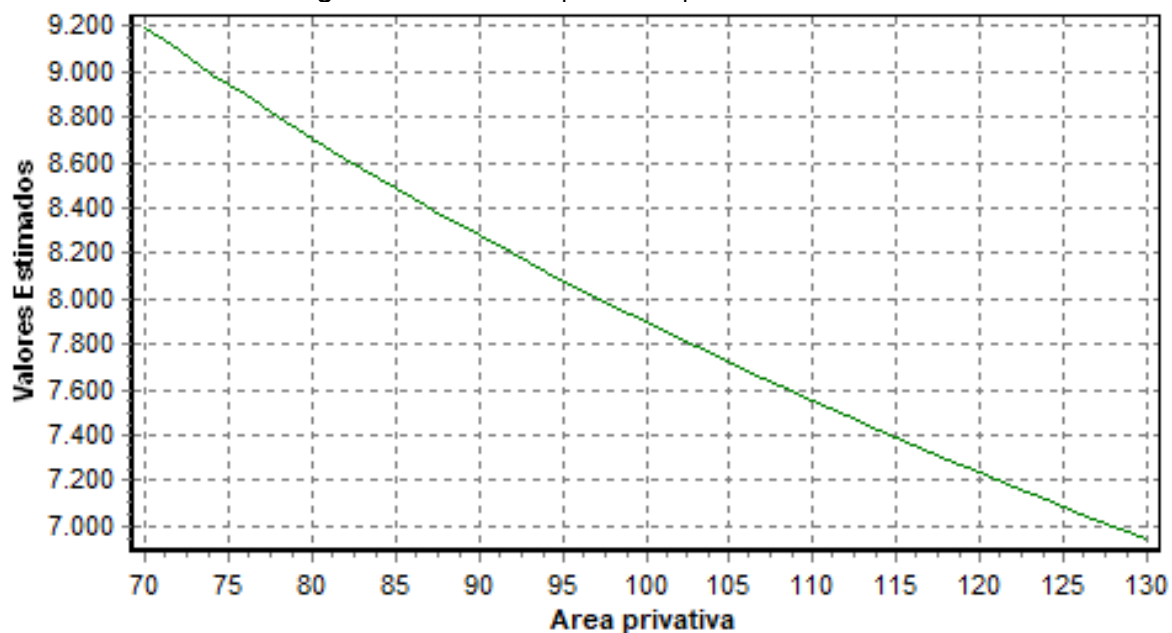
Figura A2. Resíduos da Regressão Linear



Fonte: SisDEA Home. Adaptado pelo autor.

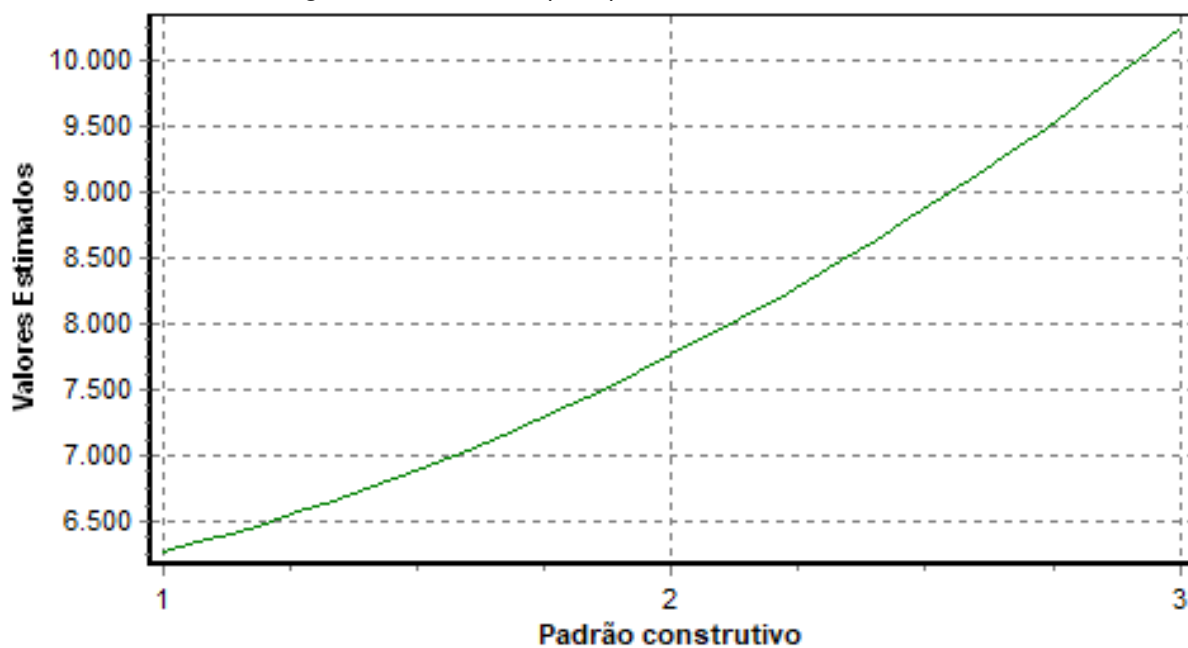
16) GRÁFICOS DE ELASTICIDADE DA FUNÇÃO NO PONTO MÉDIO

Figura A3. Estimativa para área privativa.



Fonte: *SisDEA Home*. Adaptado pelo autor.

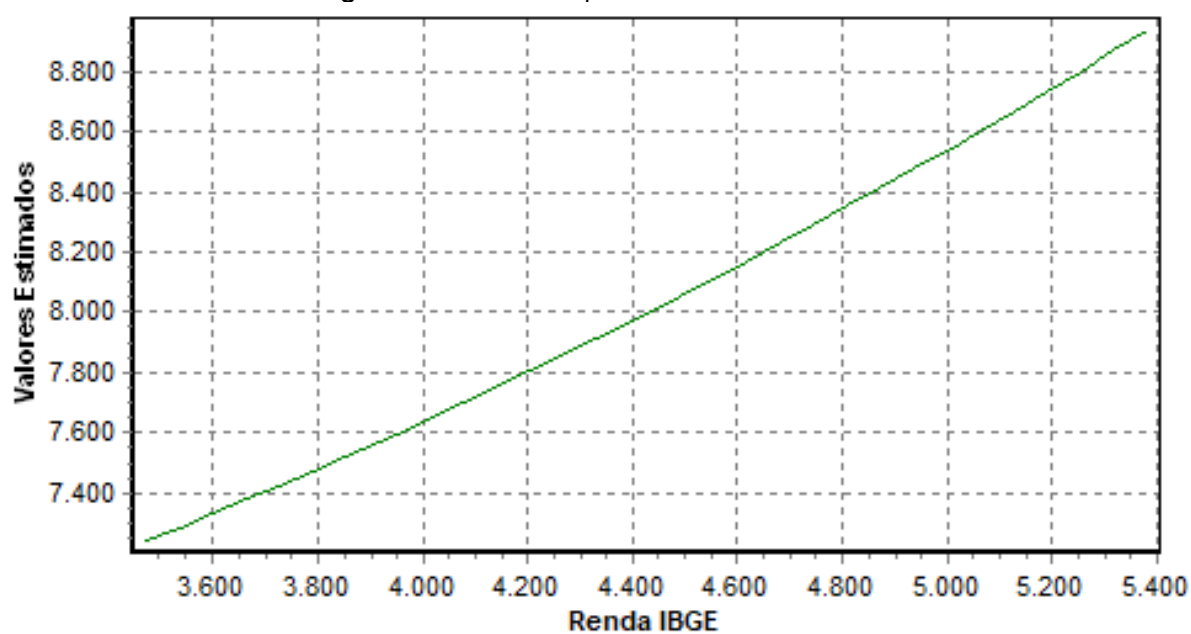
Figura A4. Estimativa para padrão construtivo.



Fonte: *SisDEA Home*. Adaptado pelo autor.

Figura A5. Estimativa para estado de conservação.

Fonte: *SisDEA Home*. Adaptado pelo autor.

Figura A6. Estimativa para renda IBGE.

Fonte: *SisDEA Home*. Adaptado pelo autor.

17) TABELA DE DADOS - AMOSTRA

Tabela A13. Tabela de Dados - Variáveis texto.

ID	Endereço	Cidade	Bairro	Informante	Telefone
1	Rua Pains	Belo Horizonte	Sion	Hertel Consultoria Imobiliária	(31) 98821-2558
2	Rua Morada Nova, Nº 7	Belo Horizonte	Sion	Colonial Netimoveis	(31) 3227-7977
3	Praça Deputado Renato Azeredo, Nº 80	Belo Horizonte	Sion	Life Imóveis	(31) 3222-6369
4	Rua República Argentina, Nº 4	Belo Horizonte	Sion	Colonial Netimoveis	(31) 3227-7977
5	Rua Colômbia, Nº 42	Belo Horizonte	Sion	Colonial Netimoveis	(31) 3227-7977
6	Rua Venezuela, Nº 302	Belo Horizonte	Sion	Valore Imóveis	(31) 2102-2102
7	Rua Chicago	Belo Horizonte	Sion	PROLAR NETIMOVEIS	(31) 3303-5555
8	Rua Haiti, Nº 100	Belo Horizonte	Sion	USUÁRIO NEWCORE	(11) 4580-4274
9	Rua da Groenlândia, Nº 3	Belo Horizonte	Sion	Colonial Netimoveis	(31) 3227-7977
10	Rua Califórnia	Belo Horizonte	Sion	Primer Imóveis	(31) 2513-0053
11	Rua Terra Nova, Nº 90	Belo Horizonte	Sion	ATTICA ASSESSORIA IMOBILIARIA LTDA	(31) 99726-6947
12	Rua Turibaté, Nº 100	Belo Horizonte	Sion	Kaique Parreira Imoveis	(31) 99483-4974
13	Rua Haiti, Nº 300	Belo Horizonte	Sion	Valore Imóveis	(31) 2102-2102
14	Rua Califórnia	Belo Horizonte	Sion	Primer Imóveis	(31) 2513-0053
15	Rua Nicarágua	Belo Horizonte	Sion	Porto Real NetImóveis	(31) 3048-3099
16	Avenida dos Bandeirantes	Belo Horizonte	Sion	Primer Imóveis	(31) 2513-0053
17	Rua Patagônia	Belo Horizonte	Sion	Primer Imóveis	(31) 2513-0053
18	Rua da Groenlândia	Belo Horizonte	Sion	GOLD IMOVEIS	(31) 3419-0202
19	Rua Colômbia	Belo Horizonte	Sion	PROLAR NETIMOVEIS	(31) 3303-5555
20	Rua Califórnia	Belo Horizonte	Sion	Primer Imóveis	(31) 2513-0053
21	Rua Patagônia, Nº 1000	Belo Horizonte	Sion	INVESTBENS	(31) 3297-0155
22	Rua da Groenlândia, Nº 40	Belo Horizonte	Sion	Colonial Netimoveis	(31) 3227-7977
23	Rua Venezuela	Belo Horizonte	Sion	Eccos Imóveis	(34) 3210-1717
24	Rua Haiti, Nº 300	Belo Horizonte	Sion	BOS IMOVEIS	(31) 3214-2557
25	Rua Antero da Silveira	Belo Horizonte	Sion	ANUAR DONATO	(31) 3280-8000
26	Rua Peru	Belo Horizonte	Sion	Primer Imóveis	(31) 2513-0053
27	Avenida dos Bandeirantes	Belo Horizonte	Sion	Decisão Imóveis	(31) 3048-4455
28	Rua do Uruguai, Nº 171	Belo Horizonte	Sion	MIRIAN DAYRELL IMOVEIS	(31) 3045-4545
29	Rua Patagônia, Nº 515	Belo Horizonte	Sion	LUIZ RENATO IMOVEIS	(31) 3311-8000
30	Rua Assunção, Nº 276	Belo Horizonte	Sion	Colonial Netimoveis	(31) 3227-7977

Fonte: Do autor.

Tabela A14. Tabela de Dados - Variáveis numéricas.

ID	Area privativa	Padrão construtivo	Estado de conservação	Renda IBGE	Valor unitário
1	103,00	2	3	4.353,33	7.961,00
2	100,00	2	3	4.353,33	8.200,00
3	130,00	3	3	3.931,26	10.000,00
4	98,00	2	2	4.095,92	8.265,00
5	80,00	2	1	3.504,50	6.125,00
6	90,00	2	2	3.934,93	6.222,00
7	120,00	2	3	3.867,95	7.916,00
8	80,00	2	2	4.983,02	7.500,00
9	70,00	2	3	5.382,62	12.142,00
10	116,00	3	2	4.702,30	9.913,00
11	117,00	2	3	4.702,30	9.401,00
12	105,00	2	2	3.893,67	7.428,00
13	101,00	2	3	4.983,02	10.026,00
14	85,00	3	3	4.702,30	11.176,00
15	115,00	2	3	3.882,41	9.478,00
16	120,00	2	1	4.353,33	5.416,00
17	110,00	2	3	4.983,02	8.172,00
18	100,00	2	2	5.382,62	6.800,00
19	98,00	1	1	3.504,50	4.285,00
20	101,00	2	3	4.702,30	8.524,00
21	86,00	2	3	4.983,02	11.046,00
22	106,00	3	2	5.382,62	11.320,00
23	90,00	2	1	3.934,93	7.000,00
24	101,00	2	3	4.983,02	9.525,00
25	80,00	1	1	3.746,49	5.375,00
26	85,00	1	2	3.471,19	5.411,00
27	73,00	3	3	4.353,33	13.561,00
28	130,00	2	1	4.095,92	4.769,00
29	81,00	2	1	4.983,02	8.395,00
30	75,00	3	3	3.471,19	10.964,00

Fonte: Do autor.

18) ESTIMATIVAS DE VALORES**Tabela A15.** Estimativas de valores.

Estimativa	Média	Amplitude	Grau de Precisão
Valor Mínimo	5.183,40	7,81%	
Valor Médio	5.622,39	-	III
Valor Máximo	6.061,38	7,81%	

Fonte: Do autor.

Tabela A16. Dados do imóvel avaliado.

Variável	Conteúdo	Extrapolação
Endereço		-
Cidade		-
Bairro		-
Informante		-
Telefone do informante		-
Area privativa	100,00	Não
Padrão construtivo	2,00	Não
Estado de conservação	1,00	Não
Renda IBGE	3.471,19	Não

Fonte: Do autor.

APÊNDICE B – Relatório da memória de cálculo do *SISdea Home*: Imóvel 02

1) INFORMAÇÕES BÁSICAS:

Autor:	Davi Cunha Maciel
Modelo:	
Data do modelo:	20 de novembro de 2024
Tipologia:	Apartamentos

2) INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:

Tabela B1. Informações complementares.

Variáveis e dados do modelo	Quant.
Total de variáveis:	5
Variáveis utilizadas no modelo:	5
Total de dados:	30
Dados utilizados no modelo:	30

Fonte: Do autor.

3) DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS:

Tabela B2. Informações complementares.

Nome	Tipo	Classificação	Descrição da varável	Habilitada
Endereço	Texto	Texto	Endereço completo do imóvel	Sim
Cidade	Texto	Texto	Complemento ao endereço do imóvel	Sim
Bairro	Texto	Texto	Bairro onde o imóvel se localiza	Sim
Informante	Texto	Texto	Nome ou identificação do informante	Sim
Telefone do informante	Texto	Texto	Telefone ou número de contato do informante	Sim
Area privativa	Numérica	Quantitativa	Area privativa da unidade medida em m ²	Sim
Padrão construtivo	Numérica	Qualitativa (Códigos Alocados)	Padrão construtivo do imóvel tendo como base os códigos alocados listados a seguir: 1 - Baixo, 2 - Normal, 3 - Alto	Sim
Renda IBGE	Numérica	Proxy	Variável de macrolocalização	Sim
Estado de conservação	Numérica	Qualitativa (Códigos Alocados)	Estado de conservação do imóvel (escala construída com base nos códigos alocados listados a seguir: 1 - Reparos Simples, 2 - Bom, 3 - Novo)	Sim
Valor unitário	Numérica	Dependente	Valor total do imóvel dividido pela area total (m ²)	Sim

Fonte: Do autor.

4) ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS:

Tabela B3. Estatísticas descritivas.

Nome da variável	Valor Mínimo	Valor Máximo	Amplitude	Valor Médio
Area privativa	80,00	125,00	45,00	105,00
Padrão construtivo	1,00	3,00	2,00	2,30
Renda IBGE	2.494,94	4.507,86	2.012,92	3.660,96
Estado de conservação	1,00	3,00	2,00	2,30
Valor unitário	4.000,00	14.661,00	10.661,00	8.558,47

Fonte: Do autor.

5) COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO, DETERMINAÇÃO E ESTATÍSTICA

F:

Tabela B4. Coeficientes de correlação, determinação e estatística F.

Estatísticas do modelo	Estatística
Coeficiente de correlação:	0,9797579 / 0,9731527
Coeficiente de determinação:	0,9599255
Fisher - Snedecor:	149,71
Significância do modelo (%):	0,00

Fonte: Do autor.

6) NORMALIDADE DOS RESÍDUOS:**Tabela B5.** Normalidade dos resíduos.

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

Fonte: Do autor.

7) VALORES ATÍPICOS DO MODELO DE REGRESSÃO:**Tabela B6.** Valores atípicos do modelo de regressão.

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

Fonte: Do autor.

8) ANÁLISE DA VARIÂNCIA:**Tabela B7.** Análise de variância.

Fonte de variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F
Explicada	0,000	4	0,000	149,710
Não Explicada	0,000	25	0,000	
Total	0,000	29		

Fonte: Do autor.

9) EQUAÇÃO DE REGRESSÃO / FUNÇÃO ESTIMATIVA (moda, mediana e média):

$1/\text{Valor unitário} = +0,0002707101099 + 2,783232001\text{E-}09 * \text{Area privativa}^2 - 1,311665324\text{E-}05 * \text{Padrão construtivo}^2 - 3,344126342\text{E-}12 * \text{Renda IBGE}^2 - 6,997436936\text{E-}06 * \text{Estado de conservação}^2$

10) TESTES DE HIPÓTESES (significância dos regressores):**Tabela B8.** Testes de hipóteses.

Variáveis	Transf.	t Obs.	Sig.(%)
Area privativa	x ²	3,48	0,18
Padrão construtivo	x ²	-15,93	0,00
Renda IBGE	x ²	-3,89	0,07
Estado de conservação	x ²	-7,85	0,00
Valor unitário	1/y	17,89	0,00

Fonte: Do autor.

11) CORRELAÇÕES PARCIAIS ISOLADAS:**Tabela B9.** Correlações parciais isoladas.

Variável	Alias	x1	x2	x3	x4	y
Area privativa	x1	0,00	0,26	0,05	0,21	-0,15
Padrão construtivo	x2	0,26	0,00	-0,10	0,53	-0,92
Renda IBGE	x3	0,05	-0,10	0,00	-0,31	0,04
Estado de conservação	x4	0,21	0,53	-0,31	0,00	-0,72
Valor unitário	y	-0,15	-0,92	0,04	-0,72	0,00

Fonte: Do autor.

12) CORRELAÇÕES PARCIAIS INFLUÊNCIA:

Tabela B10. Correlações parciais influência.

Variável	Alias	x1	x2	x3	x4	y
Area privativa	x1	0,00	0,59	0,42	0,53	0,57
Padrão construtivo	x2	0,59	0,00	0,57	0,72	0,95
Renda IBGE	x3	0,42	0,57	0,00	0,65	0,61
Estado de conservação	x4	0,53	0,72	0,65	0,00	0,84
Valor unitário	y	0,57	0,95	0,61	0,84	0,00

Fonte: Do autor.

13) TABELA DE RESÍDUOS DA REGRESSÃO E DISTANCIA DE COOK

Tabela B11. Tabela de resíduos e distância de Cook.

Dado	Observado	Estimado	Resíduo	Resíduo (%)	Resíduo / DP	DCook
1	0,00007100	0,00007200	-0,00000100	-1,3117%	-0,076006	0,00037800
2	0,00010700	0,00010400	0,00000300	2,9345%	0,255880	0,00472400
3	0,00011700	0,00010900	0,00000800	6,8165%	0,652909	0,01535100
4	0,00008000	0,00008800	-0,00000800	-9,5035%	-0,620516	0,00927800
5	0,00021900	0,00021600	0,00000300	1,3214%	0,236464	0,00166400
6	0,00017300	0,00018300	-0,00001000	-5,7307%	-0,811178	0,08300900
7	0,00014000	0,00015300	-0,00001300	-8,9304%	-1,020544	0,04860000
8	0,00008300	0,00008800	-0,00000400	-5,1233%	-0,348459	0,00292600
9	0,00012700	0,00011200	0,00001500	11,8797%	1,233733	0,05039900
10	0,00006900	0,00006700	0,00000200	2,5568%	0,143815	0,00068800
11	0,00022100	0,00020400	0,00001700	7,6804%	1,383470	0,06478000
12	0,00007200	0,00006900	0,00000200	3,3465%	0,196005	0,00106600
13	0,00019300	0,00019300	0,00000000	0,1064%	0,016783	0,00001800
14	0,00012300	0,00014500	-0,00002200	-17,9858%	-1,806707	0,31287200
15	0,00010700	0,00011000	-0,00000200	-2,3215%	-0,203651	0,00146800
16	0,00012400	0,00011400	0,00000900	7,4410%	0,750691	0,01885100
17	0,00016700	0,00015500	0,00001200	7,1088%	0,967001	0,06264200
18	0,00023300	0,00021000	0,00002300	9,7908%	1,857941	0,10766100
19	0,00007300	0,00008100	-0,00000800	-10,7158%	-0,639463	0,01585200
20	0,00025000	0,00024800	0,00000200	0,9630%	0,196499	0,01635500
21	0,00018900	0,00019500	-0,00000600	-3,4255%	-0,527510	0,00967300
22	0,00016700	0,00015500	0,00001200	7,1088%	0,967001	0,06264200
23	0,00018600	0,00020100	-0,00001400	-7,7145%	-1,174039	0,05502500
24	0,00011500	0,00011000	0,00000500	4,5630%	0,429149	0,00651800
25	0,00022700	0,00022200	0,00000600	2,4478%	0,454052	0,00925800
26	0,00008100	0,00006600	0,00001500	18,3148%	1,203832	0,09442300
27	0,00012700	0,00014700	-0,00002000	-15,9590%	-1,655058	0,09174600
28	0,00016300	0,00018300	-0,00001900	-11,7861%	-1,571298	0,07389200
29	0,00008000	0,00008800	-0,00000800	-9,5035%	-0,620516	0,00927800
30	0,00006800	0,00006700	0,00000200	2,3302%	0,129724	0,00058900

Fonte: Do autor.

14) TABELA DE FUNDAMENTAÇÃO - NBR 14653-2

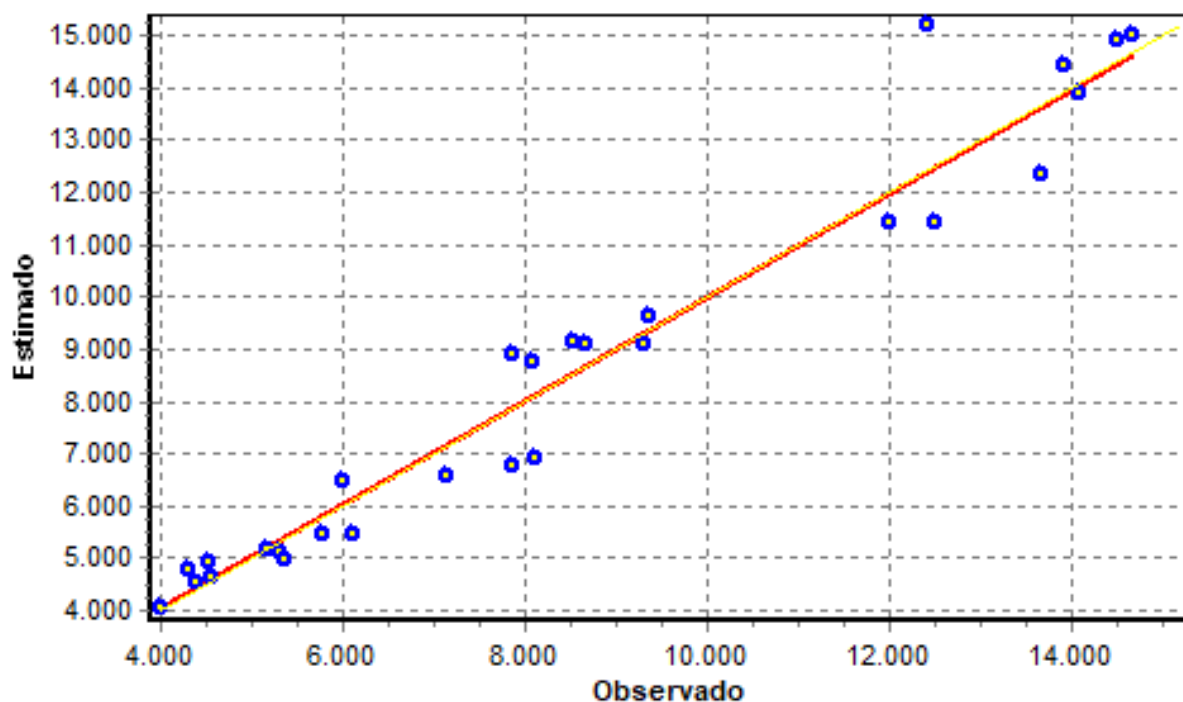
Tabela B12. Tabela de fundamentação.

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	2
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
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 Snedecor	1%	2%	5%	3

Fonte: Do autor.

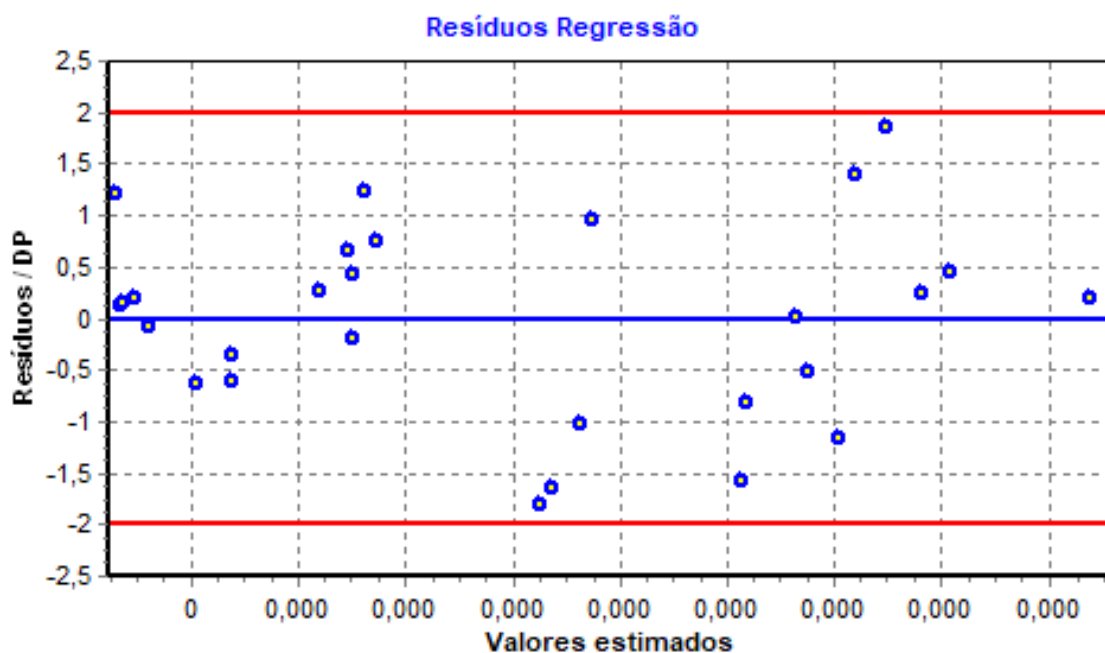
15) GRÁFICOS DE ADERÊNCIA E DE RESÍDUOS DA REGRESSÃO:

Figura B1. Aderência Observado x Estimado - Regressão Linear na forma direta.



Fonte: *SisDEA Home*. Adaptado pelo autor.

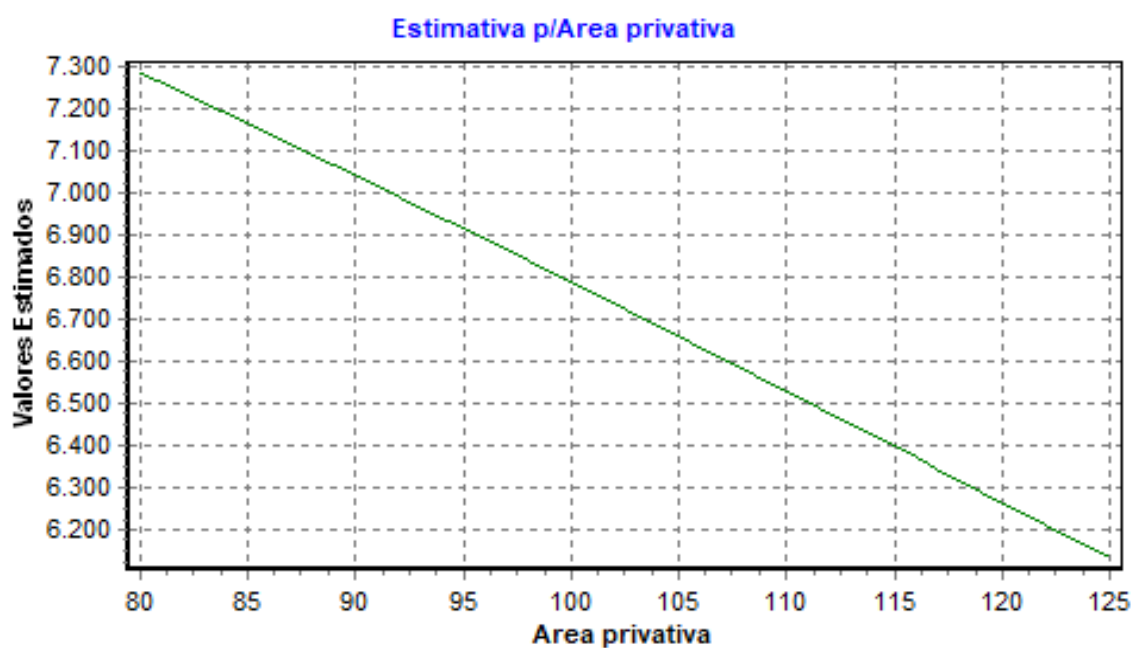
Figura A2. Resíduos da Regressão Linear.



Fonte: *SisDEA Home*. Adaptado pelo autor.

16) GRÁFICOS DE ELASTICIDADE DA FUNÇÃO NO PONTO MÉDIO:

Figura B3. Estimativa para área privativa.

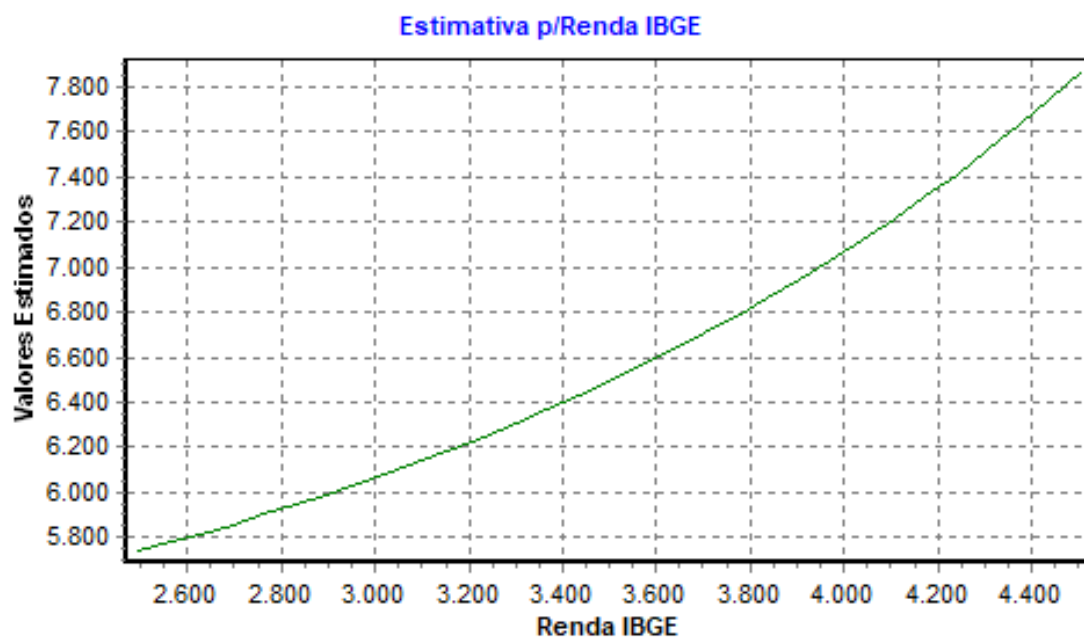


Fonte: *SisDEA Home*. Adaptado pelo autor.

Figura B4. Estimativa para padrão construtivo.



Fonte: *SisDEA Home*. Adaptado pelo autor.

Figura B6. Estimativa para renda IBGE.

Fonte: *SisDEA Home*. Adaptado pelo autor.

Figura B5. Estimativa para estado de conservação.

Fonte: *SisDEA Home*. Adaptado pelo autor.

17) TABELA DE DADOS - AMOSTRA:

Tabela B13. Tabela de Dados - Variáveis texto.

ID	Endereço	Cidade	Bairro	Informante	Telefone do informante
1	Rua Coletor Celso Werneck, Nº 130	Belo Horizonte	Santo Antônio	Borges Camelo Consultoria Imobiliária Ltda - ME	(31) 3337-8837
2	Rua Carlos Gomes, Nº 43	Belo Horizonte	Santo Antônio	LUIZ RENATO IMOVEIS	(31) 3311-8000
3	Rua Nunes Vieira	Belo Horizonte	Santo Antônio	Porto Real NetImóveis	(31) 3048-3099
4	Rua Paulo Afonso, Nº 322	Belo Horizonte	Santo Antônio	LUIZ RENATO IMOVEIS	(31) 3311-8000
5	Rua Professor Aníbal Mattos, Nº 1	Belo Horizonte	Santo Antônio	Colonial Netimoveis	(31) 3227-7977
6	Rua Congonhas	Belo Horizonte	Santo Antônio	Porto Real NetImóveis	(31) 3048-3099
7	Rua Renato Falci	Belo Horizonte	Santo Antônio	Porto Real NetImóveis	(31) 3048-3099
8	Rua Paulo Afonso	Belo Horizonte	Santo Antônio	ANUAR DONATO	(31) 3280-8000
9	Rua Abre Campo, Nº 356	Belo Horizonte	Santo Antônio	LUIZ RENATO IMOVEIS	(31) 3311-8000
10	Rua Abre Campo, Nº 310	Belo Horizonte	Santo Antônio	MIRIAN DAYRELL IMOVEIS	(31) 3045-4545
11	Rua Paulo Afonso, Nº 1	Belo Horizonte	Santo Antônio	Colonial Netimoveis	(31) 3227-7977
12	Rua Abre Campo, Nº 310	Belo Horizonte	Santo Antônio	GN IMOVEIS	(31) 3282-0222
13	Rua Deputado Álvaro Sales, Nº 380	Belo Horizonte	Santo Antônio	Valore Imóveis	(31) 2102-2102
14	Avenida do Contorno, Nº 358	Belo Horizonte	Santo Antônio	Borges Camelo - Belvedere	(31) 98817-1088!
15	Rua Antônio Dias	Belo Horizonte	Santo Antônio	LAR IMOVEIS VENDAS	(31) 3055-2000
16	Rua Professor Aníbal Mattos	Belo Horizonte	Santo Antônio	LAR IMOVEIS VENDAS	(31) 3055-2000
17	Rua Professor Aníbal Mattos	Belo Horizonte	Santo Antônio	LAR IMOVEIS VENDAS	(31) 3055-2000
18	Rua Professor Aníbal Mattos, Nº 100	Belo Horizonte	Santo Antônio	Maria das Graças Toledo	(31) 99813-8491!
19	Rua Santo Antônio do Monte, Nº 100	Belo Horizonte	Santo Antônio	USUÁRIO NEWCOR E	(11) 4580-4274
20	Rua Luiza Carvalho Torres, Nº 60	Belo Horizonte	Santo Antônio	C10 imóveis Ltda	(31) 2118-0210

21	Rua Professor Aníbal Mattos	Belo Horizonte	Santo Antônio	Contato Imóveis	(31) 3337-3307
22	Rua Professor Aníbal Mattos	Belo Horizonte	Santo Antônio	Aspe Imóveis.	(31) 2512-9275
23	Rua João Junqueira, Nº 120	Belo Horizonte	Santo Antônio	Porto Real NetImóveis	(31) 3048-3099
24	Rua Paulo Afonso	Belo Horizonte	Santo Antônio	Porto Real NetImóveis	(31) 3048-3099
25	Rua Deputado Álvaro Sales	Belo Horizonte	Santo Antônio	Decisão Imóveis	(31) 3048-4455
26	Rua Paulo Afonso	Belo Horizonte	Santo Antônio	PACTO IMÓVEIS	(31) 99950-6668!
27	Rua Professor Arduino Bolívar, Nº 67	Belo Horizonte	Santo Antônio	MIRIAN DAYRELL IMOVEIS	(31) 3045-4545
28	Rua Mangabeira	Belo Horizonte	Santo Antônio	LAR IMOVEIS VENDAS	(31) 3055-2000
29	Rua Joaquim Murtinho, Nº 151	Belo Horizonte	Santo Antônio	RC NUNES VENDA	(31) 3304-0303
30	Rua Abre Campo, Nº 310	Belo Horizonte	Santo Antônio	Anil - Negócios Imobiliários	(11) 5600-0705

Fonte: Do autor.

Tabela B14. Tabela de Dados - Variáveis numéricas.

ID	Desabilitado	Area privativa	Padrão construtivo	Renda IBGE	Estado de conservação	Valor unitário
1		82,00	3	3.302,33	3	14.085,00
2		125,00	3	2.968,52	3	9.360,00
3		115,00	3	3.947,90	2	8.521,00
4		120,00	3	3.550,62	3	12.500,00
5		105,00	1	3.624,67	2	4.561,00
6		120,00	2	4.507,86	1	5.766,00
7		119,00	2	3.550,62	3	7.142,00
8		120,00	3	3.550,62	3	12.000,00
9		114,00	3	3.816,71	2	7.859,00
10		97,00	3	3.816,71	3	14.510,00
11		96,00	1	3.924,41	2	4.531,00
12		101,00	3	3.816,71	3	13.935,00
13		85,00	1	4.118,34	2	5.176,00
14		80,00	2	4.335,33	2	8.125,00
15		115,00	3	3.924,41	2	9.304,00
16		110,00	3	3.624,67	2	8.090,00
17		125,00	2	3.624,67	3	6.000,00
18		93,00	1	3.624,67	2	4.301,00
19		95,00	3	3.181,62	3	13.677,00
20		80,00	1	2.494,94	1	4.000,00
21		100,00	2	3.624,67	1	5.300,00
22		125,00	2	3.624,67	3	6.000,00
23		110,00	2	3.630,43	1	5.363,00
24		115,00	3	3.924,41	2	8.678,00
25		100,00	1	4.118,34	1	4.400,00
26		81,00	3	3.550,62	3	12.417,00
27		108,00	2	3.475,20	3	7.870,00

28	98,00	2	3.206,66	2	6.122,00
29	120,00	3	3.550,62	3	12.500,00
30	96,00	3	3.816,71	3	14.661,00

Fonte: Do autor.

18) ESTIMATIVAS DE VALORES:

Tabela B15. Estimativas de valores.

Estimativa	Média	Amplitude	Grau de Precisão
Valor Mínimo	4.632,21	3,61%	
Valor Médio	4.805,85	-	III
Valor Máximo	4.993,02	3,89%	

Fonte: Do autor.

Tabela B16. Dados do imóvel avaliado.

Variável	Conteúdo	Extrapolação
Endereço		-
Cidade		-
Bairro		-
Informante		-
Telefone do informante		-
Area privativa	105,00	Não
Padrão construtivo	2,00	Não
Renda IBGE	3.181,62	Não
Estado de conservação	1,00	Não

Fonte: Do autor.