REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

AVALIAÇÃO E ANÁLISE DE IMÓVEIS LOCALIZADOS NO BAIRRO MUTIRÃO DO MUNICÍPIO DE CAXIAS/MA: ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS

VALUATION AND ANALYSIS OF PROPERTIES LOCATED IN THE MUTIRÃO NEIGHBORHOOD OF THE MUNICIPALITY OF CAXIAS/MA: ENGINEERING OF APPRAISALS AND EXPERT REPORTS

VALORACIÓN Y ANÁLISIS DE INMUEBLES DEL BARRIO MUTIRÃO, MUNICIPIO DE CAXIAS/MA: INGENIERÍA DE TASACIONES Y PERITAJES

Alexandre Sales Cunha Filho
Graduando em Engenharia Civil, UNIFACEMA, Brasil
E-mail: alexandre.salesc14@gmail.com

Gabriel Damasceno Melo
Graduando em Engenharia Civil, UNIFACEMA, Brasil
E-mail: gd16melo@gmail.com

Luís Gustavo Magalhães Da Silva Conceição
Graduando em Engenharia Civil, UNIFACEMA, Brasil
E-mail: mluisgustavo91@gmail.com

Luis Henrique Antunes Lobão Bastos
Graduando em Engenharia Civil, UNIFACEMA, Brasil
E-mail: luick.antunes@gmail.com

Yudson Samuel Vasconcelos Lima
Professor, Mestre em resistência de materiais, UNIFACEMA, Brasil
E-mail: yudson.lima@unifacema.edu.br

Resumo

O estudo investiga o processo de avaliação de imóveis urbanos por meio da integração entre as normas técnicas brasileiras e métodos estatísticos quantitativos. A pesquisa parte da necessidade de aumentar a precisão e a padronização das avaliações, especialmente em áreas em expansão, onde o mercado imobiliário exige critérios objetivos para a determinação do valor de mercado. O trabalho fundamenta-se nas diretrizes das normas ABNT NBR 14653-1 e 14653-2, responsáveis por regular procedimentos de avaliação, e na NBR 12721, que estabelece parâmetros para caracterização de áreas e custos de edificações. A metodologia envolve a coleta de dados de imóveis localizados no bairro Mutirão, em Caxias–MA, associada à aplicação da regressão linear múltipla. Esse método permite mensurar a influência de variáveis físicas, construtivas e locacionais no valor final dos imóveis, reduzindo a subjetividade presente em práticas tradicionais. Os dados foram tratados e analisados no software Sisdea, conforme os critérios normativos, buscando verificar a convergência entre métodos convencionais e procedimentos baseados em fundamentos científicos. Alcançou-se estimativas de valor mais precisas e maior transparência no mercado imobiliário local. A estimativa encontrada demonstrou que os valores estão aproximados dos praticados atualmente no mercado demonstrando assim coerência dos resultados obtidos. Assim a pesquisa contribui para o fortalecimento da Engenharia de Avaliações ao demonstrar que a combinação entre normas técnicas e métodos quantitativos resulta em avaliações mais consistentes e ajustadas à realidade de mercado.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

Palavras-chaves: Avaliação de imóveis; Engenharia de Avaliações; Regressão linear múltipla; Mercado imobiliário; Caxias–MA.

Abstract

The study investigates the process of urban property appraisal through the integration of Brazilian technical standards and quantitative statistical methods. The research stems from the need to increase accuracy and standardization in appraisals, especially in expanding areas where the real estate market requires objective criteria for determining market value. The work is based on the guidelines of ABNT NBR 14653-1 and 14653-2, which regulate appraisal procedures, and NBR 12721, which establishes parameters for characterizing building areas and costs. The methodology involves collecting data on properties located in the Mutirão neighborhood in Caxias, Maranhão, combined with the application of multiple linear regression. This method allows measuring the influence of physical, construction, and locational variables on the final value of the properties, reducing the subjectivity present in traditional practices. The data were processed and analyzed using the Sisdea software, in accordance with the normative criteria, aiming to verify the convergence between conventional methods and procedures based on scientific foundations. More accurate value estimates and greater transparency in the local real estate market were achieved. The estimated values proved to be close to those currently practiced in the market, demonstrating the coherence of the results obtained. Thus, the research contributes to strengthening the field of Appraisal Engineering by showing that the combination of technical standards and quantitative methods results in more consistent appraisals aligned with market reality.

Keywords: Real estate appraisal; Appraisal Engineering; Multiple linear regression; Real estate market; Caxias–MA.

Resumen

El estudio investiga el proceso de evaluación de inmuebles urbanos mediante la integración entre las normas técnicas brasileñas y métodos estadísticos cuantitativos. La investigación surge de la necesidad de aumentar la precisión y la estandarización de las evaluaciones, especialmente en áreas en expansión, donde el mercado inmobiliario exige criterios objetivos para la determinación del valor de mercado. El trabajo se fundamenta en las directrices de las normas ABNT NBR 14653-1 y 14653-2, responsables de regular procedimientos de evaluación, y en la NBR 12721, que establece parámetros para la caracterización de áreas y costos de edificaciones. La metodología involucra la recolección de datos de inmuebles ubicados en el barrio Mutirão, en Caxias–MA, asociada a la aplicación de la regresión lineal múltiple. Este método permite medir la influencia de variables físicas, constructivas y de localización en el valor final de los inmuebles, reduciendo la subjetividad presente en prácticas tradicionales. Los datos fueron tratados y analizados en el software Sisdea, conforme a los criterios normativos, buscando verificar la convergencia entre métodos convencionales y procedimientos basados en fundamentos científicos. Se alcanzaron estimaciones de valor más precisas y mayor transparencia en el mercado inmobiliario local. La estimación encontrada demostró que los valores están próximos a los practicados actualmente en el mercado, demostrando así la coherencia de los resultados obtenidos. Así, la investigación contribuye al fortalecimiento de la Ingeniería de Evaluaciones al demostrar que la combinación entre normas técnicas y métodos cuantitativos resulta en evaluaciones más consistentes y ajustadas a la realidad del mercado.

Palabras clave: Valoración de inmuebles; Ingeniería de Avaluaciones; Regresión lineal múltiple; Mercado inmobiliario; Caxias–MA.

1. Introdução

A avaliação de imóveis é fundamental tanto na Engenharia de Avaliações quanto no mercado imobiliário, pois fornece subsídios técnicos e econômicos para determinar

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

o valor de um bem em um contexto e data específicos. Trata-se de uma atividade que exige sólida fundamentação teórica, metodológica e normativa, sendo empregada em diversas finalidades, como negociações, garantias hipotecárias, desapropriações, inventários e processos judiciais.

De acordo com a NBR 14653 (2019), a avaliação deve ser realizada com base em critérios objetivos, utilizando métodos reconhecidos e análises técnicas capazes de assegurar a confiabilidade, a rastreabilidade e a imparcialidade dos resultados. Nesse sentido, a norma estabelece diretrizes para a avaliação de propriedades urbanas e rurais, garantindo a uniformidade e a credibilidade dos laudos produzidos por profissionais habilitados.

O processo avaliativo, entretanto, vai além da simples determinação de valores de mercado. Ele envolve a análise integrada das condições físicas, econômicas, sociais e legais dos imóveis, considerando tanto seus aspectos intrínsecos, como localização, tipologia, padrão construtivo e estado de conservação, quanto seus aspectos extrínsecos, tais como infraestrutura urbana, acessibilidade e comportamento do mercado imobiliário.

Rossetto (2018) destaca que a avaliação imobiliária também desempenha papel relevante em políticas públicas, servindo de instrumento para decisões governamentais relacionadas à desapropriação, tributação e planejamento urbano, contribuindo para a justiça social, a segurança jurídica e a transparência dos processos que envolvem bens imóveis.

No município de Caxias–MA, observa-se uma significativa expansão do mercado imobiliário, especialmente no bairro Mutirão, cuja valorização crescente demanda estudos técnicos que garantam maior segurança, precisão e transparência. Métodos tradicionais de avaliação, quando aplicados sem rigor científico, podem resultar em estimativas distorcidas, comprometendo o planejamento urbano e a credibilidade profissional. Diante desse cenário, a aplicação de ferramentas estatísticas, como a regressão linear múltipla e a inferência estatística, associadas às normas da ABNT, em especial a NBR 14653-1, NBR 14653-2 e a NBR 12721, tem se mostrado eficaz para reduzir a subjetividade e aperfeiçoar a consistência dos resultados.

A pesquisa será fundamentada no método comparativo direto de dados de mercado, conforme estabelecido pela NBR 14.653-2 (2011). A etapa inicial consiste

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

na coleta de informações primárias e secundárias referentes aos imóveis localizados no bairro Mutirão, em Caxias–MA. Serão consideradas, prioritariamente, as ofertas e transações efetivas de compra e venda, obtidas por meio de anúncios em imobiliárias locais, plataformas digitais e jornais; consultas a cadastros municipais, quando disponíveis; e entrevistas com corretores e proprietários. Esse procedimento metodológico garante a representatividade, a rastreabilidade e a aderência dos dados ao comportamento real do mercado local.

Nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho é realizar a avaliação imobiliária de imóveis residenciais localizados no bairro Mutirão, em Caxias–MA, buscando identificar e compreender os fatores físicos, econômicos e sociais que influenciam diretamente o valor dessas propriedades. Além disso, pretende-se fornecer informações técnicas e acadêmicas que possam contribuir para estudos de mercado, planejamento urbano e processos decisórios no âmbito da engenharia civil.

Para isso, adota-se o método comparativo direto de dados de mercado, fundamentado nas normas técnicas vigentes e associado à regressão linear múltipla e à inferência estatística. Para alcançar o objetivo proposto, estabelecem-se os seguintes objetivos específicos: a) mapear o mercado imobiliário do bairro Mutirão, identificando variáveis qualitativas e quantitativas influentes no valor dos imóveis; b) coletar e organizar dados de transações imobiliárias recentes, garantindo a confiabilidade e representatividade da amostra; c) utilizar o software estatístico SisDea para o tratamento dos dados e análise dos resultados, verificando sua aderência às normas técnicas e ao comportamento real do mercado local; d) confrontar os valores obtidos no estudo com aqueles praticados atualmente no mercado, analisando aproximações, divergências e a precisão dos resultados.

Assim, ao integrar procedimentos normativos consolidados e métodos estatísticos contemporâneos, este estudo avança na construção de uma avaliação imobiliária mais precisa, coerente e alinhada ao comportamento real do mercado do bairro Mutirão. A análise desenvolvida evidencia que a combinação entre as diretrizes da NBR 14653-2 e a aplicação da regressão linear múltipla constitui um caminho metodológico robusto, capaz de produzir resultados confiáveis, tecnicamente fundamentados e com elevado grau de rastreabilidade.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

Além disso, o modelo adotado demonstra capacidade de representar com fidelidade as variações de valor observadas na região, contribuindo para a melhoria da transparência, da uniformidade e da qualidade técnica dos processos avaliativos. Dessa forma, o trabalho reafirma a relevância da Engenharia de Avaliações como instrumento essencial para decisões seguras no contexto imobiliário local, fortalecendo sua função social e seu papel estratégico no planejamento urbano.

2. Revisão da Literatura

A Engenharia de Avaliações fornece os dados conceituais e metodológicos para estimar valores de bens com rigor técnico, sobretudo quando se busca o valor de mercado de imóveis em contextos específicos como o bairro Mutirão, em Caxias–MA. Esta revisão organiza os conceitos fundamentais (valor, preço de venda, e vida útil), os métodos avaliativos reconhecidos pelas normas brasileiras, e o tratamento estatístico.

2.1 NORMAS TÉCNICAS DE AVALIAÇÕES DE IMÓVEIS

A É possível definir o valor de mercado como a quantia mais provável pela qual se negociaria voluntária e conscientemente um bem, na data de referência, sob condições vigentes de mercado. Esse conceito distingue-se de preço, que é a quantia pedida, ofertada ou paga em transações, e de custo, que corresponde ao dispêndio necessário para produzir ou repor um bem. A depreciação, por sua vez, representa a perda de valor da benfeitoria por desgaste, idade ou obsolescência ao longo da vida útil. (NBR 14.653-1, 2019)

A NBR 14653-2 (2011) detalha os procedimentos específicos para a avaliação de imóveis urbanos, abordando desde a classificação dos bens até as etapas de vistoria, coleta e tratamento dos dados de mercado. Essa norma destaca a importância do método comparativo direto de dados de mercado como o mais utilizado para imóveis urbanos, ressaltando ainda a possibilidade de utilização de modelos estatísticos, como a regressão linear múltipla, para dar maior precisão e fundamentação aos resultados.

A avaliação de custos unitários e do preparo de orçamento de construção para incorporação de edifícios em condomínio é tratada pela NBR 12721 (2006). Embora voltada para empreendimentos habitacionais, ela se torna referência importante no

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

processo de avaliação de imóveis, pois define critérios de cálculo de áreas privativas, comuns e totais, além de auxiliar na caracterização de edificações e benfeitorias.

2.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO E ESTATÍSTICA APLICADA

O Método Comparativo constitui-se em uma das principais ferramentas empregadas na engenharia de avaliações, sendo amplamente utilizado para a determinação do valor de diferentes tipologias de imóveis, tais como terrenos, estabelecimentos comerciais e unidades habitacionais. Esse procedimento fundamenta-se na análise de mercado, por meio da comparação entre o bem avaliado e outros imóveis que possuam características físicas, locacionais e funcionais semelhantes, de modo a refletir o comportamento real dos preços praticados. Tal abordagem é reconhecida como diretriz essencial nas práticas avaliativas, conforme exposto por Kruk (2007).

A aplicação do método exige uma amostra representativa e coerente com o segmento de mercado no qual o bem está inserido, contemplando variáveis que influenciam o preço, como localização, área, padrão construtivo, topografia, infraestrutura urbana, estado de conservação e condição de negociação. A partir dessas informações, o avaliador realiza o tratamento técnico, que pode envolver homogeneização por fatores ou o uso de modelos estatísticos, conforme orientações da NBR 14.653-2 (2011), específica para imóveis urbanos.

Fiker (2008) aponta que esse método apresenta grande aplicabilidade na avaliação de terrenos, pois as características dos elementos da amostra são mais facilmente comparáveis, permitindo um tratamento direto dos dados coletados. Assim pode-se afirmar que é fundamental a existência de semelhança real entre os elementos comparáveis ou, quando isso não é possível, a aplicação de parâmetros de homogeneização que ajustem as diferenças entre os imóveis analisados e o bem avaliando para que os resultados sejam minimamente confiáveis.

Durante a aplicação do Método Comparativo Direto de Dados de Mercado, é possível que surjam determinados entraves que comprometem a consistência do processo avaliativo. Segundo Kuhn (2012), tais dificuldades não se restringem apenas à fidedignidade dos dados coletados, mas também à influência de julgamentos subjetivos na definição e na classificação de características específicas dos imóveis. Assim, a depender da seleção das variáveis consideradas como padrão construtivo,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

estado de conservação ou idade aparente, podem ocorrer discrepâncias resultantes de informações imprecisas ou distorcidas, frequentemente fornecidas por intermediários do mercado ou pelos próprios proprietários. O profissional deve dominar tanto os aspectos normativos estabelecidos pelas normas de avaliação, quanto as ferramentas estatísticas que asseguram a consistência e a confiabilidade dos resultados. Assim como Viana (2020), reforça que a qualidade da amostra e a transparência dos critérios de análise são pilares fundamentais para garantir resultados técnicos e reproduzíveis nas avaliações de imóveis.

A determinação do valor de mercado de um imóvel por meio do método evolutivo baseia-se na combinação entre o valor do terreno e a estimativa dos custos correspondentes às benfeitorias existentes, como ampliações, edificações ou outras melhorias realizadas na propriedade. Kuhn (2012) ressalta que essa metodologia é especialmente indicada para casos em que o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado não pode ser aplicado, como ocorre em imóveis destinados a finalidades específicas por exemplo, hospitais e escolas , devido à ausência de informações mercadológicas suficientes para fins de comparação. Dessa maneira, a correta aplicação do método requer o conhecimento detalhado do valor do terreno, do custo das benfeitorias e do fator de comercialização.

Assim, pode-se entender ainda que o método evolutivo é utilizado para determinar o valor de um bem a partir da soma dos valores correspondentes a todos os seus componentes, englobando tanto os aspectos construtivos quanto os elementos que interferem no custo global de execução e no preço de venda. Essa metodologia considera cada parcela integrante do empreendimento, como o valor do terreno, as benfeitorias, as despesas indiretas e outros fatores que exercem influência sobre o custo total e o valor de comercialização. Quando a finalidade é estimar o valor de mercado, torna-se necessário aplicar um fator de comercialização que ajuste o resultado obtido às condições reais do mercado imobiliário, conforme estabelece a NBR 14.653-1 (2019).

De modo comparativo, o método evolutivo pode ser compreendido como o oposto do método involutivo. Enquanto o involutivo parte da projeção de receitas futuras para retroagir ao valor presente do imóvel, o evolutivo inicia-se pela apuração dos custos de produção e das parcelas que compõem o bem, até se chegar ao seu

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

valor final. Essa metodologia representa uma abordagem de caráter técnico e construtivo, em que o valor é determinado com base nos investimentos empregados e posteriormente ajustado às condições de mercado e aos indicadores econômicos atuais, conforme destaca Kruk (2007).

O método involutivo é aplicado na determinação do valor de terrenos ou áreas que apresentam potencial de desenvolvimento imobiliário, especialmente quando há possibilidade de parcelamento, desmembramento ou incorporação futura. Essa metodologia fundamenta-se na análise de viabilidade técnico-econômica, por meio da qual se busca identificar o aproveitamento mais eficiente e economicamente vantajoso do imóvel, levando em conta as condições de mercado e as limitações legais e construtivas existentes. Essa conceituação é definida pela NBR 14.653-1 (2019).

Entre os tipos de bens que mais se beneficiam da aplicação do método involutivo estão as glebas urbanizadas, geralmente subdivididas em lotes com o propósito de facilitar a determinação de seu valor de mercado. Kuhn (2012) explica que esse método tem como objetivo estimar o potencial máximo de aproveitamento do imóvel, exigindo que o engenheiro avaliador examine as diversas possibilidades de uso da área, a fim de identificar aquelas que ofereçam os melhores resultados tanto em termos quantitativos quanto qualitativos.

2.3 INFERÊNCIA ESTATÍSTICA

A inferência estatística se utiliza de métodos voltados à análise de populações por meio de informações obtidas a partir de uma amostra representativa, permitindo estimar parâmetros e realizar previsões baseadas em evidências numéricas (BUSSAB; MORETTIN, 2017). No contexto da engenharia de avaliações, essa abordagem tem como finalidade conferir objetividade ao processo avaliativo, reduzindo o grau de subjetividade na determinação do valor dos imóveis e possibilitando a identificação das variáveis que melhor explicam o comportamento do mercado.

O domínio das técnicas estatísticas, aliado ao conhecimento técnico em avaliação imobiliária, é essencial para que o avaliador selecione variáveis adequadas e evite omissões que possam comprometer a qualidade do modelo utilizado. O modelo escolhido deve representar, tanto quanto possível, a complexidade e a variabilidade

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

inerentes ao mercado, considerando as flutuações e incertezas que caracterizam o comportamento dos preços (BUSSAB; MORETTIN, 2017).

A sua aplicação viabiliza o uso de ferramentas como a regressão linear múltipla, o teste de hipóteses, os intervalos de confiança e a análise de significância estatística, aprimorando a precisão das estimativas e reforçando o embasamento científico dos resultados obtidos (FERREIRA; MENDES, 2018).

2.4 VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM O VALOR DOS IMÓVEIS

Conforme explica Kuhn (2012), o valor de mercado de um imóvel resulta da interação de múltiplos fatores que abrangem aspectos físicos, locacionais e construtivos. Tais fatores podem ser agrupados em variáveis dependentes, representadas pelo preço praticado no mercado por metro quadrado, e variáveis independentes, que incluem características como área edificada, quantidade de cômodos e padrão construtivo do bem.

As variáveis independentes empregadas nas avaliações imobiliárias correspondem aos atributos do imóvel que exercem influência direta sobre a formação do seu valor de mercado, conforme estabelece a NBR 14.653-2 (2011). De acordo com Fiker (2008), essas variáveis devem ser identificadas, classificadas e tratadas segundo sua natureza, de modo a possibilitar o uso de técnicas estatísticas apropriadas, como a regressão linear múltipla. Considerando as orientações normativas e a literatura especializada, tais variáveis podem ser organizadas em quatro grupos principais: quantitativas, qualitativas, proxy e dicotômicas.

As variáveis quantitativas correspondem àquelas que podem ser medidas ou contadas numericamente, expressando grandezas físicas ou econômicas do imóvel. Elas permitem comparações diretas e cálculos estatísticos precisos. Exemplos típicos incluem frente do lote (m), área construída (m^2), área total (m^2), número de quartos, banheiros, pavimentos e vagas de garagem. A correta mensuração dessas variáveis é fundamental para a confiabilidade do modelo e para a homogeneização dos dados de mercado (Viana, 2020).

As variáveis qualitativas, por outro lado, não podem ser medidas diretamente, mas podem ser hierarquizadas ou ordenadas segundo critérios técnicos. Essas variáveis expressam aspectos perceptivos ou subjetivos do imóvel, como o estado de conservação, padrão construtivo, qualidade de acabamento e tipo de fachada. Em

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

avaliações, é comum utilizar tabelas de referência, como a Ross-Heidecke, para estimar a depreciação física ou atribuir valores ponderados conforme faixas de qualidade (Fiker, 2008).

As variáveis proxy são empregadas para substituir fatores de difícil mensuração direta, servindo como indicadores substitutos que refletem o comportamento de determinada característica. Podem ser obtidas por meio de estudos mercadológicos, índices fiscais, dados censitários ou levantamentos urbanos.(IBAPE-SP, 2021).

Por fim, as variáveis dicotômicas assumem apenas duas possibilidades (0 ou 1) e são utilizadas para representar a presença ou ausência de determinado atributo na amostra. Essa classificação é especialmente útil para variáveis que indicam condições binárias, como existência de pavimentação (1 = sim; 0 = não), presença de muro, piscina, varanda ou garagem coberta. O uso de variáveis dicotômicas permite introduzir no modelo elementos qualitativos de forma objetiva e comparável (Baptitsella, 2005).

2.5 MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

O modelo de regressão linear constitui uma das ferramentas estatísticas mais empregadas na Engenharia de Avaliações, pois permite compreender e quantificar as relações existentes entre o valor de um imóvel e suas características físicas, construtivas e locacionais.

De acordo com Gazola (2002), a regressão é um método matemático que busca descrever a tendência média de comportamento de uma variável dependente em função de uma ou mais variáveis independentes, possibilitando a estimativa do valor de um bem com base em dados de mercado. Essa técnica parte do pressuposto de que o valor de um imóvel é o resultado da influência combinada de múltiplos fatores que podem ser mensurados e analisados de forma objetiva.

Segundo Kruk (2007), a aplicação da regressão linear múltipla no campo da engenharia de avaliações representa um avanço significativo nas metodologias de estimativa de valor, uma vez que minimiza a influência subjetiva presente nos métodos tradicionais e possibilita o tratamento estatístico preciso dos dados de mercado. Por meio dessa técnica, o avaliador é capaz de mensurar a contribuição específica de cada variável independente como área construída, padrão construtivo, localização e idade do imóvel na formação do valor de mercado, traduzindo matematicamente o

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

comportamento do setor imobiliário. Além disso, o modelo de regressão oferece parâmetros quantitativos que permitem avaliar o grau de ajuste do modelo e a relevância estatística das variáveis consideradas.

Dantas (2003) afirma que o principal objetivo da aplicação da regressão linear em avaliações imobiliárias é identificar o modelo que melhor representa a realidade do mercado analisado, garantindo coerência entre o comportamento observado e os resultados estimados. O autor ressalta a importância de selecionar adequadamente as variáveis, evitando tanto a exclusão de fatores relevantes quanto a inclusão de variáveis redundantes, que possam gerar distorções no modelo. A regressão linear, portanto, deve ser entendida como uma ferramenta de inferência, que permite ao avaliador estabelecer relações empíricas e compreender de forma mais precisa as forças que determinam o preço dos imóveis.

A aplicação da regressão linear no contexto da Engenharia de Avaliações exige cuidados metodológicos e conhecimento técnico aprofundado. É indispensável avaliar a qualidade da amostra, o atendimento aos pressupostos estatísticos (como linearidade e independência dos resíduos) e a coerência dos resultados com o comportamento real do mercado. Essa relação é expressa por meio de uma equação matemática, cuja forma geral é dada por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

onde:

- Yi = variável dependente ou variável explicada;
- β_0 = termo constante ou intercepto da equação de regressão;
- β_1 = coeficiente angular associado à variável explicativa X_1, representando a inclinação de Y em relação a X_1, mantendo-se constantes as demais variáveis (X_2, X_3, ..., Xk);
- β_2 = coeficiente angular da variável X_2, indicando a variação de Y em função de X_2, com as outras variáveis (X_1, X_3, ..., Xk) mantidas fixas;
- βk = coeficiente angular referente à variável Xk, mostrando o efeito marginal de Xk sobre Y, mantendo constantes as demais variáveis (X_1, X_2, ..., Xk-1);
- εi = termo de erro aleatório associado à observação *i*, representando fatores não observados ou variações residuais no valor de Y, para *i = 1, 2, …, n*.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

Esta equação representa o modelo matemático que descreve a relação entre o valor de uma variável dependente e um conjunto de variáveis independentes, permitindo quantificar a influência que cada uma exerce sobre o fenômeno estudado. No contexto da Engenharia de Avaliações, essa equação é empregada para estimar o valor de mercado de um imóvel (Yi) em função de suas características físicas, construtivas, locacionais e econômicas (X_1, X_2, ..., Xk).

O termo β_0 corresponde ao intercepto, isto é, o valor de Y quando todas as variáveis explicativas assumem valor zero; os coeficientes β_1, β_2, ..., βk representam as inclinações ou pesos que indicam a variação média no valor do imóvel em resposta à mudança unitária de cada variável independente, mantendo-se as demais constantes. Já o termo de erro (εi) agrega os efeitos aleatórios e os fatores não observados que influenciam o valor, refletindo a diferença entre o valor real e o valor estimado pelo modelo.

A obtenção da equação de regressão linear múltipla, que descreve a dependência existente entre a variável explicada e as variáveis explicativas, será realizada com o auxílio do software SisDEA, empregado como ferramenta analítica nesta investigação. O sistema é responsável por processar estatisticamente os dados coletados, fornecendo parâmetros essenciais à avaliação do modelo, tais como a variação dos intervalos de confiança, o nível de significância das variáveis individuais e do modelo como um todo, além dos coeficientes de determinação (R^2) e correlação (R), que permitem aferir a precisão e a consistência dos resultados obtidos.

3.5.1 INTERVALO DE CONFIANÇA

O intervalo de confiança constitui um dos instrumentos estatísticos mais relevantes no contexto da engenharia de avaliações, pois permite quantificar a incerteza associada às estimativas de valor obtidas a partir de amostras de mercado. Segundo Bussab e Morettin (2017), o intervalo de confiança define um limite superior e inferior dentro do qual se espera que o verdadeiro valor do parâmetro populacional neste caso, o valor de mercado do imóvel esteja contido, com um determinado nível de confiança, geralmente de 95 %. Essa ferramenta é fundamental para assegurar

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

que as conclusões da análise reflitam não apenas o valor estimado, mas também o grau de precisão e confiabilidade estatística do modelo empregado.

Na aplicação prática da regressão linear múltipla em avaliações imobiliárias, o intervalo de confiança é utilizado para aferir a robustez dos coeficientes estimados e para avaliar a consistência dos resultados em relação às variáveis independentes adotadas, como área construída, padrão construtivo e localização. Conforme Fiker (2008), a interpretação adequada desses intervalos permite ao avaliador compreender a margem de erro associada às estimativas, possibilitando uma análise crítica sobre o grau de influência de cada variável no valor final do imóvel. Dessa forma, o IC torna-se uma ferramenta essencial para fundamentar tecnicamente a credibilidade dos laudos de avaliação.

Além disso, segundo Gujarati e Porter (2011), a construção de intervalos de confiança oferece uma maneira mais informativa de expressar resultados do que a simples apresentação de estimativas pontuais, pois incorpora a variabilidade inerente aos dados de mercado. No campo das avaliações imobiliárias, onde as condições de mercado e as características dos imóveis variam amplamente, o uso do intervalo de confiança contribui para reduzir a subjetividade e conferir maior rigor estatístico ao processo avaliativo, assegurando que as conclusões estejam alinhadas com o comportamento real do mercado.

A amplitude do intervalo de confiança de 80%, calculada em torno da estimativa de tendência central, é utilizada para classificar o grau de precisão das avaliações imobiliárias. De acordo com os critérios estabelecidos pela norma, os limites máximos aceitáveis são:

- Grau III: amplitude do intervalo de confiança menor ou igual a 30% (≤ 30%);
- Grau II: amplitude do intervalo de confiança menor ou igual a 40% (≤ 40%);
- Grau I: amplitude do intervalo de confiança menor ou igual a 50% (≤ 50%).

Esses limites permitem avaliar a confiabilidade estatística do modelo adotado e assegurar que as estimativas obtidas estejam dentro dos parâmetros de precisão exigidos pela norma técnica.

3.5.2 NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA

O nível de significância é um conceito estatístico fundamental utilizado para avaliar a confiabilidade dos resultados obtidos em testes de hipóteses e modelos de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

regressão, sendo amplamente aplicado na engenharia de avaliações. De acordo com Bussab e Morettin (2017), ele representa a probabilidade máxima de rejeitar uma hipótese nula verdadeira, ou seja, o risco que o avaliador está disposto a aceitar ao concluir que existe uma relação estatisticamente significativa entre as variáveis analisadas quando, na realidade, essa relação pode não existir.

Em termos práticos, adotar um nível de significância de 5% (ou 0,05) implica aceitar uma margem de erro de 5% na inferência, o que é considerado adequado para estudos aplicados à avaliação de imóveis Na modelagem de regressão múltipla empregada em análises imobiliárias, o nível de significância é utilizado para verificar se as variáveis independentes como área construída, padrão construtivo, localização e idade possuem influência real sobre a variável dependente, geralmente o valor de mercado do imóvel.

Segundo Gujarati e Porter (2011), quando o valor de significância (p-valor) de uma variável é menor que o nível de significância adotado, considera-se que há evidências suficientes para afirmar que essa variável contribui de forma relevante para a explicação do modelo. Assim, o nível de significância atua como um critério estatístico objetivo que auxilia o engenheiro avaliador na seleção das variáveis mais representativas do comportamento do mercado.

Além disso, conforme Fiker (2008), a escolha adequada do nível de significância é essencial para equilibrar o rigor estatístico e a sensibilidade da análise. Um nível muito elevado pode levar à inclusão de variáveis irrelevantes, comprometendo a precisão do modelo, enquanto um nível excessivamente baixo pode excluir variáveis importantes, reduzindo sua capacidade explicativa.

No âmbito das avaliações imobiliárias, onde os dados de mercado frequentemente apresentam variações e incertezas, a definição criteriosa do nível de significância contribui para assegurar resultados consistentes, confiáveis e alinhados com a realidade econômica observada.

Para cada regressor individual (variável independente), o nível de significância correspondente à soma das probabilidades nas duas caudas do teste bicaudal deve ser conforma apresentado na Tabela 01.

Tabela 01 – Grau de fundamentação

Item	Descrição	Grau

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

		III	II	I
1	Nível de significância a (somatório do valor das duas caudas) máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal)	10 %	20%	30%
2	Nível de significância máximo admitido para a rejeição da hipótese nula do modelo através do teste F de Snedecor	1%	2%	2%

Fonte: Autores, 2025

3.5.3 COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO E COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO

Os coeficientes de correlação e de determinação são medidas estatísticas essenciais na análise de regressão e na avaliação da qualidade do ajuste de um modelo, sendo amplamente utilizados na engenharia de avaliações. O coeficiente de correlação (R) indica a intensidade e a direção da relação linear entre duas variáveis, podendo variar de -1 a +1. Valores próximos de +1 sugerem uma forte relação positiva, enquanto valores próximos de -1 indicam uma forte relação negativa.

De acordo com Bussab e Morettin (2017), esse coeficiente é útil para verificar se as variáveis explicativas como área construída, padrão construtivo e localização mantêm uma relação consistente com o valor de mercado dos imóveis, auxiliando o avaliador na identificação das variáveis mais representativas do comportamento do mercado.

O coeficiente de determinação (R^2), por sua vez, expressa a proporção da variação da variável dependente que é explicada pelas variáveis independentes do modelo. Segundo Gujarati e Porter (2011), esse indicador mede o grau de ajuste da regressão aos dados observados: quanto mais próximo de 1 for o R^2, maior será a capacidade explicativa do modelo.

No campo das avaliações imobiliárias, um R^2 elevado indica que o modelo consegue reproduzir satisfatoriamente o comportamento dos preços de mercado, enquanto valores baixos sugerem a necessidade de revisar as variáveis selecionadas ou o formato da equação. Assim, o uso conjunto dos coeficientes de correlação e determinação permite avaliar a coerência, a consistência e a confiabilidade estatística dos modelos utilizados para estimar o valor de imóveis.

3. Metodologia

3.1 COLETA DE DADOS

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

A pesquisa será fundamentada no método comparativo direto de dados de mercado, conforme estabelecido pela NBR 14.653-2 (2011). A etapa inicial consiste na coleta de informações primárias e secundárias referentes aos imóveis localizados no bairro Mutirão, em Caxias–MA. Serão consideradas, prioritariamente, as ofertas e transações efetivas de compra e venda, obtidas por meio de anúncios imobiliários, consultas a cadastros municipais e consulta a corretores.

3.2 VARIÁVEIS DE ANÁLISE

A definição das variáveis segue a necessidade de representar os principais atributos capazes de explicar a variação nos preços dos imóveis estudados. Para este trabalho, foram selecionadas:

1. Área construída – variável quantitativa contínua, expressa em metros quadrados (m^2), representando a dimensão física do imóvel.
2. Valor unitário (R$/$m^2$) – variável dependente, utilizada como principal indicador do mercado. Este valor é obtido pela razão entre o preço ofertado/negociado do imóvel e sua área correspondente, permitindo a comparação entre diferentes tipologias e padrões construtivos.
3. Área Total do imóvel que corresponde ao total geral da área em que o imóvel esta construído.
4. Distancia ao polo valorizante, que nada mais é a distancia do imóvel ao polo valorizante escolhido.

A escolha destas variáveis está alinhada com trabalhos de referência que destacam a importância da área e do padrão construtivo como fatores determinantes na formação do preço dos imóveis urbanos.

3.3 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Após a homogeneização, os dados serão analisados por meio de estatística descritiva (médias, desvios, distribuições) e, posteriormente, por inferência estatística, utilizando modelos de regressão linear múltipla (RLM). Neste modelo, o valor unitário (R$/$m^2$) será a variável dependente, explicado pelas variáveis independentes.

A análise permitirá verificar a significância estatística das variáveis e o grau de explicação do modelo (R^2 ajustado), possibilitando a obtenção de estimativas confiáveis para os imóveis em estudo.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

4. Resultados e Discussão

No contexto local, Caxias tem se destacado pela expansão imobiliária e pelo desenvolvimento de novos bairros residenciais. O bairro Mutirão, em particular, apresentam características que o tornam relevante para estudos avaliativos, como a valorização decorrente de sua localização estratégica e da presença de infraestrutura urbana. Nesse cenário, a aplicação de métodos comparativos aliados à inferência estatística é especialmente relevante, pois permite analisar as especificidades do mercado local e oferecer subsídios para decisões de compra, venda, investimentos e políticas públicas.

Os dados coletados para a realização desse trabalho foram coletados no ano de 2025 na cidade de Caxias – MA, via internet em contato direto com imobiliárias. Foi escolhido um imóvel matriz que será usado em termos de comparação com as amostras recolhidas e analisadas. A tabela 02 demonstra os dados do imóvel escolhido, que se trata de um prédio residencial e está localizado na Avenida alvorada, 1825, Mutirão Caxias – MA.

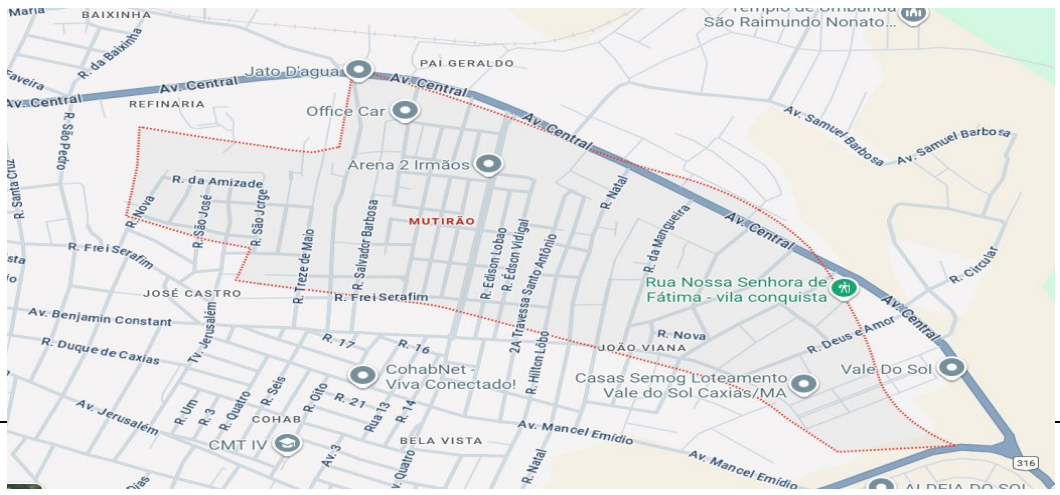
Tabela 02 – Dados do imóvel em destaque

Nº	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
1	Area Construída	172,25 m²
2	Área Total do Lote	190,25 m²
3	Distancia ao polo	1,8 Km

Fonte: Autores, 2025

Na Imagem 01, evidencia-se delimitação geográfica do bairro Mutirão, respectivamente.

Imagem 01 – Delimitação do Bairro Mutirão

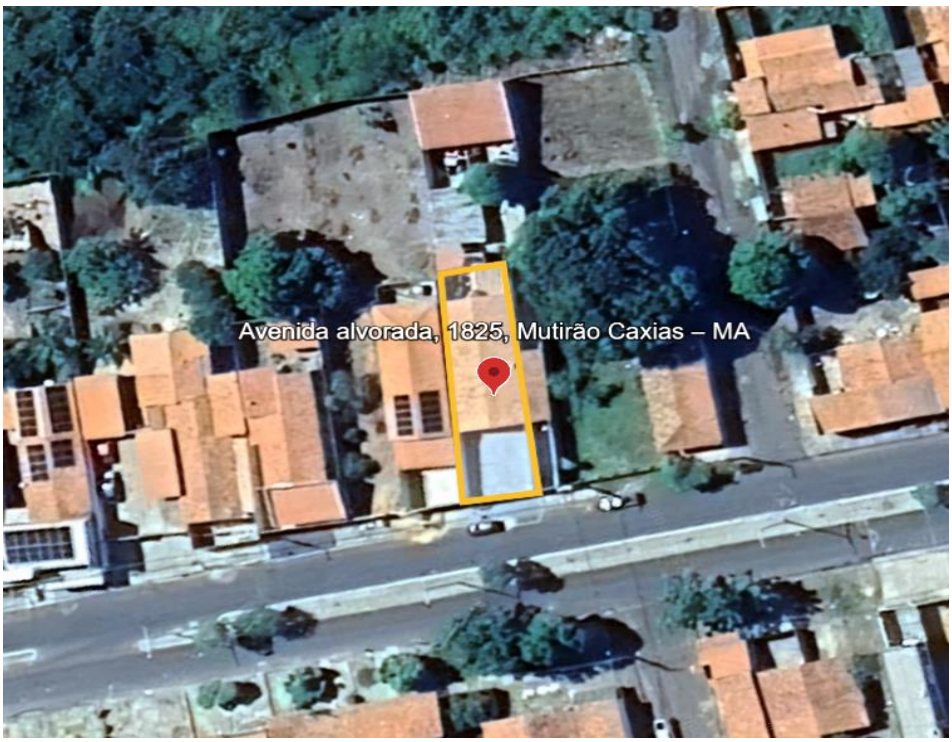


REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

Fonte: Google Maps, 2025

Imagem 02 – Delimitação da área do imóvel em destaque



Fonte: Google Maps, 2025

Na imagem 02, pode-se ver a delimitação do imóvel residencial selecionado como base para o estudo.

Imagem 03 – Foto da fachada do imóvel em destaque



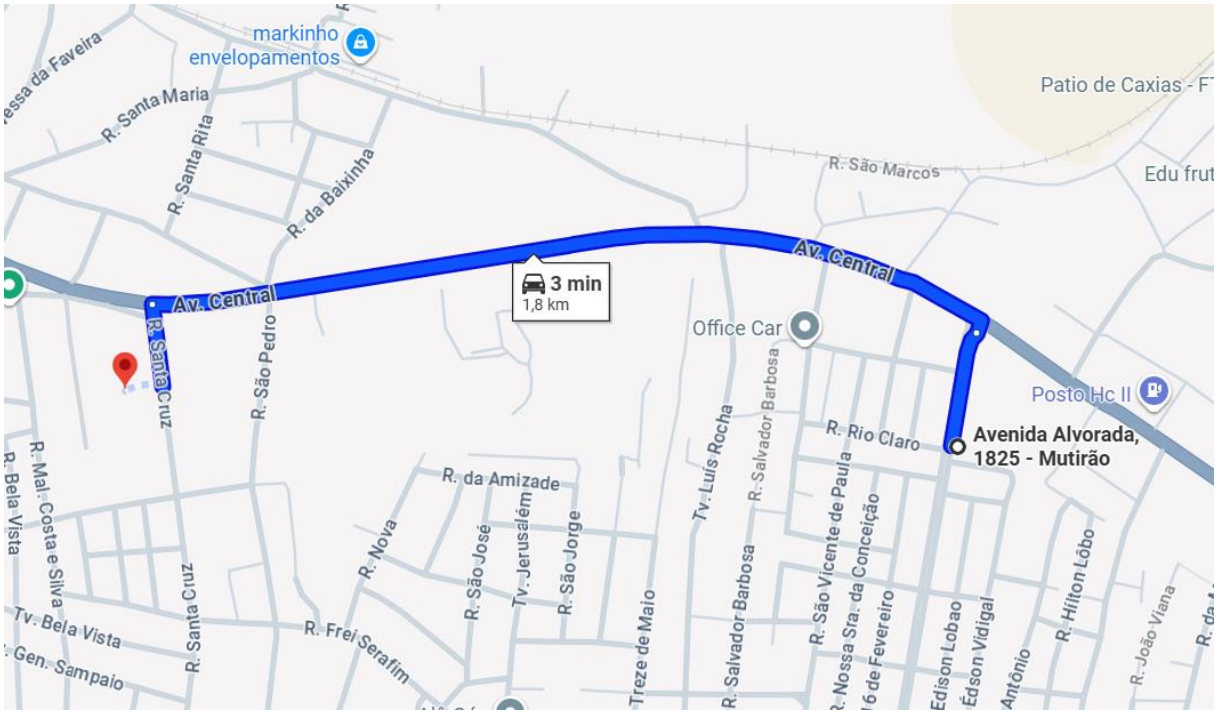
REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

Fonte: Autores, 2025

A Imagem 04, mostra a distância do imóvel escolhido até o polo valorizante, Mix Mateus que fica localizado a 1,8 Km de distância.

Imagem 04 – Foto da fachada do imóvel em destaque



Fonte: Google Maps, 2025

4.1 DADOS COLETADOS

O estudo baseia-se em um conjunto de 26 observações de imóveis localizados predominantemente no Bairro Mutirão, dos quais após o saneamento de dados foram considerados apenas 16 amostras. Cada registro contém informações referentes à localização, distância ao polo valorizante, áreas total e privativa, além dos valores total e unitário de mercado.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

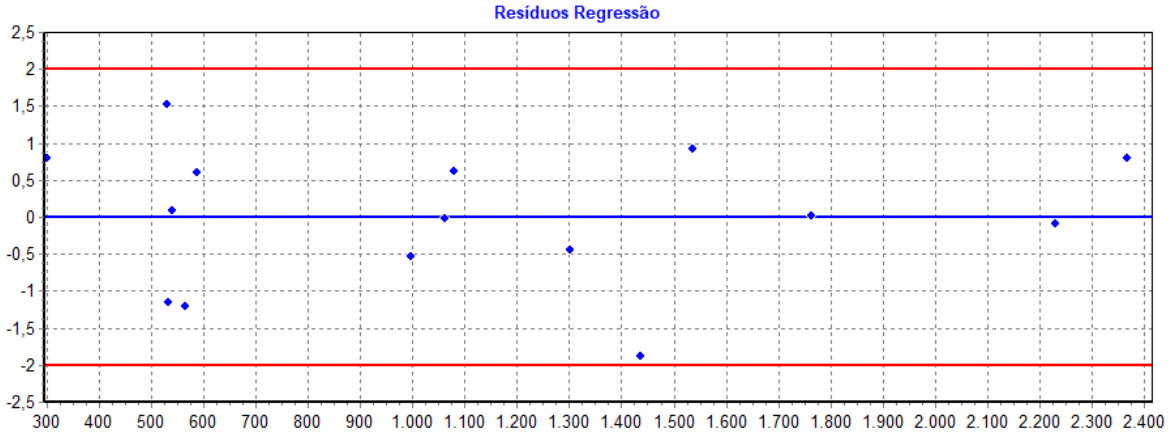
Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

A amostra analisada apresenta valores unitários variando entre aproximadamente R$ 380,00/m² e R$ 2.447,55/m², refletindo diferentes padrões construtivos e localizações dentro do mesmo contexto urbano. A média geral dos valores indica uma predominância de imóveis de padrão médio, característicos da região estudada. Esses dados foram processados pelo SisDEA para determinação dos coeficientes de regressão e demais parâmetros estatísticos do modelo.

O modelo resultante apresenta elevado nível de correlação e aderência. O coeficiente de correlação obtido foi de 0,9916, evidenciando uma relação praticamente perfeita entre os valores observados e os valores estimados pela regressão. O coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,9833, o que significa que 98,33% da variação do valor unitário é explicada pelas variáveis independentes incluídas no modelo.

Olhando para o Gráfico 01, é possível observar a forte consistência estatística e robustez do método aplicado. Além disso, a análise de normalidade indicou distribuição adequada dos resíduos, situando-se dentro de parâmetros aceitáveis para estudos desse tipo, o que reforça a confiabilidade do ajuste obtido.

Gráfico 01 – Gráfico de resíduos.



Fonte: Autores, 2025.

A aderência entre os valores observados e estimados foi verificada por meio da equação de regressão linear y = 0,9833x + 19,943, cujo coeficiente de determinação (R^2) também é de 0,9833. Esse resultado mostra que a linha de tendência praticamente coincide com os valores reais, indicando que o modelo reproduz fielmente o comportamento dos preços de mercado. As diferenças médias entre

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

valores reais e estimados são pequenas, dentro da margem de erro esperada para modelos desse tipo, o que demonstra excelente precisão e capacidade preditiva.

4.2 COEFICIENTES E RESULTADOS ENCONTRADOS

Com base nesse modelo, foi realizada a estimativa de um imóvel localizado na Avenida da Alvorada, número 1825, no Bairro Mutirão. A Tabela 03 mostra que o imóvel possui três dormitórios, padrão construtivo compatível com um CUB de R$ 1.762,64 por metro quadrado, distância ao polo valorizante de 2,4 quilômetros, área total de 190,25 m² e área privativa de 172,5 m². Aplicando-se o modelo, obteve-se um valor médio estimado de R$ 1.349,38 por metro quadrado, com valores mínimos de R$ 1.280,14 por metro quadrado, respectivamente. Dessa forma, o valor total estimado para o imóvel é de aproximadamente R$ 232.769,13, considerando a área privativa informada. A equação alcançada com base no modelo do Sisdea foi a seguinte:

$$\text{Valor} = -2101{,}981046 + (850{,}6003457 \times \text{Distância ao polo valorizante}) + (4{,}493833449 \times \text{Área Total}) + (95733{,}12785 / \text{Área Construída})$$

Essa equação nos permitiu chegar aos valores estimados de cada imóvel em estudo, assim também como o imóvel avaliando.

Tabela 03 – Planilha de dados da Amostra amplitude

Vr. Médio	R$ 1.349,39
Vr. Mínimo	R$ 1.280,15
Vr. Máximo	R$ 1.418,62
Vr. Calculado	R$ 1.349,39
Vr, Final do Imóvel	R$ 232.769,13

Fonte: Autores, 2025

Com a equação de regressão linear foi possível chegar ao valor unitário de m² de cada amostra e assim pode-se calcular o valor total estimado, conforme demonstrado na Tabela 04. A tabela evidencia diferenças claras entre os valores unitários declarados e os valores estimados pelo SisDEA, permitindo observar como o modelo estatístico ajusta os preços em função das características de cada imóvel.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

Em diversos registros, o valor estimado pelo sistema apresenta reduções ou acréscimos discretos em relação ao valor unitário originalmente informado: por exemplo, no imóvel 05 , o valor unitário é de R$ 648,15, enquanto o SisDEA estima R$ 587,80; já o imóvel 10, o valor unitário de R$ 1.058,82 é ajustado para R$ 1.061,12.

Essa dinâmica se repete ao longo da tabela, demonstrando que o modelo não replica o valor unitário diretamente, mas o corrige com base nas variáveis explicativas como área privativa, área total e distância ao polo valorizante. As diferenças observadas confirmam que o SisDEA aplica um ajuste técnico que ora reduz, ora eleva o valor unitário, buscando refletir o comportamento real do mercado segundo os parâmetros estatísticos obtidos na regressão.

Tabela 04 – Planilha de total estimado aplicado

N.	Endereço	Bairro	Distancia ao polo valorizante (Km)	Area total (m²)	Area privativa (m²)	Valor total	Valor unitário	Estimado (Sisdea)	Total Estimado (Sisdea)
5	RUA ISMAEL RIBEIRO 314	MUTIRAO	1,5	216	216	R$ 140.000,00	R$ 648,15	R$ 587,80	R$ 126.964,03
7	RUA SAO JOSE 328	MUTIRAO	1,1	220	200	R$ 76.000,00	R$ 380,00	R$ 300,99	R$ 60.197,67
8	RUA ISMAEL RIBEIRO 238	MUTIRAO	1,4	210	180	R$ 80.000,00	R$ 444,44	R$ 564,42	R$ 101.594,73
9	RUA ANTONIO XIMENES	MUTIRAO	2,1	200	192,5	R$ 220.000,00	R$ 1.142,86	R$ 1.080,36	R$ 207.969,55
10	AVENIDA DA ALVORADA 332	MUTIRAO	2	200	170	R$ 180.000,00	R$ 1.058,82	R$ 1.061,12	R$ 180.390,80
11	RUA ISMAEL RIBEIRO 157	MUTIRAO	1,4	150	125	R$ 85.000,00	R$ 680,00	R$ 528,80	R$ 66.099,93
12	RUA ISMAEL RIBEIRO 208	MUTIRAO	1,4	227,5	227,5	R$ 95.000,00	R$ 417,58	R$ 532,01	R$ 121.032,62
13	RUA ISMAEL RIBEIRO 231	MUTIRAO	1,4	110	100	R$ 55.000,00	R$ 550,00	R$ 540,51	R$ 54.051,24
15	AVENIDA DA ALVORA 1892	MUTIRAO	2,3	275	215	R$ 350.000,00	R$ 1.627,91	R$ 1.535,47	R$ 330.126,98
17	RUA LUA NOVA 129	MUTIRAO	3,2	240	143	R$ 350.000,00	R$ 2.447,55	R$ 2.367,92	R$ 338.612,92
18	RUA EDSON VIDIGAL 1066	MUTIRAO	2	245	159	R$ 200.000,00	R$ 1.257,86	R$ 1.302,30	R$ 207.066,33
20	RUA ISMAEL RIBEIRO 38	MUTIRAO	1,6	150	90	R$ 85.000,00	R$ 944,44	R$ 996,76	R$ 89.708,04
23	RUA EDSON VIDIGAL 1023	MUTIRAO	2,4	280,5	170	R$ 300.000,00	R$ 1.764,71	R$ 1.763,12	R$ 299.729,74
24	RUA JOAOABERTO 364	MUTIRAO	2,4	200	160	R$ 200.000,00	R$ 1.250,00	R$ 1.436,56	R$ 229.849,36
25	RUA LUA NOVA 40	MUTIRAO	3,2	240	180	R$ 400.000,00	R$ 2.222,22	R$ 2.230,31	R$ 401.455,94
26	RUA LUA NOVA 212	MUTIRAO	3,2	240	180	R$ 400.000,00	R$ 2.222,22	R$ 2.230,31	R$ 401.455,94

Fonte: Autores, 2025

A análise dos resultados permite concluir que a amostra utilizada é adequada e coerente com a tipologia em estudo, apresentando dispersão controlada e cobertura representativa da realidade de mercado. O modelo de regressão mostra-se estatisticamente consistente, com indicadores de correlação e determinação elevados, além de baixa variabilidade residual. A aderência entre valores reais e

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

estimados é excelente, o que confere ao modelo confiabilidade e aplicabilidade prática.

Com base nos parâmetros estatísticos observados, o modelo SisDEA1 – Teste Alexandre pode ser considerado validado para estimativas de valor unitário de imóveis residenciais de padrão médio na região analisada. A margem de erro é inferior a 5%, situando-se dentro dos limites recomendados pela norma NBR 14653-2 (2011) , que trata da avaliação de bens para fins de obtenção de valor de mercado.

O modelo, portanto, atende aos requisitos técnicos e estatísticos exigidos para aplicação em avaliações comparativas, podendo ser utilizado tanto para estudos individuais quanto para análises de massa em áreas homogêneas.

Os dados analisados representam diferentes componentes do processo de modelagem e validação estatística conduzido no Sistema de Desenvolvimento de Estudos Avaliatórios – SisDEA, cada qual exercendo uma função específica dentro da estrutura de avaliação de imóveis conforme os parâmetros da NBR 14653-2 (2011).

Os dados encontrados na análise, representam o núcleo estatístico do modelo de regressão múltipla desenvolvido no SisDEA. Neles encontram-se as estatísticas descritivas e inferenciais essenciais à compreensão e interpretação do modelo: médias, valores mínimos e máximos, coeficientes de regressão, valores t, níveis de significância e transformações aplicadas às variáveis. Adicionalmente, a análise de variância presente no conjunto evidencia o grau de explicação da variabilidade total, demonstrando a eficiência da modelagem em reproduzir o comportamento do mercado.

Esses resultados constituem a base quantitativa da avaliação, permitindo compreender a influência das variáveis explicativas como área total, área privativa e distância ao polo valorizante sobre a variável dependente, que é o valor unitário do imóvel. Trata-se de dados quantitativos de natureza analítica e inferencial, cuja função é consolidar a relação entre as variáveis e traduzir matematicamente o comportamento do mercado imobiliário amostral. Sua importância é máxima, pois todo o laudo avaliativo e as conclusões sobre o valor de mercado decorrem diretamente desses parâmetros.

A relevância técnica é crítica, uma vez que esses dados comprovam a significância estatística das variáveis, a validade do modelo e a robustez das

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

inferências utilizadas na determinação dos valores de avaliação. A tabela 5 mostra que o modelo apresenta alta confiabilidade, excelente aderência aos dados de mercado e solidez estatística, sendo adequado para fins de avaliação imobiliária e estudos técnicos de valor. A estrutura do modelo e seus resultados demonstram a eficiência do SisDEA como ferramenta de apoio à análise de valores de mercado e à formação de modelos comparativos com base em dados reais e consistentes.

Tabela 05 – Planilha de resultados da aderência

Variável	Média	Mínimo	Máximo	Sig(%)	transf
Distancia ao polo valorizante	2,04	1,1	3,2	0	x
Area total	212,75	110	280,5	0,11	x
Area privativa	0,01	0	0,01	0,09	1/x
Valor unitário	1.191,17	380	2.447,55	0	y

Fonte: Autores, 2025

Os dados constantes na Tabela 06 E 07 representam o instrumento de verificação de conformidade normativa do estudo avaliativo. Trata-se de um conjunto de informações destinado a aferir o grau de fundamentação técnica do laudo, permitindo constatar se o modelo de regressão utilizado no SisDEA atende aos requisitos metodológicos e estatísticos estabelecidos pela norma.

O conteúdo apresenta critérios de caracterização do imóvel avaliando, quantidade e qualidade dos dados de mercado, limites de extrapolação admitidos e níveis máximos de significância das variáveis e do modelo. Tais parâmetros asseguram que a análise estatística tenha sido conduzida de maneira compatível com os princípios da fundamentação científica e da representatividade amostral.

Os dados possuem natureza qualitativa e caráter normativo, sendo empregados como base para o controle de validade técnica do estudo. A sua importância é crítica, pois a ausência de conformidade comprometeria a legitimidade pericial e a aceitação do modelo perante instâncias técnicas e jurídicas. A relevância técnica é elevada, uma vez que o conjunto evidencia de forma objetiva a aderência da metodologia aos padrões exigidos

Tabela 06 – TABELA DE GRAU DE FUNDAMENTAÇÃO

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

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

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

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: NBR 1465-2 adaptada, 2019

Tabela 07 – GRAU DE FUNDAMENTAÇÃO DO LAUDO

GRAU DE FUNDAMENTAÇÃO DO LAUDO - NBR14653-2				
Graus	**III**	**II**	**I**	**Soma**
Pontos Mínimos	16	10	6	16
Itens obrigatórios	2, 4, 5 e 6 no grau III e os demais no mínimo no grau II	2, 4, 5 e 6 no mínimo no grau II e os demais no mínimo no grau I	Todos, no mínimo no grau I	Valor Final

Fonte: NBR 1465-2 adaptada, 2019

O grau de precisão do modelo avaliado para o imóvel, conforme apresentado na tabela de classificação, foi enquadrado no Grau III, indicando que a amplitude do intervalo de confiança de 80% em torno do valor central da estimativa é igual ou inferior a 30%. Esse resultado demonstra um nível elevado de confiabilidade na estimativa realizada, uma vez que a variação esperada é relativamente estreita, reduzindo a incerteza associada ao valor atribuído ao imóvel. Dessa forma, o modelo apresenta consistência adequada para subsidiar análises, decisões técnicas e avaliações que demandem rigor estatístico.

Tabela 08 – Grau de precisão

Descrição	**Grau III**	**Grau II**	**Grau I**
Amplitude do intervalo de confiança de 80% em torno do valor central da estimativa	≤ 30%	30%–50%	> 50%

Fonte: Autores, 2025

A análise residual do modelo de regressão múltipla ajustado no SisDEA, correspondendo à diferença entre os valores observados no mercado e os valores estimados pela equação de regressão. Incluem valores absolutos, percentuais e resíduos padronizados em desvios-padrão.

A função principal desse conjunto é avaliar a precisão do modelo e identificar possíveis inconsistências, tais como observações discrepantes, tendências de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

superestimação ou subestimação e violações dos pressupostos de homocedasticidade e normalidade. Esses dados têm natureza quantitativa derivada e constituem um diagnóstico fundamental para a verificação da coerência e estabilidade dos resultados. A análise residual permite confirmar se o modelo é estatisticamente consistente, apresentando uma distribuição de erros aleatória e proporcional, o que indica bom ajuste e ausência de viés sistemático.

A importância dos dados é elevada, pois eles subsidiam a validação empírica do modelo e asseguram que as estimativas de valor unitário sejam confiáveis e estatisticamente sustentáveis. Por fim, os dados reunidos representam a estrutura conceitual e paramétrica da modelagem realizada no SisDEA. Cada variável é identificada quanto ao tipo, classificação, descrição e habilitação, compondo o arcabouço que orienta o comportamento do modelo estatístico.

Esses dados configuram a base estrutural da análise, pois definem quais atributos dos imóveis foram considerados explicativos, quais foram transformados para adequação matemática e quais foram desabilitados por irrelevância ou redundância. Sua função é garantir a rastreabilidade e a transparência metodológica, assegurando que a regressão possa ser reproduzida e auditada. Possuem natureza mista, combinando informações quantitativas e descritivas, e integram a documentação técnica indispensável à compreensão da lógica do modelo.

A importância desse conjunto é elevada, pois ele estabelece os limites conceituais e operacionais da regressão, permitindo verificar se a escolha das variáveis foi coerente com os princípios da significância estatística e da representatividade de mercado. A relevância técnica também é alta, já que a estrutura das variáveis determina a consistência e a estabilidade dos resultados estimados.

5. Conclusão

A análise dos resultados obtidos no estudo realizado no bairro Mutirão, em Caxias–MA, demonstra a eficácia da metodologia empregada, especialmente a integração entre o método comparativo direto de dados de mercado e a regressão linear múltipla. A coleta de 26 amostras representativas permitiu construir um modelo estatístico robusto e coerente com a realidade local. Os valores unitários dos imóveis variaram entre R$ 380,00/m² e R$ 2.447,55/m², evidenciando a heterogeneidade do

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

mercado, influenciada principalmente pela área construída, a proximidade ao polo valorizante e a área total do imóvel.

O modelo de regressão desenvolvido apresentou excelentes indicadores de desempenho. O coeficiente de correlação (R = 0,9916) e o coeficiente de determinação (R^2 = 0,9833) comprovam que mais de 98% da variação do valor dos imóveis pode ser explicada pelas variáveis adotadas. Esses resultados apontam para um modelo altamente confiável e preciso, capaz de reproduzir fielmente o comportamento do mercado imobiliário do bairro. A análise de normalidade e dos resíduos mostrou-se satisfatória, confirmando que os pressupostos estatísticos foram atendidos, o que reforça a consistência técnica e científica do estudo.

Os resultados obtidos indicam que as variáveis de área total, área privativa e distância ao polo valorizante possuem influência significativa na formação do preço de mercado, conforme confirmado pelos testes de hipótese e níveis de significância adotados. O modelo, portanto, é tecnicamente adequado para estimar o valor de imóveis residenciais de padrão médio na área estudada, podendo ser aplicado em análises de massa e laudos técnicos, desde que mantidas as condições de homogeneidade amostral e representatividade dos dados.

Em síntese, o estudo conclui que a utilização combinada de métodos normativos (NBR 14653-2) e técnicas estatísticas avançadas (regressão linear múltipla) constitui uma prática eficiente e cientificamente embasada para a avaliação imobiliária. O modelo elaborado apresenta alta confiabilidade, precisão e aderência à realidade de mercado, consolidando o uso de ferramentas estatísticas como suporte essencial à Engenharia de Avaliações. Além disso, o trabalho contribui para o aprimoramento da transparência e da padronização dos processos avaliativos, fortalecendo o papel técnico e social da engenharia civil no contexto imobiliário local.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.721:2006 – Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifícios em condomínio.** Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.653-1:2019 – Avaliação de bens – Parte 1: Procedimentos gerais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

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

BAPTISTELLA, Maurício. **O uso de redes neurais e regressão linear múltipla na engenharia de avaliações: determinação dos valores venais de imóveis urbanos.** Curitiba, 2005.

BUSSAB, Wilton de O.; MORETTIN, Pedro A. **Estatística básica.** 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

DANTAS, Ricardo Alexandre. **Modelos espaciais aplicados ao mercado habitacional: um estudo de caso para a cidade do Recife.** Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

FERREIRA, João C.; MENDES, Paulo R. **Aplicações estatísticas na engenharia de avaliações.** Belo Horizonte: UFMG, 2018.

FIKER, José. **Manual de avaliações e perícias em imóveis urbanos.** 3. ed. São Paulo: Pini, 2008.

GAZOLA, S. **Avaliações de imóveis urbanos: aplicação de regressão linear múltipla em dados de mercado.** São Paulo: Pini, 2002.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 20/11/2025 - Accepted: 28/11/2025
Vol: 21.01
DOI: 10.61164/rspcp610
Pages: 1-30

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. **Econometria básica.** 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO (IBAPE-SP). **Norma para avaliação de imóveis urbanos.** São Paulo: IBAPE-SP, 2021.

KUHN, Roberto. **Engenharia de avaliações: fundamentos e aplicações práticas.** São Paulo: Pini, 2012.

KRUK, José Carlos. **Avaliações de bens: princípios e aplicações.** Curitiba: CREA-PR, 2007.

LIMA, Yudson Samuel Vasconcelos. **Avaliação e análise de depreciação do valor de mercado de um imóvel na cidade de Codó-MA**. 2021. Artigo científico (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Ciências e Tecnologia do Maranhão – UniFacema, Caxias, 2021.

ROSSETTO, A. M. **Avaliação imobiliária e políticas públicas: uma abordagem técnica e social. Brasília**: UnB, 2018.

VIANA, Danilo. **Como avaliar imóveis pelo método comparativo direto de dados de mercado.** Guia da Engenharia, 2020.