

Análise Residencial: Um Estudo de Caso de Belo Horizonte

**Arthur Linhares Madureira, Daniel Oliveira Barbosa, Frederico Dolher Souza Baker,
Luís Felipe Souza Magalhaes, Pedro Henrique Meireles de Almeida**

¹Universidade Federal de Minas Gerais –Belo Horizonte – Brasil

Abstract. *Este trabalho se propõe a analisar o mercado imobiliário - mais especificamente, os apartamentos- da cidade de Belo Horizonte, com base em dados coletados do site Decisão Imóveis. O estudo se concentra em entender como as características dos imóveis, como a área, o número de quartos e suítes, vagas na garagem, valor de IPTU e de condomínio, e o Índice de Qualidade de Vida Urbana (IQVU) impactam o valor final de venda.*

1. Introdução

O mercado imobiliário desempenha um papel fundamental na economia global, apresentando uma complexidade devido à diversidade dos imóveis e à variedade de fatores que afetam os seus valores. A determinação do preço de um imóvel não é apenas uma questão de custo de construção ou localização, mas envolve um intrincado conjunto de variáveis, como a estrutura do imóvel, o tamanho, o número de quartos, a existência de amenidades como piscina ou garagem, além do entorno, caracterizado por fatores como a qualidade da vizinhança, a proximidade de serviços, entre outros.

Entender a influência dessas variáveis no valor de um imóvel pode trazer insights significativos, tanto para compradores e vendedores, que podem melhor orientar suas negociações, quanto para desenvolvedores de imóveis, corretores e investidores, que podem tomar decisões mais informadas.

Neste trabalho, voltamos nosso olhar para o mercado imobiliário da cidade de Belo Horizonte. Através de dados coletados do site Decisão Imóveis, buscamos entender as variáveis que mais influenciam o valor final dos imóveis na cidade, além de identificar a relevância do Índice de Qualidade de Vida Urbana (IQVU) para a precificação dos imóveis.

A escolha da cidade de Belo Horizonte para este estudo se justifica pela representatividade do seu mercado imobiliário e pela disponibilidade de dados relativos ao IQVU, permitindo assim, uma análise mais aprofundada sobre a influência da qualidade de vida urbana nos valores dos imóveis.

Além disso, para facilitar a compreensão espacial das informações, foi gerado um mapa interativo, disponível no arquivo "mapa.html", mostrando a localização dos imóveis listados em nosso conjunto de dados. Este recurso proporciona uma representação visual do mercado imobiliário de Belo Horizonte e pode auxiliar na identificação de padrões geográficos e de localização no que diz respeito à precificação dos imóveis.

Com um caráter exploratório e utilizando métodos quantitativos, nossa análise envolve a manipulação e limpeza dos dados, o cálculo de estatísticas descritivas, a realização de testes de hipóteses e a construção de modelos preditivos de regressão. O intuito é compreender quais características são mais relevantes na determinação do preço de venda de

um imóvel em Belo Horizonte, proporcionando, assim, uma visão mais clara e objetiva do mercado imobiliário na cidade.

2. Bootstrap

Bootstrap é uma poderosa técnica estatística para estimar quantidades sobre uma população ao reamostrar os dados observados. Esta seção descreve como a técnica de bootstrap foi utilizada para analisar o preço por metro quadrado dos apartamentos em Belo Horizonte.

Inicialmente, foi plotado o histograma dos preços por metro quadrado dos apartamentos, para entender a distribuição dos preços. A Figura 1 revela que a grande maioria dos preços por metro quadrado dos apartamentos estão entre 0 e 25.000 reais.

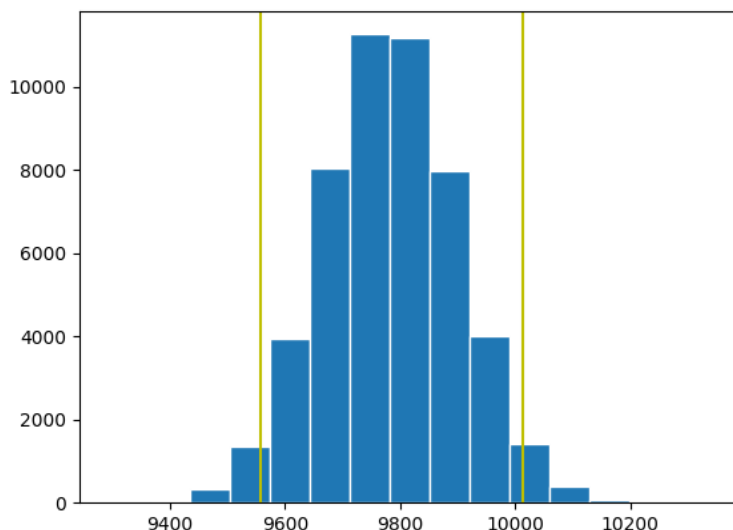


Figura 1. Histograma dos preços por metro quadrado dos apartamentos.

A mediana dos preços por metro quadrado dos apartamentos foi calculada em 9375 reais. No entanto, para fornecer uma estimativa mais robusta, foi realizada uma análise de bootstrap. A técnica de bootstrap foi aplicada para gerar uma distribuição de medianas a partir de 50.000 reamostras dos dados originais. Com base nessa distribuição, foi calculado um intervalo de confiança de 95%, que ficou entre 9165,9 e 9686,45 reais. A Figura 2 mostra a distribuição das medianas das amostras bootstrap e o intervalo de confiança.

Portanto, com 95% de confiança, a mediana dos preços por metro quadrado de um apartamento em Belo Horizonte estará entre 9165,9 e 9686,45 reais.

A análise similar foi realizada para a média dos preços por metro quadrado dos apartamentos, que foi calculada inicialmente como 9783,4 reais. Aplicando a técnica de bootstrap para gerar uma distribuição de médias a partir de 50.000 reamostras dos dados originais, o intervalo de confiança de 95% foi calculado entre 9555,87 e 10012,52 reais. A Figura 3 mostra a distribuição das médias das amostras bootstrap para os apartamentos e o intervalo de confiança.

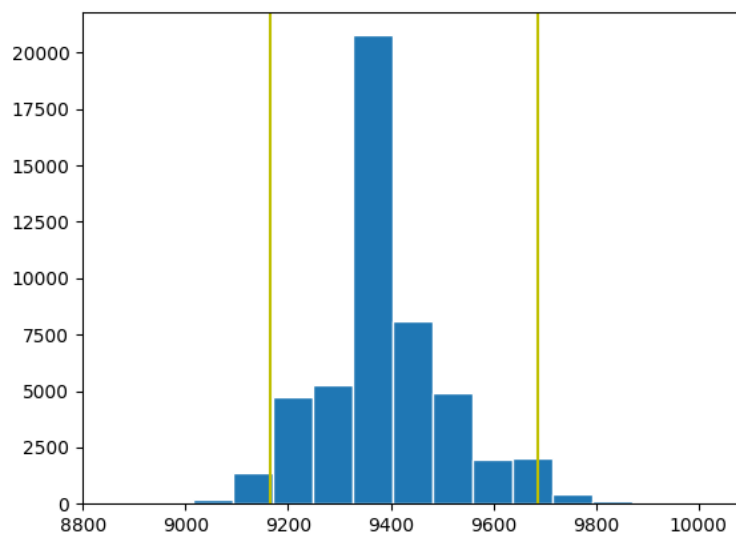


Figura 2. Distribuição das medianas das amostras bootstrap para os apartamentos e o intervalo de confiança.

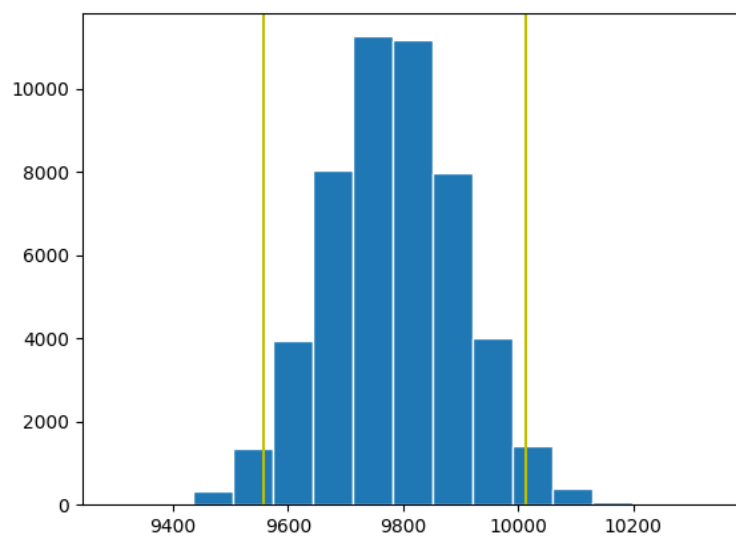


Figura 3. Distribuição das médias das amostras bootstrap para os apartamentos e o intervalo de confiança.

Assim, com 95% de confiança, a média dos preços por metro quadrado de um apartamento em Belo Horizonte estará entre 9555,87 e 10012,52 reais.

3. Teste de Hipótese

Uma das perguntas importantes que este trabalho busca responder é se há uma correlação entre o Índice de Qualidade de Vida Urbana (IQVU) e o preço médio dos imóveis em

cada bairro de Belo Horizonte. Para responder a essa pergunta, realizamos um teste de hipóteses para verificar se a correlação observada entre o IQVU e o preço médio dos imóveis é estatisticamente significativa.

Primeiro, calculamos o preço médio por bairro e unimos esses dados com o IQVU correspondente de cada bairro. Com esses dados, calculamos a correlação de Pearson entre o IQVU e o preço médio dos imóveis, obtendo um coeficiente de correlação de 0.4493 e um valor-p de 0.0112. Isso sugere que existe uma correlação positiva moderada entre o IQVU e o preço médio dos imóveis, e essa correlação é estatisticamente significativa ao nível de 5%.

Para reforçar esses resultados, também realizamos um teste de permutação, uma técnica não paramétrica que não faz suposições sobre a distribuição dos dados. Esse teste envolve a geração de uma distribuição de correlações que seria esperada se não houvesse relação entre o IQVU e o preço médio dos imóveis. Isso é feito permutando os valores do IQVU e recalculando a correlação com o preço médio dos imóveis. Repetimos esse processo 10.000 vezes para obter uma distribuição de correlações sob a hipótese nula de não correlação.

Com base nessa distribuição, calculamos o valor-p como a proporção de correlações permutadas que são iguais ou mais extremas do que a correlação observada. O valor-p obtido foi de 0.0115, novamente indicando que a correlação observada é estatisticamente significativa ao nível de 5%.

Portanto, com base nesses resultados, rejeitamos a hipótese nula de não correlação entre o IQVU e o preço médio dos imóveis em Belo Horizonte. Isso sugere que o IQVU é um fator relevante na determinação do preço dos imóveis na cidade.

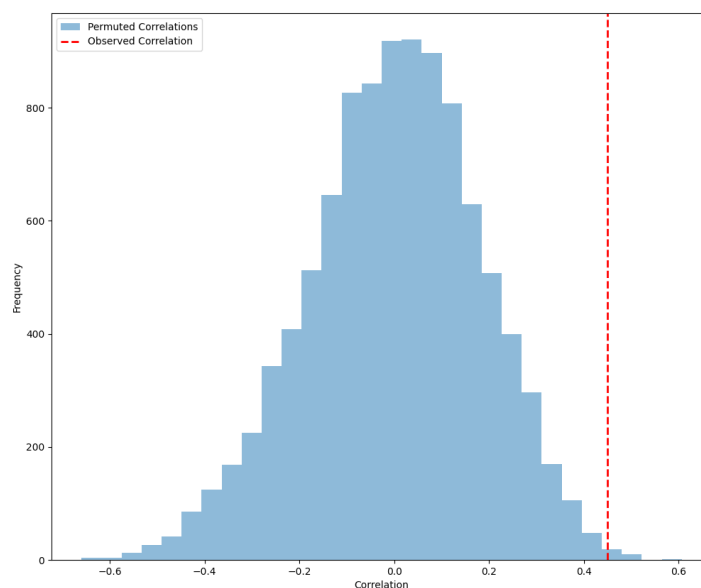


Figura 4. Gráfico do teste de permutação entre o IQVU e o preço médio dos imóveis.

4. Análise da Correlação de Pearson

A correlação de Pearson foi calculada para identificar as relações existentes entre as diferentes características dos imóveis. A análise dos resultados nos permite compreender o grau de associação linear entre as variáveis em estudo.

Uma forte correlação positiva foi observada entre a Área interna e o Preço (0.739059). Isso sugere que, em geral, à medida que a área interna de um imóvel aumenta, o preço deste imóvel também tende a aumentar. Da mesma forma, o IPTU e o Preço também mostraram uma correlação muito alta (0.904348), indicando que os imóveis com valores de IPTU mais altos tendem a ser vendidos por preços mais altos. Outro aspecto interessante observado foi a correlação positiva significativa entre o Condomínio e o Preço (0.832168). Este resultado indica que os imóveis que possuem valores de condomínio mais caros geralmente possuem preços de venda mais altos.

Por outro lado, a correlação entre o número de quartos e a área externa é muito baixa (0.043564). Este resultado sugere que não existe uma forte relação linear entre o número de quartos em uma propriedade e a sua área externa. No entanto, uma correlação bastante alta foi encontrada entre o número de banheiros e o número de suítes (0.735648). Isso indica que os imóveis que possuem um maior número de banheiros tendem a possuir um maior número de suítes. Além disso, o número de vagas apresentou uma correlação positiva moderada com o Preço (0.730247), indicando que os imóveis com mais vagas tendem a possuir preços mais altos.

Para uma melhor visualização dos dados, um mapa de calor da correlação de Pearson foi criado, como mostrado na figura abaixo.

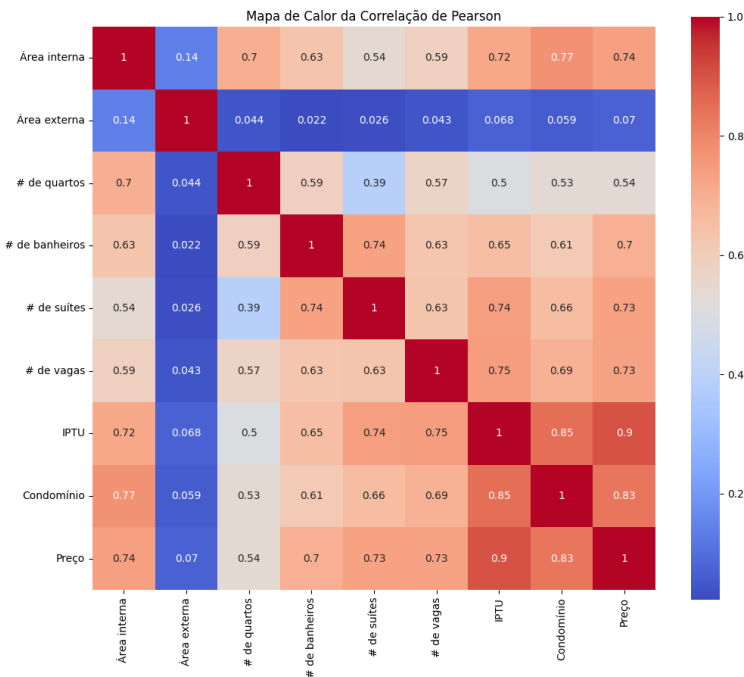


Figura 5. Mapa de calor da correlação de Pearson para as variáveis do conjunto de dados.

Este mapa de calor facilita a interpretação das correlações entre as variáveis e confirma as observações feitas anteriormente.

5. Análise de Regressão Linear: Influência da Área Interna, IPTU e Condomínio no Preço do Imóvel

Nesta seção, investigamos o impacto de três variáveis - área interna, valor do IPTU e valor do condomínio - no preço dos imóveis, utilizando análises de regressão linear individuais. Essas variáveis foram selecionadas devido à sua relevância presumida na determinação do preço de um imóvel.

A regressão linear permitiu quantificar o grau em que cada uma dessas variáveis influencia o preço dos imóveis. Para cada variável, os parâmetros de regressão, α e β , foram calculados usando a biblioteca Scikit-learn do Python.

Na análise entre a área interna e o preço, obtivemos $\beta = 0.739$. No caso da relação entre IPTU e preço, o valor de β encontrado foi de 0.912. Por fim, na análise do valor do condomínio contra o preço, o β foi de 0.842. Em todos os casos, o coeficiente β foi positivo, o que indica que um aumento nestas variáveis se associa a um aumento no preço do imóvel.

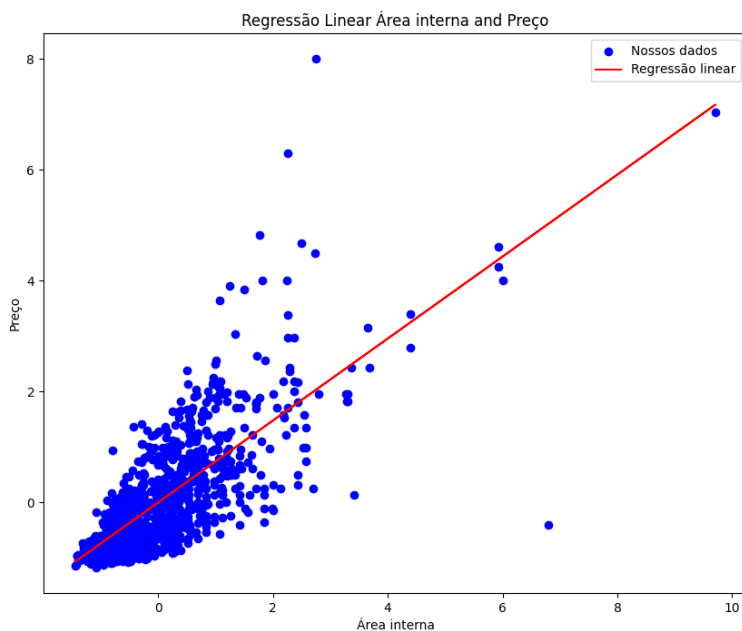


Figura 6. Regressão linear entre a área interna do imóvel e o seu preço.

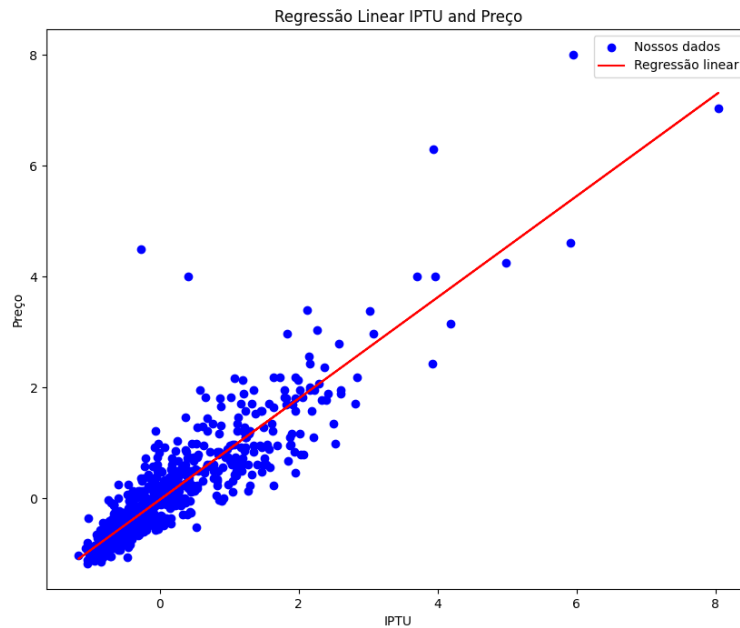


Figura 7. Regressão linear entre o IPTU do imóvel e o seu preço.

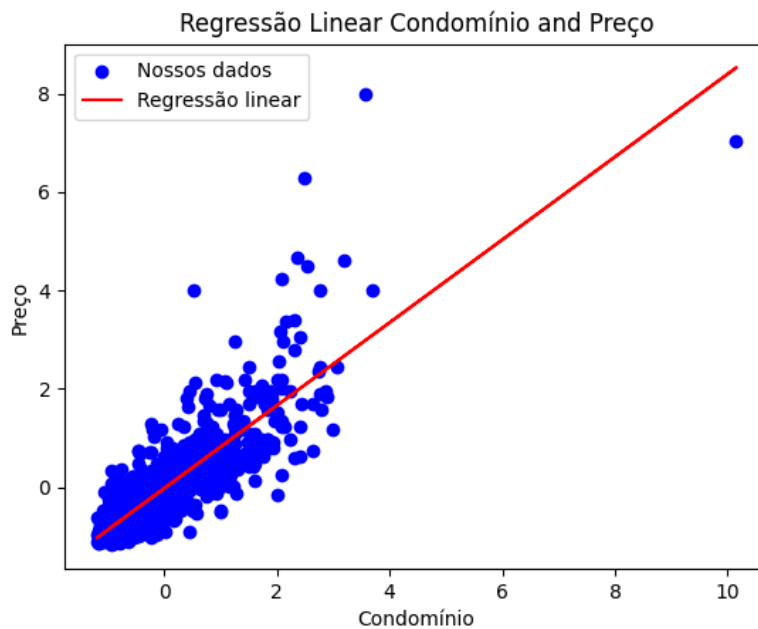


Figura 8. Regressão linear entre o valor do condomínio e o preço do imóvel.

Avaliamos a adequação dos modelos calculando o erro quadrático médio (EMQ) e o coeficiente de determinação (R^2) para cada variável. Descobrimos que a área interna, o IPTU e o valor do condomínio explicam aproximadamente 54.6%, 81.8% e 69.3% da

variância dos preços dos imóveis, respectivamente. Esses resultados indicam que cada uma dessas variáveis tem um impacto significativo no preço do imóvel.

Essas análises indicam que a área interna, o IPTU e o valor do condomínio são todos preditores substanciais do preço dos imóveis.

6. Regressão Linear Múltipla

Nesta seção, realizamos uma regressão linear múltipla com o objetivo de prever o preço dos imóveis. As variáveis independentes consideradas são: a área do imóvel, número de quartos, banheiros, vagas na garagem, valor do condomínio, valor do IPTU e o Índice de Qualidade de Vida Urbana (IQVU) do bairro.

A variável categórica, bairro, não pôde ser diretamente incluída na regressão por não ser numérica. Portanto, usamos o IQVU como uma representação numérica do impacto do bairro. O IQVU considera aspectos gerais da qualidade de vida em um bairro, como quantidade de comércio, postos de saúde, saneamento básico, entre outros.

Os dados do IQVU para cada bairro foram importados e adicionados como uma nova coluna no dataframe. Observamos que algumas entradas nas colunas de condomínio, IPTU e IQVU estavam vazias, essas foram excluídas para a construção do modelo de regressão.

Em seguida, normalizamos os dados para assegurar que todas as características tenham o mesmo peso no modelo de regressão linear. Para isso, subtraímos a média e dividimos pelo desvio padrão de cada coluna, resultando em dados com média 0 e desvio padrão 1.

Depois de preparar os dados, realizamos a regressão linear múltipla usando a classe `LinearRegression` da biblioteca `sklearn`. Os parâmetros do modelo que minimizam o erro quadrático foram encontrados e resultaram nos seguintes coeficientes: [0.25, -0.003, -0.06, 0.04, 0.09, 0.06, 0.51, 0.12, 0.01] (valores aproximados para 2 casas decimais) e o intercepto praticamente zero (aproximadamente 3×10^{-17}).

Finalmente, calculamos o erro quadrado médio do nosso modelo, que é uma medida de quão bem o modelo se ajusta aos dados. O erro quadrado médio foi aproximadamente de 0.14, sugerindo um bom ajuste do modelo aos dados. Além disso, a medida R^2 foi de aproximadamente 0.86, o que indica que nosso modelo consegue explicar cerca de 86% da variabilidade no preço dos imóveis.

7. Conclusão

Neste estudo, exploramos um conjunto de dados de imóveis do Rio de Janeiro, buscando identificar as principais características que influenciam o preço de venda dos imóveis.

Realizamos análises de correlação e regressão para investigar as relações entre várias características dos imóveis e seus preços de venda. Com base na correlação de Pearson, observamos uma forte relação positiva entre o preço dos imóveis e suas áreas internas, IPTU e valores de condomínio. As análises de regressão linear confirmaram essas relações e forneceram uma medida quantitativa do impacto dessas características no preço.

Além disso, uma análise de regressão linear múltipla foi realizada, considerando todas as características significativas. Nesta análise, incluímos o Índice de Qualidade de Vida Urbana (IQVU) como uma representação numérica do impacto do bairro. O modelo resultante foi capaz de explicar aproximadamente 86% da variabilidade no preço dos imóveis, indicando um bom ajuste do modelo aos dados.

Em resumo, este estudo demonstrou que a área interna, IPTU, valor do condomínio e IQVU são fatores significantes na determinação do preço de um imóvel. Essas descobertas podem ser úteis para compradores, vendedores e agentes imobiliários na tomada de decisões informadas sobre preços de imóveis. No entanto, deve-se lembrar que os modelos estatísticos não capturam todas as nuances que podem afetar o preço de um imóvel. Outros fatores, tais como condições do mercado, alterações legais e preferências individuais, também desempenham um papel importante e devem ser considerados.

Referências