



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES E
GESTÃO TERRITORIAL (PPGTG)

Raquel Marion de Franceschi

**Análise da eficiência de modelos gerados pelo método de mínimos quadrados
em dois estágios (MQ2E) para elaboração de planta de valores genéricos**

Florianópolis

2024

Raquel Marion de Franceschi

Análise da eficiência de modelos gerados pelo método de mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E) para elaboração de planta de valores genéricos

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Mestre em Gestão Territorial.

Orientador: Prof. Dr. Norberto Hochheim
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Vivian da Silva Celestino Reginato

Florianópolis

2024

Franceschi, Raquel Marion de

Análise da eficiência de modelos gerados pelo método de mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E) para elaboração de planta de valores genéricos /Raquel Marion de Franceschi ; orientador, Norberto Hochheim, coorientadora, Vivian da Silva Celestino Reginato, 2024.

106 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Engenharia de Transportes e Gestão Territorial. 2. Mínimos Quadrados em Dois Estágios (MQ2E) . 3. Planta de Valores Genéricos (PVG). 4. Avaliação de imóveis em massa. 5. Gestão territorial. I. Hochheim, Norberto . II. Reginato, Vivian da Silva Celestino . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial. IV. Título.

Raquel Marion de Franceschi

Análise da eficiência de modelos gerados pelo método de mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E) para elaboração de planta de valores genéricos

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Francisco Henrique de Oliveira
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a. Dr^a. Liane Ramos da Silva
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Nelson Marisco
Universidade Federal de Alagoas

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial.

Prof. Dr. Rogério Cid Bastos
Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Dr. Norberto Hochheim
Orientador

Florianópolis, 2024.

"Dedico este trabalho ao estado do Rio Grande do Sul, e, de modo particular, à cidade de Santa Cruz do Sul. O estado enfrenta, na data desta publicação, uma das maiores enchentes de sua história, um evento de proporções catastróficas. Que as análises e conhecimentos aqui compartilhados possam, de alguma forma, contribuir para a reconstrução e planejamento desta comunidade resiliente."

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Catarina e a todos os colegas e amigos que contribuíram durante esta jornada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Norberto Hochheim, pela paciência e pelo empenho com que sempre me orientou neste trabalho, sempre com muita expertise na área de avaliação de imóveis.

Aos professores doutores e membros desta banca: Francisco Henrique de Oliveira, Liane Ramos da Silva e Nelson Marisco, pelo conhecimento compartilhado e pelas contribuições ao presente trabalho.

À Renata Pacheco, secretária do PPGTG, por ser sempre tão solícita e prestativa, além de executar seu trabalho com grande saber.

Aos amigos Juliane Battisti e Francisco Eduardo Sá, pela grande ajuda que me prestaram durante a execução deste trabalho.

À minha amiga e colega de trabalho Eveline Broca Bulegon, pelo carinho, companheirismo e compreensão.

À luz da minha vida, minha filha Alice, por estar sempre ao meu lado. Por me permitir ensinar e aprender. Por me dar esperança em meio ao caos.

Ao Paulinho, meu amor e grande incentivador, que me motivou e auxiliou nos momentos em que o fardo estava pesado demais durante esta caminhada.

Ao meu pai, Remar (*in memoriam*), pelas referências contraditórias aos teus pensamentos, mas que moldaram grande parte dos meus.

À minha mãe, Neusa, por todo cuidado e carinho e por se permitir mudanças ao longo do caminho.

À minha irmã, Caci, e meu cunhado, Fábio, por terem me dado o grande presente que é a Lia.

À Lia, essa menina tão arteira, "doida" e feliz que me concedeu o título de tia.

Aos meus avós, Elide (dona Pupa) e Valdomiro (*in memoriam*), por tornarem as memórias da minha infância tão alegres.

A todos que de alguma forma fizeram parte desse processo.

E, principalmente, à vida!

"Cidades têm a capacidade de fornecer algo para todos, somente porque, e somente quando, elas são criadas por todos."

Jacobs (1961, p. 237)

RESUMO

Esta pesquisa avalia a eficácia do modelo de Mínimos Quadrados em Dois Estágios (MQ2E) para a elaboração de plantas de valores genéricos (PVG) no município de Santa Cruz do Sul - RS. Com o crescimento urbano e a necessidade de precisão em avaliações imobiliárias, métodos tradicionais como o MQO podem ser insuficientes para resolver problemas como a endogeneidade de variáveis. Através de uma metodologia comparativa, o estudo emprega análises econométricas para verificar a robustez e precisão do MQ2E, destacando que o bom ajuste do modelo depende da qualidade das variáveis instrumentais. Os resultados indicam que o MQ2E se mostrou adequado, de acordo com os testes realizados, entretanto quando verificados os valores o modelo MQ2E mostrou-se mais preciso que zonas fiscais, porém menos preciso que o modelo gerado por MQO. Sugerindo melhorias na aplicação de modelos MQ2E a pesquisa contribui para práticas de gestão territorial, políticas públicas e avaliações imobiliárias mais justas e equitativas.

Palavras-chave: Mínimos Quadrados em Dois Estágios; MQ2E; Avaliação Imobiliária; Gestão Territorial; Plantas de Valores Genéricos.

ABSTRACT

This research assesses the effectiveness of the Two-Stage Least Squares model (2SLS) for the development of generic value maps (GVM) in the municipality of Santa Cruz do Sul - RS. With urban growth and the need for precision in real estate appraisals, traditional methods such as OLS (Ordinary Least Squares) may be insufficient to address issues such as variable endogeneity. Through a comparative methodology, the study employs econometric analyses to verify the robustness and accuracy of the 2SLS, highlighting that the good fit of the model depends on the quality of the instrumental variables. The results indicate that the 2SLS proved to be adequate according to the tests performed, however, when the values were checked, the 2SLS model was found to be more accurate than fiscal zones, yet less precise than the model generated by OLS. By suggesting improvements in the application of 2SLS models, this research contributes to practices of territorial management, public policies, and more just and equitable real estate assessments.

Keywords: Two-Stage Least Squares; 2SLS; Real Estate Appraisal; Territorial Management; Generic Value Plan.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Zonas fiscais Santa Cruz do Sul	34
Figura 2- Esquematização dos processos	37
Figura 3 - Estruturação da coleta de dados de mercado e variáveis para o modelo .	38
Figura 4 – Geolocalização de amostras de terrenos	39
Figura 5 - Heterocedasticidade	44
Figura 6 - Homoscedasticidade.....	44
Figura 7 - Valores estimados X Valores observados.....	49
Figura 8 - Resíduos X Valores estimados	50
Figura 9 - Modelo MQO (Stata).....	51
Figura 10 - Teste Breusch-Pagan	52
Figura 11- Teste de White	53
Figura 12 - Modelo MQ2E (2SLS).....	54
Figura 13- Teste endogeneidade	55
Figura 14 - Teste de Hausmann.....	55
Figura 15 - Estatísticas primeiro estágio	56
Figura 16 - Teste de Subidentificação.....	57
Figura 17 -Identificação Fraca (Weak Identification Test)	57
Figura 18 – Teste Shapiro-Wilk.....	59
Figura 19 - Teste Jarque-Bera	60
Figura 20 - Teste White e Koenker.....	62
Figura 21 – Matriz correlações parciais.....	63
Figura 22 - Fator de inflação da variância (VIF)	63
Figura 23 - Distribuição Espacial Dos Resíduos Relativos (MQO X MQ2E)	69
Figura 24 – Valores unitários (MQO X MQ2E)	70
Figura 25- Melhor estimativa dos modelos.....	71
Figura 26 - Valores Originais e Valores MQO (R\$/m ²).....	72
Figura 27 – Valores Originais e Valores MQ2E (R\$/m ²).....	73
Figura 28 - Valores originais (R\$/m ²) X Valores MQO (R\$/m ²)	74
Figura 29 - Valores originais (R\$/m ²) X Valores MQ2E (R\$/m ²).....	75
Figura 30 – Valores PVG para terrenos de 450 m ² (MQO X MQ2E).....	76
Figura 31 – Mapas Krigagem Ordinária (MQO X MQ2E)	77
Figura 32 – Comparação Valor unitário m ² de Zonas Fiscais e MQO	78

Figura 33 – Comparação Valor unitário m² de Zonas Fiscais e MQ2E78

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curva normal	58
Gráfico 2- Gráfico distribuição normal	59
Gráfico 3– Linearidade “ <i>Distcentro</i> ” (predita) X “ <i>rendamb</i> ”	61
Gráfico 4 – Verificação homoscedasticidade MQ2E	62
Gráfico 5 – Distância de Cook.....	64
Gráfico 6 - Poder de predição	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Trabalhos aplicados à PVG do PPGTG	22
Quadro 2 - Valor Zona Fiscal	35
Quadro 3 – Variáveis analisadas.....	40
Quadro 4 – Validação Cruzada	65
Quadro 5 – Valores admissíveis PRD	67
Quadro 6 - Desempenho das avaliações	67
Quadro 7 – N° de dados com melhor ajuste em relação aos valores originais	70
Quadro 8 – Resumo dos resultados.....	79

LISTA DE ANEXOS

Anexo A – DADOS DE MERCADO (TERRENOS)

Anexo B – LINEARIDADE MODELO MQ2E

Anexo C – ANÁLISES MODELOS MQO E MQ2E

Anexo D – CÁLCULO VALOR UNITÁRIO PVG TERRENOS 450M²

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2SLS – *Two-Stage Least Squares* (Mínimos quadrados em dois estágios)

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BCI – Boletim de Cadastro Imobiliário

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CIATA – Convênio de Incentivo ao Aperfeiçoamento Técnico-administrativo

COD– *Coefficient Of Dispersion* (Coeficiente de Dispersão)

CTM – Cadastro Técnico Multifinalitário

CTN – Código Tributário Nacional

GPS- *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global)

IAAO - *International Association Of Assessing Officers*

IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEL – Instituto de Engenharia Legal

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

IPTU – Imposto Predial e Territorial

MQO – Mínimos quadrados ordinários

MQ2E – Mínimos quadrados em dois estágios

MSE – *Mean Squared Error* (Erro Quadrático Médio)

NBR – Norma Brasileira Regulamentada

PMSCS – Prefeitura Municipal de Santa Cruz do Sul

PRD – *Price-Related Differential* (Diferencial Relativo ao Preço)

PVG – Planta de Valores Genéricos

PVGE – Planta de Valores Genéricos de Edificações

PVGT – Planta de Valores Genéricos de Terrenos

RMSE – Root Mean Square Error (Raiz do Erro Quadrático Médio)

SIG – Sistema De Informações Geográficas

VI – Variáveis Instrumentais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	19
1.2	JUSTIFICATIVA	20
1.3	OBJETIVOS	21
2	ADERÊNCIA	22
3	REFERÊNCIAL TEÓRICO	24
3.1	HISTÓRIA DO IMPOSTO TERRITORIAL URBANO	24
3.2	AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS NO BRASIL	27
3.3	PLANTA DE VALORES GENÉRICOS	28
3.4	CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO	30
3.5	VALOR VENAL.....	32
3.6	ÁREA DE ESTUDO: MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DO SUL (RS).....	33
4	MATERIAIS E MÉTODO	36
4.1	FERRAMENTA PARA ANÁLISE	42
4.1.1	Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)	42
4.1.2	Estimação de variáveis instrumentais e mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E)	45
5	RESULTADOS E ANÁLISES	49
5.1	RESUMO DOS RESULTADOS.....	79
6	CONCLUSÃO	81
	REFERÊNCIAS	83
	ANEXO A – DADOS DE MERCADO (TERRENOS)	91
	ANEXO B – LINEARIDADE MODELO MQ2E	102
	ANEXO C – ANÁLISES MODELOS MQO E MQ2E	105
	ANEXO D – CÁLCULO VALOR UNITÁRIO PVG TERRENOS 450M²	106

1 INTRODUÇÃO

Ao longo de décadas, o setor imobiliário enfrentou desafios significativos relacionados ao rápido crescimento urbano, flutuações nas condições do mercado e a necessidade crescente por informações mais precisas e detalhadas. Nesse contexto, o Projeto CIATA surgiu como uma iniciativa crucial para modernizar e atualizar os sistemas de cadastro e fiscalização municipal.

O Ministério da Fazenda, em 1980, introduziu o Projeto CIATA, também conhecido como Convênio de Incentivo ao Aperfeiçoamento Técnico-Administrativo (CIATA) das Municipalidades, com o propósito de promover melhorias e aumentar a arrecadação do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) no Brasil (Cunha et al., 2019).

Arelado a este contexto, o campo da avaliação imobiliária evoluiu significativamente desde a implementação do Projeto CIATA, o que proporcionou um marco na modernização dos setores cadastrais e fiscais de muitas prefeituras (De Cesare et al., 2023). Contudo, as tecnologias e metodologias utilizadas anteriormente, se encontram ultrapassadas, diante das demandas atuais por precisão e eficiência do cadastro e das Plantas de Valores Genéricos (PVGs) (De Cesare et al., 2023).

De acordo com as contribuições de Hochheim e Franceschi (2020) e De Cesare et al. (2023), é de notável relevância a compreensão do desenvolvimento imobiliário e a necessidade de precisão na avaliação do valor dos imóveis. Os autores corroboram a importância destes aspectos para o planejamento e ordenamento territorial, enfatizando as significativas implicações nas esferas social e fiscal.

Este contexto é moldado por legislações como a Lei Complementar nº 101 de 2000 e o Estatuto da Cidade, que estabelecem normas para o uso da propriedade urbana e gestão fiscal. Neste cenário, o presente trabalho se propõe a aplicar a técnica de mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E). Essa abordagem se apresenta de maneira inovadora na avaliação em massa de imóveis, a fim de superar limitações de métodos tradicionais. O estudo visa contribuir para uma distribuição tributária mais justa e um planejamento urbano mais eficaz.

A dissertação se concentra em avaliar a aplicabilidade e eficácia dos modelos econométricos no contexto de Santa Cruz do Sul, RS, começando com a criação e implementação do modelo de mínimos quadrados ordinário (MQO) e,

subsequentemente, o modelo MQ2E. Este último, em particular, é desenvolvido para lidar eficientemente com a endogeneidade das variáveis, uma questão crítica em estudos que buscam refletir com precisão os valores de mercado.

A análise se aprofunda ao comparar os resultados obtidos pelo modelo MQ2E com outros métodos de avaliação em massa, destacando as vantagens e limitações dessa metodologia. O estudo buscou contribuir para a utilização de métodos econométricos no contexto de plantas de valores genéricos.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Projeto CIATA foi uma importante contribuição na modernização e atualização nos setores cadastrais e fiscais para muitas prefeituras, entretanto foi desenvolvido para as tecnologias da década de 80. De Cesare et al. (2023) menciona que é de suma importância que a gestão municipal compreenda e conheça o desenvolvimento imobiliário e do valor dos imóveis, por motivos de planejamento e ordenamento territorial, sociais e fiscais.

A Lei complementar nº 101, de 4 de maio de 2000, cria novos preceitos para a gestão fiscal da administração pública, um de seus propósitos é o estabelecimento de instrumentos para assegurar o cumprimento de metas fiscais visando o equilíbrio orçamentário de maneira a se evitar a renúncia de receita (Tribunal de contas do Estado do Rio Grande do Sul, 2020).

Já o Estatuto da cidade (Lei 10.257, de 10 de julho de 2001), estabelece normas e diretrizes de ordem pública e social que regulam o uso da propriedade urbana, com objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana.

Hochheim e Franceschi (2020) refletem sobre as distorções e inequidades (verticais e horizontais) que a utilização de zonas fiscais acrescenta para uma PVG. Ainda, os autores discutem sob a ótica de que a metodologia proposta pelo projeto CIATA, que o mesmo, não considera adequadamente as particularidades das diferentes regiões da cidade. Souza (2023) afirma que para a correção desse problema, é necessário utilizar modelos de avaliação em massa. Esses modelos precisam ser orientados por procedimentos normativos para gerar bons resultados e

carecem de um conjunto de dados do mercado imobiliário estruturado e representativo.

É de praxe em engenharia de avaliação a utilização de modelos estatísticos com uma única equação. Nesta metodologia os modelos são compostos por uma única variável dependente Y e variáveis independentes X. Sendo o objetivo desses modelos a estimação do valor médio de Y condicionado aos valores de X, acontece que Y é determinado pelas variáveis independentes. Com tal metodologia pode-se ter a problemática da simultaneidade entre as variáveis dependentes e independentes que ocorre pela correlação entre o erro aleatório das variáveis, tendo-se então um modelo viesado.

Diante do problema exposto o presente trabalho busca aplicar a técnica de mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E) para estimação do modelo de avaliação em massa. A técnica consiste em aplicar a metodologia de mínimos quadrados (MQO) duas vezes, ou seja, em duas etapas para que a correlação entre as variáveis endógenas seja eliminada, obtendo-se um estimador consistente e não-viesado.

1.2 JUSTIFICATIVA

As plantas de valores genéricos são importantes instrumentos de gestão urbana, fundamentais para a justa distribuição de encargos tributários e para um planejamento urbano eficiente. Neste contexto, o uso do método de mínimos quadrados em dois estágios representa uma abordagem inovadora e promissora na determinação precisa do valor venal¹ dos imóveis, que é a base para o cálculo do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU).

O termo “genérico” retrata coisas gerais, pouco especificadas e imprecisas. Quando as PVGs surgiram, em meados da década de 80, oriundas do projeto CIATA havia poucas tecnologias disponíveis para avaliação de imóveis, o que reproduz a imprecisão, principalmente quando falamos em avaliações em massa que abrangem cidades inteiras.

Com o passar dos anos e o avanço das tecnologias a engenharia de avaliações busca por metodologias que sejam capazes de refletir os valores

¹ Refere-se a venda.

imobiliários da forma mais fiel a realidade o possível. A utilização de MQ2E se alinha com a necessidade de técnicas sofisticadas de avaliação de imóveis e permite integrar e processar grandes conjuntos de dados, oferecendo uma abordagem robusta que pode melhorar significativamente a precisão das avaliações em massa.

O MQ2E para elaboração de plantas de valores é promissor pois a técnica é capaz de lidar com a complexidade e a heterogeneidade dos dados imobiliários, possibilitando uma análise aprimorada, o que é fundamental para a estimativa de valores mais confiáveis.

A confiabilidade dos resultados é particularmente relevante para avaliação de imóveis em massa onde os dados apresentam grande diversidade em termos de características e condições.

O presente estudo pretende explorar a aplicabilidade, a eficiência e a precisão do método de mínimos quadrados em dois estágios na avaliação de imóveis em massa, fornecendo uma contribuição valiosa para o campo da avaliação imobiliária. Através de uma análise teórica e prática, pretende-se avaliar como este método pode superar os desafios encontrados em métodos tradicionais de avaliação, como por exemplo, o método dos mínimos quadrados, e como o MQ2E pode ser implementado de maneira eficaz para elaboração de plantas de valores.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é analisar a eficiência de modelos gerados pelo método de mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E) para geração de plantas de valores genéricos (PVG), utilizando como estudo de caso o município de Santa Cruz do Sul (RS).

Para atingir esse objetivo geral, foram delineados alguns objetivos específicos:

- a) Comparar macromodelos tradicionais com macromodelos MQ2E na avaliação em massa de imóveis;
- b) Analisar que tipos de variáveis instrumentais podem ser usadas em modelos de avaliação de terrenos;
- c) Elaborar mapas com os resultados obtidos.

2 ADERÊNCIA

Esta dissertação trata de planta de valores genéricos (PVG). Como tal, está inserida na área de concentração planejamento territorial e na linha de pesquisa avaliação de imóveis em massa. No PPGTG, esta linha trata de estudo de modelos e formas de avaliação em massa (PVG), para a composição de valores venais mais justos e que reflitam a realidade dos imóveis. Neste trabalho, realizado no âmbito do GEAP (Grupo de pesquisa de engenharia de avaliações e perícias), focou-se no detalhamento da metodologia MQ2E aplicada à avaliação de imóveis, com objetivo de comparar o modelo com modelos tradicionais (MQO).

No histórico do PPGTG, foi encontrada uma dissertação que possui afinidade com o tema deste trabalho. Na Tabela 01, a seguir, estão destacados os trabalhos considerados de contexto mais próximo ao desta dissertação.

Quadro 1 - Trabalhos aplicados à PVG do PPGTG

Ano	Autor	Orientador	Observação
2020	Zilli, Carlos Augusto	Hochheim, Norberto	Regressão geograficamente ponderada aplicada na avaliação em massa de imóveis urbanos.

Fonte: Biblioteca Universitária UFSC

No trabalho de de Zilli, Carlos Augusto, há o contexto de aplicação em avaliação imobiliária, assim como na presente dissertação, ambos os trabalhos abordaram técnicas estatísticas e econométricas em estudos de avaliação de imóveis, buscando encontrar técnicas eficientes para o cálculo do valor de um imóvel, especialmente no contexto de plantas de valores genéricos (PVGs). O trabalho de Zilli, faz uso de regressão geograficamente ponderada (GWR), aplicada no contexto das plantas de valores genéricos no município de Florianópolis, visando refletir de forma precisa os valores dos imóveis estudados.

Observando-se o histórico de trabalhos do PPGTG, nota-se que a presente dissertação traz como contribuição específica o estudo da técnica MQ2E em tentativa de eliminar possíveis vieses de endogeneidade que modelos MQO podem apresentar.

Nesse sentido, esta dissertação pode vir a ser subsídio para novas pesquisas principalmente em avaliação de imóveis e avaliação de imóveis em massa.

3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

3.1 HISTÓRIA DO IMPOSTO TERRITORIAL URBANO

Em 1808, ocorreram alguns acontecimentos que foram um marco para o país. O primeiro, foi a criação da Décima dos Rendimentos dos Prédios Urbanos, mais conhecida por Décima Urbana, pelo então príncipe Regente João Maria José Francisco Xavier de Paula Luís Antônio Domingos Rafael de Bragança, o qual mais tarde alcunharia o título de Rei Dom João VI (Santander et al., 2016) através de um alvará. O objetivo era subsidiar os cofres da Corte Portuguesa que havia chegado ao Brasil.

A partir da criação da décima urbana, em 1809 deu-se início ao primeiro cadastramento predial da história do Brasil, na cidade do Rio de Janeiro, onde os imóveis receberam seus números e classificações. De tal modo, iniciou-se a urbanização da cidade que era formada por 146 logradouros (Prefeitura do Rio de Janeiro, 2008). O ano de 1809 foi marcado também pela criação da Superintendência da Décima, para o lançamento e cobrança do imposto.

Assim, em cada cidade ou vila, passou-se a existir uma junta composta de um superintendente, dois "homens bons" (um nobre e outro do povo), dois carpinteiros, (um pedreiro e um fiscal "advogado") (Coleção de Leis do Império do Brasil 1808 - 1889). Cada integrante, tinha sua função/atividade estabelecida. A função do superintendente, era o esclarecimento de dúvidas. Caso o contribuinte que discordasse da cobrança atribuída, o mesmo, tinha por direito, solicitar recurso ao Conselho da Fazenda, que esclarecessem os fatos (Coleção de Leis do Império do Brasil 1808 - 1889).

Avançando para o ano de 1809 a Décima Urbana foi oficialmente regulamentada (Prefeitura do Rio de Janeiro, 2008). Definiu-se então, que seriam contribuintes, os proprietários e aforados de imóveis localizados na corte, nas vilas, cidades e povoados da orla marítima. A cobrança, fora realizada sobre o rendimento líquido dos prédios, na condição que tivessem alugados e em razão da renda presumida por arbitramento, caso o imóvel fosse utilizado pelos respectivos proprietários. E no caso de prédios aforados, a base de cálculo era constituída pelo foro anual. Em todas as situações, a alíquota era de 10% (Rio de Janeiro, 2008).

Lobo (2011) destaca que no primeiro ano o pagamento da décima ocorreu em uma vez. Estipulou-se que o pagamento decorresse em até dez dias após a fixação dos editais. Nos anos seguintes, a cobrança passou por modificações, foram atribuídas uma cobrança no mês de junho e outra em dezembro. No ano de 1811, foram criadas as primeiras isenções do imposto que serviam para estimular o desenvolvimento da cidade do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, 2008). Em meados de 1821 o sistema tributário se encontrava instável. Isso aconteceu devido à escassez de recursos e funcionários, a tributações (pesadas) e sonegação do imposto (Lobo, 2021).

Em 1822, o Brasil alcançou sua independência de Portugal, um evento histórico marcante que redefiniu o curso do país. A independência foi proclamada por Dom Pedro I em 7 de setembro, após um período de crescente tensão e movimentos políticos entre a colônia e o império português (Governo Federal, 2022). Seguindo a linha do tempo, em 1830 as juntas de lançamento da décima urbana foram substituídas por coletores federais, não estando mais sob comando do governo central (Rio de Janeiro, 2008).

Em setembro de 1850 através da Lei nº 601, conhecida como a Lei das Terras, surgiu a necessidade de se ter uma Engenharia de Avaliações. A criação tinha como objetivo, extinguir o Sistema de Concessões de Terras que foi instituído pelo governo português (Lei das Sesmarias). A Lei nº 601 concedeu a propriedade particular, dando origem então aos “proprietários imobiliários”. Esses imóveis foram registrados nos Assentamentos Paroquiais (Souza, 2007).

Em 1873, ela foi transformada no Imposto sobre os prédios, marcado pela evolução na forma de tributação sobre imóveis na região. Posteriormente, em 1881, o Imposto sobre prédios evoluiu para o Imposto Predial (Rio de Janeiro, 2008). Essas mudanças refletem a constante adaptação e reformulação do sistema tributário brasileiro, buscando atender às necessidades fiscais e econômicas do país em diferentes períodos históricos.

De acordo com o IBAPE/SC (2013) com os movimentos abolicionistas, os escravos deixaram de ser o principal capital dos fazendeiros. Eles foram substituídos pelas terras, que passaram a ser uma maneira de obter reservas e de apropriação de capitais. As terras possuíam valor em função das expectativas de ganhos financeiros através de: aluguéis, arrendamentos, produção agrícola, vendas, garantia de

empréstimos bancários. A mudança de investimentos para o mercado imobiliário, deu início à especulação imobiliária (IBAPE/SC, 2013).

Em 1891 com a Constituição Republicana, os estados membros ganharam a competência para instituir o imposto sobre a propriedade imobiliária rural e urbana, porém, a Carta Magna impossibilitava que a cobrança do imposto fosse realizada pelos municípios (Queluz, 2012). Com a Constituição de 1934, o IPTU passou a ser de responsabilidade dos Municípios e o Imposto Territorial Rural passou a ser cobrado pelos estados (Rio de Janeiro, 2008).

A Lei Complementar nº 5.172, promulgada em 25 de outubro de 1966, criou o Código Tributário Nacional. Esta lei estabeleceu dentre outros impostos, o Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU) (Código Tributário Nacional, 2023). Com a criação do código tributário, regulamentando a cobrança do IPTU, surgiu a necessidade de realizar avaliações dos imóveis para tributação municipal, então por meio da engenharia de avaliações e aplicando o procedimento da norma de incidência do IPTU ao extremo, seria necessária uma detalhada avaliação individual e anual de cada um dos imóveis urbanos existentes no Município, permitindo ao agente tributário a realização dos milhares de lançamentos, ano a ano. Um quadro de difícil implementação prática, mas que se adequaria totalmente as regras constitucionais (Cunha, 2014).

As Fazendas Municipais, com o passar dos anos, viram-se impossibilitadas de realizar a apuração individual do valor venal de cada imóvel. Trata-se de uma quase impossibilidade facilmente perceptível: crescimento urbano versus equipe técnica municipal. E tendo em vista que os custos para tal procedimento passam a ser desproporcionalmente elevados (Cunha, 2014).

Surgiram, então, as chamadas plantas, pautas ou mapas de valores genéricos, sob os quais a autoridade fazendária passou a realizar uma avaliação em massa dos imóveis urbanos, deixando de lado algumas peculiaridades dos bens imóveis avaliados para facilitação da aplicação do IPTU (Cunha, 2014).

As plantas de valores genéricos começaram a ser utilizadas, no Brasil, pelo Município de São Paulo, no início da década de 40 do século passado, após exibição de um estudo por técnicos da cidade de Boston (EUA) (Barreto, 2012).

3.2 AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS NO BRASIL

Júnior e Sousa (2014) destacam que a origem da avaliação imobiliária no Brasil remonta à Lei das Terras de 1910, marcando o início dos esforços formais neste campo. Segundo esses autores, os primeiros estudos técnicos sobre avaliação de imóveis surgiram em 1918, evidenciando a progressiva formalização da disciplina. Notavelmente, Pires (1974) cita o trabalho pioneiro de Vitor da Silva Freire, professor e engenheiro, que em 1918 publicou “Códigos Sanitários e Posturas Municipais sobre Habitações”. Este trabalho enfatizava a otimização do uso do espaço urbano, inspirado pelas práticas observadas em Filadélfia, destacando-se por sua abordagem inovadora na época. Freire defendia a necessidade de fracionamento de lotes para maximizar seu aproveitamento, uma visão avançada para seu tempo.

Na década de 1940, Luiz Carlos Berrini, engenheiro com especialização em avaliação imobiliária, publicou o primeiro livro brasileiro sobre o tema, evidenciando o amadurecimento da área. Júnior e Sousa (2014) relatam que, no final dessa década, o engenheiro Ernani Ferraz Nogueira publicou vários artigos sobre metodologias de avaliação, incluindo o método comparativo, já utilizado em Nova York conforme a tabela de Murray Hoffman de 1866. Essas contribuições demonstram a influência internacional na formação da avaliação imobiliária no Brasil.

Em 1952, a Caixa Econômica Federal iniciou a elaboração da primeira norma brasileira de avaliação de imóveis, formalizada em 1957 sob a denominação P-NB-74 R pela ABNT. A fundação do Instituto de Engenharia de Avaliações (IEL) em 1953 e, subsequentemente, do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE) em 1957, consolidou o campo, promovendo o desenvolvimento técnico e a disseminação de conhecimentos entre avaliadores e peritos.

A norma NB-502/77, criada em 1977 pela ABNT, foi um marco, resultante do esforço coletivo da Comissão de Estudos de Vistoria e Avaliações, refletindo as discussões do I Congresso Brasileiro de Avaliações. Essa norma, posteriormente revisada e registrada como NBR 5676 em 1989 pelo INMETRO, ilustra o progresso contínuo na formalização de procedimentos de avaliação imobiliária no país.

Durante a década de 1980, iniciaram-se estudos sobre a aplicação de metodologia científica na engenharia de avaliações, consolidando-se na década seguinte como uma prática predominante. A revisão de 1998 da NBR 5676,

culminando na unificação das normas sobre avaliação de bens na NBR 14.653, evidencia a constante evolução e a busca por padronização e rigor técnico na avaliação imobiliária.

Dantas (1998) conceitua a engenharia de avaliações como uma especialidade multidisciplinar da engenharia, enfatizando sua complexidade e a necessidade de uma abordagem integrada que englobe conhecimentos de diversas áreas do saber, desde ciências sociais e exatas até direito imobiliário e planejamento urbano. Essa visão sublinha a riqueza e a complexidade do campo da avaliação imobiliária, ressaltando seu caráter inerentemente multidisciplinar.

3.3 PLANTA DE VALORES GENÉRICOS

A Planta de Valores Genéricos (PVG) consiste em um documento cartográfico e descritivo que representa a distribuição espacial dos valores dos imóveis em cada região da cidade. Geralmente, os valores são apresentados por face de quadra. A PVG tem por finalidade não só servir como base de dados para a tributação, mas também para todo o processo de planejamento urbano, a exemplo o conhecimento da riqueza da cidade e dos bairros, para definições das diretrizes de desenvolvimento previstas no plano diretor municipal e de prioridades de investimentos (Averbeck, 2003).

Emplasa (2003) classifica a PVG como plantas da zona urbana e/ou zona de expansão da cidade. Cada face de quadra urbana possui um valor básico, atribuídos em m² (dos terrenos devidamente homogeneizados) quanto aos seus diversos atributos (topografia, pedologia, etc.). Isso faz com que se atenda a critérios técnicos e uniformes para toda a cidade. Seu principal objetivo é a formação dos valores venais dos imóveis, valores esses que são utilizados como base de cálculo do IPTU e ITBI - imposto sobre a transmissão de bens imóveis”.

Averbeck (2003) destaca que o(s) modelo(s) de avaliação de imóveis devem claramente especificar as condições de aplicabilidade e os parâmetros observados. O autor enfatiza a importância de observar as características básicas da população de imóveis da cidade, de modo que o modelo escolhido seja abrangente e permita a avaliação de praticamente todos os imóveis, resultando na determinação do valor

individual de cada um. Ressalta-se que conforme a ABNT (2001), o termo "modelo" refere-se à representação técnica da realidade.

O valor a ser buscado na avaliação é o valor de mercado, o valor venal é definido na norma de Avaliação de Bens – NBR 14653-1 (ABNT, 2001) como a quantia mais provável pela qual se negociaria voluntariamente e conscientemente um bem, numa data de referência, dentro das condições do mercado vigente.

Machado (2006) destaca que a criação da PVG é um processo promissor, especialmente quando combinada com o uso de tecnologias computacionais e métodos científicos na determinação dos valores unitários. Estes valores são fundamentais para calcular o valor venal dos imóveis. A vantagem dessa abordagem está na integração de múltiplas fontes de dados, permitindo que os usuários tenham acesso a informações precisas e atualizadas, evitando a duplicidade no processo de criação de bancos de dados relacionados ao mesmo objeto.

Carvalho (2006) refere que somente o preço do terreno pode sofrer grandes variações e é isso que tende a ser verificado numa PVG, visto que as edificações tendem a sofrer depreciações, sendo elas mais acentuadas quando não são realizadas reformas. Möller e Hochheim (2006) sugerem que sejam elaboradas duas PVG, sendo uma: Planta de Valores Genéricos para Terrenos (PVGT) e outra Planta de Valores Genéricos para Edificações (PVGE), já que para fins tributários, os valores venais dos imóveis são compostos pela soma dos valores dos terrenos e das edificações.

Möller (1995) classifica a PVGT como um agrupamento dos valores por metro quadrado (m²) para cada face de quadra, ajustados para refletir as características homogêneas dos terrenos. Já a PVGE é descrita como um conjunto de valores unitários por m², classificados conforme cada tipo de construção existente no município. Esses valores são igualmente homogeneizados, levando em conta diversos fatores, como localização, idade e estado de conservação das edificações.

Möller e Hochheim (2006) observam que, diferentemente do ideal, a maioria dos municípios brasileiros adota o sistema de zonas fiscais, conforme recomendado pelo Convênio de Incentivo ao Aperfeiçoamento Técnico-Administrativo (CIATA) implementado na década de 80. Nesse sistema, cada zona fiscal possui um valor unitário específico para o metro quadrado do terreno, abrangendo até cem quadras. Eles ressaltam que, devido à influência da distância dos centros de valorização no

preço dos terrenos, frequentemente as diferentes faces de uma mesma zona fiscal possuem valores de mercado distintos, resultando em iniquidades fiscais nesse método de avaliação.

Möller e Hochheim (2006) destacam que, assim como ocorre com os terrenos, a avaliação das edificações nos municípios também é fruto do projeto CIATA. Neste caso, os valores das construções são determinados por um método baseado em pontos, onde cada característica da edificação recebe uma pontuação específica que impacta significativamente no valor total do imóvel. Os autores ressaltam que, apesar da lógica do sistema, os critérios não acompanham as atualizações do setor da construção civil e são aplicados uniformemente em todo o Brasil, sem considerar as particularidades regionais.

Möller e Hochheim (2006) concluem que a adoção de uma planta para tipologias construtivas permitiria um enquadramento mais adequado das tipologias mais comuns na cidade, considerando localização, padrão construtivo e preço de mercado.

3.4 CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO

O Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), seja em ambiente urbano ou rural, é uma coleção abrangente de dados (Lima et al., 2000). Esses dados incluem informações gráficas, descritivas e tabulares sobre uma determinada área da superfície terrestre, focando principalmente em propriedades imobiliárias que são georreferenciadas. O cadastro proporciona uma visão detalhada de todos os aspectos relevantes que são levantados durante o processo de cadastramento.

De acordo com o estabelecido na Portaria nº 511, datada de 7 de dezembro de 2009, especificamente no Capítulo VI que trata da Avaliação de Imóveis, o artigo 28 define que: O CTM, juntamente com outros cadastros temáticos, disponibiliza informações cruciais para a avaliação de imóveis com objetivos fiscais, extrafiscais e outros propósitos que envolvam a determinação de valores de propriedades urbanas e rurais" (BRASIL, 2018).

Möller (1995) enfatiza a importância crucial do cadastro imobiliário para os municípios, destacando que ele é a fonte primária das informações necessárias para realizar avaliações imobiliárias. Ressalta a necessidade de que este cadastro inclu

todos os registros relevantes que assegurem uma tributação justa sobre as propriedades urbanas. Além disso, sublinha que a atualização contínua e sistemática é um fator chave para maximizar a arrecadação de receitas municipais e garantir a equidade no sistema fiscal.

Averbeck (2003) propõe que a organização dos cadastros urbanos deve ser iniciada com o desenvolvimento de uma base cartográfica para o município. Como base se deve incluir os elementos essenciais, uma planta geral da cidade, uma planta cadastral de referência e uma planta detalhada das quadras urbanas. Estas plantas formarão o sistema gráfico do cadastro. Ademais, a criação de plantas temáticas ou específicas para determinadas regiões também é considerada relevante no processo.

Möller (1995) argumenta que as vantagens de um cadastro imobiliário atualizado e eficaz vão além do benefício econômico. Ele observa que muitos problemas urbanos se concentram em áreas consideradas ilegais, que emergem de ocupações irregulares do solo urbano. Möller (1995) ainda afirma que estas áreas estão frequentemente situadas em locais onde a cidade oficialmente registrada (cadastrada) não coincide com a realidade urbana concreta. A ineficiência do cadastro resulta em um aumento dessas zonas. O autor conclui que sem um cadastro preciso destas áreas, tanto a compreensão quanto a resolução de seus problemas tendem a ser negligenciadas, deixando essas regiões marginalizadas fora das discussões e das soluções propostas para o desenvolvimento urbano e social.

Averbeck (2003) complementa que, manter o cadastro imobiliário atualizado é essencial para que os municípios tenham um entendimento preciso da realidade local, crucial para o planejamento e a gestão urbana. Esta atualização permite que os tributos sejam cobrados assim que as construções ou loteamentos são finalizados. Inserir rapidamente no cadastro as mudanças nos imóveis, incluindo alterações de uso, possibilita que o município efetue a cobrança dos tributos correspondentes (Averbeck, 2003). Com isso, pode gerar receita suficiente para sustentar a equipe encarregada da fiscalização e atualização do cadastro. A atualização constante do cadastro é uma das tarefas fundamentais da administração municipal, especialmente para assegurar um tratamento tributário igualitário para todos os cidadãos em situações semelhantes (Brasil, 2018).

O CTM deve conter dados atualizados referentes ao território, assim como os principais fatores que influenciam a valoração dos imóveis (Brasil, 2018). No entanto,

é crucial considerar a relação custo-benefício na formulação do CTM: a acumulação de informações excessivas ou a inclusão de dados de difícil acesso (como aqueles que exigem inspeções internas nas edificações) podem encarecer e complicar a manutenção atualizada do CTM. É essencial entender que as variáveis a serem incorporadas nos modelos de avaliação imobiliária em massa, com finalidades fiscais, estão restritas aos atributos disponíveis no CTM do município.

Segundo Carvalho (2006) é imprescindível que o cadastro inclua informações cruciais e pertinentes para a determinação do valor venal de um imóvel. Isso envolve o registro de dados como a dimensão do imóvel, sua localização, identificação do proprietário, finalidade de uso do imóvel, dimensões da frente e do fundo, padrão de construção, entre outras características diversas do imóvel.

Geralmente, o valor estimado de cada imóvel é registrado no CTM, sendo uma das categorias comumente estabelecidas no âmbito de suas múltiplas finalidades. É prática comum que o cadastro documente o valor por metro quadrado de cada face de quadra, conforme a divisão setorial do município. Esta informação é frequentemente representada através da elaboração de mapas temáticos. A base cadastral constitui um recurso essencial para a análise dos padrões de uso e das tendências no desenvolvimento do espaço urbano (Brasil, 2018).

3.5 VALOR VENAL

O termo "valor" é frequentemente utilizado em diversos contextos. No que se refere à propriedade, "valor" implica um interesse de posse, de domínio ou de transação, expresso em termos monetários. A definição e aplicação precisa deste termo são desafiadoras, visto que o valor é relativo e determinado pelo desejo de comparar uma propriedade com outra ou com dinheiro (Moreira, 1994).

Cabe considerar as circunstâncias que moldam esse valor para que ele tenha um significado genuíno. Fatores como tempo, local, propósito e as partes envolvidas influenciam a valoração de uma propriedade. O valor venal, conforme explicado por Moreira (1994), refere-se ao valor estimado com base em um propósito ou fundamento específico.

O valor venal, é essencialmente o valor de mercado, conforme estabelecido na ABNT NBR-5676 (1990). Este valor é registrado na planta de valores genéricos e

é determinado por legislação municipal. Moreira (1994) define o valor de mercado como o preço que pode ser acordado por um vendedor disposto a vender de forma voluntária e um comprador igualmente interessado em adquirir o bem, também de maneira voluntária. Ambas as partes devem ter conhecimento completo das condições de negociação e do potencial de utilização da propriedade.

Averbeck (2003), menciona que, a base para o cálculo do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) provém da planta de valores genéricos, que tem como objetivo estabelecer o valor venal. Carvalho (2006) indica que, na maioria dos municípios, o cálculo do valor venal é obtido somando-se o valor do terreno ao valor da construção.

3.6 ÁREA DE ESTUDO: MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DO SUL (RS)

O município de Santa Cruz do Sul teve suas origens na colônia de Santa Cruz, estabelecida por volta de 1847 no município de Rio Pardo. O governo provincial concedeu terras, conhecidas como sesmarias, a João Faria da Rosa e outros indivíduos, levando à demarcação dos primeiros lotes, que foram destinados a imigrantes alemães. O processo de colonização e povoamento do município teve início no final de 1849, conforme registra a Prefeitura de Santa Cruz do Sul em 2015.

Em 1905, Santa Cruz foi promovida a cidade por meio do decreto estadual nº 837. Posteriormente, em 1944, o município adotou oficialmente o nome de Santa Cruz do Sul, conforme estabelecido pelo decreto-lei estadual nº 720. (Prefeitura de Santa Cruz do Sul, 2015).

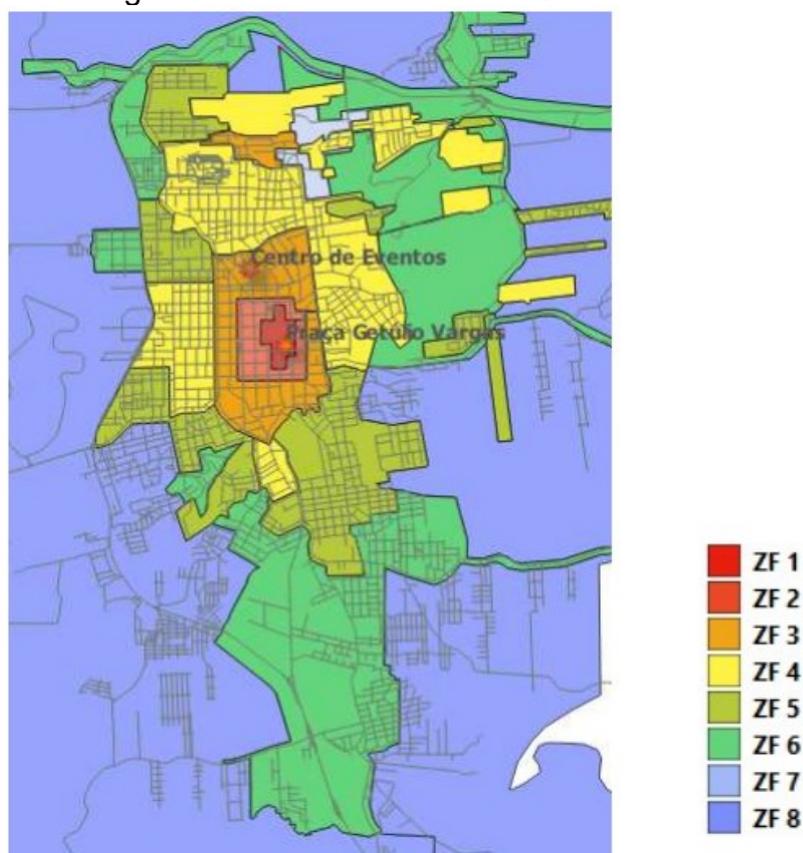
Hoje em dia, Santa Cruz do Sul está entre as cem maiores cidades em termos de área no estado do Rio Grande do Sul, abrangendo 733,898 km², segundo dados do IBGE em 2022. Situado na região do Vale do Rio Pardo, o município tem sua economia fortemente ancorada na indústria do tabaco. Esta atividade econômica conferiu a Santa Cruz do Sul o reconhecimento como a capital mundial do fumo, devido ao fato de abrigar o maior complexo de processamento de fumo do mundo, conforme reportado pela Folha de São Paulo em 1999. Santa Cruz do Sul figurava na 6ª posição de maior PIB do estado do Rio Grande do Sul em 2018 passou a ocupar a 11ª posição em 2021. (Governo Do Estado Do Rio Grande Do Sul, 2023)

Segundo o censo realizado em 2022, Santa Cruz do Sul tem uma população estimada em cerca de 133.230 habitantes, tornando-se assim a 15ª cidade mais populosa do estado do Rio Grande do Sul. A densidade populacional do município é de 181,54 habitantes por quilômetro quadrado, conforme as informações coletadas no censo mais recente de 2022.

Entre a década de 1970 e meados de 2010, Santa Cruz experimentou um período de verticalização, especialmente em sua região central, acompanhado de uma ocupação irregular nas áreas periféricas, conforme descrito por Bozzetti, Jonis & Silveira, Rogério em 2014.

Atualmente, Santa Cruz do Sul é dividida em oito zonas fiscais destinadas ao cálculo do IPTU. A metodologia empregada para determinar o valor do Imposto Predial e Territorial Urbano ainda se baseia nos fundamentos estabelecidos pelo projeto CIATA na década de 1980.

Figura 1 - Zonas fiscais Santa Cruz do Sul



Fonte: Hochheim e Franceschi, 2020

O valor do m² de terreno, de acordo com o mapa das zonas fiscais, estabelecido pela prefeitura municipal de Santa Cruz do sul e cuja referência são valores de 2019, seguem abaixo.

Quadro 2 - Valor Zona Fiscal

Zona Fiscal	Valor (R\$)
01	1.538,77/m ²
02	642,82/m ²
03	380,52/m ²
04	252,09/m ²
05	129,41/m ²
06	122,96/m ²
07	82,26/m ²
08	82,26/m ²

Fonte: PMSCS, 2020

Conforme os dados de geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Santa Cruz do Sul, atualmente a cidade é segmentada em trinta e seis bairros, que incluem nomes como Centro, Arroio Grande, Goiás, Universitário, entre outros.

4 MATERIAIS E MÉTODO

Na engenharia de avaliações, é frequente a utilização de modelos estatísticos que empregam uma única equação (MQO). Tais modelos contêm uma variável dependente Y e múltiplas variáveis independentes X , procurando estimar o valor médio de Y em função dos valores de X , sob a premissa de que Y é influenciado por estas variáveis independentes. Há, muitas vezes, um problema de simultaneidade entre as variáveis dependentes e independentes. A interligação entre as variáveis ocorre pela correlação entre o erro aleatório das variáveis, tem-se então um modelo viesado.

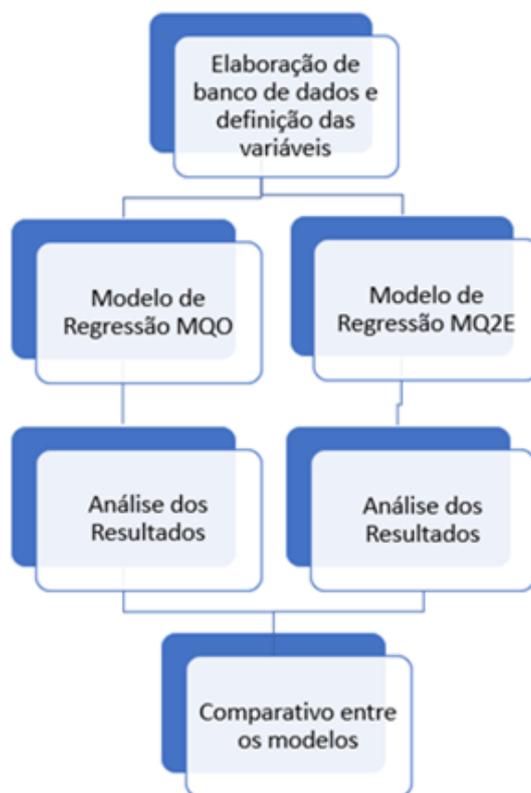
O Método dos Mínimos Quadrados em Dois Estágios (MQ2E) aborda essa questão por meio de duas fases de modelagem baseadas em Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Na primeira fase, as variáveis endógenas são regredidas em relação às variáveis instrumentais (e às exógenas, se houver). O objetivo é obter previsões das variáveis endógenas que não estejam correlacionadas com o termo de erro. Na segunda fase, os valores ajustados das variáveis endógenas obtidos na primeira etapa são usados como substitutos das variáveis endógenas originais no modelo de regressão principal.

Nos modelos com equações simultâneas, ocorre uma correlação entre as variáveis endógenas e o termo de erro, o que contraria o pressuposto de que as variáveis explicativas sejam não estocásticas. Assim, a aplicação de um modelo MQO padrão torna-se inadequada, uma vez que se converte num estimador tendencioso e inconsistente.

Este estudo busca resolver o problema de correlação entre as variáveis endógenas utilizando o MQ2E, o qual é amplamente reconhecido como um método eficaz para estimar de maneira consistente os parâmetros em um modelo simultâneo. O MQ2E implica a aplicação do MQO em duas etapas distintas. Inicialmente, estima-se os parâmetros, regressando a variável endógena em relação a todas as variáveis predeterminadas do sistema. Com isso, os termos aleatórios das equações reduzidas deixam de estar correlacionados. No segundo estágio, insere-se o valor estimado das variáveis endógenas nas equações estruturais e aplica-se o MQO mais uma vez para obter os resultados do modelo.

Esta fase do estudo inclui análise comparativa entre as metodologias aplicadas (MQO e MQ2E), destacando as vantagens e limitações de cada técnica. A qualidade dos modelos será avaliada por meio de métricas específicas, visa identificar a técnica que resulta no modelo mais eficaz para a construção de uma planta de valores imobiliários. A Figura 2 apresenta o fluxo de pesquisa.

Figura 2- Esquematização dos processos



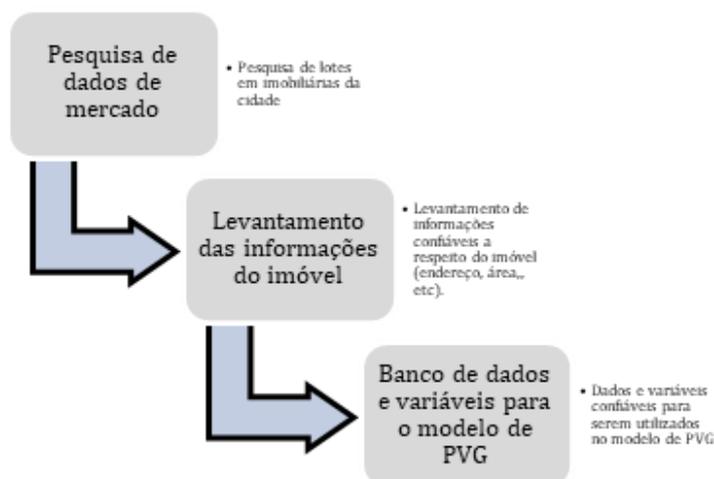
Fonte: elaborado pela autora

Por fim, foram realizadas análises detalhadas dos resultados obtidos nas etapas de desenvolvimento dos modelos. Foram também realizadas considerações sobre a eficácia dos modelos empregados para a elaboração da planta de valores genéricos, bem como uma comparação dos resultados obtidos por meio da técnica MQ2E em contraste com o uso de zonas fiscais.

A compilação de informações foi realizada ao longo do ano de 2019, utilizando os websites de todas as agências imobiliárias situadas em Santa Cruz do Sul, sites de busca de imóveis, como por exemplo "vivareal" e "zapimoveis", ofertas locais

(anúncio direto com o proprietário). Na Figura 3, mostra-se de forma esquemática como ocorreu a construção do banco de dados.

Figura 3 - Estruturação da coleta de dados de mercado e variáveis para o modelo

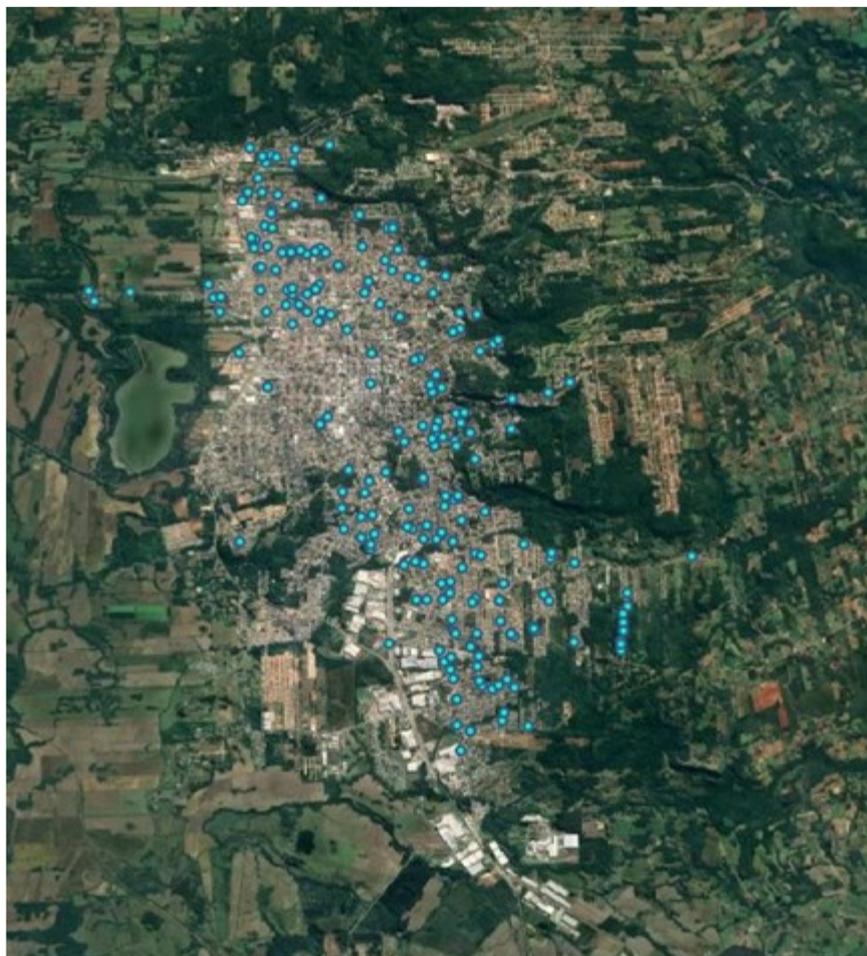


Fonte: elaborado pela autora

Amostras de terrenos foram adquiridas em grande parte da área territorial do município, em tentativa de abranger a maior parcela do território (bairros), para que fosse o mais representativa possível. Foram realizados levantamentos junto às fontes das informações dos imóveis, geoprocessamento da prefeitura municipal de Santa Cruz do Sul e dados do IBGE. Utilizou-se arquivos shapefile das variáveis pavimentação, saneamento, índice construtivo, rede de esgoto, prédios, loteamentos, cursos de água (rios, lagos, riachos, etc.). Os arquivos em questão sofreram atualização em 2018/2019, pela prefeitura municipal. Os dados do IBGE são referentes ao censo de 2010, alguns foram projetados para o ano de 2019.

O estudo inclui 308 registros de terrenos, conforme demonstrado na Figura 4 (abaixo), com o intuito de criar um banco de dados com amostras representativas da cidade para a elaboração de uma tabela de valores de terrenos. Houve dificuldade na coleta de dados de terrenos em alguns bairros do município. Os detalhes da pesquisa estão disponíveis no Anexo A.

Figura 4 – Geolocalização de amostras de terrenos



Fonte: Google Earth adaptado pela autora

Juntamente com a coleta de dados aconteceu a estruturação das variáveis, onde também houve dificuldades em conseguir informações categorizadas por bairros e ruas. A escolha adequada, bem como a precisão das variáveis são fundamentais para que as estimativas de valores da avaliação sejam confiáveis. Para que as variáveis sejam consideradas importantes na formação de valores elas precisam ainda ser estatisticamente significantes, conforme recomendação da NBR 14.653-2.

As variáveis a serem analisadas incluem: área do terreno, topografia, pedologia, área de risco, área de preservação permanente, infraestrutura de saneamento básico, pavimentação, índice construtivo e renda conforme dados do IBGE, distância de escola, distância de unidade de saúde, distância de parques, conforme descritas no Quadro 3.

Quadro 3 – Variáveis analisadas

Nomenclatura utilizada	Variável	Descrição	Unidade
area	área	Área do lote	m ²
frente	frente	Tamanho frente (testada) lote	m
prof	profundidade	Profundidade do lote	m
VT	Valor total (menos fator oferta)	Valor total do imóvel descontando-se 10% do fator oferta	R\$
distcom	distância comercio bairro	Distância até centro comercial mais próximo	m
transp	transporte	Local é atendido por transporte público (sim/não)	Sem unidade
pav	pavimentação	Local possui pavimentação (sim/não)	Sem unidade
distesg	distância rede esgoto	Distância até rede de esgoto mais próxima	m
distedu	distância escola, universidade, creche	Distância até rede local de ensino mais próximo	m
distlot	distância de loteamento	Distância até loteamento mais próximo	m
distparq	distância de praques e praças	Distância até parque/praça mais próximo	m
distsaud	distância unidade de saúde	Distância até unidade de saúde mais próxima (hospital, posto de saúde, UPA, etc)	m
disteurb	distância área destinada para equipamentos urbanos (praças, academias e outros serviços públicos)	Distância até área com equipamentos urbanos ou destinada para equipamentos urbanos (academias ao ar livre, brinquedos infantis, etc)	m
distpred	distância de prédio mais proximo	Distância até prédio mais próximo	m
distrio	distância de rio, arroios, lagos e/ou outro curso de água permanente	Distância de curso (permanente) de água mais próximo	m
popbairro	população estimada em 2019 por bairro	Nº de habitantes estimado pelo IBGE em 2019, por bairro	Sem unidade
rendamb	renda média por bairro	Renda Média estimada pelo IBGE 2010, por bairro, categorizada de 1 a 5, sendo: 1 – 0 a 1 salário mínimo; 2- 1 a 2 salários mínimos; 3- 2-3 salários mínimos; 4- 3 a 4 salários mínimos e 5 – mais de 4 salários mínimos.	Sem unidade
IA	índice aproveitamento	índice estabelecido que deverá ser multiplicado pela área total do lote indicando a área possível de construção	Sem unidade
IC	índice construtivo	índice estabelecido que deverá ser multiplicado pela área de mata nativa existente (averbada na matrícula do lote), de forma a indicar uma área possível de construção	Sem unidade

Nomenclatura utilizada	Variável	Descrição	Unidade
IR	índice receptível	índice estabelecido passível de ser acrescido ao lote. Outorga onerosa do direito de construir e técnicas construtivas ecológicas, devidamente regulamentadas por lei municipal	Sem unidade
IMA	índice máx. de aproveitamento	índice máximo, resultado da soma dos demais índices estabelecidos que, multiplicado pela área do lote, indica a área máxima permissível para construção	Sem unidade
TO	TO (taxa ocupação)	porcentagem do lote permissível de ser ocupada pela projeção horizontal máxima da edificação, excetuando-se os beirais, marquises em balanço e sacadas com projeção máxima de 1,20 m (um metro e vinte centímetros) e abertas em, pelo menos, duas faces. As sacadas que possuírem projeção maior que 1,20 m (um metro e vinte centímetros) serão computadas na íntegra	%
TP	Taxa permeabilidade	porcentagem do lote que não poderá ser impermeabilizada	%
Distcentro	distância da amostra até ponto central (centro)	Distância da amostra até ponto definido como centro da cidade.	m
taxaalfab	taxa de alfabetização	Taxa de alfabetização por bairro (dados IBGE 2010)	%

Fonte: elaborado pela autora

Variáveis como área de risco e área de preservação permanente foram previamente descartadas, uma vez que nenhuma amostra se encontra localizada em áreas com tais características. Variáveis como índice de saneamento e abastecimento de água não mostraram variação significativa já que o município é atendido, quase em totalidade, pelas infraestruturas de água canalizada e esgoto sanitário (fossa ou rede), sendo essas variáveis também previamente descartadas.

As distâncias das variáveis foram calculadas por meio do software Qgis, em relação ao ponto mais próximo da amostra.

Nesse contexto, estabeleceu-se o banco de dados, que foi armazenado nos formatos CSV, XML e XLS. Para determinadas variáveis, como por exemplo, área de preservação permanente, rede de esgoto, pavimentação, prédios, loteamentos, entre outras, foram gerados arquivos no formato "shapefile", todos os 308 dados coletados foram georreferenciados.

Na elaboração deste estudo para a criação de modelos de avaliação imobiliária utilizando as técnicas de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e Mínimos Quadrados de Dois Estágios (MQ2E) foram estabelecidos os critérios de cálculo e as modificações necessárias, em conformidade com os padrões estabelecidos pela NBR 14653-2 (ABNT, 2011), para que fosse possível entender as transformações necessárias nas variáveis, afim de se obter um modelo adequado utilizou-se o software estatístico Infer 32, devidamente licenciado para a autora deste estudo.

Na sequência, realizou-se em planilha de dados as transformações necessárias nas variáveis, o descarte das amostras apontadas no modelo gerado via Infer 32 como outliers e os dados foram inseridos no software Stata, também devidamente licenciado para a autora do presente trabalho. No stata reproduziu-se o modelo criado via Infer 32, encontrou-se as variáveis instrumentais para que fosse gerado o modelo MQ2E.

4.1 FERRAMENTA PARA ANÁLISE

4.1.1 Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)

Gujarati e Porter (2003) destacam que a análise de regressão, também conhecida como Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), investiga como uma variável dependente é influenciada por uma ou mais variáveis explanatórias. Complementando essa visão, Filho et al. (2011) explicam que a regressão busca quantificar a relação entre a variável dependente Y e as variáveis independentes ou explicativas X_i . O objetivo é estimar o valor médio da variável dependente com base nos valores conhecidos das variáveis independentes. Eles concluem que as variáveis independentes são usadas para prever ou indicar os valores da variável dependente. Segue abaixo a notação do modelo de regressão linear simples:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \epsilon$$

Onde:

Y representa a variável dependente;

X_1 , representa a variável independente;

α , representa o intercepto (ou constante);

β , representa o coeficiente de regressão;

ϵ , representa os resíduos do modelo.

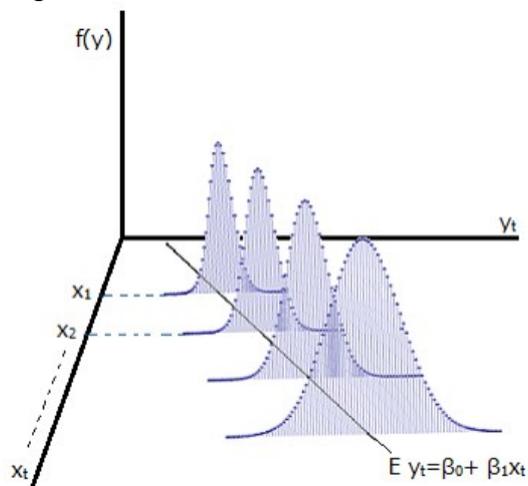
Existem alguns pressupostos que precisam ser seguidos para que uma regressão por mínimos quadrados apresente um modelo adequado e não viesado. Lewis-Beck (1980) e Kennedy (2009) descrevem os pressupostos a serem seguidos:

- 1- A relação entre a variável dependente e as variáveis independentes deve ser linear;
- 2- As variáveis foram mensuradas de maneira adequada, assume-se que não há erro sistemático de mensuração;
- 3- A expectativa da média do termo de erro é igual a zero;
- 4- Homoscedasticidade, ou seja, a variância do termo de erro é constante para os diferentes valores da variável independente;
- 5- Ausência de autocorrelação, ou seja, os termos de erros são independentes entre si;
- 6- A variável independente não deve ser correlacionada com o termo do erro;
- 7- Todas as variáveis teoricamente relevantes para explicar Y foram utilizadas no modelo e nenhuma variável irrelevante para explicar Y foi incluída no modelo;
- 8- As variáveis independentes não apresentam alta correlação (não multicolinearidade);
- 9- Assume-se que o termo de erro tem uma distribuição normal e exista proporcionalidade entre o número de casos e o número de parâmetros estimados.

Gujarati e Porter (2011) afirmam que quando variável explanatória e o termo de erro estão correlacionados, há violação da suposição fundamental do modelo clássico de regressão linear de que a variável explanatória é independente do termo de erro estocástico. De maneira que, os estimadores de mínimos quadrados ordinários (MQO) não apenas sofrem de viés, mas são inconsistentes. Mesmo com uma amostra crescente (n), os estimadores MQO permanecem tendenciosos.

Andión (2013) afirma que a heterocedasticidade descumpre uma das hipóteses do modelo clássico, já que a variância dos erros possui diferentes termos (medidas) de variação, conforme Figura 5.

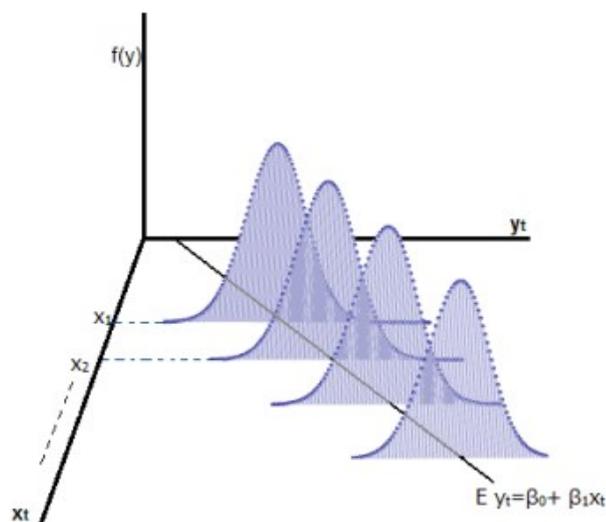
Figura 5 - Heterocedasticidade



Fonte: Andión, C.L., Econometría II, cap. 4, Heterocedasticidade

De acordo com Andión (2013) no modelo clássico temos que os erros das diferentes observações amostrais possuem a mesma variação (constante), conforme o representado na Figura 6.

Figura 6 - Homoscedasticidade



Fonte: Andión, C.L., Econometría II, cap. 4, Heterocedasticidade

Wooldridge (2013) aponta que, diante da possibilidade de omissão de variáveis ou de heterogeneidade não observada, o uso de variáveis instrumentais pode ser uma solução eficaz. Isso permite que a variável omitida seja adequadamente reconhecida e não erroneamente atribuída ao termo de erro.

A identificação da heteroscedasticidade pode ser realizada por meio teste, por exemplo, o teste de Breusch-Pagan, que verifica formas lineares de heteroscedasticidade. Para identificação de formas não-lineares de heteroscedasticidade, utiliza-se o teste de White, que se configura como um caso específico do teste de Breusch-Pagan.

Stock e Watson (2020) recomendam a utilização de erros padrão robusto para correção da heteroscedasticidade.

O erro padrão robusto para o coeficiente $\hat{\beta}_j$ em um modelo de regressão linear é calculado de acordo com a equação abaixo, descrita por White (1980):

$$\hat{\sigma}_{\hat{\beta}_j}^{robusto} = \sqrt{(X^T X)_{jj}^{-1} \cdot \sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2 \cdot X_{ij}^2}$$

Onde:

X é a matriz de dados (matriz de design) que contém as variáveis independentes (regressores) do modelo.

\hat{u}_i são os resíduos do modelo estimado, ou seja, $\hat{u}_i = y_i - \hat{y}_i$, onde y_i são os valores observados e \hat{y}_i são os valores previstos pelo modelo.

X_{ij} é o valor da variável independente j na observação i .

$(X^T X)_{jj}^{-1}$ é o elemento j -ésimo da diagonal da matriz inversa de $X^T X$.

4.1.2 Estimação de variáveis instrumentais e mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E)

Os modelos de regressão em dois estágios são projetados para resolver o problema de endogeneidade, que ocorre quando uma variável explicativa está correlacionada com o termo do erro. Conforme explica Wooldridge (2013), isso é alcançado por meio do uso de variáveis instrumentais. Neste contexto, a combinação linear de variáveis predeterminadas é empregada como um "instrumento" ou proxy para o regressor endógeno. Gujarati e Porter (2011) detalham que a essência do Método dos Mínimos Quadrados em Dois Estágios (MQ2E) consiste em substituir a variável explicativa endógena por uma combinação linear das variáveis

predeterminadas no modelo. Essa combinação linear é então usada como variável explanatória em substituição à variável endógena original.

A variável instrumental é selecionada para estar correlacionada com a variável independente endógena, mas não deve ter nenhuma relação direta com a variável dependente, exceto através dessa variável endógena.

Stock e Watson (2020) descrevem que a estimativa por variáveis instrumentais utiliza uma variável adicional (instrumental), chamada Z para isolar a parte de X (regressor) que não está correlacionada com u (termo de erro).

Uma variável instrumental válida (Z) tem as condições de relevância do instrumento e de exogeneidade do instrumento:

$$\text{Relevância do instrumento: } \text{corr}(\mathbf{Z}_i, \mathbf{X}_i) \neq 0$$

$$\text{Exogeneidade do instrumento: } \text{corr}(\mathbf{Z}_i, \mathbf{u}_i) = 0$$

O modelo geral de regressão utilizando variáveis instrumentais, criado por Wright (1928), possui quatro tipos de variáveis: a variável dependente (Y); regressores endógenos problemáticos que estão correlacionados com o termo de erro (X); regressores adicionais (W), são variáveis de controle ou variáveis exógenas incluídas; e variáveis instrumentais (Z).

Podem existir vários regressores endógenos (X), adicionais (W) e variáveis instrumentais (Z). Para que a regressão com uso de variáveis instrumentais (VI) seja viável, é necessário que existam pelo menos tantas variáveis instrumentais (Z) quanto regressores endógenos (X). É necessário ter ao menos um instrumento para cada regressor endógeno.

A relação entre o número de instrumentos e o número de regressores endógenos possui terminologia específica de acordo com Goldberger (1964), Pindyck e Rubinfeld (1976): os coeficientes de regressão são considerados "exatamente identificados" se o número de instrumentos for igual ao número de regressores endógenos. "Superidentificados" se o número de instrumentos exceder o número de regressores endógenos e "subidentificados" se o número de instrumentos for menor que o número de regressores endógenos. Para que sejam estimados corretamente pela regressão VI, os coeficientes devem ser exatamente identificados ou superidentificados.

De forma simplificada, no primeiro estágio do processo, a equação na forma reduzida é estimada, regredindo a variável endógena em relação a todas as variáveis

predeterminadas. Utilizamos as variáveis instrumentais Z para estimar os valores preditos das variáveis endógenas X_1 . A equação de regressão para estimar X'_1 é a seguinte:

$$X'_1 = Z(Z^T Z)^{-1} Z^T X_1$$

Onde,

X'_1 : São os valores preditos das variáveis endógenas, ou seja, os valores de X_1 estimados usando as variáveis instrumentais Z . Esses valores preditos são usados no lugar das variáveis endógenas originais no segundo estágio.

Z : São as variáveis instrumentais que são escolhidas para serem correlacionadas com X_1 e independentes do termo de erro ϵ . Elas são usadas para estimar X'_1 .

Já no segundo Estágio realiza-se regressão utilizando X'_1 . Substituímos os valores preditos das variáveis endógenas (X'_1) na equação de regressão original. A equação de regressão ajustada torna-se:

$$Y = \alpha + \beta_1 X'_1 + u$$

Y : Representa a variável dependente que está sendo explicada pelo modelo de regressão.

α : É o intercepto da equação de regressão, ou seja, o valor de Y quando todas as variáveis independentes são iguais a zero.

β_1 : É o coeficiente de regressão associado a X'_1 , ou seja, a mudança esperada em Y para uma mudança de uma unidade em X'_1 , mantendo todas as outras variáveis constantes.

u : É o termo de erro, representando a parte não explicada do modelo, ou o ruído aleatório que afeta a relação entre Y e as variáveis independentes.

Estimam-se então os coeficientes α e β_1 utilizando o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) nesta nova equação. Os coeficientes estimados no segundo estágio fornecem estimativas corrigidas dos efeitos das variáveis explicativas sobre a variável dependente.

Quando se aplica o método MQ2E (Mínimos Quadrados em Dois Estágios), é importante realizar testes de especificação para assegurar a qualidade dos instrumentos usados. Inicialmente, deve-se verificar a endogeneidade da variável em questão com o teste de Durbin-Wu-Hausman (Hausman, 1978). Este teste tem como hipótese nula a possibilidade de tratar a variável de interesse como exógena. Se a hipótese nula for aceita, o estimador via MQ2E continua sendo consistente, porém menos eficiente do que o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

Para que se verifique a eficácia dos instrumentos utilizados em análises estatísticas pode ser realizada utilizando a estatística J de Sargan-Hansen, conforme Sargan (1958) e Hansen (1982), que investiga se as variáveis instrumentais são válidas, sob a hipótese nula de que as restrições de super identificação são válidas, a estatística é distribuída assintoticamente como uma variável qui-quadrado com $m - k$ graus de liberdade, sendo m o número de instrumentos e k o número de variáveis endógenas.

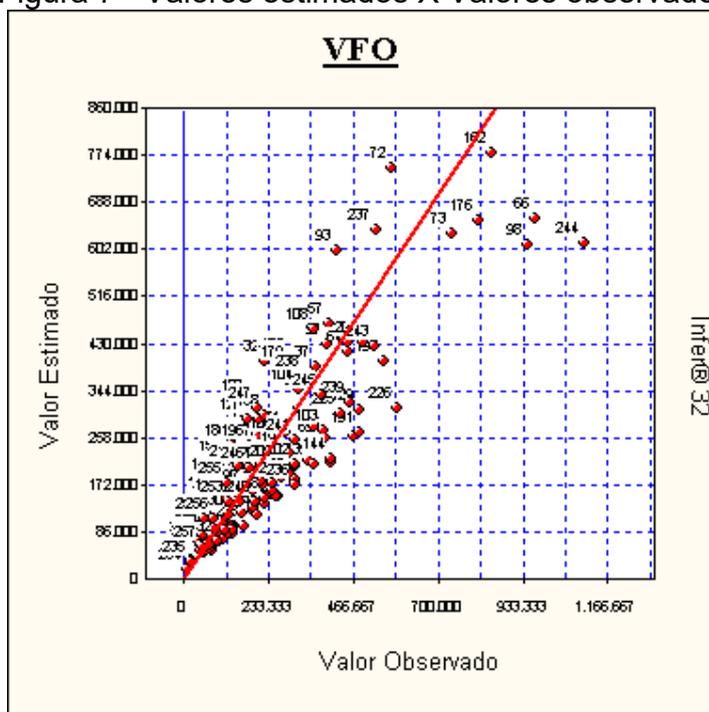
O teste de instrumentos fracos, desenvolvido por Stock e Yogo (2005) e fundamentado na estatística de Cragg Donald, é usado para avaliar a força dos instrumentos em um modelo estatístico. A hipótese nula desse teste sugere que os instrumentos em questão são fracos. Portanto, se a estatística calculada for inferior aos valores críticos estabelecidos pelo teste, isso indica que os instrumentos em análise podem ser considerados fracos.

5 RESULTADOS E ANÁLISES

No contexto do estudo, utilizou-se o software Infer 32 para estimar um modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Obteve-se na modelagem Grau de fundamentação e precisão III, conforme estabelecido pela NBR 14.653-2. A equação resultante do modelo estimado é apresentada abaixo:

$$[VFO] = \text{Exp}(12,617 - 316,60 /[\text{area}] - 8,5102 \times 10^{-5} \times [\text{Distcentro}] - 0,16043 \times \text{Ln}([\text{distcom}]) + 0,4733 \times [IA] + 0,3806 \times [\text{pav}])$$

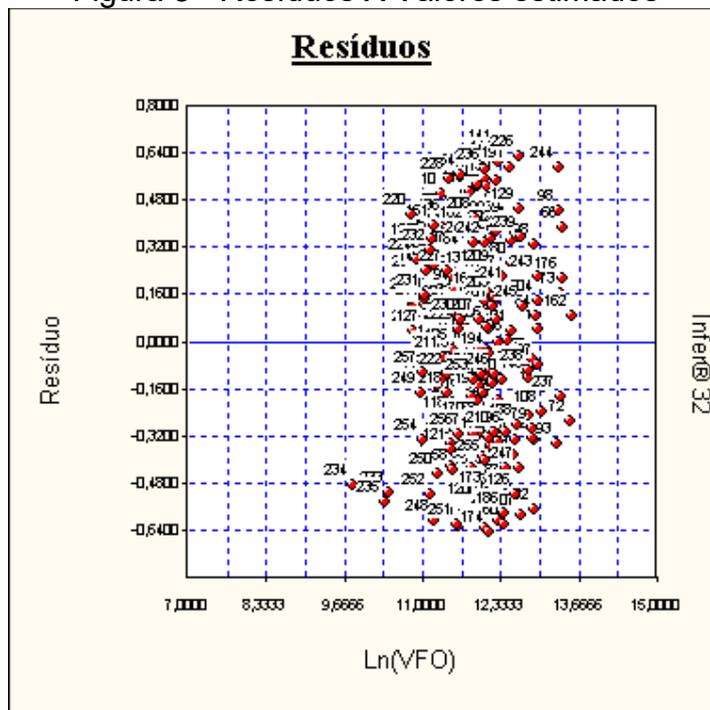
Figura 7 - Valores estimados X Valores observados



Fonte: Infer 32

O modelo apresentou coeficiente de correlação (R) de 0,8917, coeficiente de determinação (R^2) de 0,7951 e coeficiente R^2 ajustado de 0,7910. Sendo o modelo classificado como correlação forte e indicando que 79,10% da variação no valor logarítmico dos terrenos é explicada pelas variáveis incluídas no modelo.

Figura 8 - Resíduos X Valores estimados



Fonte: Infer 32

Com base na análise visual do gráfico de resíduos, não há indicações imediatas de heterocedasticidade significativa. Serão realizados posteriormente os testes estatísticos para heterocedasticidade (como o teste de Breusch-Pagan ou White) para confirmar essa observação visual.

Na sequência, efetuou-se as transformações necessárias nas variáveis, o descarte das amostras apontadas no modelo gerado via Infer 32 como outliers para que os dados fossem inseridos no software Stata. Dentro do ambiente Stata, replicou-se o modelo inicialmente criado no Infer 32, identificaram-se as variáveis instrumentais, e procedeu-se com a elaboração do modelo 2SLS (Two-Stage Least Squares), conforme ilustrado na figura subsequente.

Figura 9 - Modelo MQO (Stata)

```
. regress lnvfo inversarea pav Indistcom IA Distcentro
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	257
Model	98.9075224	5	19.7815045	F(5, 251)	=	194.80
Residual	25.4879274	251	.101545527	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.7951
				Adj R-squared	=	0.7910
Total	124.39545	256	.485919726	Root MSE	=	.31866

lnvfo	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
inversarea	-316.5958	20.73479	-15.27	0.000	-357.4321	-275.7594
pav	.3805767	.0540964	7.04	0.000	.274036	.4871174
Indistcom	-.1604333	.0106941	-15.00	0.000	-.181495	-.1393716
IA	.4732822	.0421106	11.24	0.000	.3903471	.5562173
Distcentro	-.0000851	.0000154	-5.53	0.000	-.0001154	-.0000548
_cons	12.61652	.1165809	108.22	0.000	12.38692	12.84612

Fonte: Stata

Replicou-se o modelo mqo no software Stata, onde novamente o valor de R^2 foi igual a 0,7951, indicando que 79,51% da variação no valor logarítmico dos terrenos é explicada pelas variáveis incluídas no modelo.

Análise das variáveis utilizadas:

inversarea (inverso da área dos terrenos em m^2): Cada metro adicional na distância ao centro comercial mais próximo está associado a uma redução média de 316,5958 no logaritmo natural do valor do terreno. A variável é altamente significativa, demonstrando que quanto mais distante do centro comercial, menor o valor do terreno.

Indistcom (Distância do centro comercial mais próximo): Cada metro adicional na distância ao centro comercial mais próximo está associado a uma redução média de 0,1604333 no logaritmo natural do valor do terreno. A variável é altamente significativa, indicando que quanto mais distante do centro comercial, menor o valor do terreno.

pav (Pavimentação): A presença de pavimentação está associada a um aumento médio de 0,3805767 no logaritmo natural do valor do terreno. Este resultado é estatisticamente significativo, indicando que terrenos pavimentados são mais valorizados.

IA (Índice de Aproveitamento): Um aumento no IA está associado a um aumento médio de 0,4738222 no logaritmo natural do valor do terreno. O resultado é

altamente significativo, indicando que maior índice de aproveitamento eleva o valor do terreno. Variável fortemente significativa.

Distcentro: Relação inversa significativa entre a distância ao centro da cidade e o valor dos terrenos, ou seja, o valor logarítmico dos terrenos diminui em 0.0000851 a cada metro adicional na distância do centro. Variável é altamente significativa.

Na sequência realizou-se o teste de Breusch-Pagan para avaliar a presença de heterocedasticidade no modelo de regressão. A hipótese nula do teste de Breusch-Pagan é de que não existe heterocedasticidade, ou seja, a variância dos erros é constante. Se a estatística de teste calculada for significativamente grande, a hipótese nula é rejeitada, indicando a presença de heterocedasticidade.

Figura 10 - Teste Breusch-Pagan

```
. estat hettest

Breusch-Pagan/Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Assumption: Normal error terms
Variable: Fitted values of lnvfo

H0: Constant variance

      chi2(1) =    2.42
Prob > chi2 = 0.1196
```

Fonte: Stata

O valor crítico correspondente à distribuição qui-quadrado, obtido no teste de Breusch-Pagan, para um nível de significância de 5% não fornece base suficiente para a rejeição da hipótese nula. O p-valor obtido no teste, equivalente a 11,96%, indica que não há heterocedasticidade nos resíduos.

Realizou-se o teste de White, para confirmar a ausência de heterocedasticidade no modelo. O teste de White é empregado para investigar a presença de heterogeneidade nos resíduos de um modelo de regressão. Similarmente ao teste de Breusch-Pagan, a hipótese nula do teste de White postula a ausência de heterocedasticidade nos erros do modelo.

Figura 11- Teste de White

```

. whitetst
White's general test statistic : 34.58977 Chi-sq(19) P-value = .0156

. estat imtest, white

White's test
H0: Homoskedasticity
Ha: Unrestricted heteroskedasticity

      chi2(19) = 34.59
Prob > chi2 = 0.0156

Cameron & Trivedi's decomposition of IM-test

```

Source	chi2	df	p
Heteroskedasticity	34.59	19	0.0156
Skewness	5.83	5	0.3233
Kurtosis	13.94	1	0.0002
Total	54.36	25	0.0006

Fonte: Stata

A estatística do teste de White excedeu o valor crítico correspondente à distribuição qui-quadrado para um nível de significância de 5%. Em virtude deste resultado, procedemos com a rejeição da hipótese nula. Tal resultado indica a detecção de heterocedasticidade não-linear nos resíduos do modelo, sugerindo que existem variações na variância dos erros que são dependentes das variáveis independentes. Este resultado ressalta a necessidade de considerar métodos de estimação que sejam robustos a tais irregularidades na variância, a fim de garantir inferências estatísticas válidas e confiáveis.

Para corrigir o problema de heterocedasticidade do modelo, utilizaremos de erros padrão robustos, que são calculados de uma forma na qual não assume homogeneidade da variância do erro. Eles ajustam os erros padrão para levar em conta possíveis padrões irregulares na variância, proporcionando resultados de inferência estatística mais confiáveis.

O próximo passo é aplicar o método de Mínimos Quadrados em Dois Estágios (MQ2E ou 2SLS), empregando erros padrão robustos. Identificamos "Distcentro"

como a variável endógena e escolhemos, após testes, "rendamb" como variável instrumental. O modelo obtido é o seguinte:

Figura 12 - Modelo MQ2E (2SLS)

```
. ivregress 2sls Invfo (Distcentro = rendamb) inversarea Indistcom pav IA, robust
```

```
Instrumental variables 2SLS regression          Number of obs   =       257
                                                Wald chi2(5)    =       550.20
                                                Prob > chi2     =       0.0000
                                                R-squared       =       0.6860
                                                Root MSE       =       .38984
```

Invfo	Robust		z	P> z	[95% conf. interval]	
	Coefficient	std. err.				
Distcentro	-.000263	.0000511	-5.14	0.000	-.0003631	-.0001628
inversarea	-276.4626	31.53115	-8.77	0.000	-338.2625	-214.6626
Indistcom	-.1589509	.0124849	-12.73	0.000	-.1834209	-.1344809
pav	.1846173	.0829309	2.23	0.026	.0220757	.347159
IA	.5028569	.06605	7.61	0.000	.3734013	.6323126
_cons	13.08437	.1997615	65.50	0.000	12.69284	13.47589

Endogenous: **Distcentro**

Exogenous: **inversarea Indistcom pav IA rendamb**

Fonte: Stata

Todos os coeficientes são estatisticamente significativos ($p < 0.05$), rejeitando-se a hipótese nula de que os coeficientes são zero.

Análise das variáveis:

Distcentro: Interpretando este coeficiente, há uma relação negativa e significativa entre a variável "Distcentro" e a variável dependente, e o resultado é estatisticamente significativo.

inverasrea: mostra um efeito negativo e significativo, com um grande impacto na variável dependente.

pav: apresenta um efeito positivo e estatisticamente significativo.

IA: possui um coeficiente positivo e significativo, indicando um forte efeito sobre a variável dependente.

_cons (Constante): A constante é significativamente diferente de zero, sugerindo que, quando todas as variáveis explicativas são zero, a variável dependente assume o valor da constante.

A significância estatística dos resultados aumenta a confiança na validade dos instrumentos e na adequação do modelo. O teste de Wald robusto mostra que o modelo como um todo é estatisticamente significativo. Foram efetuados testes para verificar a significância estatística das variáveis instrumentais.

Testes de Endogeneidade:

Figura 13- Teste endogeneidade

```
. estat endog

Tests of endogeneity
H0: Variables are exogenous

Robust score chi2(1)      =    21.24   (p = 0.0000)
Robust regression F(1,251) =    28.5592 (p = 0.0000)
```

Fonte: Stata

Os p-valores extremamente baixos (0.0000) indicam a rejeição da hipótese nula, indicando que a variável “Distcentro” é endógena, validando a utilização de variáveis instrumentais para estimar os coeficientes do modelo. Então realizou-se o teste de Hausmann que compara as estimativas dos coeficientes obtidas nos dois modelos (MQO e MQ2E). Para o teste de Hausmann temos que:

H0: as diferenças entre os coeficientes dos modelos VI (variáveis instrumentais) e OLS não são sistemáticas (as variáveis endógenas são na verdade exógenas).

Ha: As diferenças entre os coeficientes dos modelos VI e OLS são sistemáticas (as variáveis endógenas são de fato endógenas).

Figura 14 - Teste de Hausmann

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) Std. err.
	(b) IV	(B) OLS		
Distcentro	-.000263	-.0000851	-.0001779	.0000439
inversarea	-276.4626	-316.5958	40.1332	17.48908
Indistcom	-.1589509	-.1604333	.0014824	.0075445
pav	.1846173	.3805767	-.1959594	.0604593
IA	.5028569	.4732822	.0295747	.0305086

b = Consistent under H0 and Ha; obtained from **ivregress**.
B = Inconsistent under Ha, efficient under H0; obtained from **regress**.

Test of H0: Difference in coefficients not systematic

chi2(4) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
= 12.44
Prob > chi2 = 0.0144

Fonte: Stata

Valor-p (0,0144) < 0,05, rejeita-se a hipótese nula. A variável *Distcentro* é endógena.

As estimativas do modelo VI são preferíveis às estimativas do modelo MQO, pois corrigem a endogeneidade presente na variável *Distcentro*.

Análise dos Coeficientes dos modelos MQO e MQ2E:

Distcentro: Diferença significativa de -0,0001779 com um erro padrão de 0,0000439, sugerindo que o modelo MQO subestima o impacto de *Distcentro* em comparação com o modelo VI.

Inversarea: Diferença significativa de 40,1332 com um erro padrão de 17,48908. A diferença sugere que a endogeneidade pode estar afetando a estimativa de *Inversarea*.

Lndistcom: Diferença pequena de 0,0014824 com um erro padrão de 0,0075445. Diferença pouco significativa, indicando que a endogeneidade tem um impacto menor sobre essa variável.

Pav: Diferença significativa de -0,1959594 com um erro padrão de 0,0604593. O modelo MQO parece superestimar o impacto de *Pav* em comparação com o modelo VI.

IA: Pequena diferença de 0,0295747 com um erro padrão de 0,0305086. Endogeneidade tem pouco impacto sobre essa variável.

De acordo com o teste de Hausmann, há evidência de endogeneidade na variável "*Distcentro*", portanto, o modelo MQ2E (que corrige endogeneidade) é mais apropriado do que o modelo MQO.

Figura 15 - Estatísticas primeiro estágio

`. estat firststage`

First-stage regression summary statistics

Variable	R-sq.	Adjusted R-sq.	Partial R-sq.	Robust F(1,252)	Prob > F
<i>Distcentro</i>	0.2983	0.2844	0.1642	35.2237	0.0000

Fonte: Stata

Estas estatísticas mostram o desempenho da regressão no primeiro estágio, onde as variáveis instrumentais são usadas para explicar a variável endógena

(*Distcentro*). Aproximadamente aproximadamente 29,83% da variabilidade da variável dependente é explicada pela variável instrumental “*Distcentro*” e 16,42% da variação na variável endógena “*Distcentro*” é explicada pela variável instrumental incluída no modelo. Este é um nível razoável de explicação, especialmente considerando que em contextos de variáveis instrumentais, não é esperado que o R-quadrado seja muito alto. O R-quadrado ajustado de 0,2844 indica que os instrumentos explicam uma proporção razoável da variabilidade na variável endógena. O teste F robusto, com um valor muito significativo (F igual a 35,2237 e $p = 0,0000$), reafirma a força dos instrumentos em explicar a variável endógena no primeiro estágio da regressão.

Não é possível realizar testes de restrições de super identificação (teste de Sargan ou Hansen), pois no modelo não temos mais instrumentos do que variáveis endógenas. Prosseguiu-se com o teste de subidentificação (underidentification test).

Figura 16 - Teste de Subidentificação

```
Underidentification test (Kleibergen-Paap rk LM statistic):      25.022
Chi-sq(1) P-val =      0.0000
```

Fonte: Stata

Um valor-p muito baixo (0.0000) leva à rejeição da hipótese nula, indicando que o modelo não está subidentificado. Isso significa que os instrumentos são relevantes e correlacionados com a variável endógena.

A validade dos instrumentos é importante em análises que utilizam variáveis instrumentais, já que instrumentos inválidos podem levar a estimativas enviesadas e conclusões errôneas.

Figura 17 - Identificação Fraca (Weak Identification Test)

```
Weak identification test (Cragg-Donald Wald F statistic):      49.022
(Kleibergen-Paap rk Wald F statistic):      34.849
Stock-Yogo weak ID test critical values: 10% maximal IV size  16.38
                                           15% maximal IV size  8.96
                                           20% maximal IV size  6.66
                                           25% maximal IV size  5.53
```

Source: Stock-Yogo (2005). Reproduced by permission.

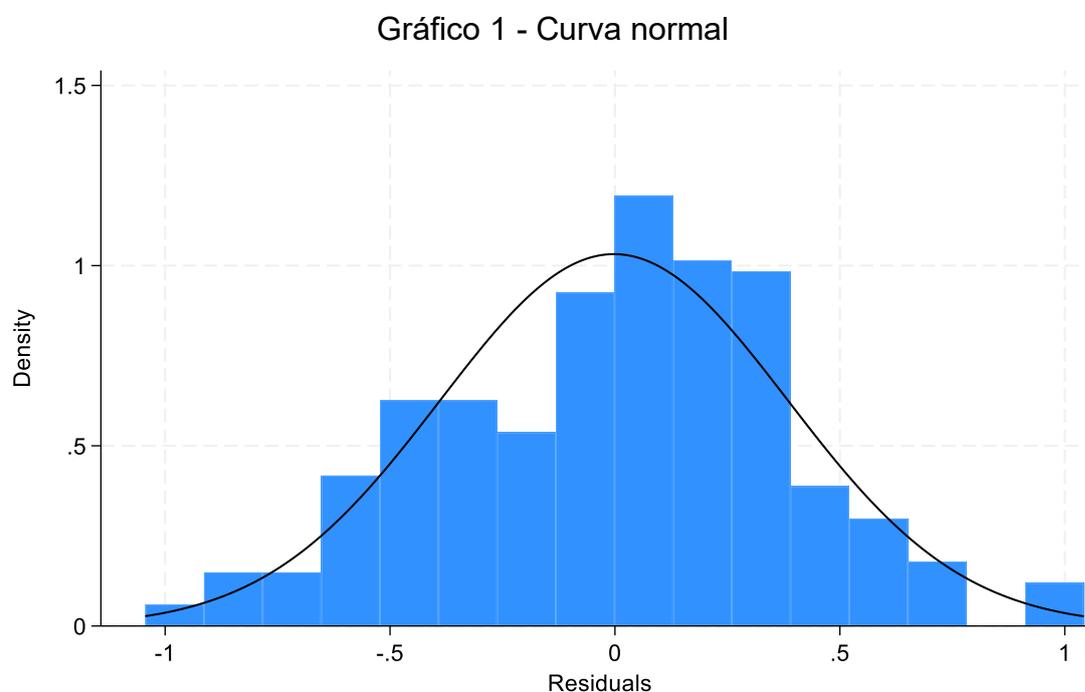
NB: Critical values are for Cragg-Donald F statistic and i.i.d. errors.

Fonte: Stata

A estatística de F (49.022 e 34.849) é maior que todos os valores críticos, indicando que o instrumento é suficientemente forte. O resultado dos testes sugere que o instrumento utilizado na presente análise é adequado, não estando correlacionados com os erros do modelo, o que reforça a confiabilidade das estimativas obtidas.

Normalidade dos resíduos:

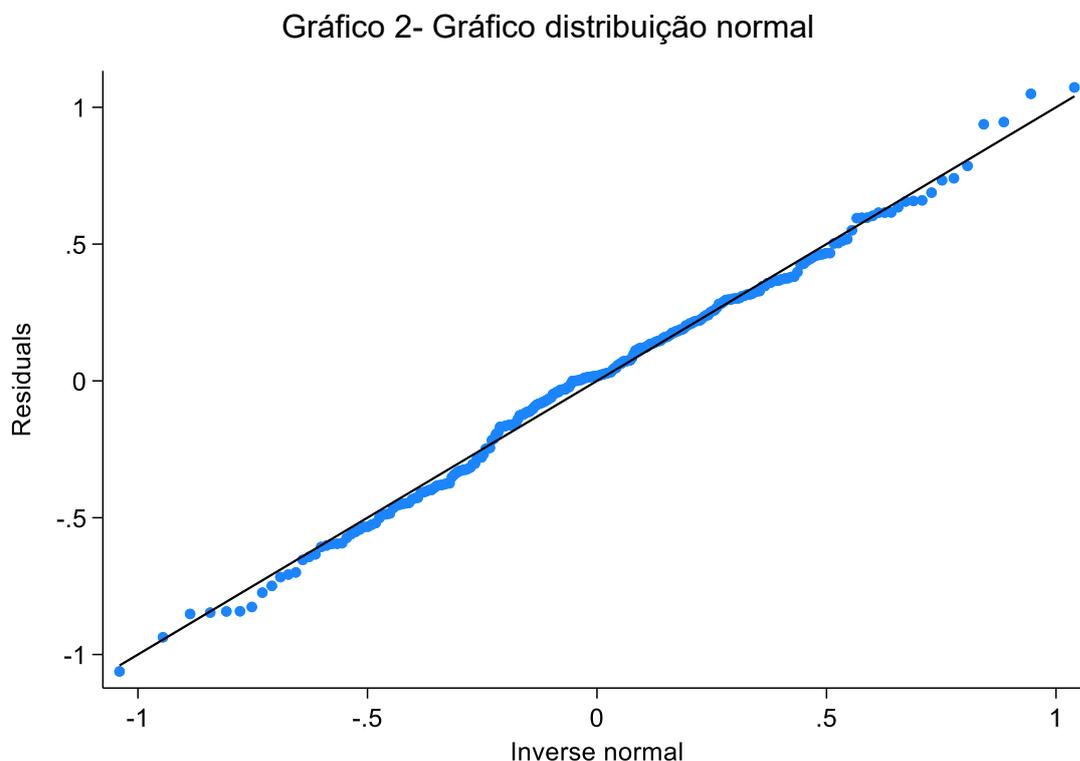
Realizou-se a plotagem da distribuição normal no Stata por meio do comando “*histogram residuals, normal*”, obtivemos o Gráfico 1, abaixo.



Fonte: Stata

Pela análise gráfica os resíduos parecem ter uma distribuição que é levemente assimétrica à direita (positivo), o que é indicado pelo alongamento da cauda à direita do gráfico. A maior parte dos resíduos concentra-se próxima a zero, sugerindo uma distribuição normal especialmente em torno do centro da distribuição. A curva de densidade sobreposta ao histograma sugere que os resíduos seguem aproximadamente uma distribuição normal, embora haja algumas pequenas assimetrias.

Executou-se pelo comando “*qnormal residuals*” a plotagem do gráfico Q-Q (quantile-quantile), o gráfico compara a distribuição dos resíduos com uma distribuição normal teórica.



Fonte: Stata

A maioria dos pontos ao redor do centro da distribuição está alinhada com a linha de referência, sugerindo que as previsões lineares são aproximadamente normais no centro da distribuição. As extremidades (caudas) do gráfico, mostram alguns desvios da linha de referência, sugerindo que pode haver alguma não normalidade nas caudas da distribuição.

Verificou-se pelo teste Shapiro-Wilk e Jarque-Bera a distribuição normal. O teste Shapiro-Wilk confirma que não há razão para rejeitar a normalidade dos resíduos. Este resultado é consistente e reforça a validade de análises subsequentes que assumem a normalidade dos resíduos.

Figura 18 – Teste Shapiro-Wilk

```
. swilk residuals
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
residuals	257	0.99349	1.210	0.443	0.32871

Fonte: Stata

O valor do teste Shapiro-Wilk é 0,99349, um valor próximo a 1 sugere que os dados estão bem alinhados com uma distribuição normal. O valor-p associado ao teste (Prob > z = 0,32871), indica que não se rejeita a hipótese nula de que os resíduos são normalmente distribuídos.

A seguir efetuou-se o teste de Jarque-Bera, o qual indicou que os resíduos provavelmente seguem a distribuição normal.

Figura 19 - Teste Jarque-Bera

```
. sktest residuals
```

Skewness and kurtosis tests for normality

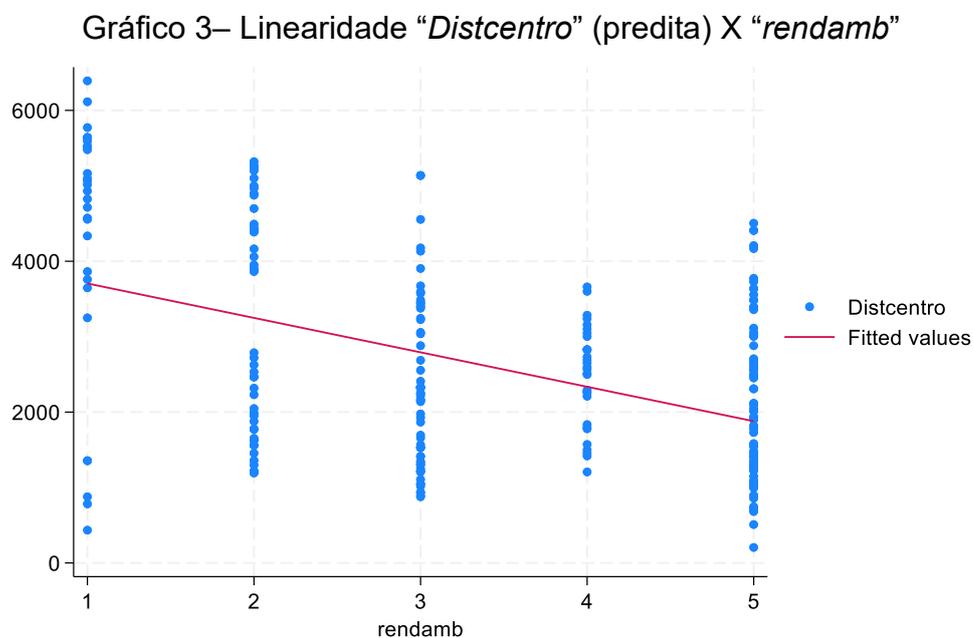
Variable	Obs	Pr(skewness)	Pr(kurtosis)	Joint test	
				Adj chi2(2)	Prob>chi2
residuals	257	0.4969	0.6687	0.65	0.7223

Fonte: Stata

O valor-p para o teste de assimetria $Pr(\text{skewness}) = 0,4959$, é um valor-p alto (maior que 0,05) demonstrando que não é possível rejeitar a hipótese nula de que a assimetria dos resíduos é igual à esperada em uma distribuição normal. O valor-p para o teste de curtose $Pr(\text{kurtosis}) = 0,6687$, assim como o teste de assimetria, apresenta um valor-p alto indicando que a curtose dos resíduos é consistente com uma distribuição normal. O valor-p para o teste conjunto de normalidade $Prob>chi2 = 0,7223$, considerando tanto a assimetria quanto a curtose, também indica que não há razão para rejeitar a hipótese nula de normalidade para os resíduos. De acordo com os resultados, não se rejeita a hipótese de que os resíduos do modelo são normalmente distribuídos.

Examinou-se também, a linearidade do modelo através de gráficos dos valores observados da variável dependente em relação a cada variável independente, com suas respectivas transformações, de acordo com o que a NBR

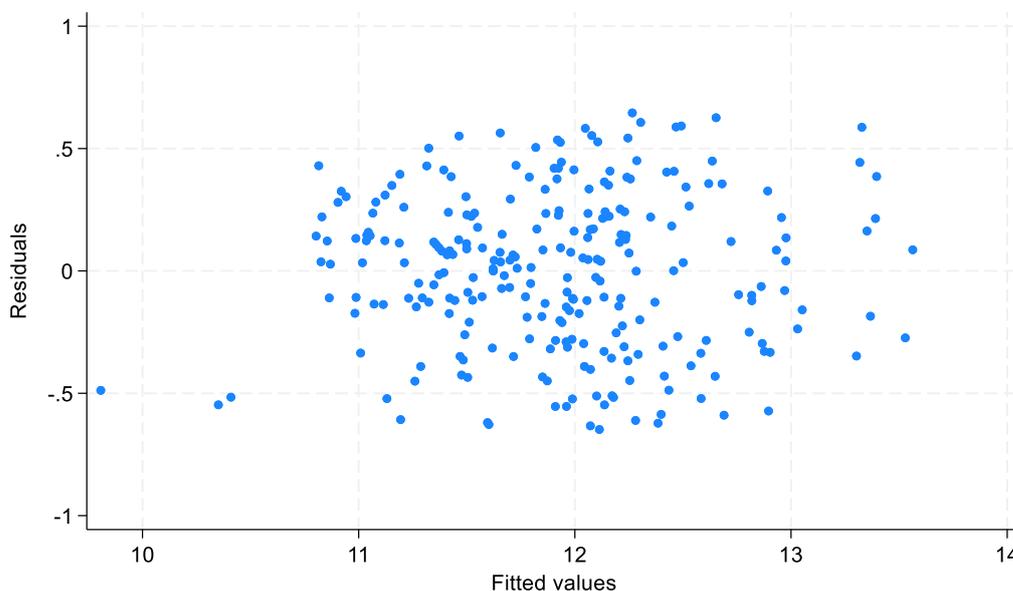
14.653-2 (2011) recomenda. Efetuou-se a análise da linearidade da variável “*Distcentro*” versus a variável “*rendamb*” (variável instrumental), conforme Gráfico 3.



A relação entre *rendamb* e *Distcentro* demonstra ser linear e confirma a relação de que conforme haja uma aproximação do centro da cidade a renda aumenta. As demais análises de linearidade das variáveis encontram-se no Anexo B.

Homocedasticidade do modelo MQ2E foi verificada através da plotagem dos resíduos (*residuals*) versus os valores estimados pelo modelo (*Linear prediction*).

Gráfico 4 – Verificação homoscedasticidade MQ2E



Fonte: Stata

A relação entre as variáveis independentes e a variável dependente é linear, já que os resíduos estão distribuídos aleatoriamente em torno de zero. A variabilidade constante dos resíduos ao longo dos valores ajustados indica que a suposição de homoscedasticidade é atendida.

A seguir foi efetuado o teste para verificação da homoscedasticidade do modelo com variáveis instrumentais através do teste de White e Koenker

Figura 20 - Teste White e Koenker

```
. ivhetttest
OLS heteroskedasticity test(s) using levels of IVs only
Ho: Disturbance is homoskedastic
White/Koenker nR2 test statistic : 9.643 Chi-sq(5) P-value = 0.0860
```

Fonte: Stata

Com p-valor maior que 0,05, o que significa que não se rejeita a hipótese nula de homoscedasticidade. Conclui-se pelo teste de White e Koenker e pela análise visual do gráfico de resíduos *versus* valores preditos que o modelo é homoscedástico.

Para verificação da multicolinearidade do modelo executou-se a matriz de correlação, utilizando os valores preditos para “*Distcentro*”.

Figura 21 – Matriz correlações parciais

```
. pcorr lnvfo Distcentro_hat inversarea lndistcom pav IA
(obs=257)
```

Partial and semipartial correlations of lnvfo with

Variable	Partial corr.	Semipartial corr.	Partial corr.^2	Semipartial corr.^2	Significance value
Distcentro~t	0.3296	0.1580	0.1086	0.0250	0.0000
inversarea	-0.4400	-0.2218	0.1936	0.0492	0.0000
lndistcom	-0.4227	-0.2111	0.1786	0.0446	0.0000
pav	0.3245	0.1553	0.1053	0.0241	0.0000
IA	0.3594	0.1743	0.1291	0.0304	0.0000

Fonte: Stata

De acordo com os valores apresentados na matriz de correlações, não há indicativos de multicolinearidade alta entre as variáveis, a NBR 14653-2 sugere que valores superiores a 0,80 são indicativos de alta multicolinearidade.

Para confirmar esse resultado, calculou-se o fator de inflação da variância (VIF) para todas as variáveis explicativas, foram utilizados para o cálculo, os valores preditos para “*Distcentro*” através da instrumentalização da variável “*rendamb*”.

Figura 22 - Fator de inflação da variância (VIF)

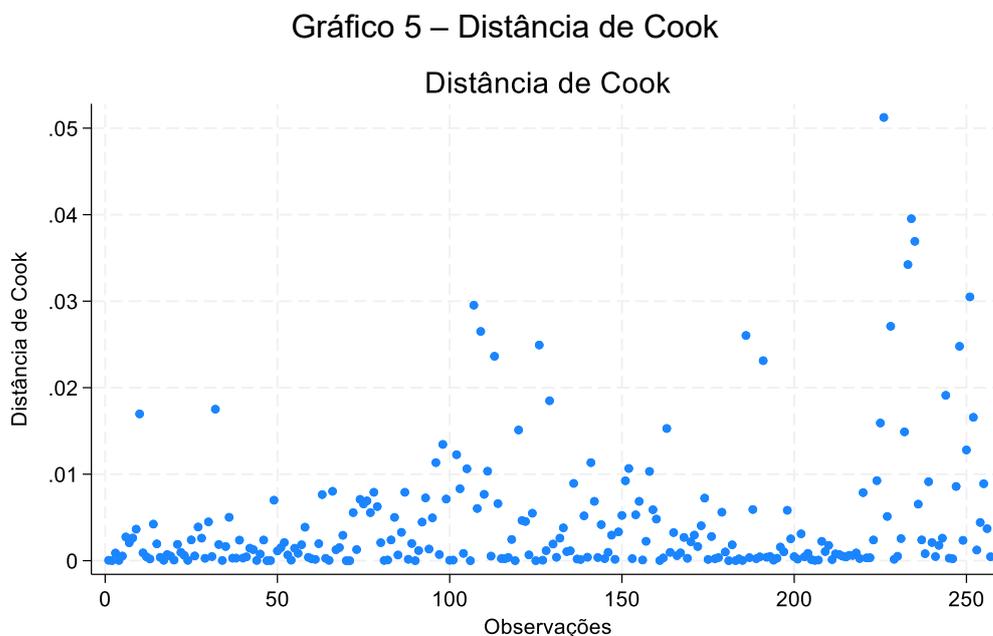
```
. estat vif
```

Variable	VIF	1/VIF
Distcentro~t	4.43	0.225720
inversarea	2.21	0.453326
lndistcom	2.03	0.493037
IA	1.48	0.675836
pav	1.44	0.693453
Mean VIF	2.32	

Fonte: Stata

Todos os valores de VIF são baixos, indicando que as variáveis independentes não estão altamente correlacionadas entre si. Conclui-se então que o modelo não apresenta multicolinearidade.

Verificou-se a presença de pontos influenciantes *pela* distância de cook, que quantifica o impacto de uma observação individual nos coeficientes estimados do modelo.



Não há observações com Cook's D maior que 1, indicando que não há pontos influenciando drasticamente o modelo.

Realizou-se a seguir o processo de validação que visa avaliar a capacidade preditiva do modelo. Um procedimento consiste em testar o modelo com dados externos, não usados na construção dele, cujos valores são de conhecimento prévio.

Outro procedimento, chamado de validação interna, usa os próprios dados amostrais para a validação do modelo. Este procedimento é chamado de validação cruzada (*cross-validation*) e foi usado aqui. O método usado foi o *leave-one-out* ou *delete-one procedure*, onde um dado é removido da amostra original e os demais são usados para a construção do modelo. Com o modelo assim construído, avalia-se o valor do imóvel que foi separado da amostra. Este procedimento é repetido n vezes, sendo n o número de dados da amostra original. Em cada procedimento, o dado eliminado volta para a amostra e um novo dado é deixado de fora, até que todos eles tenham sido testados.

Foi realizada uma comparação dos ajustes dos modelos MQO e MQ2E em relação ao MSE (Erro Quadrático Médio) e o RMSE (Raiz do Erro Quadrático Médio). O MSE e RMSE são utilizados para avaliar a precisão de modelos de previsão medindo a diferença entre os valores observados e os valores preditos pelo modelo.

O MSE é a média dos quadrados das diferenças entre os valores observados e os valores preditos. Ele é calculado como:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Onde:

n é o número de observações,

y_i é o valor observado,

\hat{y}_i é o valor predito pelo modelo.

O RMSE é a raiz quadrada do MSE. Ela é calculada como:

$$RMSE = \sqrt{MSE}$$

Estes valores são mostrados abaixo:

Quadro 4 – Validação Cruzada

	MQO	MQ2E
Erro Quadrático Médio (MSE)	6.173.317.216,89	6.429.636.288,45
Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE)	78.570,46	80.185,01
Coef. Correlação Valores Preditos e Reais	0,8753	0,8696

Fonte: elaborado pela autora

De acordo com os valores apresentados no Quadro 4, temos que quanto menor o MSE, melhor é o modelo em termos de precisão preditiva. Neste caso, o MSE do modelo MQO é moderadamente menor que o do MQ2E.

A RMSE, é a raiz quadrada do MSE e fornece uma medida de erro em unidades comparáveis aos valores observados. Tal como o MSE, um RMSE menor é preferível, pois indica um erro preditivo médio menor. O RMSE do MQO (78.570,46) é menor do que o do MQ2E (80.185,01).

O coeficiente de correlação mede a força e a direção da relação linear entre os valores preditos pelo modelo e os valores observados. Um valor de correlação próximo

de 1 indica uma forte associação linear positiva. Aqui, ambos os modelos têm coeficientes de correlação altos, acima de 0,86, sugerindo que ambos os modelos capturam bem a relação entre as variáveis preditoras e a variável resposta. No entanto, o coeficiente de correlação do MQO (0,8753) é levemente maior do que o do MQ2E (0,8696), indicando uma correspondência um pouco melhor entre os valores preditos e os reais no modelo MQO.

Embora o modelo MQO tenha obtido valores ligeiramente melhores, os resultados dos modelos são muito semelhantes.

O modelo MQO apresentou menor MSE e RMSE, o que indica previsões mais precisas. Mas, devido à endogeneidade presente no modelo MQO, e a pequena diferença do MSE e RMSE entre os modelos, o modelo MQ2E é preferível, apesar do maior MSE e RMSE, porque fornece estimativas não viesadas e consistentes. A endogeneidade nas variáveis explicativas pode levar a estimativas viesadas no modelo MQO.

Efetuaram-se alguns testes de desempenho para avaliações em massa. Primeiramente calculou-se a mediana das razões de avaliação (ratio). O ratio é uma medida fundamental na avaliação de imóveis, proporcionando uma maneira direta de comparar os valores calculados pelos modelos com os valores reais de mercado. Serve para avaliar a precisão do modelo. O ratio é calculado dividindo-se os valores estimados pelos valores observados. O valor recomendado para a mediana das razões de avaliação situa-se no intervalo entre 0,90 até 1,10, para indicar uma boa qualidade do modelo.

Depois calculou-se o Coeficiente de Dispersão (COD), para avaliar a uniformidade das avaliações. Calcula-se o COD diminuindo a mediana das razões de cada razão de avaliação, tomando o valor absoluto dessas diferenças, calculando a média dos valores absolutos (desvio médio) e dividindo essa média pela mediana das razões de avaliação, multiplicando o resultado por 100.

A portaria nº 511, do Ministério das cidades, de 7 de dezembro de 2009 em seu capítulo VI, artigo 30 parágrafo 5, diz que:

A uniformidade é definida pelo coeficiente de dispersão dos valores, que se traduz como o percentual médio das variações, em módulo, dos valores avaliados em relação aos preços praticados no mercado, para cada tipo de imóvel. A ocorrência de coeficiente de dispersão para cada tipo de imóvel superior a 30% (trinta por cento) indica falta de homogeneidade nos valores

e a necessidade de atualização (Brasil, 2009, Portaria 511, cap. VI, art. 30, parágrafo 5).

A *International Association Of Assessing Officers* (IAAO) (2013), indica como valores usuais para o COD de avaliações em massa os valores apresentados abaixo:

Entre 5 a 10 para imóveis residenciais em áreas muito homogêneas.

Entre 5 e 15 para imóveis residenciais em áreas heterogêneas.

Entre 5 e 25 para terrenos baldios.

Calculou-se também o Diferencial Relativo ao Preço (PRD), que detecta diferenças sistemáticas nas avaliações de imóveis, de alto e baixo valor, identificando inequidades verticais. Calcula-se o PRD dividindo a média das razões de avaliação pela média ponderada.

De acordo com a IAAO (2013) o PRD deve estar entre 0,98 e 1,03, mas padrões locais menos rigorosos são admitidos. Neste caso, o intervalo para o PRD vai de 0,90 a 1,10, detalhado no Quadro 5 abaixo.

Quadro 5 – Valores admissíveis PRD

Valores PRD	Progressividade (imóveis de baixo valor são subavaliados).	Regressividade (imóveis de alto valor são subavaliados).
Menos rigoroso	< 0,90	>1,10
Mais Rigoroso	< 0,98	>1,03

Fonte: IAAO, 2013

Os resultados foram demonstrados no Quadro 6 e os cálculos encontram-se no Anexo C.

Quadro 6 - Desempenho das avaliações

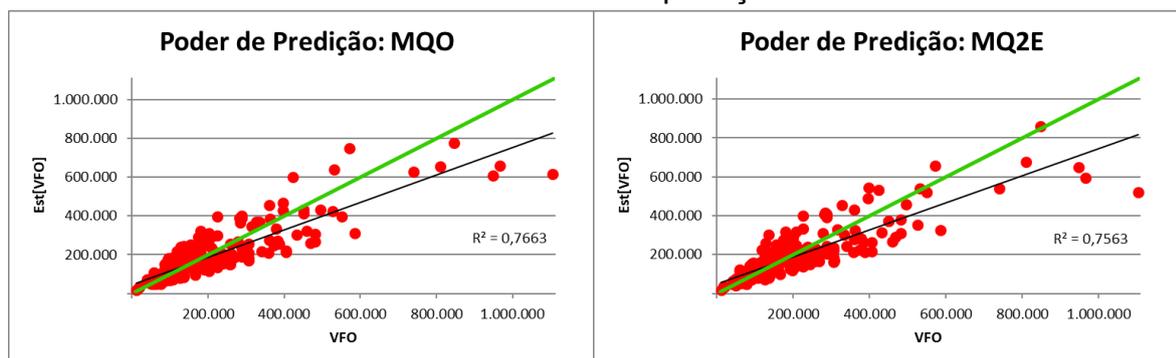
	MQO	MQ2E	CRITÉRIOS
Mediana ratios	0,97	0,99	Desempenho global: 0,9 a 1,1
COD	27,91	25,72	Uniformidade: <10 Resíduos Homogêneos; <15 Resíduos Heterogêneos; <25 Terrenos
PRD	1,11	1,10	Equidade vertical: <0,98 progressividade; >1,03 regressividade

Fonte: elaborado pela autora

O *ratio* calculado para ambos os modelos se encontra dentro do esperado, indicando que os modelos são bons. O COD do modelo MQ2E encontra-se muito

próximo ao limite superior definido pelo IAAO, que é 25. O PRD indicou que ambos os modelos apresentam regressividade, sendo que a regressividade foi maior no modelo MQO, entretanto o modelo MQ2E está dentro do limite sugerido pela IAAO de 1,10 para padrões menos rigorosos. A seguir (Gráfico 6) foram representados o poder de predição dos modelos MQO e MQ2E, ambos demonstram regressividade.

Gráfico 6 - Poder de predição

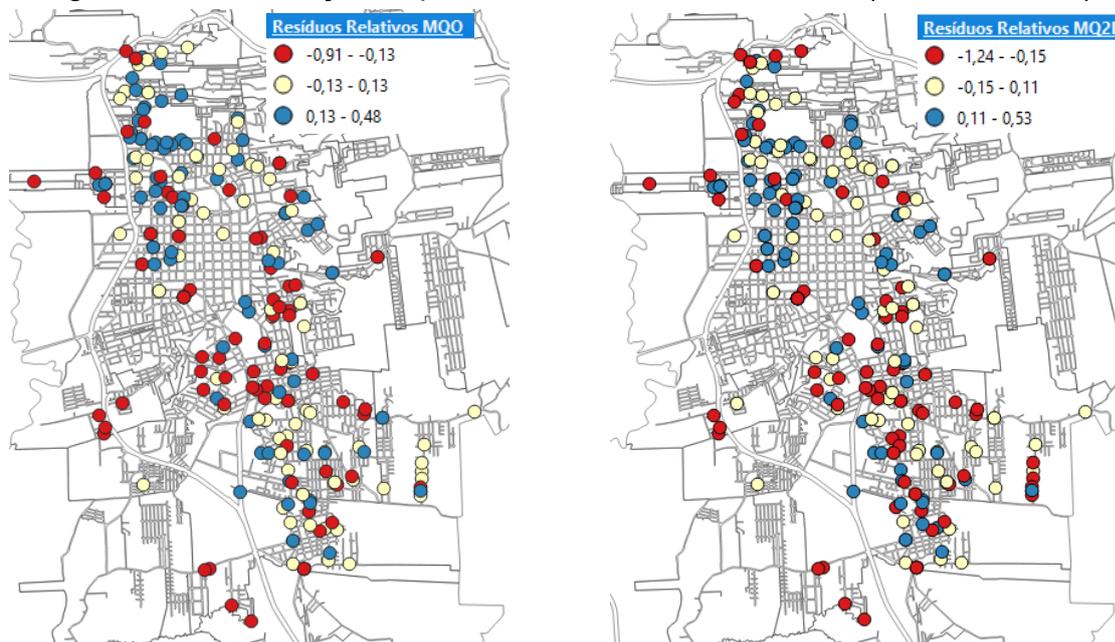


Fonte: elaborado pela autora

O Gráfico 6 acima apresenta o poder de predição do modelo MQO e do modelo MQ2E, pode-se observar que as diferenças são pouco significativas.

Em continuidade elaborou-se mapas com a distribuição espacial dos resíduos relativos, apresentados na Figura 23, para que se possa verificar se os resíduos (diferenças entre os valores observados e previstos) estão distribuídos geograficamente após a aplicação de um modelo de regressão. Os resíduos devem ser aleatoriamente distribuídos no espaço, sem padrões ou agrupamentos significativos, o que indica que o modelo não está capturando adequadamente as variáveis espaciais relevantes.

Figura 23 - Distribuição Espacial Dos Resíduos Relativos (MQO X MQ2E)

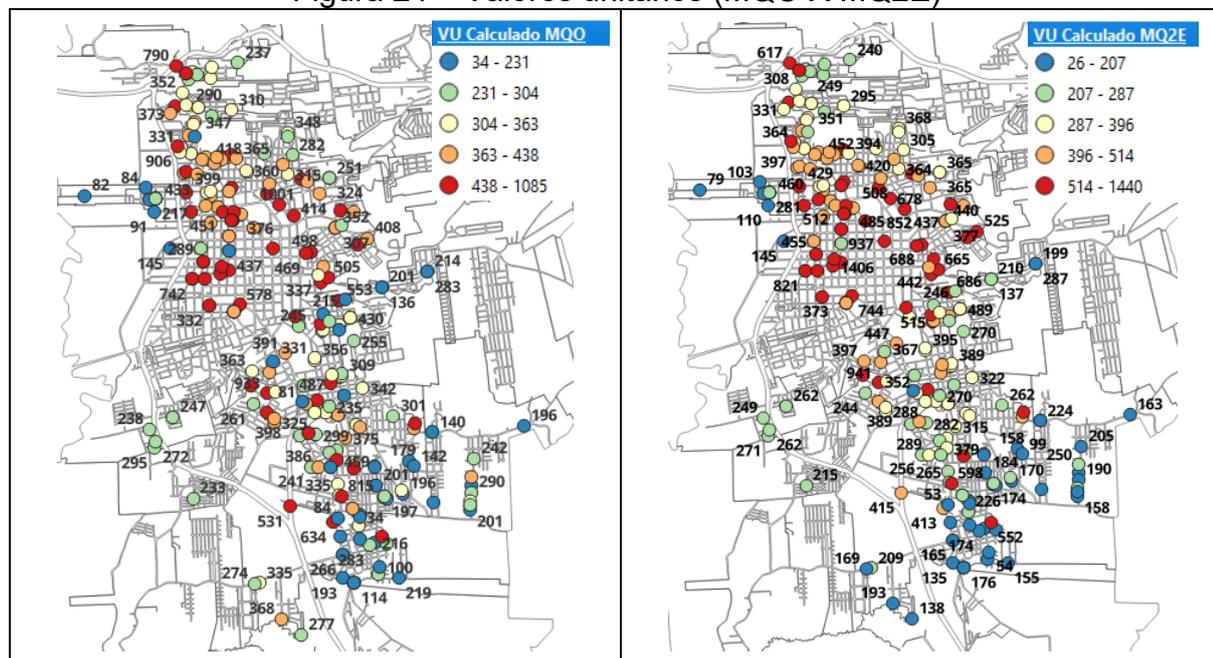


Fonte: elaborado pela autora

De acordo com a Figura 23, ambos os modelos apresentam aleatoriedade espacial, entretanto, o modelo MQ2E parece apresentar valores mais adequados para os resíduos em comparação com o MQO. A maior amplitude dos resíduos no MQ2E sugere que ele pode estar capturando mais variabilidade nos dados.

A seguir são apresentados (Figura 24) os valores unitários previstos para o modelo MQO e para o modelo MQ2E.

Figura 24 – Valores unitários (MQO X MQ2E)



Fonte: elaborado pela autora

A distribuição dos valores unitários no modelo MQ2E demonstra estar capturando com maior precisão áreas com valores extremos, tanto altos quanto baixos.

Efetuuou-se, em seguida, um teste comparativo para verificar qual modelo apresenta um melhor ajuste aos valores reais observados na amostra (valores originais), conforme apresentado no Quadro 7 abaixo.

Quadro 7 – Nº de dados com melhor ajuste em relação aos valores originais

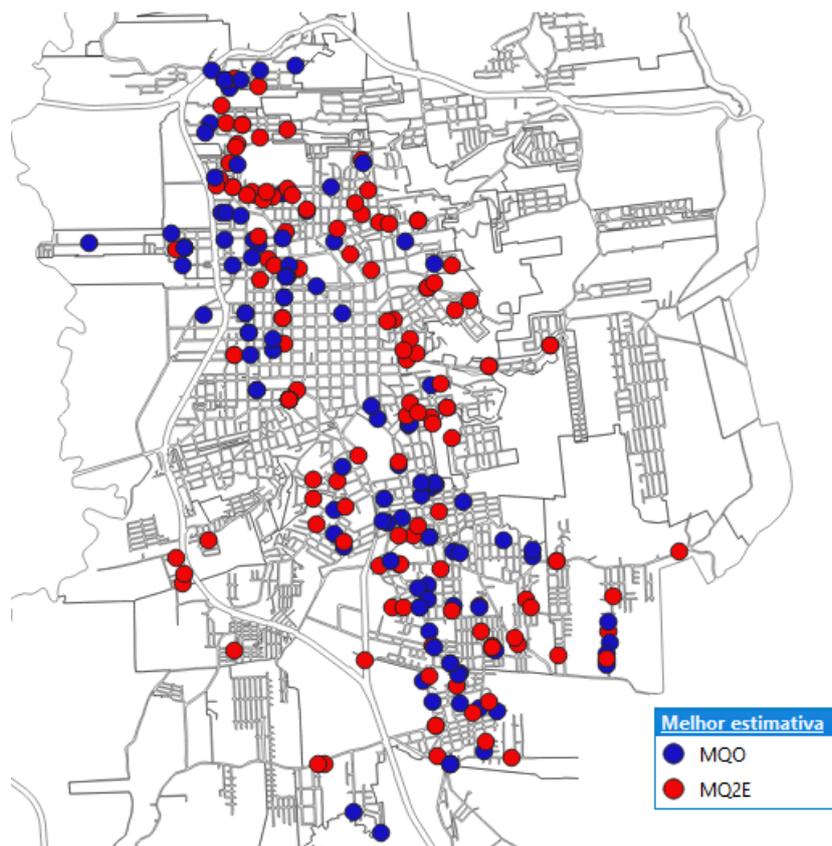
MQO	111
MQ2E	146

Fonte: elaborado pela autora

Considerando-se as 257 estimativas feitas para a amostra, o modelo MQ2E fez estimativas melhores em 146 casos e o modelo MQO em 111 casos. Abaixo (Figura

25) elaborou-se um mapa para representação visual dos dados em que cada modelo apresentou melhor ajuste em relação aos valores originais.

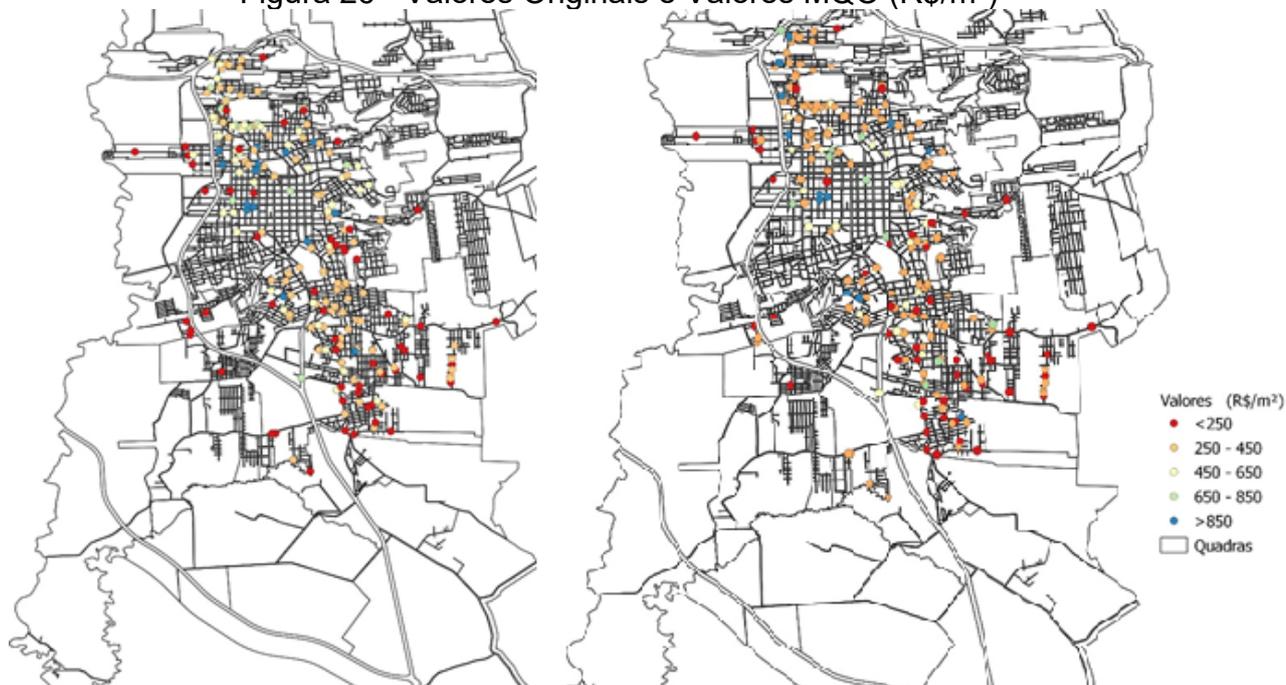
Figura 25- Melhor estimativa dos modelos



Fonte: elaborado pela autora

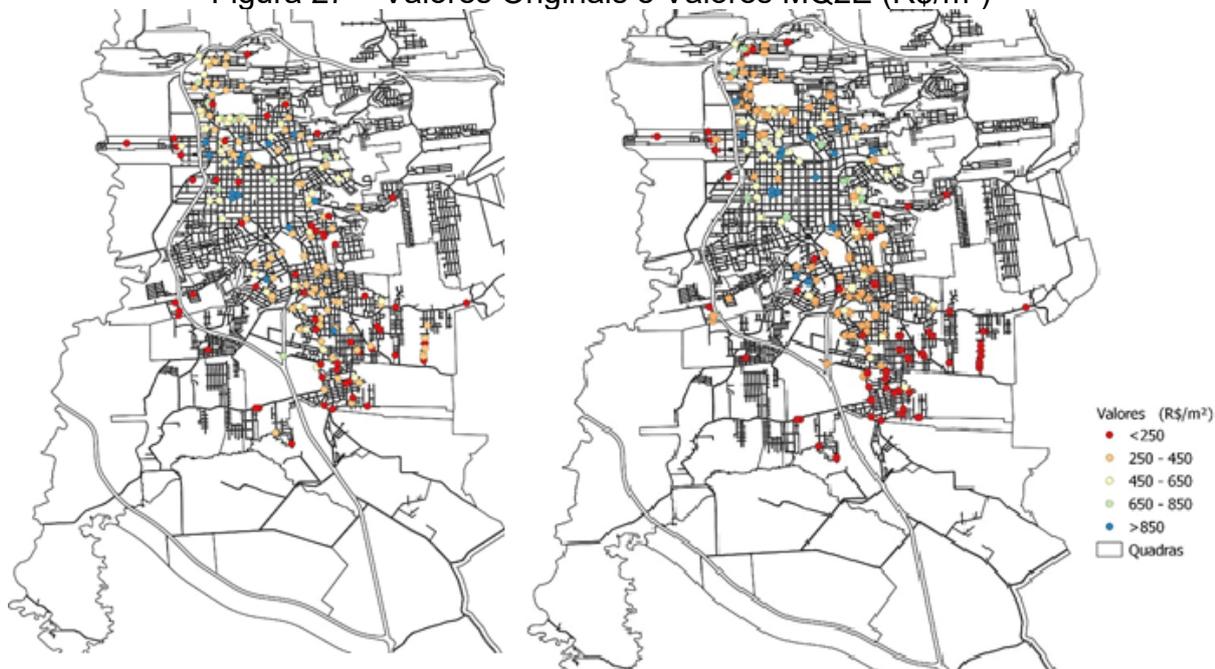
Prosseguiu-se com as análises por meio de mapas temáticos. Primeiramente os dados foram representados através de intervalos de valores, nos quais as cores vermelhas representam os valores mais baixos de m^2 e as cores azuis os valores mais altos (m^2)

Os resultados do modelo MQO (Figura 26) mostram uma distribuição de pontos que parece seguir uma certa lógica espacial, o modelo conseguiu de forma satisfatória minimizar os erros quadrados entre os valores previstos e observados, se desconsiderarmos os problemas de endogeneidade e heterocedasticidade do modelo.

Figura 26 - Valores Originais e Valores MQO (R\$/m²)

Fonte: elaborado pela autora

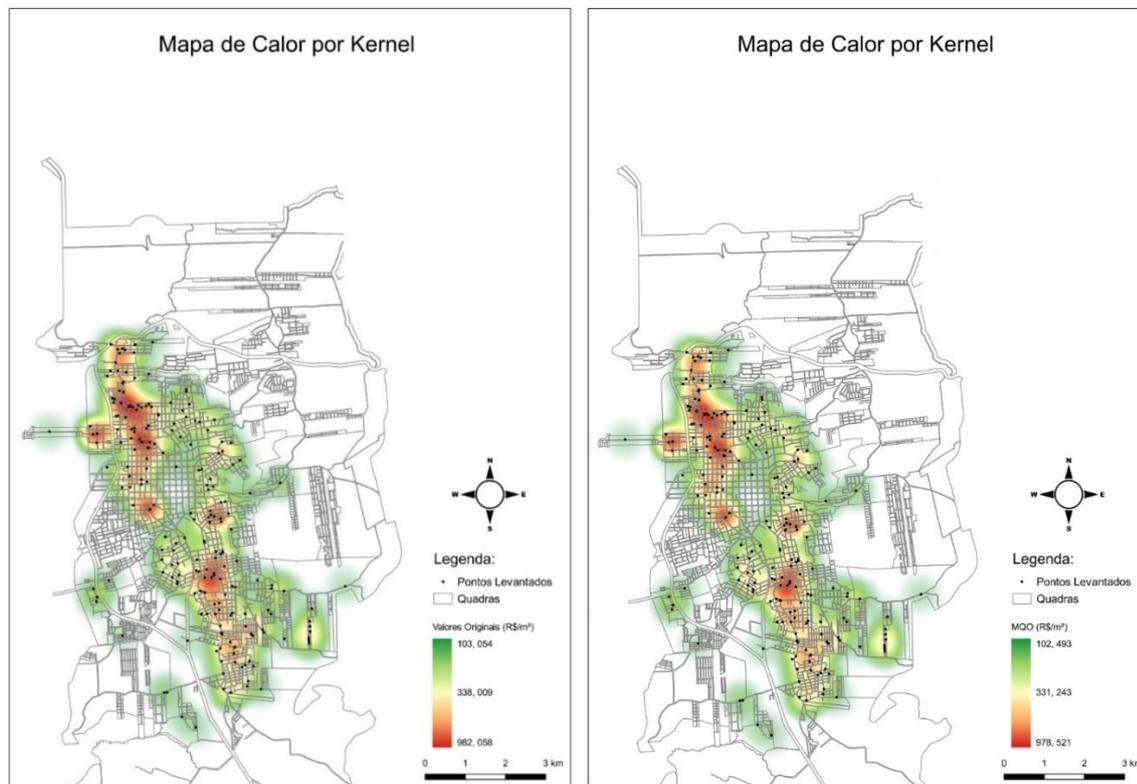
No modelo MQ2E podemos verificar a concentração de cores similares em áreas específicas essa redução da variação nos valores estimados em comparação com os valores observados diretamente, é comum em modelos que corrigem endogeneidade e outros problemas de viés. Ao ajustar para endogeneidade e utilizar variáveis instrumentais, houve a suavização de algumas variações extremas observadas nos dados originais, desse modo, o modelo MQ2E possui representação que reflete mais as influências estruturais subjacentes que afetam os valores dos imóveis.

Figura 27 – Valores Originais e Valores MQ2E (R\$/m²)

Fonte: elaborado pela autora

A análise do modelo evidencia que os valores mais elevados estão concentrados na região central do município, enquanto as avaliações mais baixas tendem a ser registradas nas periferias mais distantes.

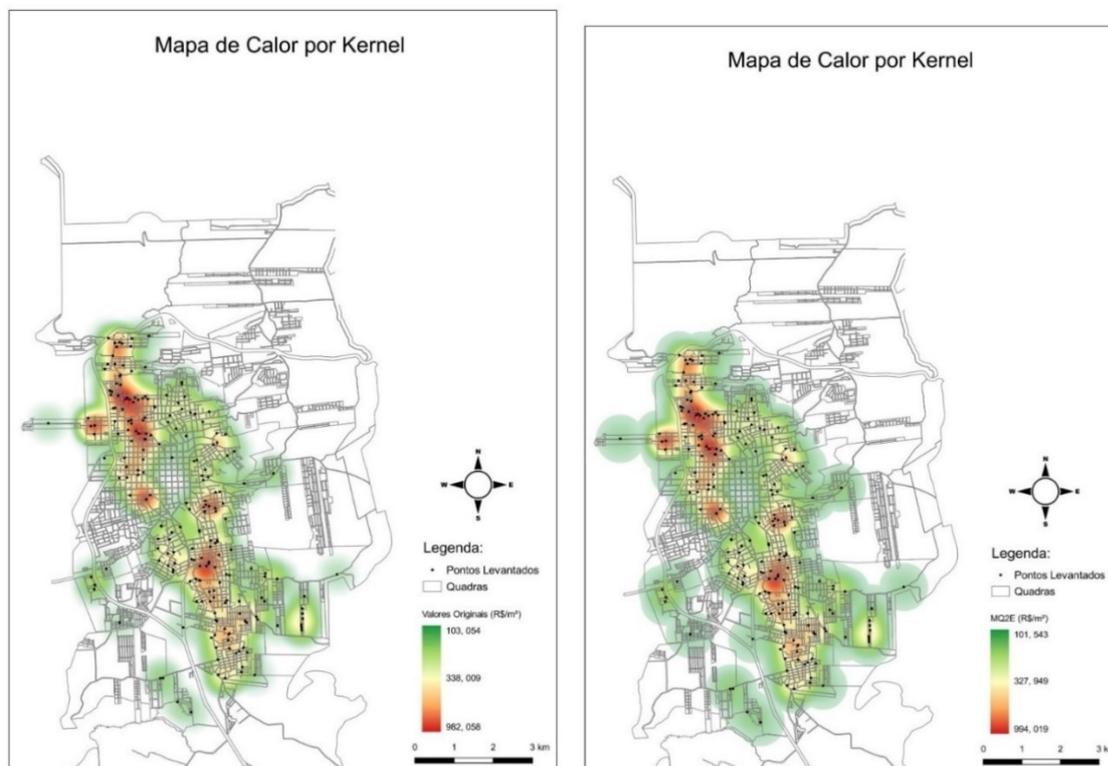
Elaborou-se mapas de calor de Kernel para demonstrar a dispersão de valores no município, conforme imagens apresentadas na Figura 27. Mapas de calor por kernel, ou mapas de densidade por kernel, são uma técnica de visualização que permite representar a densidade de pontos em uma área geográfica. São utilizados para identificar áreas com alta concentração de eventos ou características, no nosso caso foram utilizados para representar os valores do m² dos terrenos.

Figura 28 - Valores originais (R\$/m²) X Valores MQO (R\$/m²)

Fonte: elaborado pela autora

A análise visual dos mapas de calor por Kernel (Figura 28) revela pouca diferença entre os valores originais e os estimados pelo modelo MQO, indicando que o modelo preserva bem a estrutura espacial dos dados.

Figura 29 - Valores originais (R\$/m²) X Valores MQ2E (R\$/m²)



Fonte: elaborado pela autora

Da mesma forma, o modelo MQ2E também apresentou um bom ajuste em comparação aos valores originais conforme podemos visualizar nos mapas acima (Figura 29), confirmando a eficiência do modelo em captar os padrões espaciais.

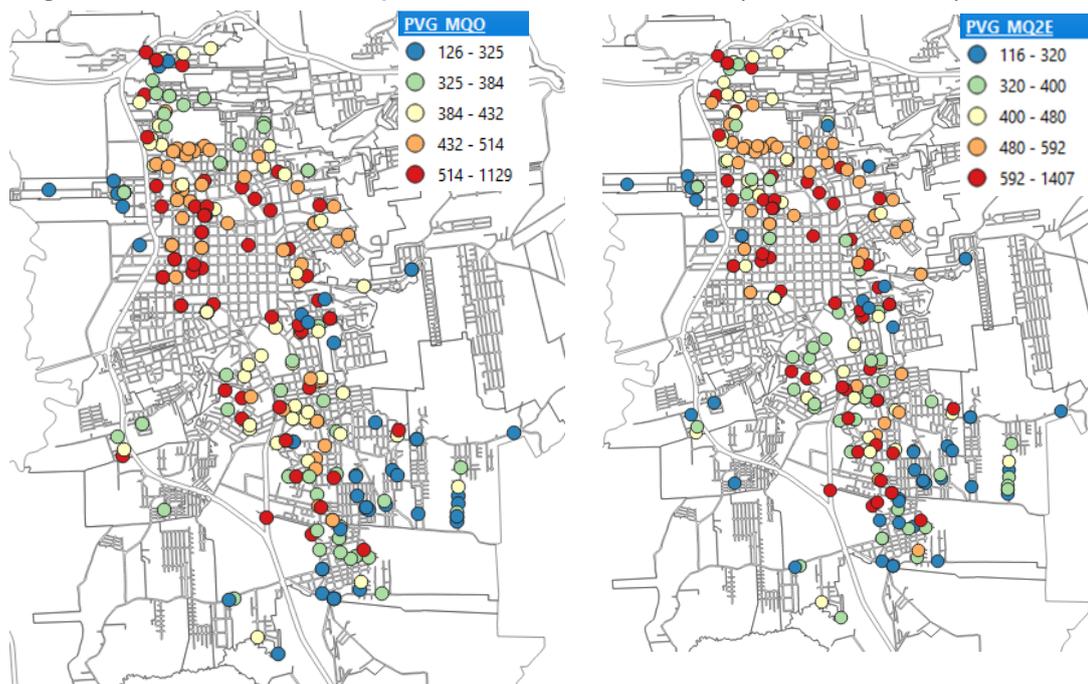
Observa-se que as áreas de alta concentração de valores permanecem consistentes entre os modelos e os valores reais, o que reforça a adequação dos modelos utilizados para a análise espacial. Essa consistência é crucial para assegurar a confiabilidade das estimativas e das conclusões derivadas dos modelos aplicados.

O modelo estimado no presente trabalho utilizando MQ2E conseguiu refletir de forma considerável os valores reais do m² de terrenos do município de Santa Cruz do Sul. Apresentou maior semelhança (em relação aos valores originais) que os valores de m² calculados e aplicados para as zonas fiscais do município no ano de 2020 (cuja referência são os valores do ano de 2019) abaixo elaborou-se mapa comparativo (Figura 30).

Na sequência, foram realizadas análises com mapas utilizando valores homogêneos para terrenos com área de 450m², situados em local pavimentado – as demais variáveis dependem da localização do imóvel. Estes valores são genéricos

e seriam os adotados para a PVG. A representação espacial dos dados (com valores em R\$/m²) para o modelo MQO e MQ2E são apresentados na Figura 28. Os cálculos podem ser encontrados no Anexo D.

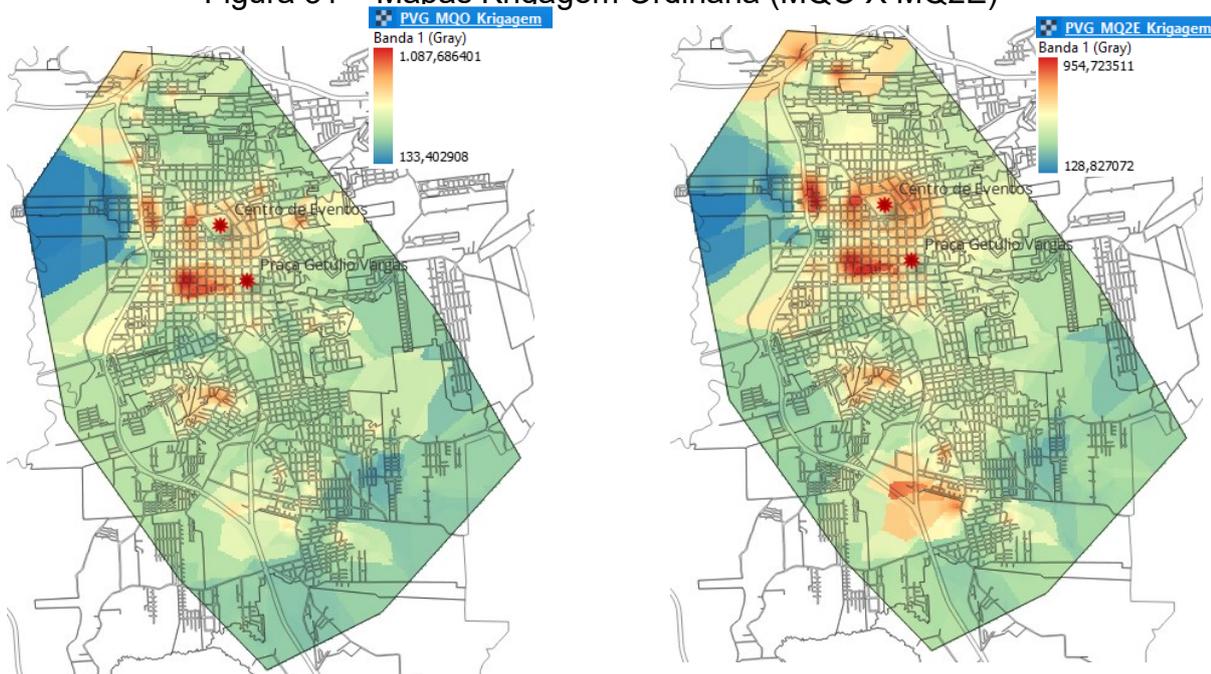
Figura 30 – Valores PVG para terrenos de 450 m² (MQO X MQ2E)



Fonte: elaborado pela autora

Assim como demonstrado anteriormente, as imagens apresentam semelhanças e demonstram um ajuste adequado dos modelos aos valores originais. Para que a compreensão e visualização fique mais fácil elaborou-se mapas por Krigagem ordinária, apresentados na Figura 30. Na representação por Krigagem ordinária se assume que a média dos valores desconhecidos é constante em todo o espaço estudado. Esta técnica leva em consideração a correlação espacial entre os pontos amostrais e usa essa informação para fazer previsões mais precisas do que métodos de interpolação simples, como a média ponderada pela distância.

Figura 31 – Mapas Krigagem Ordinária (MQO X MQ2E)

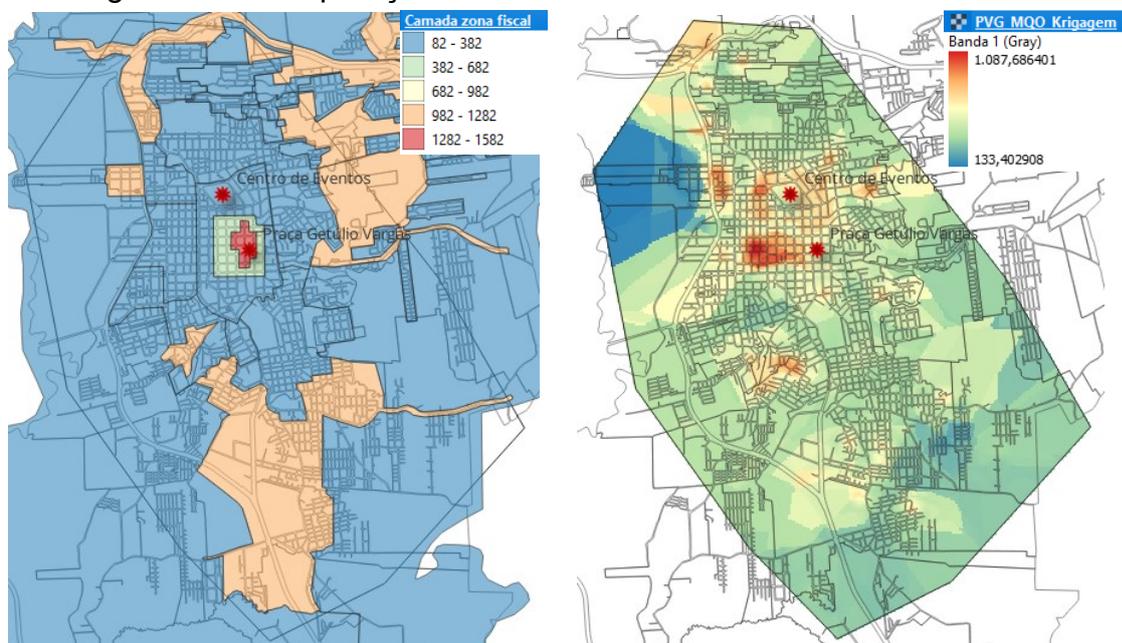


Fonte: elaborado pela autora

Verifica-se que o modelo MQ2E consegue representar melhor os valores. Na área central, que apresenta valores mais elevados e baixa disponibilidade de amostras o modelo MQ2E é muito mais preciso na representação dos valores. Os valores intermediários, representados pela coloração amarelada e alaranjada, também estão melhor apresentados no modelo MQ2E.

A seguir realizaram-se comparações entre os modelos MQO e MQ2E com as zonas fiscais do município, representadas nas Figuras 32 e 33, respectivamente.

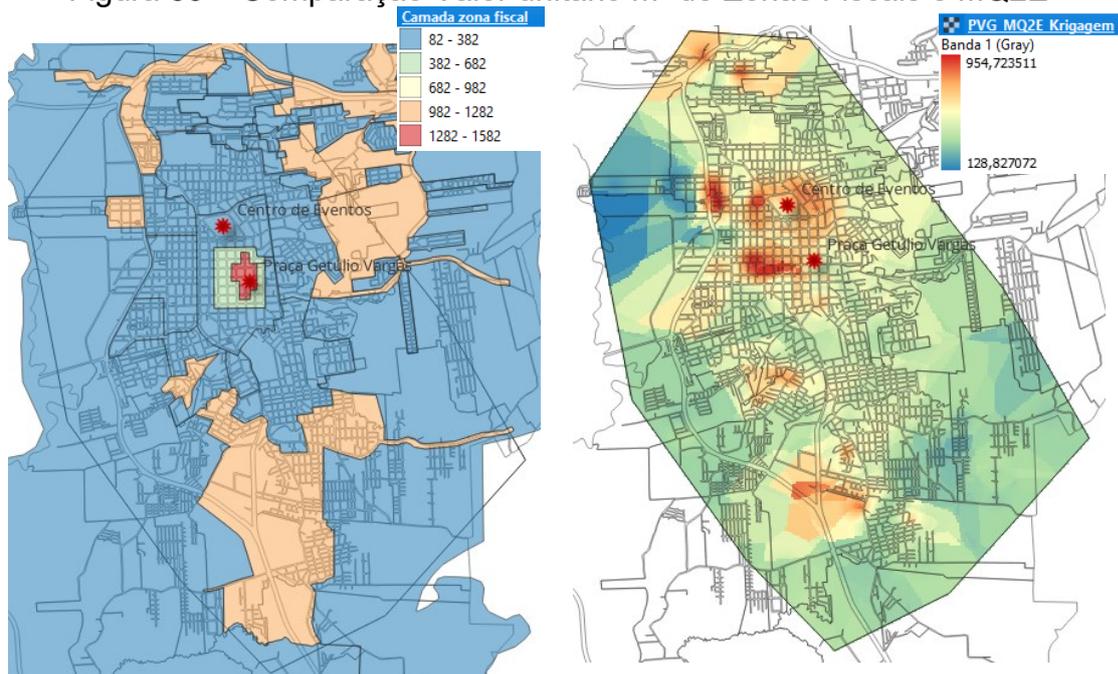
Figura 32 – Comparação Valor unitário m² de Zonas Fiscais e MQO



Fonte: elaborado pela autora

Na Figura 32, na qual comparamos o modelo MQO com as zonas fiscais (também ajustadas por faixa de valores), conseguimos verificar que o modelo MQO consegue refletir os valores do município de forma mais precisa que as zonas fiscais.

Figura 33 – Comparação Valor unitário m² de Zonas Fiscais e MQ2E



Fonte: elaborado pela autora

Já na comparação do modelo MQ2E com as zonas fiscais (Figura 33), verificamos que além de o modelo MQ2E refletir de forma adequada os valores do município, verifica-se que ele também é superior a representação por zonas fiscais. O modelo MQ2E também apresenta melhor a distribuição espacial dos valores que o modelo MQO.

Quando os resultados, em termos de valores e estatísticas são analisados, não se verifica uma grande diferença nos modelos MQO e MQ2E, sendo que o segundo apesar de apresentar alguns resultados um pouco inferiores nos testes de desempenho de avaliação em massa, teve correção no problema de heterogeneidade e endogeneidade.

O modelo MQ2E corrigiu a importância relativa de algumas variáveis, como por exemplo a pavimentação. No modelo MQO a diferença de valor para o imóvel pavimentado em relação a um imóvel não pavimentado é de 46,3%, o que não está de acordo com a realidade de mercado. Já no modelo MQ2E a diferença de valor para o imóvel pavimentado em relação a um imóvel não pavimentado é de 20,3%, o que pode ser considerado de acordo com a realidade de mercado.

Assim, pode-se considerar que o modelo MQ2E expressou melhor a realidade do mercado imobiliário local.

5.1 RESUMO DOS RESULTADOS

Desenvolveu-se um quadro comparativo dos resultados dos principais testes realizados no estudo, conforme apresentado no Quadro 7 abaixo.

Quadro 8 – Resumo dos resultados

	MQO	MQ2E
Coef. de Correlação (R):	0,8917	0,8995
Coef. de Determinação (R ²):	0,7951	0,8091
Coef. de Determ. Ajust. (R ² ajust):	0,7910	0,8053
Log da Verossimilhança:	-67,7203	-58,6352
Critério de Akaike:	147,4405	129,2705
Critério de Akaike corrigido:	147,7765	129,6065
Critério de Schwarz:	168,735	150,5649
Critério Hannan-Quinn:	156,0041	137,8341

	MQO	MQ2E
Erro Padrão (linear):	0,31866	0,30759
Erro Padrão (não linear):	79.484,96	81.138,82
Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE):	78.551,64	80.186,08
Ratio	0,97	0,99
COD	27,91	25,72
PRD	1,11	1,10
Nº de dados com melhor ajuste em relação aos valores originais	111	146

Fonte: elaborado pela autora

Embora ambos os modelos apresentem bom desempenho, o MQ2E se destaca em várias métricas importantes, como o coeficiente de correlação, coeficiente de determinação, critérios de informação (AIC, BIC), COD, PRD e número de dados com melhor ajuste. Além disso o modelo MQ2E corrigiu o problema de endogeneidade e apresentou um melhor ajuste na elasticidade da variável pavimentação. Isso sugere que o MQ2E pode ser considerado o modelo preferível neste caso, apesar de o MQO apresentar algumas métricas ligeiramente melhores (como o RMSE).

6 CONCLUSÃO

O estudo explorou a aplicabilidade, eficiência e precisão do modelo MQ2E (Mínimos Quadrados em Dois Estágios) para a geração de uma planta de valores genéricos para o município de Santa Cruz do Sul - RS, considerando as peculiaridades e demandas específicas de avaliação em massa de imóveis ao mesmo tempo em que devem ser atendidas às exigências de justiça fiscal e eficácia no planejamento urbano.

O modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) é amplamente utilizado devido à sua simplicidade e eficiência. Em relação à aplicação em avaliação de imóveis em massa, o MQO mostrou-se preciso nos resultados, sugerindo que ainda é uma ferramenta viável para estimativas de valor em contextos em que a complexidade e a endogeneidade dos dados são leves ou moderadas. Mas o MQO pode não ser adequado em situações em que as variáveis explicativas são endógenas, já que o modelo não corrige os possíveis vieses decorrentes de variáveis omitidas ou outras formas de endogeneidade. Embora o MQO seja eficaz em muitos cenários, ele pode necessitar de ajustes ou complementações com outras técnicas estatísticas.

Constatou-se que a avaliação em massa com utilização da metodologia de mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E), resultou em um modelo mais confiável que o modelo MQO. O modelo MQ2E possui correção da heterogeneidade e correção da endogeneidade com uso de variáveis instrumentais.

Os resultados mostram que o modelo MQ2E, embora com resultados estatísticos parecidos com os do modelo MQO, representa melhor a realidade do mercado e, por isso, deve ser adotado preferencialmente ao modelo MQO.

O uso de zonas fiscais revelou-se pouco eficaz para expressar o real valor dos imóveis, pois não leva em conta as particularidades dos locais, expressando de forma uniforme valores em regiões que não são uniformes e, por isso, tem valores diferenciados entre si, como pode ser verificado tanto no mapa de valores genéricos elaborado com o modelo MQO quanto no mapa de valores genéricos elaborado com o modelo MQ2E. O uso de zonas fiscais leva à iniquidades horizontais e verticais, devendo ser evitada a sua aplicação em plantas de valores genéricos.

A investigação ressaltou a importância de incorporar métodos estatísticos avançados para abordar e corrigir as limitações encontradas em técnicas tradicionais,

como os mínimos quadrados ordinários (MQO) e o uso de zonas fiscais para utilização em plantas de valores genéricos.

Na elaboração da pesquisa houve grande dificuldade no levantamento de variáveis que fossem estatisticamente relevantes, o município de Santa Cruz do Sul possui bons índices em diversas áreas, como por exemplo saneamento, índice de escolaridade, acesso à água canalizada, tornando a possível variável em uma constante. Para a realização do presente estudo, foi inviável a coleta de dados referentes a aspectos como qualidade de vida e índices de criminalidade, entre outros fatores relevantes.

A ausência de variáveis importantes para o modelo MQO é percebida na variação da variável “*pav*” (pavimentação), que indica que ela exerce uma influência de aproximadamente 46% no valor do terreno. Já no modelo MQ2E a influência cai para aproximadamente 20% no valor do terreno, o que se aproxima mais da realidade.

Destaca-se que, embora o modelo proposto demonstrou-se estatisticamente coerente, a ausência de variáveis importantes pode ter impactado na eficácia do modelo. A insuficiência de variáveis instrumentais relevantes pode ter influenciado o modelo MQ2E.

Sugere-se novos estudos aplicando-se modelo MQ2E como uma alternativa para avaliações em massa de imóveis, a continuação dessa linha de pesquisa poderá explorar ainda mais as capacidades do MQ2E, ajustando e refinando as variáveis instrumentais para garantir que as estimativas de valor venal sejam tanto precisas quanto representativas das dinâmicas de mercado atuais.

Adicionalmente, sugere-se a exploração de variáveis que capturem a “felicidade” dos residentes, inspirando-se na pesquisa norueguesa que reconhece a qualidade de vida como um indicador essencial do progresso social, além da mera análise financeira. Tais variáveis também podem ser particularmente úteis para formulação de políticas, investimento e planejamento urbano, onde compreender os efeitos estruturais é crucial.

Esta conclusão sintetiza os achados do estudo e propõe direções para pesquisas futuras, consolidando a contribuição do trabalho para o campo da avaliação imobiliária e gestão territorial.

REFERÊNCIAS

ADDRESS FOR ALL. **Downloads - Data for Santa Cruz do Sul – RS (Shapefiles)**.

Disponível em: <https://www.addressforall.org/pt/downloads/>. Acesso em: 26 jan. 2023.

ANDIÓN, Carmen Lopéz. *Econometría II, Unidade 4: Heterocedasticidade*. Santiago de Compostela: Faculdade de Ciências Económicas e Empresariais, Universidade de Santiago de Compostela, 2013. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/61965242.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2024.

ASSOCIAÇÃO, BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-1 AVALIAÇÃO DE BENS: Procedimentos Gerais**. 2001. Disponível em: <http://bittarpericias.com.br/wp-content/uploads/2017/02/Avaliacao-Bens-Procedimentos-Gerias-NBR-14653-1.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2023.

ASSOCIAÇÃO, BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-2 AVALIAÇÃO DE BENS: Imóveis urbanos**. 2001. Disponível em: <http://bittarpericias.com.br/wp-content/uploads/2017/02/Avaliacao-Bens-Imoveis-Urbanos-Procedimentos-Gerias-NBR-14653-2.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2023.

AVERBACK, Carlos Etor. **Os Sistemas de Cadastro e Planta de Valores no Município: Prejuízos da Desatualização**. Florianópolis, 2003. 202 p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/85068/204362.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 out. 2022.

BNDES. **Lei da responsabilidade fiscal: manual de procedimentos para a aplicação da lei de responsabilidade fiscal do tribunal de contas do RS**. Porto Alegre, RS: Tribunal de contas, 2000. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2463/1/Manual%20de%20Procedimentos%20para%20Aplica%C3%A7%C3%A3o%20da%20Lei%20de%20Responsabilidade%20Fiscal_P.pdf. Acesso em: 28 abr. 2022.

BOZZETTI, JONIS;. SILVEIRA, ROGÉRIO. 2014. **O USO DO GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE ESPACIAL DOS CONDOMÍNIOS E LOTEAMENTOS FECHADOS EM SANTA CRUZ DO SUL- RS**. Revista Jovens Pesquisadores. DO 4.10.17058/rjp.v4i1.4455. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/295085522_O_USO_DO_GEOPROCESSAMENTO_NA_ANALISE_ESPACIAL_DOS_CONDOMINIOS_E_LOTEAMENTOS_FECHADOS_EM_SANTA_CRUZ_DO_SUL-_RS/link/580273ef08ae23fd1b6739af/download?_tp=eyJjb250ZXh0ljp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19>. Acesso em: 20 ago. 2023.

BRASIL. **Cadastro Multifinalitário como Instrumento de Política Fiscal e Urbana**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2010. Disponível em:<<http://www.capacidades.gov.br/biblioteca/detalhar/id/78/titulo/cadastro-multifinalitario-como-instrumento-de-politica-fiscal-e-urbana>>. Acesso em: 28 set. 2022.

BRASIL. **LEI n. 10.257 10 de julho de 2001**. Diário Oficial da União. Brasília 11 de novembro de 2001. Disponível em:<<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2001/lei-10257-10-julho-2001-327901-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 17 out. 2022.

BRASIL. **Lei n. 101 04 de maio de 2000**. Diário Oficial da União. Brasília 04 de maio de 2000. Disponível em: <Lei Complementar nº. 101/2000>. Acesso em: 17 out. 2022.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Portaria n. 511 07 de dezembro de 2009**. Diário Oficial da União. Brasília 07 de dezembro de 2009. Disponível em:<https://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PlanelamentoUrbano/Portaria_511_PROEXT.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2019.

BRASIL., República Federativa de 1988. **Constituição do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/ConstituicaoCompilado.htm>. Acesso em: 17 out. 2022.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Coleção de Leis do Império do Brasil (1808 - 1889)**. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1808-1820.html>>. Acesso em: 15 out. 2022.

BRASIL. **Lei Complementar n.º 101**, de 4 de maio de 2000. Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp101.htm. Acesso em: 8 mai. 2022.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Portaria n.º 511**, de 7 de dezembro de 2009. Dispõe sobre as diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) nos municípios brasileiros. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 dez. 2009. Seção 1, p. 75. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PlanelamentoUrbano/Portaria_511_PROEXT.pdf. Acesso em: 2 set. 2021.

BRASIL. **Volume 3 da coleção de Cadernos Técnicos de Regulamentação e Implementação de Instrumentos do Estatuto da Cidade: O Imposto Sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU)**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2010. Disponível em: <<http://www.capacidades.gov.br/biblioteca/detalhar/id/336/titulo/imposto-sobre-a-propriedade-predial-e-territorial-urbana-iptu>>. Acesso em: 17 dez. 2019.

CARVALHO JR., PEDRO HUMBERTO BRUNO de. **Iptu no brasil: progressividade, arrecadação e aspectos extra-fiscais**. Brasília. 2006. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1251.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2023.

CUNHA, Eglaisa. et al. **O cadastro urbano no Brasil**. Revista Geografia e Ordenamento do Território, n. 17, p. 55-74, 2019.

DALLA VECCHIA, Daiana. **"Desafios para a Consolidação das Fontes de Energia Renováveis Não Convencionais: Uma Análise em Três Ensaio."** Mestrado e Doutorado em Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

DE CESARE, C. M., SILVA, E., SILVA, L. R. 2023. **Avaliação de Imóveis**. In: SILVA, E (org). Cadastro territorial multifinalitário aplicado à gestão municipal. 1. ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2023. Cap. 5, p. 101-126.

EICHENBAUM, Martin S.; HANSEN, Lars Peter; SINGLETON, Kenneth J. **A time series analysis of representative agent models of consumption and leisure choice under uncertainty**. The Quarterly Journal of Economics, v. 103, n. 1, p. 51-78, 1988.

EMPLASA – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo SA. **Planta de Valores Genéricos**. Disponível em www.emplasa.sp.gov.br. Acesso em 17 out. 2020.

GOLDBERGER, Arthur S. **Introduction to Econometrics**. Cambridge: Harvard University Press, 1964.

GUJARATI, D. N., & PORTER, D. C. (2011). **Econometria Básica**. Elsevier Brasil.

HANSEN, Lars Peter. **Large sample properties of generalized method of moments estimators**. Econometrica, v. 50, n. 4, p. 1029-1054, 1982.

HAUSMAN, Jerry A. Specification tests in econometrics. **Econometrica: Journal of the econometric society**, p. 1251-1271, 1978.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ASSESSING OFFICERS (IAAO). **Standard on Ratio Studies**. Kansas City, MO: International Association of Assessing Officers, 2013. Disponível em:

https://www.iaao.org/media/standards/Standard_on_Ratio_Studies.pdf. Acesso em: 2 jan. 2024.

IBAPE. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia. 2014. **Engenharia de Avaliações - Parte I**. São Paulo: Leud, 2023.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Sidra**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 30 abr. 2024.

LIMA, O. P. et al. **O Cadastro Técnico Multifinalitário e o poder Público Municipal-Base para o desenvolvimento sustentável**. Florianópolis. 2000.

LOBO, Rodrigo. **Décima urbana**. 2011. Disponível em: <https://www.receita.fazenda.gov.br/historico/srf/historia/catalogo_colonial/letras/super_decima.html>. Acesso em: 04 ago. 2023.

LOBO, Rodrigo. **Junta de Lançamento da Décima Urbana**. 2011. Disponível em: <mapa.an.gov.br/index.php/dicionario-periodo-colonial/185-juntas-de-lancamento-da-decima-urbana>. Acesso em: 08 set. 2023.

Marinho, Jefferson Luiz Alves. **Avaliação de imóveis urbanos**. São Paulo: Leud, 2023.

MARISCO, Nelson; HOCHHEIM, Norberto. "**Avaliação em Massa e Elaboração da Planta de Valores Genéricos para Aquidauana-MS e Anastácio-MS através de Macromodelos Espaciais**." Revista Pantaneira, volume 19, pág. 111-129, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufms.br/index.php/revpan/article/view/13711/9328>> Acesso em: 17 abril. 2023.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018. **Diretrizes para a criação, instituição e atualização do cadastro territorial multifinalitário nos municípios Brasileiros**. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.capacidades.gov.br/biblioteca/detalhar/id/140/titulo/-diretrizes-para>>

a-criacao-instituicao-e-atualizacao-do-cadastro-territorial-multifinalitario-nos-municipios-brasileiros>. Acesso em: 17 out. 2022.

MÖLLER, Luis Fernando C,. **Planta de valores genéricos: avaliação coletiva de imóveis para fins tributários**. 1ª ed. Ed. Sagra Luzzato. Porto Alegre, 1995.

MÖLLER, Luis Fernando C.; HOCHHEIM, Norberto. **IPTU: Quanto uma cidade pode cobrar?** 2006. IBAPE – XIII COBREAP, Fortaleza, CE.. Disponível em: <<http://www.mrcl.com.br/xiii/trabalhos/32a.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2023.

MOREIRA, Alberto Lélío. **Princípios de Engenharia De Avaliações**. São Paulo: PINI, 1994.

PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. **Econometric Models and Economic Forecasts**. New York: McGraw-Hill, 1976.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, Departamento de Economia e Estatística. **PIB dos municípios do RS em 2021**. 2023. Disponível em: <<https://www.estado.rs.gov.br/upload/arquivos/nt-dee-85-pib-dos-municipios-do-rs-em-2021.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2023.

RIO DE JANEIRO. Prefeitura Municipal do,. Secretaria de Fazenda. **IPTU 200 anos**. 2008. Disponível em: <https://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/137802/DLFE-3896.pdf/iptu200anos.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2023.

SANTA CRUZ DO SUL (RS) Prefeitura Municipal de,. **História Município**. 2015. Disponível em: <<http://www.santacruz.rs.gov.br/municipio/historico-do-municipio>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

SANTA CRUZ DO SUL (RS) Prefeitura Municipal de,. Geoprocessamento. **Mapa Bairros**. 2015. Disponível em: <<https://santacruz.rs.gov.br/geo/mapas/Mapa2015.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2023.

SANTA CRUZ DO SUL (RS) Prefeitura Municipal de,. Geoprocessamento. Disponível em: <<https://santacruz.rs.gov.br/geo>>. Acesso em: 05 fev. 2024.

SANTANDER, Júlia M. Sanchez *et al.* **O Imposto Predial Territorial Urbano**. 2016. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/artigos/o-imposto-predial-territorial-urbano/316097163#:~:text=O%20IPTU%20foi%20criado%2C%20com,Corte%20Portuguesa%20rec%C3%A9m%20chegada%20ao>>. Acesso em: 03 ago. 2023.

SARGAN, John D. **The estimation of economic relationships using instrumental variables**. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p. 393-415, 1958.

SOUZA, Carlos Alberto de. **Cidade gaúcha é capital do fumo no Brasil**. 1999. Folha de São Paulo. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff04019918.htm#:~:text=%C3%89%20Santa%20Cruz%20do%20Sul,uma%20f%C3%A1brica%20da%20Philip%20Morris>>. Acesso em: 05 ago. 2003.

SOUZA, Luiz Felipe Proost de; MEDEIROS JR, Joaquim da Rocha. In: JOWITT, R. et al, eds. **Engenharia de Avaliações**. São Paulo: Editora Pini, 2007.

SOUZA, Felipe Pilleggi de. **Observatório do mercado imobiliário como instrumento de apoio ao monitoramento dos valores cadastrais no âmbito municipal**. 2023. Dissertação de Mestrado PPGTG UFSC. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/251493>. Acesso em: 10 dez. 2023.

STOCK, James H.; YOGO, Motohiro. **Testing for weak instruments in linear IV regression**. In: ANDREWS, D.W.K; STOCK, J.H. (Ed.) *Identification and inference for econometric models, essays in honor of Thomas Rothenberg*. New York: Cambridge University Press, 2005.

STOCK, James H.; WATSON, Mark W. **Introduction to Econometrics**. 4. ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2020. 978 p. ISBN 978-0-13-446199-1.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Lei de Responsabilidade Fiscal**. 2000. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2463/1/Manual%20de%20Procedimentos%20para%20Aplicacao%20da%20Lei%20de%20Responsabilidade%20Fiscal_P.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2022.

WHITE, Halbert. **A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity**. *Econometrica*, v. 48, n. 4, p. 817-838, 1980.

WRIGHT, Philip G. **The Tariff on Animal and Vegetable Oils**. New York: The Macmillan Company, 1928.

ANEXO A – DADOS DE MERCADO (TERRENOS)

Dado	Endereço	Nº	Bairro	Área	Frente	Prof.	Valor Oferta	Valor - fator oferta	Fonte
1	Av. Independência	960	Avenida	434,34	18,67	23,26	R\$ 500.000,00	R\$ 450.000,00	Karnopp
2	28 de Outubro	541	Universitário	465,00	13,09	35,52	R\$ 215.000,00	R\$ 174.657,76	Predilar
3	Lindolfo Henrique Gerhardt	75	Universitário	659,78	14,32	46,07	R\$ 265.000,00	R\$ 238.500,00	Santa Cruz
4	Dr. Luiz Arthur Jacobs	sn	Universitário	445,11	12,68	35,10	R\$ 198.000,00	R\$ 178.200,00	Metha
5	Dona Flora	285	Universitário	360,85	11,18	32,28	R\$ 235.000,00	R\$ 189.306,54	Borba
6	Dona Flora	230	Universitário	366,97	11,46	32,02	R\$ 320.000,00	R\$ 257.364,65	Otimiza
7	Boa Esperança	569	Universitário	314,59	9,98	31,52	R\$ 265.000,00	R\$ 218.258,69	Otimiza
8	Santo Amaro	126	Universitário	593,25	11,51	51,54	R\$ 490.000,00	R\$ 340.168,38	LC Mueller
9	Av. Independência	1890	Independência	385,00	19,00	20,26	R\$ 372.000,00	R\$ 283.838,94	Santa Cruz
10	São João	164	Universitário	198,00	10,80	18,33	R\$ 250.000,00	R\$ 136.721,12	Tayumi
11	Germano Kessler	700	Universitário	487,34	11,96	40,75	R\$ 215.000,00	R\$ 193.500,00	Karnopp
12	Dona Flora	333	Universitário	356,13	10,81	32,94	R\$ 320.000,00	R\$ 288.000,00	Catedral
13	Jorge H. Eichenberg	sn	Universitário	464,59	12,82	36,24	R\$ 255.000,00	R\$ 229.500,00	Borba
14	Ivo Claudio Weigel	sn	Independência	405,57	11,97	33,87	R\$ 186.000,00	R\$ 167.400,00	Predilar
15	Dona Flora	301	Universitário	361,02	11,07	32,61	R\$ 583.000,00	R\$ 481.506,63	D'casa
16	Piratini	90	Universitário	357,61	12,12	29,51	R\$ 371.000,00	R\$ 306.123,02	Casa e Cia
17	Dona Flora	193	Universitário	369,21	11,42	32,33	R\$ 265.000,00	R\$ 238.500,00	Lucas
18	Dona Flora	426	Universitário	323,02	10,10	31,98	R\$ 180.000,00	R\$ 162.000,00	Angela
19	Barão do Arroio Grande	1974	Aliança	600,72	15,82	37,97	R\$ 250.000,00	R\$ 225.000,00	Karnopp
20	José Severino Pick	350	Aliança	237,09	9,76	24,29	R\$ 60.000,00	R\$ 54.000,00	Verena
21	José Severino Pick	242	Aliança	932,85	12,01	77,67	R\$ 68.000,00	R\$ 61.200,00	Catedral
22	José Severino Pick	370	Aliança	251,88	10,14	24,84	R\$ 65.000,00	R\$ 58.500,00	Imolari
23	Dom Pedrito	36	Aliança	277,08	10,9	25,42	R\$ 80.000,00	R\$ 72.000,00	D'casa
24	José Severino Pick	517	Aliança	244,25	9,94	24,57	R\$ 58.000,00	R\$ 52.200,00	Karnopp
25	Jorge Teixeira	558	Aliança	294,72	11,86	24,85	R\$ 90.000,00	R\$ 81.000,00	MDM
26	Barão do Arroio Grande	sn	Aliança	10008,47	94,57	105,83	R\$ 2.300.000,00	R\$ 2.070.000,00	Riersch
27	José Severino Pick	40	Aliança	250,32	9,97	25,11	R\$ 63.000,00	R\$ 56.700,00	D'casa

Dado	Endereço	Nº	Bairro	Área	Frente	Prof.	Valor Oferta	Valor - fator oferta	Fonte
28	Jorge Teixeira	366	Aliança	256,97	10	25,7	R\$ 92.000,00	R\$ 82.800,00	Imobel
29	Jorge Teixeira esq Jose Severino Pick	609	Aliança	305,44	12	25,45	R\$ 85.000,00	R\$ 76.500,00	Referencia
30	José Severino Pick	747	Aliança	251,63	9,62	26,16	R\$ 70.000,00	R\$ 63.000,00	D'casa
31	José Severino Pick	567	Aliança	259,49	10,54	24,62	R\$ 52.000,00	R\$ 46.800,00	Catedral
32	Rua Candelária	161	Ana Nery	343,40	12,08	28,43	R\$ 148.000,00	R\$ 133.200,00	Kopp
33	Rua da Figueira	218	Ana Nery	220,15	10,24	21,50	R\$ 144.000,00	R\$ 129.600,00	Predilar
34	Rua Candelária	31	Ana Nery	411,71	13,78	29,88	R\$ 150.000,00	R\$ 135.000,00	Lenz e Lersch
35	Rua Bahia	sn	Ana Nery	802,49	14,00	57,32	R\$ 149.000,00	R\$ 134.100,00	Borba
36	Rua José Pedro Frohlich	99	Ana Nery	359,78	12,18	29,54	R\$ 120.000,00	R\$ 108.000,00	Particular
37	Avenida Paul Harris	1281	Ana Nery	428,31	10,71	39,99	R\$ 250.000,00	R\$ 225.000,00	Cidade
38	Rua Mato Grosso	530	Ana Nery	435,33	11,91	36,55	R\$ 128.000,00	R\$ 115.200,00	Oktober
39	Rua Dorval Martins	174	Ana Nery	360,73	12,26	29,42	R\$ 140.000,00	R\$ 126.000,00	Cidade
40	Avenida Dep. Euclides N. Kliemann	sn	Ana Nery	3484,94	26,41	131,96	R\$ 1.300.000,00	R\$ 1.170.000,00	Cidade
41	Rua Arthur Fetter	151	Ana Nery	308,16	9,88	31,19	R\$ 96.000,00	R\$ 86.400,00	Catedral
42	Travessa Paranaguá	57	Ana Nery	1244,22	29,98	41,50	R\$ 430.000,00	R\$ 387.000,00	Imolari
43	Avenida Dep. Euclides N. Kliemann	865	Ana Nery	413,37	12,43	33,26	R\$ 529.500,00	R\$ 361.718,76	Metha
44	Travessa Caí	20	Ana Nery	294,47	11,99	24,56	R\$ 165.000,00	R\$ 110.251,22	Cidade
45	Travessa Mauricio Cardoso	sn	Ana Nery	595,32	17,17	34,67	R\$ 178.000,00	R\$ 160.200,00	Verena
46	Padre Reus	250	Arroio Grande	769,36	24,04	32,00	R\$ 260.000,00	R\$ 207.429,22	Verena
47	Marechal Dutra	128	Arroio Grande	418,21	13,97	29,94	R\$ 138.000,00	R\$ 124.200,00	Verena
48	Padre Reus	75	Arroio Grande	374,52	13,69	27,36	R\$ 140.000,00	R\$ 126.000,00	Predilar
49	Padre Reus	sn	Arroio Grande	388,68	9,88	39,34	R\$ 150.000,00	R\$ 135.000,00	Vivendas
50	Dep. Euclides N. Kliemann	1791	Arroio Grande	2384,00	22,00	108,36	R\$ 1.620.000,00	R\$ 1.371.427,82	Cidade
51	Dona Mirian	sn	Arroio Grande	362,73	12,08	30,03	R\$ 140.000,00	R\$ 126.000,00	Cidade
52	Santana	240	Arroio Grande	384,33	12,19	31,53	R\$ 130.000,00	R\$ 117.000,00	Cidade
53	São Sebastião	418	Arroio Grande	421,55	11,16	37,77	R\$ 132.500,00	R\$ 91.399,25	Catedral
54	Padre José Belser	sn	Arroio Grande	365,41	12,22	29,90	R\$ 140.000,00	R\$ 126.000,00	Metha
55	Dona Anna Kist	206	Arroio Grande	556,04	12,18	45,65	R\$ 128.000,00	R\$ 115.200,00	Imolari
56	Santana	995	Arroio Grande	363,47	12,11	30,01	R\$ 130.000,00	R\$ 58.388,76	Metha

Dado	Endereço	Nº	Bairro	Área	Frente	Prof.	Valor Oferta	Valor - fator oferta	Fonte
57	Padre José Belser	74	Arroio Grande	657,95	11,86	55,48	R\$ 244.681,00	R\$ 200.285,90	Santa Cruz
58	Helmuth F. Dreher	112	Arroio Grande	754,43	14,24	52,98	R\$ 170.000,00	R\$ 153.000,00	Santa Cruz
59	Frederico Rech	sn	Arroio Grande	469,19	15,54	30,19	R\$ 138.000,00	R\$ 124.200,00	Karnopp
60	Santa Cecília	74 e 76	Arroio Grande	592,39	12,30	48,16	R\$ 180.000,00	R\$ 162.000,00	MDM
61	Boaventura Kolberg	294	Arroio Grande	333,98	11,75	28,42	R\$ 125.000,00	R\$ 112.500,00	MDM
62	São Roque	sn	Arroio Grande	187,24	12,51	14,97	R\$ 75.000,00	R\$ 67.500,00	MDM
63	Rua Walter Jobim	108	Arroio Grande	494,05	14,44	34,21	R\$ 150.000,00	R\$ 135.000,00	Verena
64	Dep. Euclydes N. Kliemann	1861	Arroio Grande	678,01	24,06	28,18	R\$ 480.000,00	R\$ 397.457,94	D'casa
65	Padre José Belser	esq. Dr. Arthur	Arroio Grande	462,19	13,94	33,16	R\$ 285.000,00	R\$ 256.500,00	Barbian
66	Carlos Baumhardt	402	Arroio Grande	450,96	13,34	33,81	R\$ 200.000,00	R\$ 180.000,00	D'casa
67	Gramado	esq. Vera Cruz	Arroio Grande	549,24	18,08	30,38	R\$ 260.000,00	R\$ 234.000,00	Kopp
68	Padre Antonio Vieira	46	Arroio Grande	443,93	11,03	40,25	R\$ 160.000,00	R\$ 144.000,00	Central
69	Samuel Pinto Cortez	319	Avenida	631,76	11,88	53,18	R\$ 210.000,00	R\$ 144.101,05	Borba
70	Senador Salgado Filho	638	Avenida	224,41	9,10	24,66	R\$ 140.000,00	R\$ 126.000,00	Imolari
71	Av. Independência	960	Avenida	434,34	18,67	23,26	R\$ 500.000,00	R\$ 450.000,00	KArnopp
72	Padre Darupp	166	Avenida	279,24	12,34	22,63	R\$ 165.000,00	R\$ 119.715,88	Lc Muller
73	Cel. Oscar Jost	2132	Avenida	1110,58	18,66	59,52	R\$ 1.100.000,00	R\$ 966.961,60	Verena
74	Cons. Augusto Mergener	182	Avenida	357,80	12,22	29,28	R\$ 150.000,00	R\$ 112.063,24	Karnopp
75	Senador Salgado Filho	320	Avenida	448,88	14,59	30,77	R\$ 375.000,00	R\$ 268.505,92	Imolari
76	Samuel Pinto Cortez	269/289	Avenida	773,46	25,67	30,13	R\$ 600.000,00	R\$ 372.761,86	MDM
77	Samuel Pinto Cortez	80	Avenida	247,01	12,11	20,40	R\$ 165.000,00	R\$ 111.538,05	Oktober
78	Vereador Assmann	89	Avenida	499,18	12,70	39,31	R\$ 240.000,00	R\$ 216.000,00	HGF
79	Vereador Assmann	363	Avenida	966,13	13,00	74,32	R\$ 850.000,00	R\$ 715.345,23	Catedral
80	Cel. Oscar Jost	2169	Avenida	1663,20	13,53	122,96	R\$ 740.000,00	R\$ 570.993,10	Borba
81	Carlos Trein Filho	83	Avenida	3369,94	17,89	188,37	R\$ 2.500.000,00	R\$ 2.159.144,85	Vivendas
82	Cel. Oscar Jost	2347	Avenida	834,19	13,35	62,49	R\$ 960.000,00	R\$ 740.218,42	Haaus
83	Senador Salgado Filho	237	Avenida	223,36	10,29	21,71	R\$ 150.000,00	R\$ 135.000,00	VilaVerde
84	Léo Kraether	3629	Belvedere	595,29	13,53	44	R\$ 129.000,00	R\$ 116.100,00	Verena
85	Léo Kraether	3643	Belvedere	586,33	13,54	43,3	R\$ 129.000,00	R\$ 116.100,00	Verena
86	Guilherme Kuhn	ao lado 526	Belvedere	281,82	12,56	22,44	R\$ 60.000,00	R\$ 54.000,00	D'Casa
87	Guilherme Kuhn	554	Belvedere	750,91	12,07	62,21	R\$ 106.000,00	R\$ 95.400,00	D'Casa

Dado	Endereço	Nº	Bairro	Área	Frente	Prof.	Valor Oferta	Valor - fator oferta	Fonte
88	Léo Kraether	ao lado 3534	Belvedere	2053,35	19,89	103,24	R\$ 210.000,00	R\$ 189.000,00	Invest
89	Sem Denominação 3	506	Belvedere	182,32	16,77	10,87	R\$ 50.000,00	R\$ 10.636,21	Riesch
90	João Werlang	ao lado 2010	Belvedere	293,81	9,57	30,7	R\$ 75.000,00	R\$ 67.500,00	D'casa
91	Rua do Moinho	652	Bonfim	418,13	22,2	18,83	R\$ 450.000,00	R\$ 405.000,00	Imolari
92	Rua Demétrio Ribeiro	366 e 370	Bonfim	1376,34	17,34	79,37	R\$ 400.000,00	R\$ 360.000,00	Imolari
93	Rua Joaquim Murtinho	309	Bonfim	351,14	9,83	35,72	R\$ 201.400,00	R\$ 181.260,00	Metha
94	Rua Demétrio Ribeiro	316	Bonfim	297,13	7,97	37,28	R\$ 192.000,00	R\$ 130.790,54	Metha
95	Rua Maria Carolina	sn	Bonfim	423,13	15,53	27,25	R\$ 255.000,00	R\$ 229.500,00	Oktober
96	Rua Armindo Olympo Zimmer	sn	Bonfim	492,16	12,09	40,71	R\$ 180.000,00	R\$ 162.000,00	Oktober
97	Rua México	sn	Bonfim	458,57	15,03	30,51	R\$ 137.800,00	R\$ 124.020,00	D'Casa
98	Rua México	sn	Bonfim	397,53	12,85	30,94	R\$ 101.000,00	R\$ 90.900,00	D'Casa
99	Rua Venezuela	271	Bonfim	1219,81	20,03	60,9	R\$ 218.000,00	R\$ 154.476,84	Imolari
100	Guido Waetcher	sn	Castelo Branco	395,25	11,08	35,67	R\$ 145.000,00	R\$ 130.500,00	D'casa
101	Corredor Treib	sn	Castelo Branco	357,75	11,95	29,94	R\$ 140.000,00	R\$ 126.000,00	Catedral
102	Guido Waetcher	sn	Castelo Branco	351,49	9,98	35,22	R\$ 125.000,00	R\$ 112.500,00	Catedral
103	São Borja	sn	Castelo Branco	235,70	9,49	24,84	R\$ 85.000,00	R\$ 76.500,00	Imolari
104	São Borja	25	Castelo Branco	234,72	10,29	22,81	R\$ 85.000,00	R\$ 76.500,00	Metha
105	Dep. Euclides N. Kliemann	2983	Castelo Branco	806,83	30,92	26,09	R\$ 470.000,00	R\$ 423.000,00	D'casa
106	Dep. Euclides N. Kliemann	3385	Castelo Branco	390,04	19,35	20,16	R\$ 137.800,00	R\$ 124.020,00	Santinha
107	Inácio Afonso Alves	1713	Castelo Branco	337,23	10,50	32,12	R\$ 110.000,00	R\$ 99.000,00	D'casa
108	Alfredo J. Kliemann	sn	Castelo Branco	837,77	27,02	31,01	R\$ 520.000,00	R\$ 468.000,00	Karnopp
109	Dep. Euclides N. Kliemann	1861	Castelo Branco	678,01	24,06	28,18	R\$ 480.000,00	R\$ 396.590,40	Karnopp
110	Dep. Euclides N. Kliemann	1791	Castelo Branco	1574,39	17,78	88,55	R\$ 1.100.000,00	R\$ 947.736,00	Karnopp
111	Treib	sn	Castelo Branco	520,39	16,26	32,00	R\$ 212.000,00	R\$ 190.800,00	Invest
112	Vale Verde	161	Castelo Branco	264,67	9,60	27,57	R\$ 200.000,00	R\$ 75.158,50	D'casa
113	Rua Henrique Schuster	13	Centro	519,74	19,59	26,53	R\$ 400.000,00	R\$ 277.940,65	Cidade
114	Rua João B. de Menezes	59	Centro	305,40	11,63	26,26	R\$ 375.000,00	R\$ 244.992,94	Cidade
115	Rua Rio Branco	525	Centro	1193,76	27,50	43,41	R\$ 1.650.000,00	R\$ 1.378.640,35	Metha
116	Avenida do Imigrante	404	Centro	1042,09	23,64	44,08	R\$ 1.559.000,00	R\$ 1.403.100,00	Metha
117	Rua Borges de Medeiros	sn	Centro	329,78	10,79	30,56	R\$ 426.000,00	R\$ 383.400,00	Metha

Dado	Endereço	Nº	Bairro	Área	Frente	Prof.	Valor Oferta	Valor - fator oferta	Fonte
118	Rua Capitão Fernando Tasch	710	Centro	555,59	11,77	47,20	R\$ 350.000,00	R\$ 315.000,00	Metha
119	Rua Gaspar Silveira Martins	sn	Centro	770,48	15,32	50,29	R\$ 320.000,00	R\$ 288.000,00	Metha
120	Rua Major Pedro Santana de Oliveira	25	Centro	334,99	13,98	23,96	R\$ 286.000,00	R\$ 257.400,00	Metha
121	Travessa do Carmo	ao lado 103	Centro	561,57	14,41	38,97	R\$ 200.000,00	R\$ 180.000,00	Borba
122	Rua João Werlang	342	Centro	915,35	16,62	55,08	R\$ 400.000,00	R\$ 360.000,00	D'Casa
123	Travessa Haun	107	Centro	230,66	12,31	18,74	R\$ 370.000,00	R\$ 306.701,86	Megha
124	Viamão	sn	Esmeralda	413,96	14,07	29,42	R\$ 74.500,00	R\$ 67.050,00	Verena
125	Anna Zanette	sn	Esmeralda	426,2	17,01	25,06	R\$ 120.000,00	R\$ 108.000,00	D'casa
126	Anna Zanette	sn	Esmeralda	333,85	13,27	25,16	R\$ 100.000,00	R\$ 90.000,00	Vivendas
127	Anna Zanette	sn	Esmeralda	334,46	10,93	30,6	R\$ 90.000,00	R\$ 81.000,00	Vivendas
128	Getúlio Vargas	sn	Esmeralda	1186,47	30,49	38,91	R\$ 250.000,00	R\$ 225.000,00	Vivendas
129	Palmas	140	Esmeralda	317,4	12,22	25,97	R\$ 75.000,00	R\$ 67.500,00	MDM
130	Ari Verivaldo Freitas	259	Esmeralda	299,39	12,07	24,8	R\$ 107.000,00	R\$ 96.300,00	Cidade
131	Carlos Swarowsky	1388	Esmeralda	479,21	16,17	29,64	R\$ 110.000,00	R\$ 99.000,00	Cidade
132	Viamão	sn	Esmeralda	301,5	10,11	29,82	R\$ 110.000,00	R\$ 99.000,00	Cidade
133	Fredolino Machado	235	Esmeralda	396,44	10,01	39,6	R\$ 100.000,00	R\$ 75.354,21	Cidade
134	Montenegro	20	Esmeralda	446,13	15,13	29,49	R\$ 170.000,00	R\$ 134.808,75	Catedral
135	25 de Julho	404	Esmeralda	525,24	13,03	40,31	R\$ 95.000,00	R\$ 85.500,00	Catedral
136	Portela	113	Esmeralda	299,34	10,08	29,7	R\$ 53.000,00	R\$ 47.700,00	Metha
137	Canguçu	325	Esmeralda	298,21	9,96	29,94	R\$ 75.000,00	R\$ 67.500,00	Predilar
138	25 de Julho	115	Esmeralda	251,49	10,19	24,68	R\$ 85.000,00	R\$ 76.500,00	Oktober
139	Cambará	sn	Esmeralda	722,81	10,39	69,57	R\$ 58.500,00	R\$ 52.650,00	Santinha
140	Portela	sn	Esmeralda	413,45	13,15	31,44	R\$ 120.000,00	R\$ 108.000,00	Borba
141	Corredor Zanette	900	Esmeralda	5124,29	29,37	174,47	R\$ 260.000,00	R\$ 218.806,03	Borba
142	Anna Zanette	sn	Esmeralda	416,01	11,41	36,46	R\$ 98.000,00	R\$ 88.200,00	D'casa
143	Dep. Euclides N. Kliemann	3576	Esmeralda	339,48	10,57	32,12	R\$ 250.000,00	R\$ 173.314,21	Central
144	19 de Dezembro	71	Esmeralda	277,91	11,02	25,22	R\$ 70.000,00	R\$ 63.000,00	Invest
145	Viamão	332	Esmeralda	386,36	13,95	27,7	R\$ 75.000,00	R\$ 67.500,00	Riesch
146	Dep. Euclides N. Kliemann	3103	Esmeralda	434,09	16,08	27	R\$ 275.000,00	R\$ 192.632,88	Conceito
147	Fredolino Machado	sn	Esmeralda	3076,97	21,54	142,85	R\$ 535.000,00	R\$ 481.500,00	Unimoveis
148	Irmão Danilo	em frente 646	Higienópolis	483,67	13,89	34,81	R\$ 275.568,40	R\$ 248.011,56	Verena

Dado	Endereço	Nº	Bairro	Área	Frente	Prof.	Valor Oferta	Valor - fator oferta	Fonte
149	Cap. Pedro Werlang	ao lado 1309	Higienópolis	749,86	14,86	50,46	R\$ 425.000,00	R\$ 382.500,00	Verena
150	Egon Francisco Knak	ao lado 186	Higienópolis	567,39	15,19	37,35	R\$ 200.000,00	R\$ 180.000,00	Verena
151	Recife	ao lado 107	Higienópolis	398,91	11,93	33,44	R\$ 230.000,00	R\$ 207.000,00	Predilar
152	Egon Francisco Knak	ao lado 211	Higienópolis	542,50	15,03	36,09	R\$ 300.000,00	R\$ 270.000,00	Otimiza
153	Ver. Harry Antonio Werner	ao lado 124	Higienópolis	674,96	15,22	44,35	R\$ 337.500,00	R\$ 303.750,00	Riesch
154	Irmão Danilo	664	Higienópolis	536,96	15,35	34,98	R\$ 262.500,00	R\$ 236.250,00	Riesch
155	Augusto Henning	74	Higienópolis	1534,11	18,26	84,01	R\$ 851.000,00	R\$ 741.830,68	Cidade
156	Henrique João Filter	sn	Higienópolis	517,87	10,96	47,25	R\$ 287.235,00	R\$ 258.511,50	Cidade
157	Antonio Zimmer	243	Higienópolis	217,57	8,47	25,68	R\$ 149.000,00	R\$ 134.100,00	Cidade
158	Recife	195	Higienópolis	389,24	10,58	36,80	R\$ 160.000,00	R\$ 144.000,00	Metha
159	Ver. Harry Antonio Werner	56	Higienópolis	702,77	15,10	46,54	R\$ 250.000,00	R\$ 225.000,00	Karnopp
160	Ramiro Barcelos	356	Higienópolis	412,27	13,47	30,61	R\$ 430.000,00	R\$ 358.081,40	Oktober
161	Jorge Hoelzel	ao lado 282	Higienópolis	401,44	17,18	23,37	R\$ 220.000,00	R\$ 198.000,00	Oktober
162	Adolfo Caspary	178	Higienópolis	607,24	20,44	29,71	R\$ 506.088,00	R\$ 455.479,20	Megha
163	Leopoldo Roberto Schneider	112	Higienópolis	630,00	18,12	34,77	R\$ 450.000,00	R\$ 405.000,00	Borba
164	BRS 471	ao lado via griff	Independência	3388,18	50,06	67,68	R\$ 1.600.000,00	R\$ 1.440.000,00	Conceito
165	Av. Independência	1890	Independência	376,59	18,65	20,19	R\$ 370.000,00	R\$ 281.442,03	MDM
166	Vereador Claudio Ivo Weigel	130	Independência	413,05	12,47	33,12	R\$ 234.000,00	R\$ 210.600,00	Predilar
167	Vereador Claudio Ivo Weigel	48	Independência	574,10	17,93	32,02	R\$ 450.000,00	R\$ 405.000,00	9.9995-0150
168	Vereador Claudio Ivo Weigel	227	Independência	584,67	12,03	48,60	R\$ 265.000,00	R\$ 238.500,00	Particular
169	Av. Independência	2370	Independência	426,87	17,36	24,59	R\$ 500.000,00	R\$ 326.769,42	Predilar
170	Afonso Bartz	243	Independência	219,19	9,85	22,25	R\$ 244.000,00	R\$ 95.764,36	Borba
171	Corredor Soder	237	Independência	289,82	10,48	27,65	R\$ 244.000,00	R\$ 116.620,37	Cidade
172	Ernesto Sohnle	30	Independência	201,68	9,89	20,39	R\$ 210.000,00	R\$ 80.970,86	MDM
173	João Fuller	237	Independência	195,60	9,86	19,84	R\$ 175.000,00	R\$ 85.887,57	Particular
174	Itarare	13	Independência	200,93	9,89	20,32	R\$ 210.000,00	R\$ 107.567,92	Kopp
175	Av. Independência	2198	Independência	240,70	10,39	23,17	R\$ 330.000,00	R\$ 155.149,93	Mansão
176	Imperatriz Maria Leopoldina	196	Independência	441,55	12,26	36,02	R\$ 186.000,00	R\$ 167.400,00	Imolari
177	João Sehnem	sn	Independência	287,46	13,08	21,98	R\$ 225.000,00	R\$ 202.500,00	Oktober

Dado	Endereço	Nº	Bairro	Área	Frente	Prof.	Valor Oferta	Valor - fator oferta	Fonte
178	Adalberto F. Holts, esq Paulo Rauber	sn	Margarida	417,03	14,07	29,64	R\$ 70.000,00	R\$ 63.000,00	Verena
179	Maria Carolina	sn	Margarida	421,54	12,28	34,33	R\$ 160.000,00	R\$ 144.000,00	Karnopp
180	Lothario F. Heuser	330	Margarida	425,34	14,50	29,33	R\$ 69.000,00	R\$ 46.992,60	Megha
181	Andre Beck	145	Margarida	356,23	16,55	21,52	R\$ 98.000,00	R\$ 66.487,18	LC Muller
182	Helmuth Fuelber	149	Margarida	825,07	19,74	41,80	R\$ 255.000,00	R\$ 208.223,96	Catedral
183	Henrique Schuster	464	Margarida	833,84	12,12	68,80	R\$ 110.000,00	R\$ 99.000,00	BN Moveis
184	Henrique Schuster	221	Margarida	325,39	14,81	21,97	R\$ 210.000,00	R\$ 109.693,14	Tayumi
185	Paulo Rauber (ao lado nº 42)	sn	Margarida	345,47	10,81	31,96	R\$ 71.300,00	R\$ 64.170,00	Borba
186	Dona Cristina	65	Margarida	389,51	14,42	27,01	R\$ 130.000,00	R\$ 117.000,00	Residencia
187	Santo Cristo	ao lado 56	Margarida	415,34	10,08	41,20	R\$ 60.000,00	R\$ 54.000,00	Catedral
188	Adalberto F. Holst	95	Margarida	555,74	14,29	38,89	R\$ 170.000,00	R\$ 128.360,00	Imobel
189	Rua Dona Cristina	sn	Margarida	369,84	14,58	25,37	R\$ 212.000,00	R\$ 190.800,00	Oktober
190	Gaspar Silveira Martins	esq. Henrique Schuster	Margarida	2429,99	38,59	62,97	R\$ 1.000.000,00	R\$ 846.955,80	Cidade
191	Ipê	515	Monte Verde	943,34	14,60	64,62	R\$ 122.000,00	R\$ 92.879,36	Cidade
192	Caroba	sn	Monte Verde	534,57	13,50	39,60	R\$ 128.859,80	R\$ 115.973,82	João Dick
193	Cedro	sn	Monte Verde	732,19	12,20	60,02	R\$ 128.000,00	R\$ 115.200,00	Invest
194	Taruma	39	Monte Verde	287,52	14,71	19,55	R\$ 100.000,00	R\$ 90.000,00	Cidade
195	Canjerana	sn	Monte Verde	773,47	26,07	29,67	R\$ 212.000,00	R\$ 190.800,00	Imolari
196	Cedro	sn	Monte Verde	755,45	11,99	63,01	R\$ 135.000,00	R\$ 121.500,00	Metha
197	Caroba	223	Monte Verde	507,63	13,13	38,66	R\$ 150.000,00	R\$ 116.571,70	D'casa
198	Caroba	161	Monte Verde	478,56	12,17	39,32	R\$ 145.000,00	R\$ 100.020,09	D'casa
199	Ipê	301	Monte Verde	559,95	12,08	46,35	R\$ 135.000,00	R\$ 105.676,83	D'casa
200	João Kist Sobrinho	31	Renascença	373,36	12,76	29,26	R\$ 149.000,00	R\$ 134.100,00	Unimóveis
201	João Kist Sobrinho	esq. Jacob F.	Renascença	448,37	16,08	27,88	R\$ 120.000,00	R\$ 108.000,00	Otimiza
202	Carlitos Eduardo Kaempf	464	Renascença	489,10	12,30	39,76	R\$ 106.000,00	R\$ 95.400,00	Moojen
203	Adolfo Hoelzel	ao lado 245	Renascença	342,38	12,79	26,77	R\$ 101.000,00	R\$ 90.900,00	Borba
204	Av. Independencia	3274	Renascença	1996,24	15,15	131,77	R\$ 900.000,00	R\$ 810.000,00	Catedral
205	Germano Graff	96	Renascença	503,91	13,51	37,30	R\$ 169.500,00	R\$ 152.550,00	Joao Dick
206	Germano Graff	163	Renascença	484,71	12,81	37,84	R\$ 150.000,00	R\$ 135.000,00	Cidade
207	Av Independencia	próx. Elemar H.	Renascença	490,28	17,56	27,92	R\$ 320.000,00	R\$ 288.000,00	Imolari

Dado	Endereço	Nº	Bairro	Área	Frente	Prof.	Valor Oferta	Valor - fator oferta	Fonte
208	Vereador Claudio Ivo Weigel	227	Renascença	584,67	12,03	48,60	R\$ 265.000,00	R\$ 238.500,00	Residencia
209	Galileu Galilei	esq. F. Pessoa	Renascença	304,14	12,47	24,39	R\$ 95.000,00	R\$ 85.500,00	D'casa
210	João Waldemar da Fontoura	ao lado 360	Renascença	374,05	12,14	30,81	R\$ 215.000,00	R\$ 193.500,00	Oktober
211	João Kist Sobrinho	ao lado 347	Renascença	452,65	15,99	28,31	R\$ 170.000,00	R\$ 153.000,00	BN Imóveis
212	Santa Cecília	1080	Santo Antonio	488,99	14,97	32,66	R\$ 120.000,00	R\$ 108.000,00	Verena
213	Santa Cecília	sn	Santo Antonio	412,15	12,80	32,20	R\$ 110.000,00	R\$ 99.000,00	Predilar
214	Dep. Euclides N. Kliemann	2984	Santo Antonio	280,29	12,89	21,74	R\$ 150.000,00	R\$ 135.000,00	Imolari
215	Prof. João Marcos Goettens	427	Santo Antonio	424,28	10,87	39,03	R\$ 150.000,00	R\$ 71.917,60	D'casa
216	Arnoldo Henrique Zimmer	ao lado 968	Santo Antonio	256,34	10,70	23,96	R\$ 106.000,00	R\$ 95.400,00	MDM
217	Dep. Euclides N. Kliemann	sn	Santo Antonio	366,91	15,02	24,43	R\$ 250.000,00	R\$ 225.000,00	Cidade
218	Johanes Karl Klemm	sn	Santo Antonio	306,68	14,02	21,87	R\$ 106.000,00	R\$ 95.400,00	MDM
219	Prof. João Marcos Goettens	sn	Santo Antonio	337,73	12,52	26,98	R\$ 106.000,00	R\$ 95.400,00	MDM
220	Fredolino Machado	sn	Santo Antonio	3177,18	21,54	147,50	R\$ 535.000,00	R\$ 481.500,00	Unimoveis
221	Santa Cecília	ao lado 998	Santo Antonio	430,58	14,85	29,00	R\$ 106.000,00	R\$ 95.400,00	Karnopp
222	Franciso Tamar Knak	ao lado 37	Santo Antonio	361,78	12,98	27,87	R\$ 155.000,00	R\$ 139.500,00	Barbian
223	Franciso Tamar Knak	ao lado 57	Santo Antonio	448,63	15,58	28,80	R\$ 195.000,00	R\$ 175.500,00	Barbian
224	Segredo	86	Santo Antonio	394,25	12,25	32,18	R\$ 106.000,00	R\$ 95.400,00	MDM
225	Carlos Baumhard	ao lado 390	Santo Antonio	450,96	13,34	33,81	R\$ 200.000,00	R\$ 180.000,00	Central
226	José de Alencar	540	Santo Inácio	672,74	13,19	51,02	R\$ 320.000,00	R\$ 288.000,00	Verena
227	Senador Pasqualini	162	Santo Inácio	517,41	12,94	39,99	R\$ 700.000,00	R\$ 550.670,36	Haaus
228	Dr. Ortenberg	483	Santo Inácio	497,62	12,47	39,91	R\$ 320.000,00	R\$ 288.000,00	Otimiza
229	Santa Monica	sn	Santo Inácio	713,71	25,57	27,91	R\$ 192.000,00	R\$ 172.800,00	Metha
230	Harmonia	83	Santo Inácio	478,20	18,01	26,55	R\$ 298.000,00	R\$ 224.911,65	Cidade
231	Pastor Laercher	893	Santo Inácio	746,51	19,28	38,73	R\$ 340.500,00	R\$ 306.450,00	Cidade
232	Gaspar Silveira Martins	esq. Melvin Jones	Santo Inácio	498,78	15,77	31,63	R\$ 373.000,00	R\$ 335.700,00	Metha
233	Dr. Alvaro Correa	643	Santo Inácio	640,80	14,67	43,68	R\$ 260.000,00	R\$ 234.000,00	Metha
234	Augusto Spengler	sn	Santo Inácio	1169,33	17,00	68,78	R\$ 690.000,00	R\$ 621.000,00	MDM
235	Cel. Oscar Jost	588	Santo Inácio	431,78	16,00	26,98	R\$ 550.000,00	R\$ 495.000,00	Oktober
236	Cons. Trockel	332	Santo Inácio	364,55	18,94	19,25	R\$ 425.000,00	R\$ 382.500,00	Oktober
237	Eça de Queiroz	429	Santo Inácio	389,94	13,69	28,48	R\$ 170.000,00	R\$ 153.000,00	Vivendas
238	Rua da Gruta	364	Santo Inácio	490,52	19,54	25,10	R\$ 280.000,00	R\$ 189.288,89	Imolari

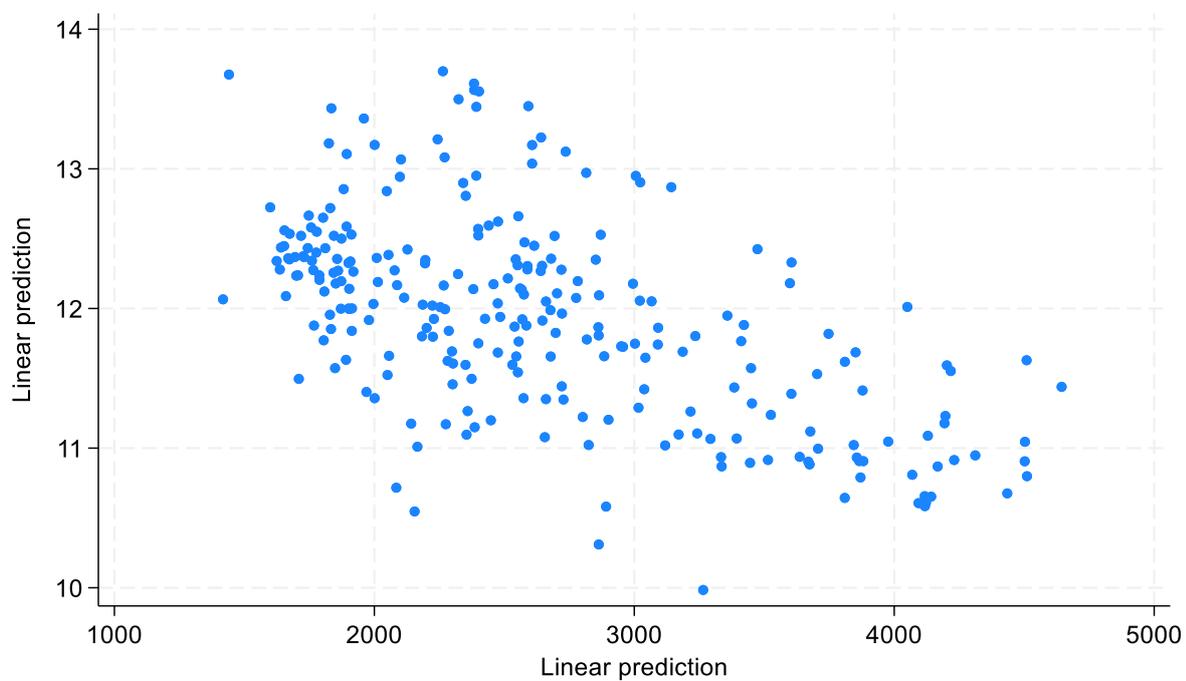
Dado	Endereço	Nº	Bairro	Área	Frente	Prof.	Valor Oferta	Valor - fator oferta	Fonte
239	Alfredo João Filter	ao lado 126	Santo Inácio	367,55	11,37	32,33	R\$ 191.500,00	R\$ 172.350,00	Santa Cruz
240	Pastor Laercher	569	Santo Inácio	639,99	16,42	38,99	R\$ 480.000,00	R\$ 432.000,00	MDM
241	Rua da Gruta	391	Santo Inácio	424,68	15,39	27,59	R\$ 250.000,00	R\$ 225.000,00	MDM
242	Liberato S. V. da Cunha	ao lado 420	Santo Inácio	632,09	14,42	43,84	R\$ 290.000,00	R\$ 261.000,00	Verena
243	Jose de Oliveira Lopes	35	São João	629,10	12,26	51,31	R\$ 265.000,00	R\$ 149.998,70	Vivendas
244	Irma Elma Esteves	sn	São João	353,15	14,20	24,87	R\$ 89.000,00	R\$ 80.100,00	Vivendas
245	Irma Elma Esteves	sn	São João	329,38	13,50	24,40	R\$ 81.000,00	R\$ 72.900,00	Vivendas
246	Irma Elma Esteves	sn	São João	321,99	13,07	24,64	R\$ 81.000,00	R\$ 72.900,00	Vivendas
247	Irma Germana Rech	sn	São João	314,19	12,55	25,04	R\$ 78.000,00	R\$ 70.200,00	Vivendas
248	Jose de Oliveira Lopes	sn	São João	251,40	9,80	25,65	R\$ 75.000,00	R\$ 67.500,00	Vivendas
249	Irma Germana Rech	sn	São João	326,87	9,91	32,98	R\$ 62.400,00	R\$ 56.160,00	Vivendas
250	Irma Germana Rech	sn	São João	333,27	10,17	32,77	R\$ 65.000,00	R\$ 58.500,00	Cidade
251	José Arlindo Zimmer	sn	São João	283,93	10,20	27,84	R\$ 85.000,00	R\$ 76.500,00	Oktober
252	Augusto Wutke	sn	São João	482,57	12,07	39,98	R\$ 160.000,00	R\$ 144.000,00	Tayumi
253	Irma Elma Esteves	sn	São João	243,01	9,55	25,45	R\$ 85.000,00	R\$ 76.500,00	Particular
254	Jose de Oliveira Lopes	1092	São João	552,19	19,91	27,73	R\$ 120.000,00	R\$ 108.000,00	D'casa
255	Barão do Arroio Grande	1974	São João	600,72	15,82	37,97	R\$ 250.000,00	R\$ 225.000,00	Karnopp
256	Projetada 1 (Lot. Dona Ursula)	105	São João	315,36	10,00	31,54	R\$ 90.700,00	R\$ 81.630,00	Wiiit
257	Pastor Becker	ao lado 250	Várzea	1234,40	14,36	85,96	R\$ 275.000,00	R\$ 247.500,00	Karnopp
258	Henrique Schutz	ao lado 775	Várzea	444,07	14,00	31,72	R\$ 80.000,00	R\$ 72.000,00	Borba
259	Henrique Schutz	ao lado 845	Várzea	384,49	12,10	31,78	R\$ 80.000,00	R\$ 72.000,00	Borba
260	28 de Setembro	ao lado 2181	Várzea	1393,98	20,01	69,66	R\$ 480.000,00	R\$ 432.000,00	MDM
261	28 de Setembro	esq. Ernesto Matheis	Várzea	1639,13	23,40	70,05	R\$ 650.000,00	R\$ 585.000,00	MDM
262	Sen. Salgado Filho	ao lado 1050	Várzea	544,54	12,69	42,91	R\$ 128.000,00	R\$ 115.200,00	MDM
263	Pastor Becker	ao lado 475	Várzea	595,16	11,95	49,80	R\$ 183.671,00	R\$ 165.303,90	Haaus
264	Irmaõ Emilio	612	Várzea	774,70	12,77	60,67	R\$ 130.000,00	R\$ 117.000,00	LcMueller
265	Paulo Stahl	95	Várzea	923,99	13,17	70,16	R\$ 138.000,00	R\$ 124.200,00	Garantido
266	Henrique Schutz	926	Várzea	376,74	11,79	31,95	R\$ 155.000,00	R\$ 73.336,27	Riesch
267	Irmao Emilio	sn	Várzea	1817,22	17,00	106,90	R\$ 102.500,00	R\$ 92.250,00	MDM
268	Balduino Martin	sn	Várzea	364,13	17,95	20,29	R\$ 22.000,00	R\$ 19.800,00	Riesch

Dado	Endereço	Nº	Bairro	Área	Frente	Prof.	Valor Oferta	Valor - fator oferta	Fonte
269	Ewaldo Bender	125	Várzea	217,48	9,75	22,30	R\$ 37.000,00	R\$ 11.148,84	Riesch
270	Irmão Emílio	2173	Várzea	383,53	9,17	41,82	R\$ 35.000,00	R\$ 18.106,27	D'casa
271	Rodrigues Alves	242	Goiás	600,00	17,00	35,29412	R\$ 340.000,00	R\$ 306.000,00	Cidade/ Santa Cruz
272	Rodrigues Alves	822	Goiás	250,00	10,00	25	R\$ 210.000,00	R\$ 189.000,00	João Dick
273	Tab. Rudi Neumann	220	Goiás	783,00	22,00	35,59091	R\$ 425.000,00	R\$ 382.500,00	Otimiza
274	São José	1790	Goiás	837,04	20,00	41,852	R\$ 590.000,00	R\$ 531.000,00	Otimiza
275	São José	1518	Goiás	340,00	12,00	28,33333	R\$ 371.000,00	R\$ 333.900,00	Catedral
276	Júlio de Castilhos	sn	Goiás	300,00	10,00	30	R\$ 510.000,00	R\$ 459.000,00	Cidade/ Lucas
277	Santo Antônio	59	Goiás	316,80	12,00	26,4	R\$ 220.000,00	R\$ 198.000,00	Megha
278	Pres. Rodrigues Alves	242	Goiás	600,00	15,00	40	R\$ 340.000,00	R\$ 306.000,00	BN imóveis
279	Pres. Rodrigues Alves	490	Goiás	348,00	13,00	26,76923	R\$ 270.000,00	R\$ 243.000,00	BN imóveis
280	São José	1277	Goiás	404,40	14,00	28,88571	R\$ 585.000,00	R\$ 526.500,00	MDM
281	São José	1571	Goiás	775,00	25,00	31	R\$ 1.227.000,00	R\$ 1.104.300,00	Cidade
282	Tab. Rudi Neumann	324	Goiás	800,00	18,00	44,44444	R\$ 420.000,00	R\$ 378.000,00	Karnopp
283	7 de Setembro	1543	Goiás	460,20	12,00	38,35	R\$ 200.000,00	R\$ 180.000,00	MDM/ Otimiza
284	Victor Frederico Baumhardt	812	Rauber	1419,89	21,50	66,04	R\$ 225.000,00	R\$ 202.500,00	Cidade
285	Sem Denominação 1 do Rauber	67	Rauber	251,95	9,91	25,42	R\$ 44.000,00	R\$ 39.600,00	Imolari
286	Sem Denominação 3 do Rauber	25	Rauber	527,29	26,44	19,94	R\$ 65.000,00	R\$ 58.500,00	Metha
287	Sem Denominação 2 do Rauber	58	Rauber	215,68	15,95	13,52	R\$ 55.000,00	R\$ 49.500,00	Santinha
288	Afonso Pohl	sn	Rauber	390,87	10,71	36,50	R\$ 50.000,00	R\$ 45.000,00	Borba
289	Sem Denominação 3 do Rauber	55	Rauber	513,78	8,46	60,73	R\$ 54.457,00	R\$ 49.011,30	MDM
290	Sem Denominação 3 do Rauber	35	Rauber	480,88	10,00	48,09	R\$ 52.372,00	R\$ 47.134,80	MDM
291	Rosalvo Antonio de Borba	sn	Rauber	875,46	12,30	71,18	R\$ 160.000,00	R\$ 144.000,00	Dcasa
292	Amanda Scherer	198	Rauber	232,12	15,67	14,81	R\$ 55.000,00	R\$ 49.500,00	Dcasa
293	Afonso Pohl	332	Rauber	305,74	9,88	30,95	R\$ 40.000,00	R\$ 36.000,00	Riesch
294	Posto Agropecuário	236	Progresso	491,56	12,15	40,46	R\$ 46.000,00	R\$ 41.400,00	Cidade
295	Ernesto Cardoso	457	Santuário	362,85	12,71	28,55	R\$ 55.000,00	R\$ 49.500,00	Catedral

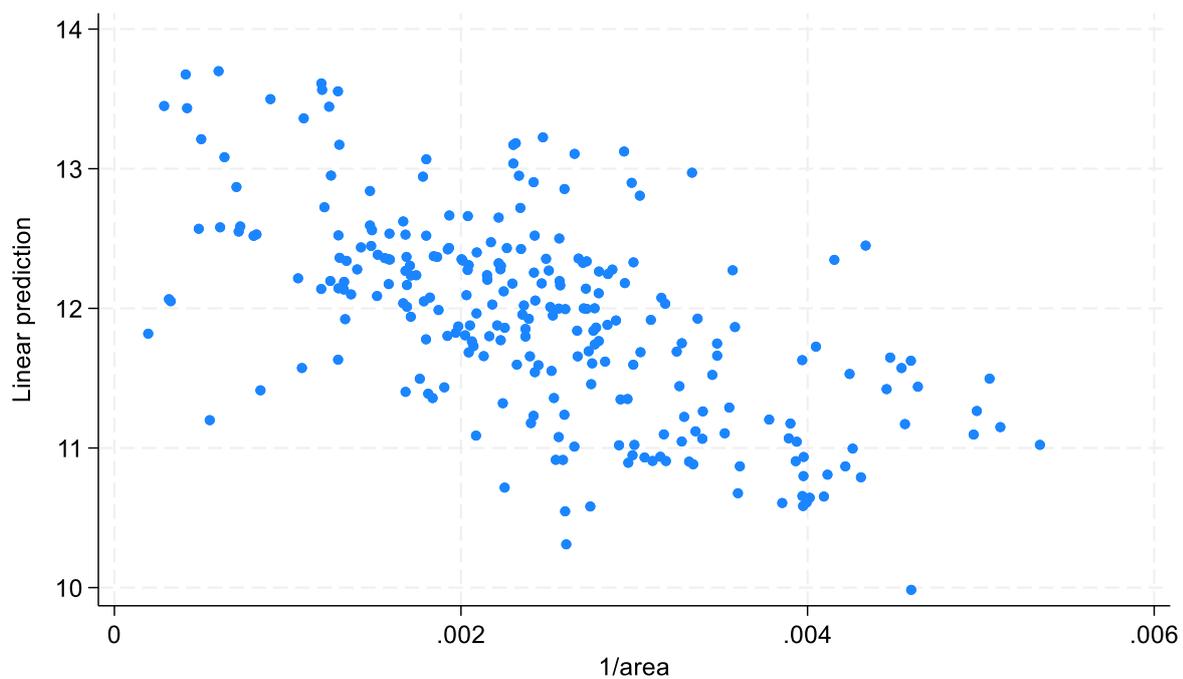
Dado	Endereço	Nº	Bairro	Área	Frente	Prof.	Valor Oferta	Valor - fator oferta	Fonte
296	Hugo Natal Zucatti	13	Santuário	392,6	13,40	29,30	R\$ 65.000,00	R\$ 58.500,00	Borba
297	Lindolfo Class	163	Santuário	249,24	10,13	24,60	R\$ 45.000,00	R\$ 40.500,00	Borba
298	Ernesto Cardoso	sn	Santuário	625,1	15,01	41,65	R\$ 90.700,00	R\$ 81.630,00	D'casa
299	Rod. BRS 471	sn	Santuário	385,1	10,51	36,64	R\$ 138.000,00	R\$ 124.200,00	BN
300	Abrelino Pedroso	sn	Santa Vitória	3579,12	59,95	59,70	R\$ 800.000,00	R\$ 669.098,57	Riesch
301	Corredor Overbeck	sn	Santa Vitória	110414,46	196,32	562,42	R\$ 250.000,00	R\$ 225.000,00	Angela
302	Victor Frederico Baumhardt	2237	Dona Carlota	14222,17	1,00	14222,17	R\$ 240.000,00	R\$ 216.000,00	Vivendas
303	Victor Frederico Baumhardt	sn	Dona Carlota	960,76	44,80	21,45	R\$ 160.000,00	R\$ 144.000,00	Cidade
304	Sem Denominação 9 D. Carlota	sn	Dona Carlota	253,97	10,16	25,00	R\$ 48.000,00	R\$ 43.200,00	Cidade
305	Victor Frederico Baumhardt	2195	Dona Carlota	592,31	11,85	49,98	R\$ 130.000,00	R\$ 117.000,00	Predilar
306	das Oliveiras	91	Dona Carlota	408,70	13,93	29,34	R\$ 90.100,00	R\$ 81.090,00	D'casa
307	das Oliveiras	88	Dona Carlota	505,04	9,73	51,93	R\$ 127.200,00	R\$ 86.563,80	D'casa
308	Sem Denominação 9 D. Carlota	sn	Dona Carlota	254,33	10,22	24,89	R\$ 59.000,00	R\$ 53.100,00	D'casa

ANEXO B – LINEARIDADE MODELO MQ2E

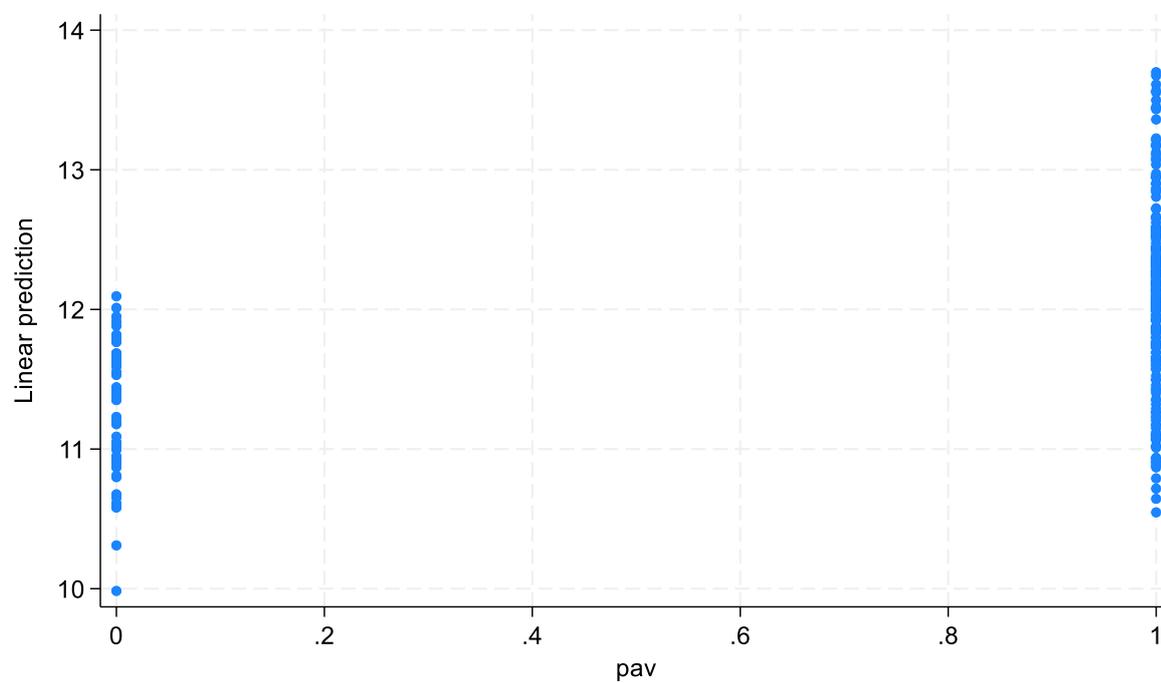
Valores preditos de “Invfo” X valores preditos de “Distcentro”



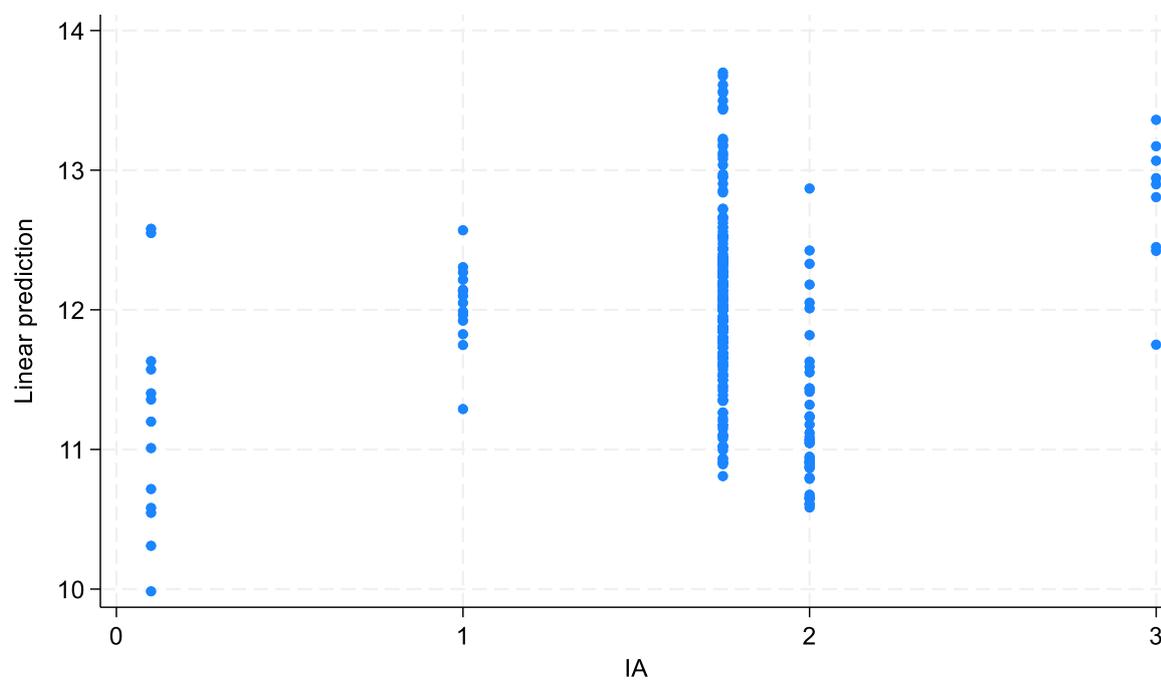
Valores preditos de “Invfo” X variável “1/área”



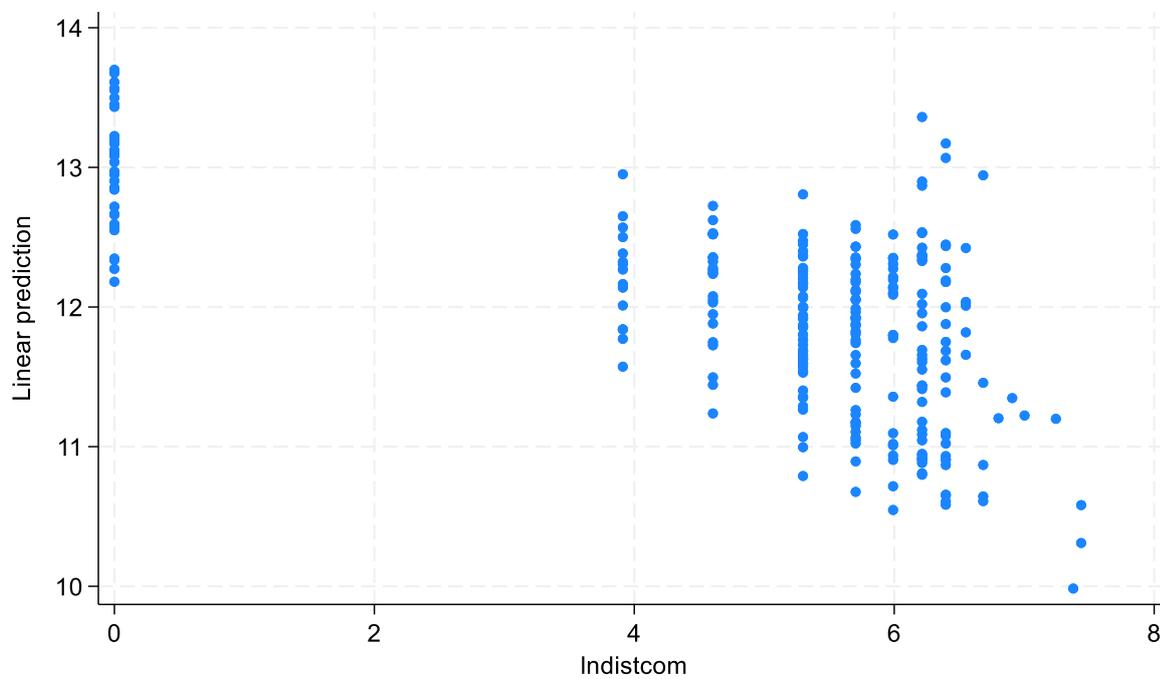
Valores preditos de "Invfo" X variável "pav"



Valores preditos de "Invfo" X variável "IA"



Valores preditos de “Invfo” X variável “Indistcom”



ANEXO C – ANÁLISES MODELOS MQO E MQ2E

O relatório pode ser acessado pelo qr code ou pelo link:
https://drive.google.com/drive/folders/1n-HsOy5qZ3MybBz_xrxSYJzXSE2LFUHF

ANEXO D – CÁLCULO VALOR UNITÁRIO PVG TERRENOS 450M²

Lote paradigma:	area	Distcentro	distcom	IA	pav	
	450	variável	variável	variável	1	
MQ0 :	12,61651851	-316,5957656	-8,51019E-05	-0,1604333	0,473282223	0,4732822
MQ2 E:	13,08436573	-276,4625606	-2,63E-04	-0,1589509	0,502856935	0,3805767
MQ0 :	$\ln(VFO) = 12,6165185067648 + -316,595765554166 * 1 / \text{area} + -8,51018655058087E-05 * \text{Distcentro} + -0,160433276292343 * \ln(\text{distcom}) + 0,473282223205909 * \text{IA} + 0,380576717471031 * \text{pav}$					
MQ2 E:	$\ln(VFO) = 13,0843657309284 + -276,462560567881 * 1 / \text{area} + -2,62957406712521E-04 * \text{Distcentro}_{1\text{est}} + -0,158950902246226 * \ln(\text{distcom}) + 0,502856935219297 * \text{IA} + 0,18461731450887 * \text{pav}$					