MARCELO MEDVID

ANÁLISE DE SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA, POR REGRESSÃO POLINOMIAL, APLICADA AO ESTUDO DO VALOR DA LOCALIZAÇÃO DE APARTAMENTOS NO MERCADO IMOBILIÁRIO DE CURITIBA/PR

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento no curso de Especialização em Geoprocessamento, Setor de Tecnologia, Departamento de Arquitetura, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Profª Ms. Lisana Kátia Schmitz

CURITIBA

2012

MARCELO MEDVID

ANÁLISE DE SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA, POR REGRESSÃO POLINOMIAL, APLICADA AO ESTUDO DO VALOR DA LOCALIZAÇÃO DE APARTAMENTOS NO MERCADO IMOBILIÁRIO DE CURITIBA/PR

CURITIBA

2012

TERMO DE APROVAÇÃO

MARCELO MEDVID

ANÁLISE DE SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA, POR REGRESSÃO POLINOMIAL, APLICADA AO ESTUDO DO VALOR DA LOCALIZAÇÃO DE APARTAMENTOS NO MERCADO IMOBILIÁRIO DE CURITIBA - PR

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista no Curso de Especialização em Geoprocessamento, Setor de Tecnologia, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: **Profª Ms. Lisana Katia Schmitz**
Departamento de Arquitetura e Urbanismo – UFPR

Avaliador: **Prof. Dr. Carlos Aurélio Nadal**
Curso de Especialização em Geoprocessamento – UFPR

Curitiba, 24 de agosto de 2012.

RESUMO

Através dos avanços das ferramentas de análise de dados espaciais e formação de base de dados de imóveis comercializados no mercado imobiliário, existe a possibilidade de aplicação de técnicas estatísticas mais aprimoradas para análise do comportamento dos preços dos imóveis, principalmente em função de sua localização no espaço. O presente trabalho tem como objetivo a aplicação de técnicas de ajustamento de superfícies de tendência a preços de apartamentos na cidade de Curitiba e região, com o intuito de analisar, representar e estudar o comportamento da variação dos preços dos imóveis no espaço geográfico, identificando assim a forma do gradiente de valorização ou desvalorização imobiliária no espaço.

Palavras-chave: Superfície de Tendência, Mercado Imobiliário, Geoprocessamento, SIG.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 7
   1.1. DELIMITAÇÕES DO TEMA 7
   1.2. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA 12
   1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14
   1.4. OBJETIVOS 15
   1.5. METODOLOGIA 15
   1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO 16
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS 17
   2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 17
   2.2. EQUAÇÕES POLINOMIAIS 19
   2.3. REGRESSÃO POLINOMIAL 19
   2.4. SUPERFÍCIES DE TENDÊNCIA 20
   2.5. AJUSTES DAS SUPERFÍCIES POLINOMIAIS AOS DADOS OBSERVADOS 22
   2.6. ANÁLISE DA SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA 27
3. A REGIÃO METROPOLITANA E O MUNICÍPIO DE CURITIBA 29
   3.1. DEFINIÇÕES 29
   3.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA E O PROCESSO DE FORMAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA E DO MUNICÍPIO DE CURITIBA/PR 33
   3.3. O MERCADO IMOBILIÁRIO DE CURITIBA E REGIÃO 36
4. A PESQUISA DE MERCADO 39
   4.1. MÉTODO DE PESQUISA DE MERCADO 39
   4.2. DEFINIÇÃO DA TIPOLOGIA RESIDENCIAL DE ESTUDO 39
   4.3. DELIMITAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO 39
   4.4. DESCRIÇÃO DA AMOSTRA 40
   4.5. DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES 41
   4.6. DESCRIÇÃO DA VARIÁVEL DEPENDENTE 42
5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISES 45
   5.1. CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA AMOSTRA 45
   5.2. DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA HABITAÇÃO PADRÃO (HP) 54
   5.3. SUPERFÍCIES DE TENDÊNCIA OBTIDAS 56
      5.3.1. PRIMEIRA ORDEM 56
      5.3.2. SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA DE SEGUNDA ORDEM 63
      5.3.3. SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA DE TERCEIRA ORDEM 70
      5.3.4. SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA DE QUARTA ORDEM 76
6. CONSIDERAÇÕES, RECOMENDAÇÕES E POSSÍVEIS EXTENSÕES DO ESTUDO 84
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 86
8. ANEXOS 88

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - SUPERFÍCIES DE TENDÊNCIA 21
FIGURA 2 - MUNICÍPIOS DA RMC EM 1973 30
FIGURA 3- REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA EM 2010 31
FIGURA 4 - EVOLUÇÃO DA MANCHA URBANA NA RMC (1955 A 1995) 34
FIGURA 5 - DELIMITAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO 40
FIGURA 6 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL 41
FIGURA 7 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL DEPENDENTE – ESCALA DIRETA E TRANSFORMADA 43
FIGURA 8 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL DATA 47
FIGURA 9 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL IDADE 50
FIGURA 10 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL ÁREA_PRIV 50
FIGURA 11 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL ANDAR 51
FIGURA 12 - HISTOGRAMA DAS VARIÁVEIS QUANTITATIVAS 54
FIGURA 13 - ANÁLISE DOS RESÍDUOS – SUPERFÍCIE DE 1º ORDEM 59
FIGURA 14 - MAPAS DOS RESÍDUOS POSITIVOS PADRONIZADOS – SUPERFÍCIE DE 1º ORDEM 61
FIGURA 15 - MAPA DOS RESÍDUOS NEGATIVOS PADRONIZADOS – SUPERFÍCIE DE 1º ORDEM 62
FIGURA 16 - MAPA DO VALOR UNITÁRIO DA HABITAÇÃO PADRÃO – SUPERFÍCIE DE 1º ORDEM 63
FIGURA 17 - ANÁLISE DOS RESÍDUOS – SUPERFÍCIE DE 2º ORDEM 66
FIGURA 18 - MAPA DOS RESÍDUOS POSITIVOS PADRONIZADOS – SUPERFÍCIE DE 2º ORDEM 67
FIGURA 19 - MAPA DOS RESÍDUOS NEGATIVOS PADRONIZADOS – SUPERFÍCIE DE 2º ORDEM 68
FIGURA 20 - MAPA DO VALOR UNITÁRIO DA HABITAÇÃO PADRÃO – SUPERFÍCIE DE 2º ORDEM 69
FIGURA 21 - MAPA DOS RESÍDUOS PADRONIZADOS POSITIVOS – SUPERFÍCIE DE 3º ORDEM 74
FIGURA 22 - MAPA DOS RESÍDUOS PADRONIZADOS NEGATIVOS – SUPERFÍCIE DE 3º ORDEM 75
FIGURA 23 - MAPA DO VALOR UNITÁRIO DA HABITAÇÃO PADRÃO – SUPERFÍCIE DE 3º ORDEM 76
FIGURA 24 - ANÁLISE DOS RESÍDUOS – SUPERFÍCIE DE 4º ORDEM 79
FIGURA 25 - MAPA DOS RESÍDUOS POSITIVOS PADRONIZADOS – SUPERFÍCIE DE 4º ORDEM 80
FIGURA 26 - MAPA DOS RESÍDUOS NEGATIVOS PADRONIZADOS – SUPERFÍCIE DE 4º ORDEM 81
FIGURA 27 - MAPA DO VALOR UNITÁRIO DA HABITAÇÃO PADRÃO – SUPERFÍCIE DE 4º ORDEM 82

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA VARIÁVEL DEPENDENTE....43
TABELA 2 - TABELA DE FREQUÊNCIA – APARTAMENTOS....46
TABELA 3 - TABELA DE FREQÜÊNCIA PARA OFERTA....47
TABELA 4 - TABELA DE FREQÜÊNCIA PARA DENSIDADE DE OCUPAÇÃO....48
TABELA 5 - TABELA DE FREQÜÊNCIA PARA PAVIMENTAÇÃO....48
TABELA 6 - TABELA DE FREQÜÊNCIA PARA IDADE....49
TABELA 7 - TABELA DE FREQÜÊNCIA PARA PADRÃO DE ACABAMENTO....51
TABELA 8 - TABELA DE FREQÜÊNCIA PARA ESTADO DE CONSERVAÇÃO....52
TABELA 9 - HABITAÇÃO PADRÃO....55
TABELA 10 - RESULTADOS PRIMEIRA ORDEM....57
TABELA 11 - RESULTADOS SEGUNDA ORDEM....64
TABELA 12 - RESULTADOS TERCEIRA ORDEM....70
TABELA 13 - RESULTADOS QUARTA ORDEM....77

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA - REGRESSÃO POLINOMIAL (ANOVA)....25
QUADRO 2 - NÚMEROS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA....33
QUADRO 3 - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES - APARTAMENTOS....42

1. INTRODUÇÃO

1.1. DELIMITAÇÕES DO TEMA

O estudo do comportamento do mercado imobiliário no Brasil tem avançado muito, principalmente nas duas últimas décadas, tanto pela aplicação de técnicas estatísticas avançadas como: análise de regressão linear múltipla, análise de regressão espacial, redes neurais artificiais, envoltória sobre dupla ótica, como pela quantidade e qualidade dos dados de imóveis à venda ou já comercializados armazenados em sistemas gerenciadores de banco de dados (SGBD).

O surgimento de complexos sistemas de banco de dados geográficos, preparados também para armazenamento de informações geográficas como a localização no espaço de cada evento, aliados a poderosos programas projetados para análise estatística de milhares de informações em segundos, permite a inclusão cada vez mais do efeito qualitativo da localização dos imóveis na explicação da variabilidade dos preços praticados no mercado imobiliário que deseja estudar.

A técnica de regressão linear múltipla tem sido a mais utilizada, para explicação da variação dos preços em função das características físicas construtivas dos imóveis (área construída, padrão de acabamento, estado de conservação, idade, quantidade de quarto, etc.), econômicas como forma de pagamento: à prazo, à vista, etc. e de localização (cidade, bairro, distância a pólos de atratividade, escolas, shoppings etc).

A equação 1, portanto, representa o modelo de regressão linear múltipla e segundo Nadal et al a regressão pode ser entendida como o estabelecimento de uma relação funcional entre duas ou mais variáveis para a descrição de um fenômeno, conforme Marques (2000) pela equação 1 abaixo:

$$Z = f(X) + e_i \qquad (1)$$

Onde:

X é a variável independedente ou explicativa;

Z é a variável dependente ou resposta;

f é a função de regressão;

A variável independente X normalmente pode ser controlada pelo pesquisador, enquanto que Z não é passível de controle. A análise do gráfico de dispersão de Z e X pode sugerir o comportamento da relação funcional entre estas variáveis, como por exemplo, uma reta, uma parábola, uma exponencial, etc.

Neste caso, surge um modelo estatístico chamado de regressão linear simples. A generalização deste modelo é denominada como regressão múltipla.

O modelo de regressão linear geral pode se ilustrado através da equação 2:

$$Z_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + ... + \beta_k X_{ki} + e_i, i = 1,...,n \quad (2)$$

Onde o subscrito i indica a i-ésima das "n" observações que compõe a amostra aleatória de imóveis vendidos ou à venda, coletada no mercado imobiliário, sendo que Z_i corresponde a variável dependente ou explicada, neste trabalho considerado em preços unitários por metro quadrado (R$/m²) e as variáveis X_k são as variáveis independentes, representadas pelas características físicas construtivas, econômicas e de localização dos dados.

Portanto, a equação (2) representa a equação de regressão linear múltipla amostral e os coeficientes $\beta_{0,} \cdots \beta_k$ são denominados de parâmetros da regressão múltipla estimados da amostra aleatória, coletada da população estudada, através do método dos mínimos quadrados.

O termo e_i é o erro aleatório amostral, desvio da observação ou resíduo particular em relação à média amostral, estimada pela equação de regressão.

Cabe apresentar algumas considerações estatísticas sobre este modelo, o qual pressupõe que Z_i trata-se de variável aleatória, que a esperança matemática dos resíduos e_i é igual a zero, que a variância de e_i é constante e igual a σ^2 (condição de homocestacidade dos resíduos), que os resíduos são independentes entre si e que os mesmos apresentem distribuição normal. A componente e_i do modelo de regressão linear representa a aleatoriedade existente na variação da

variável dependente Z_i, entretanto, durante o processo de coleta de dados alguns resíduos de erros sistemáticos ou grosseiros podem afetar Z_i ou X_i e interferir no processo, logo, fazem que os resíduos e_i contenham parte destes erros. Desta forma, é possível afirmar que o termo de resíduos (e_i) possua três componentes: uma aleatória, uma sistemática e uma grosseira.

Neste trabalho Z representa as observações medidas dos preços unitários dos imóveis em moeda corrente, X representa as variáveis independentes como características construtivas (área privativa principal construída, estado de conservação, padrão de acabamento, etc) e de localização (coordenada dos dados e seus polinômios), formando um sistema de n equações denominado de equações de observações, cujas incógnitas são $\beta_{0,} \cdots \beta_k$, são objetos de determinação e segundo Gemael (1994) o sistema de equações pode ser expresso de forma matricial:

$$ {}_nA_u \, {}_uX_1 - {}_nL_1 = {}_nV_1 \tag{3}$$

Onde, ${}_nA_u$ é a matriz de coeficientes ou incógnitas, definida utilizando-se as derivadas parciais da função em relação as incógnitas e que pode ser escrita com segue, através da equação 4:

$$ {}_nA_u = \begin{pmatrix} \frac{\partial f}{\partial \beta_0} & \frac{\partial f}{\partial \beta_1} & \frac{\partial f}{\partial \beta_2} & \cdots & \frac{\partial f}{\partial \beta_k} \\ 1 & x_1 & x_2 & \cdots & x_k \\ 1 & x_1 & x_2 & \cdots & x_k \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 1 & x_1 & x_2 & \cdots & x_k \end{pmatrix} \tag{4}$$

${}_uX_1$ é o vetor de incógnitas dado por:

$$ {}_uX_1^T = \begin{pmatrix} \beta_0 & \beta_1 & \beta_2 & \cdots & \beta_k \end{pmatrix} \tag{5}$$

O vetor ${}_uL_1$ representa as variáveis respostas (observações) é dado por:

$$ {}_{u}L_{1}^{T} = \begin{pmatrix} Z_1 & Z_2 & Z_3 & \dots & Z_n \end{pmatrix} \tag{6} $$

O vetor ${}_{n}V_{1}$ é o vetor dos resíduos estimados obtidos pela expressão:

$$ {}_{n}V_{1} = {}_{n}A_{u}\,{}_{u}X_{1} - {}_{n}L_{1} \tag{7} $$

O estimador dos parâmetros, por mínimos quadrados, será dado pela expressão:

$$ {}_{1}X_{u} = \left({}_{1}A_{n}^{T}\ {}_{n}P_{n}\ {}_{n}A_{u} \right)^{-1}\ {}_{u}A_{n}^{T}\ {}_{n}P_{n}\ {}_{n}L_{1} \tag{8} $$

Reduzindo a simbologia temos:

$$ {}_{1}X_{u} = {}_{n}N_{n}^{-1}\ {}_{u}U_{1} \tag{9} $$

Sendo P a matriz de pesos, que na maioria dos casos de avaliações coincide com a matriz identidade I, pois se considera que as observações são provenientes de uma mesma população.

Entretanto, a inclusão dos efeitos relacionados à valorização ou desvalorização imobiliária em função da localização no espaço dos imóveis nos modelos matemáticos não é completamente efetivado, pois em muitos casos apenas a inclusão de variáveis de distância a pólos de influência (parques, shoppings, bancos, etc) não é suficiente, em especial em cidades policêntricas, nas quais condições de acessibilidade são bastante complexas, sendo que a atração populacional se dá em diferentes regiões de formas diferentes e não garante à adequação do modelo a realidade do comportamento dos preços dos imóveis.

O valor da localização geográfica do imóvel é um dos atributos mais importantes na determinação da dinâmica do mercado imobiliário, característica relacionada às condições de acessibilidade, existência de vias públicas adequadas, proximidade a meios de transporte coletivo, rede de energia, esgotamento sanitário, abastecimento de água, as condições de vizinhança, ou seja, de seu entorno próximo e oferta de serviços públicos de segurança, educação, saúde, esporte,

lazer, parques, praças e a prestação de serviços privados como: bancos, comércio, shoppings.

A valorização dos imóveis, quanto a sua localização, pode ser analisada sob dois aspectos:

i) Custos de urbanização da vizinhança, consideradas todas as despesas necessárias com a implantação e operação da infraestrutura urbana.

ii) Acessibilidade da região, quanto à proximidade dos locais geradores de emprego, ao centro de serviços e tempo de deslocamento.

A natureza das condições de qualidade da localização dos imóveis, na malha urbana, é complexa e repleta de características subjetivas de difícil mensuração, que se não tratada de forma adequada pode prejudicar a qualidade dos modelos matemáticos, inclusive levando a conclusões equivocadas da realidade.

Quando as condições de localização são difíceis de incluir no modelo matemático, a ABNT NBR 14653 permite a utilização de variáveis substitutas do tipo "Proxy" [1], de medição indireta, correlacionadas com as características de localização, sendo as mais utilizadas àquelas obtidas em planta genérica de valores (PGV), produzida pela municipalidade para fins de lançamento de IPTU ou a renda média do setor censitário fornecida pelo IBGE através do censo demográfico, uma vez que os imóveis situados em regiões dotadas de maiores condições de acessibilidade, infraestrutura urbana e serviços são ocupados pelas pessoas de maior poder aquisitivo e pagam IPTU maiores.

A proposta deste trabalho é analisar a variação dos preços dos apartamentos situados nas cidades de Curitiba, devido a sua localização no espaço geográfico, através ajustamento de modelos de regressão polinomiais, nos quais as coordenadas dos dados observados são incluídas objetivamente, juntamente com as demais variáveis no modelo matemático.

[1] Variável "Proxy" é aquela utilizada para substituir outra de difícil mensuração e que se presume guardar com ela relação de pertinência, obtida por meio de indicadores publicados ou inferidos em outros estudos de mercado (item 3.77 – ABNT NBR 14.653-2:2011)

O método visa obter mapas de superfícies tridimensionais de tendências que ilustrem a forma do comportamento da valorização da localização, indicando regiões mais ou menos valorizadas, assim como a forma do gradiente de valores segundo esta característica.

1.2. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A inclusão de variável localização em modelos de regressão linear, utilizados para analisar e explicar o comportamento dos preços no mercado imobiliário é exigido quando for detectada a presença de autocorrelação espacial nos dados.

Segundo Anselin (1998) a autocorrelação espacial é a ausência de aleatoriedade de determinada variável devido a sua distribuição espacial, sendo que uma variável possui autocorrelação espacial quando for possível estimar seu valor em função de observações próximas espacialmente.

O autor também cita que dados associados a sua localização no espaço urbano, identificados pelo par de coordenadas geográficas X (longitude) e Y (latitude), associadas a cidades, regiões homogêneas, bairros, pólos valorizantes ou desvalorizantes, são caracterizados pela presença de dependência ou heterogeneidade espacial.

A localização geográfica das observações de compra e venda no mercado imobiliário, é a essência da análise mercadológica, ou seja, os dados coletados no mercado possuem ligação intima com o espaço geográfico de seu entorno e suas condições de vizinhança, apresentando variações graduais de preços à medida que sua posição no espaço se modifica.

Portanto, negligência da presença da autocorrelação espacial nos dados, em qualquer tentativa de modelagem estatística do fenômeno espacial, pode resultar em conclusões demasiadamente afastadas da realidade, inconsistentes, ineficientes e tendenciosas.

Na tentativa de incluir os efeitos da dependência espacial dos preços, em modelos de regressão, a utilização de variáveis “Proxy” de localização, por meio do

uso do índice fiscal, atribuído pela municipalidade para lançamentos tributários em função da situação do imóvel na malha urbana.

Outra opção é a possibilidade de adoção de variável renda média do setor censitário como Proxy para localização. Entretanto, esta variável é medida pelo IBGE através de censos demográficos que ocorrem a cada dez anos, sendo que em regiões do espaço urbano que sofreram intensa expansão e especulação imobiliária, em um período de tempo curto em especial a menos de dez anos, esta variável pode se mostrar ineficiente, gerando resultados viesados da realidade.

A abordagem do estudo valorização imobiliária, em função da localização espacial na malha urbana, trata-se de tema relevante tanto aos profissionais relacionados à área de avaliação de imóveis, quanto às empresas públicas e privadas incorporadoras de empreendimentos imobiliários.

Para os profissionais, engenheiros ou arquitetos, especializados em engenharia de avaliações o conhecimento das variações dos preços dos imóveis ao longo do espaço urbano é importante, principalmente como aprimoramento dos resultados dos valores avaliados, fornecendo mais qualidade e precisão no trabalho profissional desenvolvido.

Desta forma, os contratantes dos serviços de avaliação imobiliária obterão dos profissionais avaliadores laudos técnicos, para determinação do valor de mercado dos bens imóveis, com melhor fundamentação e precisão, gerando maior segurança nos negócios subsidiados por estes trabalhos como: concessão de crédito imobiliário onde o valor de mercado do imóvel garante o pagamento da dívida contraída, valor do imóvel como pagamento ao credor, apólices de cobertura de seguros residenciais, dentre outras.

Para empresas públicas e privadas, é necessário o conhecimento das regiões de valorização ou desvalorização imobiliária, pois são de interesse que seus investimentos em novos lançamentos na forma de condomínios residenciais estejam situados em locais adequados à concepção física do projeto (padrão, áreas, quantidade de cômodos, equipamentos de uso, comunitários e etc.), assim como seu preço de venda ao final da construção seja adequado ao mercado, para que as

unidades habitacionais produzidas sejam absorvidas adequadamente, em velocidade suficiente para remunerar o capital investido.

Para isto, utilizando de base de dados georeferenciados de casas e apartamentos, distribuídos nos municípios de Curitiba, São José dos Pinhais, Pinhais e Colombo e ajustamento de modelos de regressão linear polinomial, em que as coordenadas dos dados incluídas de forma direta no ajustamento do modelo, viabilizando a construção de superfícies de tendência tridimensional que representem a variação dos preços em função das condições de localização destes imóveis.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho pode ser relacionado com os seguintes aspectos:

i) Utilizar a posição geográfica dos próprios dados de mercado pesquisados para representar, através de uma superfície tridimensional, os locais de maior ou menor valorização imobiliária na região estudada.

ii) Ilustrar, através de mapas temáticos, bidimensionais (curvas de isovalores), a forma da distribuição dos preços dos imóveis apenas devido a sua localização espacial.

Para que este trabalho tenha qualidade, em seus resultados estatísticos, é necessário adotar os pressupostos exigidos pela NBR 14.653-2 – Avaliação de Bens Parte 2: Imóveis Urbanos:

i) A pesquisa mercadológica efetuada, para a tipologia de apartamentos, é considerada aleatória espacialmente e também em função de suas características físicas, ou seja, cada um dos dados possui em média a mesma probabilidade de ser coletado.
ii) Não existe tendenciosidade nos dados de mercado coletados, garantindo que não existam nas informações privilégio a predeterminados grupos de imóveis.
iii) A amostra é representativa do fenômeno a ser estudado, que neste trabalho é a localização espacial na formação dos preços dos imóveis.

iv) A amostra possui dados coletados de forma independente um dos outros, ou seja, uma informação é coletada independentemente a informação de qualquer outro dado.

v) Considera-se que dentro do período de tempo de coleta dos dados, entre os meses de maio de 2008 e abril de 2012, não houve alterações significativas no mercado imobiliário nos municípios estudados, salvo a valorização natural do metro quadrado construído ao longo do tempo, em função de choques econômicos como: alta ou baixa extrema de juros no mercado de crédito imobiliário, crises imobiliárias com significativas: queda de preços ou redução da concessão de recursos para o financiamento habitacional pelas instituições financeiras.

1.4. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é fornecer aos pesquisadores, profissionais e empresários atuantes no mercado imobiliário, informações e metodologia que demonstrem a forma do comportamento da tendência de valorização imobiliária em função da posição geográfica do imóvel no espaço.

Estudar através de pesquisa mercadológica de imóveis comercializados ou em comercialização, os vetores de valorização imobiliária na cidade de Curitiba, através da aplicação de modelos de regressão polinomiais.

Além disto, os resultados das análises mercadológicas efetuadas neste trabalho podem servir de fonte de informação, para trabalhos técnicos-científicos a pesquisadores que necessitem incluir o efeito da localização no estudo do comportamento do mercado imobiliário.

1.5. METODOLOGIA

Este trabalho apresenta metodologia fundamentada em pesquisa exploratória bibliográfica e documental, através do estudo da formação da cidade Curitiba e Região metropolitana, pesquisa e tabulação dos dados de mercado imobiliário de compra e venda de apartamentos, aplicação de modelos de regressão polinomial para determinação da superfície de tendência em estudo de caso nas cidades de Curitiba, São José dos Pinhais, Pinhais e Colombo.

Foram utilizados os seguintes softwares de apoio ao desenvolvimento do trabalho:

- ESRI ArcGIS 10.0
- Planilha eletrônica Microsoft Excel 2003
- Pacote de Softwares estatísticos Minitab versão 5 e SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 18

1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho encontra-se estruturado em seis partes:

(1) Introdução: apresentação geral do tema;

(2) Fundamentos Teóricos: revisão bibliográfica e documental;

(3) A Região Metropolitana e o Município de Curitiba: apresenta descrição e caracterização da região em que foi efetuado o estudo de caso;

(4) A Pesquisa de Mercado: descreve os métodos de pesquisa, tipologias, delimita a região de estudo, descrição da amostra de mercado e variáveis analisadas;

(5) Apresentação dos Resultados e Análises: nesta parte são apresentados os principais resultados estatísticos encontrados, como: análise exploratória dos dados de mercado, representação gráfica das superfícies de tendência e mapa dos resíduos.

(6) Considerações, recomendações e possíveis extensões do estudo.

Ao final, consta relação bibliográfica de todas as referências utilizadas para fundamentação teórica do tema e da metodologia aplicada no estudo de caso, além de anexos adicionais.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A maneira mais simples de considerar os efeitos da localização geográfica em modelos matemáticos de regressão linear múltipla, ajustado através do método dos mínimos quadrados é através de variável de localização na forma quantitativa, representada pela distância a um pólo de valorização central da cidade, local que por suas características, influencia os valores dos imóveis, conforme a equação (10) abaixo, onde é acrescido ao modelo de regressão geral mais um termo relativo a variável de localização (Dist. Pólo):

$$Z_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + ... + \beta_k X_{ki} + \gamma_i Dist.Polo_i + e_i, i = 1,...,n \qquad (10)$$

Onde:

i) Os Z_i = preços observados dos imóveis (variável dependente[2])

ii) X_{ki} = representam as k características físicas construtivas e de entorno dos dados, são as variáveis independentes[3] (área construída, padrão construtivo[4], quantidade de cômodos, elevador, infra-estrutura presente e etc.) representada através de variáveis quantitativas, qualitativas e Proxy segundo Stivanin (2009).

iii) β_k = representa os parâmetros estimados, através de MQO, definem a relação de variação da variável dependente Z_i em função das variáveis independentes X_k.

iv) Dist. $Pólo_i$ = representa a distância do dado observado a um pólo de atratividade da cidade estudada, geralmente este pólo de atratividade é o local de melhor localização da malha urbana (cruzamento de ruas importantes, logradouro publico importante, local comercial e etc).

v) γ_i = é o parâmetro que indica a quantidade e forma de variação dos preços dos imóveis (Z_i) à medida que estes se afastam do pólo de atratividade, sendo que o esperado é que γ_i seja menor que zero e estatisticamente significativo, sugerindo que à medida que os imóveis

[2] Variável dependente é aquela cujo comportamento se pretende explicar pelas variáveis independentes (item 3.75 da ABNT NBR 14.653-2:2011).
[3] Variáveis independentes são aquelas que dão conteúdo lógico a variação dos preços de mercado coletados na amostra (item 3.72 da ABNT NBR 14653-2:2011).
[4] Padrão construtivo trata-se da qualidade das benfeitorias em função das especificações de projetos, materiais, execução e mão-de-obra efetivamente utilizadas na construção (item 3.49 da ABNT NBR 14.653-2:2011).

se afastam do pólo de atratividade da cidade os preços tendem a diminuir, sendo seu valor absoluto a magnitude deste efeito espacial nos preços.

vi) Sendo e_i = resíduos aleatórios, com média zero e distribuição normal, representando os efeitos de variáveis não incluídas no modelo e o comportamento aleatório e não sistemáticos dos dados.

O modelo, apresentado na equação 2, considera implícita a hipótese de que cidade é monocêntrica, ou seja, possui apenas um pólo de valorização imobiliária, conforme Hochheim (2006), este modelo quando aplicado a cidades policêntricas pode levar a coeficientes estimados (γ_i e β_k) com sinais incoerentes, onde se espera sinal negativo encontra-se sinal positivo para a variável ou também não significativo estatisticamente segundo o autor.

Portanto, este tipo de modelo possui uma capacidade limitada em cidades de maior porte, com múltiplos pólos, vias públicas atrativas e áreas de valorização ou desvalorização para explicação do comportamento dos preços dos imóveis no espaço, conforme argumenta Richardson (1981) as distorções ocorrem devido à consideração de apenas uma dimensão espacial, à distância ao pólo de interesse, que falha como variável explicativa do fenômeno estudado.

Em cidades policêntricas o problema da inclusão do efeito localização é mais complexo e difícil, devendo o pesquisador lançar mão de técnicas mais sofisticadas, e mais precisas, gerando análises mais aprimoradas e adequadas a realidade do mercado imobiliário no contexto da variabilidade da qualidade de vizinhança nos dados observados.

Nestas situações, existem diversas soluções, em que a proposta por este trabalho é a substituição do modelo simplificado, considerado apenas a distâncias aos pontos de valorização ou desvalorização, através da inclusão direta e objetiva das coordenadas dos dados (latitude e longitude) na construção e análise do modelo de regressão linear múltipla estimado pelo método dos mínimos quadrados.

Para Dubin (1992) a localização é o principal fator que define o valor dos imóveis, assim a características de vizinhança, acessibilidade e infra-estrutura

presente são fundamentais aos modelos de regressão ajustados aos dados observados.

A busca de métodos estatísticos, que possuam como meta o tratamento de observações heterogêneas e correlacionadas espacialmente, deve ser efetuada sempre que for detectada a presença de dependência espacial nos dados e neste trabalho a proposta é para tratar o problema através de equações de regressão polinomial.

2.2. EQUAÇÕES POLINOMIAIS

Na ciência estatística as equações de regressão polinomiais são utilizadas para modelagem de fenômenos não lineares, trata-se de uma extensão dos modelos de regressão lineares clássicos.

Em regressões polinomiais a relação entre as variáveis independentes (X_k) com a variável dependente Z_i é modelada em ordem “n polinomial”, sendo calculados os valores Z^*_i em função equação polinomial ajustada, condição que impõe características de comportamento não linear ao modelo estatístico.

Assim é possível calcular as diferenças entre a superfície calculada (Z^*_i) e a observada (Z_i), representado estas diferenças como resíduos do ajustamento segundo a ordem polinomial desejada.

Apesar de tratar de fenômenos não lineares, a natureza do tratamento algébrico para obtenção dos parâmetros a partir dos dados é linear, pois os parâmetros β_k estimados da amostra são lineares, ou seja, a relação entre as variáveis independentes (explicativas) e a dependente (explicada) é uma função somatória de termos nos quais todos os β_k se apresenta na forma linear e podem ser obtidos através do método dos mínimos quadrados ordinários.

2.3. REGRESSÃO POLINOMIAL

A principal razão para utilização de equações polinomiais, nas equações de regressão, é a simplicidade de aplicação sendo a maneira clássica a inclusão de termos na forma de variáveis independentes (X_k), como sendo as próprias

coordenadas métricas através do sistema de projeção UTM onde N = Y (longitude) e E = Y (latitude) dos dados observados a equação de regressão de ordem ou graus cada vez mais elevados, visando tornar o ajustamento da superfície cada vez mais complexo.

Antes da apresentação das equações é necessário efetuar transformações na escala das coordenadas E-N UTM, conforme equações 11 e 12, principalmente devido a elevadas casas decimais presentes no sistema de coordenadas UTM, que para elevados graus de ordem polinomial dificultam o processo de inversão matricial na aplicação dos mínimos quadrados, através de algoritmos, gerando falhas computacionais.

A transformação proposta gera coordenadas x* e y* compreendidas no intervalo de 0 a 1, que não modificam a forma da superfície ajustada.

$$x^* = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \tag{11}$$

$$y^* = \frac{Y_i - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}} \tag{12}$$

x* = nova coordenada cartesiana compreendida no intervalo 0 a 1.
y* = nova coordenada cartesiana compreendida no intervalo 0 a 1.
Xi = coordenada E em metros no sistema de coordenadas UTM.
Yi = coordenada N em metros no sistema de coordenadas UTM
Xmax = maior coordenada E observada em metros no sistema de coordenadas UTM.
Xmin = menor coordenada E observada em metros no sistema de coordenadas UTM
Ymax = maior coordenada N observada em metros no sistema de coordenadas UTM.
Ymin = menor coordenada N observada em metros no sistema de coordenadas UTM

2.4. SUPERFÍCIES DE TENDÊNCIA

Para ilustrar as equações polinomiais em seus diversos graus, as equações abaixo podem ser escritas:

i) Superfície de primeira ordem:

$$Z^* = a + bX + cY \tag{13}$$

ii) Superfície de segunda ordem:

$$Z^* = a + bX + cY + dX^2 + eXY + fY^2 \quad (14)$$

iii) Superfície de terceira ordem:

$$Z^* = a + bX + cY + dX^2 + eXY + fY^2 + gX^3 + hX^2Y + iXY^2 + jY^3 \quad (15)$$

iv) Superfície de quarta ordem:

$$Z^* = a + bX + cY + dX^2 + eXY + fY^2 + gX^3 + hX^2Y + iXY^2 + jY^3 + kX^4 + lX^3Y + mX^2Y^2 + nXY^3 + oY^4 \quad (16)$$

Onde:

X e Y = coordenadas cartesianas de X_i e Y_i (variáveis independentes)

Z* = valor estimado, que neste trabalho são os preços unitários dos imóveis pesquisados (variável dependente)

Visando ilustrar o aumento da complexidade das superfícies de tendência, à medida que se considera ordens polinomiais mais elevadas a superfície torna-se a mais complexa, na figura 1 está representada a primeira ordem polinomial com ajuste aos dados de um plano de regressão, para equações de segunda ordem a superfície ajustada tem a forma de um parabolóide e terceira ordem trata-se de superfície de terceiro grau.

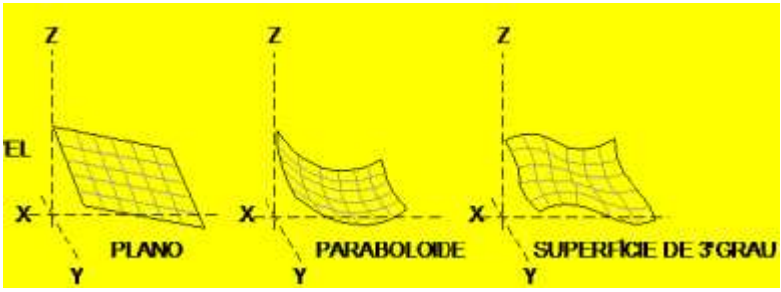


FIGURA 1 - SUPERFÍCIES DE TENDÊNCIA MATEMÁTICAS

Fonte: Elaboração do Autor

2.5. AJUSTES DAS SUPERFÍCIES POLINOMIAIS AOS DADOS OBSERVADOS

Como as características dos dados do mercado, por natureza, são efetivamente heterogêneas, ou seja, as informações relacionadas a características físicas dos dados (área, padrão, conservação, quantidade de cômodos e etc) são diferentes entre si, sendo necessário incorporar estas variáveis aos modelos de regressão polinomiais, para que seus efeitos sobre os preços dos imóveis sejam considerados no modelo de regressão polinomial ajustado.

Desta forma, visando ilustrar o procedimento, a equação (17) pode ser reescrita substituindo-se a variável de localização distância ao pólo de influência "Dist. Pólo" pela variável polinomial Z*, responsável pela explicação da variação dos preços dos imóveis Z devido à posição geográfica no espaço (X-Y).

$$Z_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + ... + \beta_k X_{ki} + Z^* + e_i, i = 1,...,n \quad (17)$$

Onde:

Z_i são os preços observados, β_k são os parâmetros estimados pelo MQO, X_{ki} são as características construtivas dos imóveis e e_i representa os resíduos aleatórios entre os preços observados e a superfície ajustada.

Z* = representa os termos polinomiais na ordem de ajuste da superfície de tendência desejada,

Supondo que o interesse seja ajustar uma superfície de segunda ordem polinomial, nesta situação a equação (18) pode ser escrita da maneira que segue, substituindo Z* pela combinação de termos entre as coordenadas dos dados (X – Y):

Equação 1

$$Z_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + ... + \beta_k X_{ki} + bX + cY + dX^2 + eXY + fY^2 + e_i \quad (18)$$

Assim sendo, a partir deste ponto, a equação 10 pode ser definida em duas partes, uma parte do modelo representa o comportamento sistemático do fenômeno estudado, denominado de preços calculados ou estimados Z'_i .

Outra parte do modelo se refere à componente aleatória, não explicada, representada pelo termo de resíduo, calculado pela diferença em entre os preços observados Z_i e os preços calculados Z'_i.

Portanto, em termos matemáticos as equações 19 e 20 ilustram a descrição fornecida, com detalhe ao cálculo dos resíduos da superfície de tendência ajustada aos dados observados.

Equação 2

$$Z_i = Z'_i + e_i \tag{19}$$

Ou

Equação 3

$$e_i = Z_i - Z'_i \tag{20}$$

Assim, a equação 10 representa os três componentes da equação calculada: os preços observados (Z_i), os preços calculados pela equação de regressão polinomial (Z'_i) e os resíduos (e_i)

Os parâmetros β_k, relacionados às variáveis de características construtivas e os parâmetros de b à f, relacionados à posição geográfica dos dados observados, são estimados através Do método dos mínimos quadrados.

Após computar a soma dos quadrados da variável dependente Z_i, soma dos quadrados devido à superfície de tendência Z* e a soma dos quadrados dos resíduos, pode ser utilizada a análise de variância (ANOVA) para verificar a validade estatística da superfície ajustada aos dados.

Variação total dos dados, dado pela Soma dos quadrados totais (SQT), calculada conforme equação que segue:

$$SQT = \sum_{i=n}^{n} Z_i^{\,2} - \frac{\left[\sum_{i=n}^{n} Z_i\right]^2}{n} \tag{21}$$

A equação (22) fornece a variação dos dados devido à superfície ajustada (SQP), conforme segue:

$$SQP = \sum_{i=n}^{n} Z'_i{}^2 - \frac{\left[\sum_{i=n}^{n} Z'_i\right]^2}{n} \quad (22)$$

A variação devido aos resíduos (SQR) é dada por:

$$SQR = SQT - SQP \quad (23)$$

O percentual de ajuste da superfície de tendência é fornecido pelo coeficiente de determinação R^2, conforme equação 15:

$$R^2 = \left(\frac{SQP}{SQT}\right) * 100 \quad (24)$$

Desta forma, o coeficiente de determinação R^2 indica o percentual da variância total dos preços observados explicado pela superfície de tendência ajustada.

Stock e Watson (2004) definem R^2 como sendo a fração da variância da amostra de Z_i, explicada (ou prevista) pelas variáveis explicativas, independentes ou regressores.

Wooldridge (2003) argumenta que o R^2 é a proporção da variação amostral de uma variável dependente explicada pelas variáveis explicativas e pode ser utilizado com grau de ajuste do modelo estatístico ao fenômeno estudado.

Mas se as variáveis de características construtivas e os termos polinomiais de localização forem adequados, para explicar o comportamento dos preços observados Z_i, o R^2 ficará próximo a 1, caso contrário, próximo a 0.

À medida que os erros aleatórios e_i forem sendo minimizados, através da inclusão na equação de mais termos polinomiais, referentes a ordens cada vez mais elevadas, segundo Kennedy (2003), o coeficiente de determinação R^2 aumentará,

sugerindo um indicador de melhora na qualidade da superfície de tendência (Z'_i) ajustada aos dados observados (Z_i).

A raiz quadrada do coeficiente de determinação, conforme equação (24) representa o coeficiente de correlação (R) e indica numericamente o quanto as variáveis estão linearmente relacionadas entre si.

O valor de R encontra-se compreendido no intervalo:

$$-1 \leq R \leq 1 \tag{25}$$

Já o coeficiente de determinação R2, segundo Nadal et al (2008), indica numericamente o percentual do valor de avaliações que está sendo explicado pelo modelo, encontra-se no intervalo:

$$0 \leq R^2 \leq 1 \tag{26}$$

Os resultados podem ser apresentados em forma de quadro, conhecida como análise de variância (ANOVA):

ANOVA

Fonte Variação	*Grau de liberdade*	*Soma dos Quadrados (SQ)*	*Quadrados Médios*	*F*
Regressão Polinomial	k	SQP	MSP=SQP/k	MSP/MSR
Resíduos	n-k-1	SQR	MSR = SQR/(n-k-1)	
Total	n-1	SQT		

Quadro 1 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA - REGRESSÃO POLINOMIAL (ANOVA)

Fonte: Adaptado pelo Autor (2012).

Onde:

k = quantidade de coeficientes da equação polinomial, desconsiderando o termo β_0 ;
n = quantidade de dados amostrais;
SQP = soma dos quadrados devido à superfície de tendência;
SQR = Soma dos quadrados dos resíduos;
SQT = Soma dos quadrados totais
MSP = quadrados médios da superfície de tendência
MSR = quadrados médios dos resíduos;

F = estatística F calculada dada por MSP/MSR

Através do exame do quadro 1, ANOVA para modelos de regressão polinomial, é possível identificar da decomposição da soma dos quadrados totais (SQT) em seus dois componentes: soma dos quadrados devido à superfície de tendência (SQP) e soma dos quadrados dos resíduos (SQR).

Associados as somas dos quadrados dos resíduos e função da regressão polinomial são apresentados graus de liberdade e o cálculo dos quadrados médios, divisão da soma dos quadrados pelos seus correspondentes graus de liberdade.

Através da relação entre os quadrados médios das superfícies (MSP) e da proveniente dos resíduos calcula-se a variável F , dada pela equação (27):

$$F = \left(\frac{MSP}{MSR} \right) \tag{27}$$

O valor do F calculado pela equação 16, segundo Woldridge (2006), possui a distribuição estatística de F Snedecor [5], com k graus de liberdade no numerador e n-k-1 graus de liberdade no denominador, sendo que adotado um nível de significância de teste e se caso o F calculado for superior ao F tabelado rejeita-se a hipótese de que a superfície polinomial ajustada não se ajusta aos dados, ou seja, para que a superfície calculada esteja adequadamente ajusta da aos dados o F calculado deve ser um número elevado o suficiente para superar o valor do F tabelado por Snedecor, dado o nível de significância do teste, grau de liberdade do numerador e denominador.

Desta forma, segundo Nadal et al (2008), se os resíduos e_i apresentam distribuição normal e média zero, a variável F segue a distribuição estatística F de Snedecor com k graus de liberdade no numerador e n-k-1 graus de liberdade no denominador, em que pode se resumir os teste F nas seguintes hipóteses:

---

[5] A **distribuição F** é uma distribuição contínua que exerce um importante papel na inferência estatística, utilizada particularmente na análise da variância.A distribuição F foi tabulada, com a introdução da letra F, por G.W. Snedecor em 1934, sendo, por isso, algumas vezes denominada *distribuição F de Snedecor*. Fisher havia tabulado a estatística z=12lnf, de modo que o objetivo de Snedecor não era criar uma nova distribuição de probabilidade e sim melhorar a apresentação da análise da variância, já introduzida por

H_o (hipótese nula): não ocorre ajuste significativo da superfície de tendência ajustada aos dados observados

H_1 (hipótese alternativa): ocorre ajuste significativo da superfície de tendência ajustada aos dados observados

Portanto, se o F calculado através da ANOVA para a superfície de tendência, referente à ordem polinomial desejada, for elevado o suficiente para rejeição estatística da hipótese nula (H_o) em favor da hipótese alternativa (H_1), conclui-se que o ajuste da superfície de tendência calculada é significativa aos dados observados.

2.6. ANÁLISE DA SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA

Segundo Landim (2001) a utilização de técnicas de análise de regressão polinomial e ajustes de superfícies de tendência, em especial ao estudo do mercado de imóveis em determinas regiões, apresentam as seguintes vantagens:

a) Uma única superfície é gerada para cada ordem especificada.

b) Fácil determinação dos parâmetros da equação de regressão polinomial através do método dos mínimos quadrados ordinários.

c) Tempo de cálculo das superfícies é baixo, mesmo para ordens polinomiais mais elevadas.

d) Estima valores acima e abaixo dos amostrados.

Entretanto, como principal característica da modelagem estatística, através de regressão polinomial, destaca-se a possibilidade de analisar a variável de interesse por mapas mostrando seus valores distribuídos no espaço geográfico, segundo curvas de mesmo valor, também conhecidas como isopletas ou isovalores.

Os mapas contendo isovalores, tais como os mapas topográficos, representam linhas com as curvas de nível que possuem mesma altitude, mas no caso da superfície de tendência ajustada a preços do mercado imobiliário as linhas de isovalores representam imóveis de mesmo valor (isovalores).

Fisher. A letra F é uma homenagem a Fisher e o termo distribuição F apareceu em 1941. (EVANS, M.; HASTINGS, N.; PEACOCK, B. Statistical distributions, 2nd. ed. New York: John Wiley, 1993)

A análise da forma e concentração das linhas de isovalores em um mapa permite visualização das regiões do espaço onde se concentram os maiores valores e seu contorno indica a posição dos imóveis de valores mais elevados, conseqüentemente nas melhores condições de localização da área estudada.

Por outro lado, o mapa dos isovalores oferece condições de visualização dos “vales” ou “depressões” referente à localização de imóveis menos valorizados em função de sua localização, sendo as depressões identificadas como de baixa qualidade quanto condições de acessibilidade, quantidade de serviços e infraestrutura.

O espaçamento existente entre as linhas de isovalores representam maior ou menor gradiente de variação do valor dos imóveis, ou seja, linhas de isovalores mais espaçadas entre si representam gradiente menor do valor indicando estabilidade do valor. Mas linhas de isovalores menos espaçadas entre si indicam regiões em que a variação do valor dos imóveis é mais acentuada, portanto, representam regiões no espaço onde os valores apresenta maior gradiente de variação dos valores dos imóveis.

3. A REGIÃO METROPOLITANA E O MUNICÍPIO DE CURITIBA

3.1. DEFINIÇÕES

A região metropolitana de Curitiba (RMC) foi criada em 1973, através da lei federal 14/73, atualmente é composta por 26 municípios:

a) Quatorze município iniciais da RMC: Curitiba, Almirante Tamandaré, Araucária, Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Colombo, Contenda, Mandirituba, Piraquara, Quatro Barras, Rio Branco do Sul e São José dos Pinhais.

b) Cinco desmembrados desses: Fazenda Rio Grande é criado em 28 de janeiro de 1990 (desmembrado de Mandirituba); Tunas do Paraná em 30 de abril de 1990 (desmembrado de Bocaiúva do Sul); Itaperuçu em 09 de novembro de 1990 (desmembrado de Rio Branco do Sul); e, em 18 de março de 1992, Pinhais (desmembrado de Piraquara).

c) Sete integrados através de legislação estadual (lei 11.027/94): Cerro Azul, Doutor Ulysses (desmembrado de Cerro Azul em 20 de novembro de 1990), Quitandinha (desmembrado de Contenda e de Rio Negro em 13 de junho de 1961), e Tijucas do Sul. Adrianópolis (desmembrado em 25 de julho de 1960 de Bocaiúva dos Sul). Registra-se nesse mesmo ano o desmembramento de Campo Magro do município de Almirante Tamandaré (11 de dezembro de 1995). A inclusão de Agudos do Sul (desmembrado de Tijucas do Sul em 25 de julho de 1960) pela Lei Estadual 12.125/98 marca a última alteração da década de 90

A figura 2 representa os municípios da RMC no ano de sua formação em 1973.

FIGURA 2 - MUNICÍPIOS DA RMC EM 1973
Fonte: COMEC

Nos anos setenta a população da RMC não ultrapassava um milhão de habitantes, mas após três décadas conforme dados do censo (IBGE 2000) somente a cidade de Curitiba já contava com aproximadamente 1,6 milhões de habitantes, representando quase dois terços (63%) da população urbana metropolitana, mais de 2,5 milhões de habitantes.

A ocupação urbana do município de Curitiba, principalmente a partir da década de 80, ultrapassa seus limites territoriais e alterando significativamente a economia e a dinâmica dos municípios vizinhos imediatos como: São José dos Pinhais, Pinhais e Colombo.

Conforme informações da Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC) o território da RMC permanece com 25 municípios até a inserção da Lapa, por meio da Lei Estadual 13.512/2002. E, em 2011, através da Lei Complementar

Estadual n° 139/11, os municípios de Campo do Tenen te, Piên e Rio Negro também foram incluídos na RMC.

A figura 3 representa a situação atual da RMC, após os desmembramentos municipais e inclusão de novos municípios.

FIGURA 3- REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA EM 2010
Fonte: COMEC 2009

Em 2010 a RMC, contendo 26 municípios, possui uma população de 3.174.201 habitantes conforme informações contidas no quadro 2, deste total a

cidade pólo capital da região contribui com 1.751.907 habitantes, ou seja, a capital contribui com mais de 55% da população da região metropolitana de Curitiba.

Após a capital Curitiba o município de São José dos Pinhais é o segundo classificado, em termos de população, com seus 264.210 habitantes possui apenas 8,32% da população da RMC.

Os números ilustram a concentração populacional no município de Curitiba, caracterizando-o como pólo principal, sendo os demais municípios cidades satélites, com intensa vinculação relacionada ao mercado de trabalho, comércio e prestação serviços.

Devido à proximidade a cidade pólo os municípios de Almirante Tamandaré, Araucária, Colombo, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Fazenda Rio Grande, Pinhais, Quatro Barras, Piraquara e São José dos Pinhais se destacaram em relação à evolução e desenvolvimento e são em conjunto chamados de “grande Curitiba”.

Estas cidades apresentam maior intensidade de relação sócio espacial, pois estas doze cidades concentram mais de 92% de toda população da Região Metropolitana de Curitiba.

Municipios	População (2010)	Área (km²)	Densidade Demográfica (hab/Km²)	Distância da Capital (km)	Data da Criação	Data da inclusão
CURITIBA	1.751.907	435,27	4.024,84	0	29/03/1693	02/01/1974
PINHAIS	117.008	60,75	1.926,09	7	18/03/1992	18/03/1992
ARAUCÁRIA	119.123	469,17	253,90	27	11/02/1890	02/01/1974
SÃO JOSÉ DOS PINHAIS	264.210	946,44	279,16	15	27/12/1897	02/01/1974
CAMPO LARGO	112.377	1.249,42	89,94	32	02/04/1870	02/01/1974
COLOMBO	212.967	197,36	1.079,08	19	13/01/1890	02/01/1974
FAZENDA RIO GRANDE	81.675	116,68	700,02	19	29/01/1990	29/01/1990
CAMPO MAGRO	24.843	275,57	90,15	10	11/12/1995	11/12/1995
ALMIRANTE TAMANDARÉ	103.204	194,75	529,94	17	10/10/1947	02/01/1974
BALSA NOVA	11.300	348,97	32,38	42	25/01/1961	02/01/1974
QUATRO BARRAS	19.851	181,13	109,59	31	25/01/1961	02/01/1974
CAMPINA GRANDE DO SUL	38.769	538,97	71,93	31	07/02/1956	02/01/1974
CONTENDA	15.891	299,04	53,14	48	14/11/1951	02/01/1974
MANDIRITUBA	22.220	379,18	58,60	45	25/07/1960	02/01/1974
LAPA	44.932	2.093,83	21,46	71	07/03/1872	08/03/2002
PIRAQUARA	93.207	227,03	410,54	22	17/01/1890	02/01/1974
BOCAIÚVA DO SUL	10.987	826,35	13,30	40	16/03/1934	02/01/1974
TIJUCAS DO SUL	14.537	672,20	21,63	62	14/11/1951	29/12/1994
RIO BRANCO DO SUL	30.650	812,33	37,73	33	11/10/1947	02/01/1974
ITAPERUÇU	23.887	3.314,42	7,21	37	09/11/1990	09/11/1990
QUITANDINHA	17.089	447,03	38,23	72	13/06/1961	29/12/1994
AGUDOS DO SUL	8.270	192,23	43,02	73	25/07/1960	22/04/1998
TUNAS DO PARANÁ	6.256	668,48	9,36	87	30/04/1990	30/04/1990
CERRO AZUL	16.938	1.341,19	12,63	87	27/12/1897	29/12/1994
ADRIANÓPOLIS	6.376	1.349,33	4,73	133	25/07/1960	16/05/1995
DOUTOR ULISSES	5.727	781,45	7,33	170	20/11/1990	29/12/1994
TOTAL	3.174.201	18.418,57	172,34			

Quadro 2 - NÚMEROS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Fonte: IBGE – Censo 2010 (divulgado em maio de 2011) e COMEC (2010)

3.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA E O PROCESSO DE FORMAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA E DO MUNICÍPIO DE CURITIBA/PR

O cenário socioeconômico dos últimos 50 anos, desde a formação da Região Metropolitana de Curitiba, é de intensa concentração urbana tanto na cidade pólo como nos municípios metropolitanos que compõe a grande Curitiba.

Através da figura 4 é possível observar a evolução da mancha de ocupação urbana, que até meados dos anos 60 se revela concentrada nos limites do município de Curitiba, com um raio de aproximadamente 7,5 km no entorno do centro da cidade.

Distantes do centro se agrupavam pequenas ocupações urbanas, com pouca conexão com o aglomerado principal, como os municípios de: Araucária, Campo Largo, São José dos Pinhais, Almirante Tamandaré e Piraquara.

Nos anos 70 e 80 a expansão se torna mais significativa, principalmente nas direções nordeste e sudeste da cidade pólo, agora ocupando parte dos municípios de São José dos Pinhais, Colombo e Piraquara, formando uma frente de expansão a um raio aproximado de 12 km do centro de Curitiba.

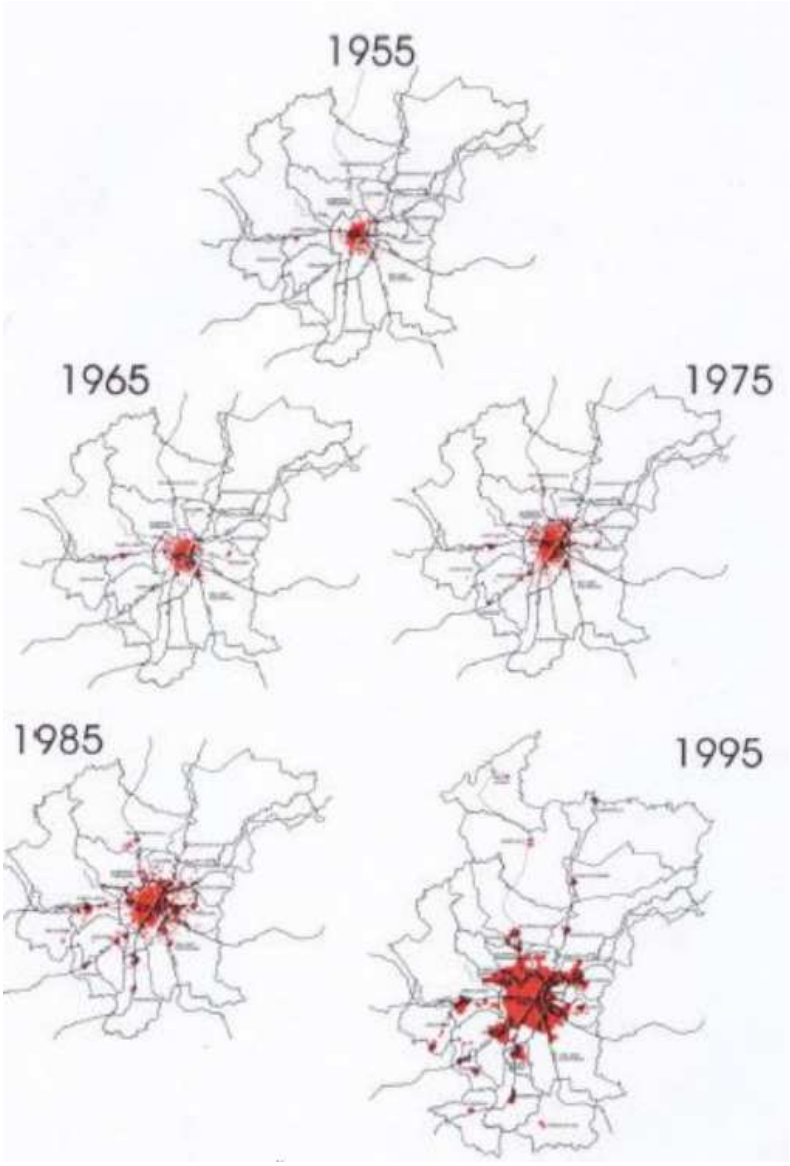


FIGURA 4 - EVOLUÇÃO DA MANCHA URBANA NA RMC (1955 A 1995)
Fonte: COMEC (1995).

Dos anos 1990 a 2000 percebe-se a consolidação da conurbação urbana dos municípios que compõe a “grande Curitiba”, agora mais a sudoeste da cidade

pólo em direção a Araucária e Fazenda Rio Grande, fato gerado pela criação da Cidade Industrial de Curitiba (CIC), localizada na região sudoeste de Curitiba, ainda nos anos 1970 e o raio de ocupação urbana aumenta para faixa de 15 km a 20 km distantes do centro de Curitiba.

A criação da Cidade Industrial de Curitiba, ocorrida no ano 1973 através de um convênio entre a prefeitura municipal e o Governo do Estado do Paraná, surge o maior bairro da cidade, concebido como pólo indutor de desenvolvimento industrial e gerador de postos de trabalho.

Este evento alterou drasticamente o perfil sócio demográfico da região, principalmente após 1991 quando do bairro Cidade Industrial passa a ser o mais populoso da capital, concentrando mais de 10% de todos seus habitantes, tornando aquela região da cidade mais dinâmica em termos socioeconômicos.

Os anos 2000 vivenciaram a continuidade do fenômeno de periferização da cidade de Curitiba, em que a mancha de ocupação urbana continua a ultrapassar os limites do município de Curitiba. Segundo dados do IBGE o período entre os anos 1970 e 1980 existiam 65,72 % dos domicílios urbanos situados na cidade pólo e 31,3% nas demais cidades da RMC, sendo que na década dos anos entre 1991 e 2000 a participação dos municípios na cidade pólo diminui para 44,41% em participação da RMC, e os demais municípios passaram a contabilizar 52,12%.

Conforme Delgado, Deschamps e Moura (2004) o fenômeno de crescimento da ocupação urbana evidenciada na RMC pode ser considerado como de elevada concentração urbana, em um curto espaço de tempo, num ritmo acelerado, onde o município de Curitiba e aqueles situados na “grande Curitiba” são os principais destinos dos migrantes.

Este processo causou e vem causando alterações significativas na organização, estrutura, desempenho e comportamento do mercado imobiliário da região metropolitana.

3.3. O MERCADO IMOBILIÁRIO DE CURITIBA E REGIÃO

A concentração populacional na grande Curitiba, incentivada pela expansão urbana, acelerado processo industrialização na cidade e mecanização no campo segundo Pereira & Madianita (2007), foi causa do fluxo migratório campo-cidade.

Inicialmente, o êxodo rural para as cidades foi ocasionado nos anos 1960/1970 pela crise do mercado de café e modernização de práticas agrícolas no campo, seguida na década seguinte pela alteração do modelo econômico de produção capitalista no Brasil, visando substituir as importações por produção das indústrias nacionais.

Estas características afetaram a forma do modo de produzir e comercializar imóveis na região de Curitiba, a dinamicidade o mercado ficou mais complexa e variada. A pressão do crescimento populacional além de pressionar os planejadores públicos quanto à satisfação das necessidades da população a condições de acessibilidade, água tratada, esgotamento sanitário, saúde, educação e segurança através de mecanismos econômicos como escassez de moradias em oferta em regiões dotadas de tais características e demanda crescente elevou os preços dos imóveis, forçando a parcela da população de baixa renda a ocupar regiões periféricas e mais afastadas dos pólos geradores de empregos, de baixa acessibilidade e pouca infraestrutura urbana.

A condição principal é que no processo de ocupação urbana é a necessidade de pagamento, mediante a compra ou aluguel da propriedade urbana, sendo que os preços mais elevados da propriedade implicam na dificuldade de acesso de moradia.

O preço do imóvel é uma expressão de seu valor, conforme Villaça (1998) existe dois tipos de valores considerados, o primeiro é aquele ligado aos elementos formadores do espaço urbano – edifícios, ruas, espaços públicos e infra-estrutura e o segundo aquele decorrente pela aglomeração urbana destes elementos no espaço.

Segundo Smolka (1987), a formação dos preços dos imóveis acontece de maneira particular, quando comparado a outros tipos de bens, alguns aspectos podem ser relacionados:

a) O preço do imóvel é dado pela capacidade de um proprietário administrar a escassez de imóveis, e também pelas condições de um usuário remunerar esse proprietário.

b) O usuário da um valor a bem imóvel em função do lucro (vantagem objetiva) que pode ser gerado ou de sua utilidade (vantagem subjetiva) do mesmo em relação a outros imóveis semelhantes.

c) O preço de um imóvel, em grande parte, é determinado por características externas, ou seja, pelas atividades que acontecem em seu entorno que competem ao uso do solo. Desta forma, o uso que se da a um imóvel afeta o preços dos imóveis vizinhos.

Desta forma, os valores (representados pelos preços dos imóveis) possuem variação no espaço geográfico, como as condições de aglomeração dos elementos que compõe o espaço urbano, sendo assim, os melhores locais possuem imóveis com maior preço e são ocupados pela parcela da população dotada de maior poder aquisitivo, restando os imóveis de menor preço a parcela populacional de menor renda, geralmente restrita quanto aos elementos de qualidade de acessibilidade a serviços e infraestrutura urbana.

O espaço urbano na região de Curitiba e RMC se estruturou de forma desigual, representada por regiões e bairros dotados de adequadas condições de vida urbana como os bairros: Batel, Água Verde e Mercês e em outro contexto regiões de ocupação irregular em habitações precárias distante dos pólos de atratividade.

A formação do mercado imobiliário de Curitiba, considerando a sua localização geográfica constitui este padrão de periferização imobiliária, tanto que na última década é possível perceber a preocupação do governo quanto a acesso a moradia pelas camadas da população de menor renda, programas habitacionais foram planejados visando aumentar a oferta de imóveis de padrão de acabamento inferior e regularização das ocupações informais, entretanto, devido o valor de mercado dos bens serem elevados nas regiões com mais quantidade de melhoramentos públicos, principalmente terrenos, verifica-se que os investimentos

se concentram em cidades periféricas a cidade pólo, como: Pinhais, Colombo, São José dos Pinhais e Fazenda Rio Grande.

Considerando o atual cenário econômico brasileiro, o ritmo do crescimento do mercado imobiliário na região de Curitiba deve continuar se ampliando, uma vez que do ano 2008 a 2011 houve elevação dos preços, acima da inflação, devido o aumento do crédito ao consumidor e aumento da demanda na faixa de imóveis para pessoas de menor renda.

Nesta situação de aquecimento do mercado imobiliário os proprietários se anteciparam, praticando preços acima do esperado, acreditando em execução de lucros com o bom momento econômico do país. Entretanto, a expectativa de uma grande parcela da população ainda não se realizou, pois mesmo com a procura elevada muitos não estavam dispostos a pagar preços abusivos.

Com o movimento de redução da taxa de juros, em torno de 8,5 % a.a, a menor que o Brasil já teve até o momento, incentiva o investimento em imóveis de médio e longo prazo, incentivando a expansão ainda maior das condições de melhorias devido à crescente urbanização.

Conforme Neves (2008) à medida que a estrutura urbana se expande, em direção as periferias do pólo metropolitano, estes locais se tornam mais valorizados, tanto pelos custos de execução e manutenção da infraestrutura urbana que ocasionam elevação de impostos, como pela valorização dos imóveis devido à melhora da acessibilidade urbana. Como conseqüência ocorre novamente um deslocamento da população de menor renda para locais ainda mais afastados do centro da cidade de Curitiba.

Através do processo metropolização, o mercado imobiliário por meio do mecanismo de preços dá continuidade ao processo de segregação sócio-econômica, reservando aos municípios além dos limites da cidade pólo da RMC habitações destinadas aos excluídos do mercado de imóveis de Curitiba.

4. A PESQUISA DE MERCADO

4.1. MÉTODO DE PESQUISA DE MERCADO

Para o levantamento de dados de mercado da tipologia apartamentos foi desenvolvida ficha de pesquisa de campo, ilustrada nos anexos 1 deste trabalho, utilizadas para coleta e registro referente as informações de mercado como: preço de oferta, preço transacionado, data do evento, informante dentre outras.

Quanto às características físicas, conservação e de contorno aos dados a ficha de pesquisa de campo de apartamento possui espaços apropriados, visando correta identificação e marcação das informações visando reduzir a ocorrência de erros grosseiros de coleta, sendo as principais informações de localização: endereço completo, numeração predial, coordenadas UTM.

As informações de mercado foram tomadas através de consulta a imobiliárias, particulares e anúncios de jornais de grande circulação, sendo os dados vistoriados visando garantir a veracidade dos dados, promovidos por engenheiros e arquitetos especializados em engenharia de avaliações de imóveis.

As informações coletadas foram tabuladas em planilha eletrônica, preparada para importação dos dados para software estatístico, específico para proceder à análise de regressão linear.

4.2. DEFINIÇÃO DA TIPOLOGIA RESIDENCIAL DE ESTUDO

Neste trabalho foi definida para estudo a seguinte tipologia, pertencentes ao mercado imobiliário residencial: apartamentos residenciais.

4.3. DELIMITAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

A região de estudo abrange os municípios de Curitiba, São José dos Pinhais, Pinhais e Colombo, todos situados na região metropolitana de Curitiba.

Consideraram-se estes municípios devido a sua importância no contexto do mercado imobiliário local, assim como pela sua proximidade a cidade pólo de Curitiba.

A figura 5 representa o mapa da região de estudo, contendo os quatro municípios selecionados, em relação ao mapa do estado do Paraná.

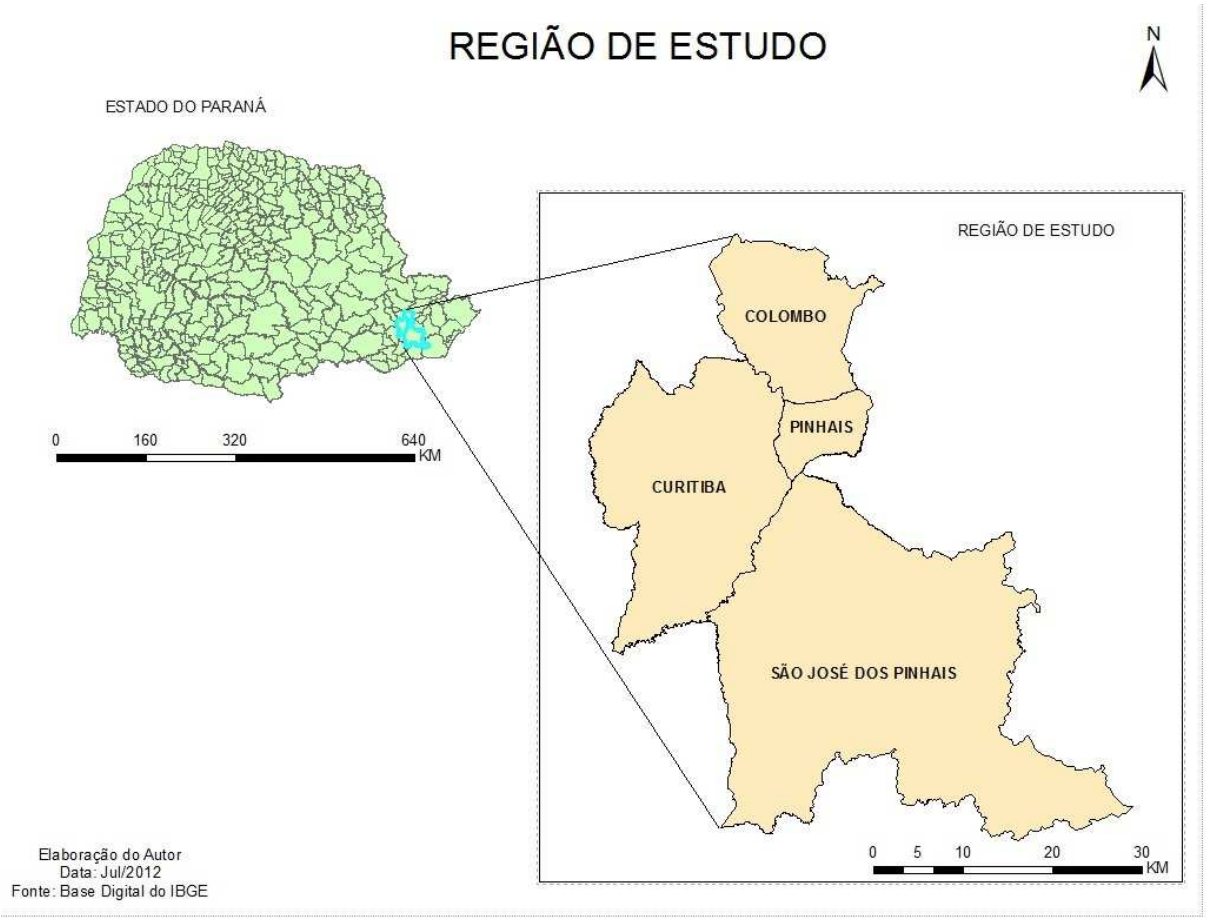


FIGURA 5 - DELIMITAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

4.4. DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Foram obtidos 3.408 (três mil quatrocentos e oito) dados de apartamentos transacionados ou ofertados na região de estudo, sendo que destes foram considerados 3.396 (três mil trezentos e noventa e seis) dados após a análise estatística e ajuste do modelo regressão polinomial.

A distribuição espacial dos dados encontra-se representada no mapa da figura 6, nele é possível perceber que a distribuição espacial dos dados, principalmente na cidade de Curitiba se concentra ao longo dos eixos estruturais, locais estes que segundo a legislação urbanística é permitido verticalização urbana, através da incorporação de condomínios de edifícios e prédios residenciais.

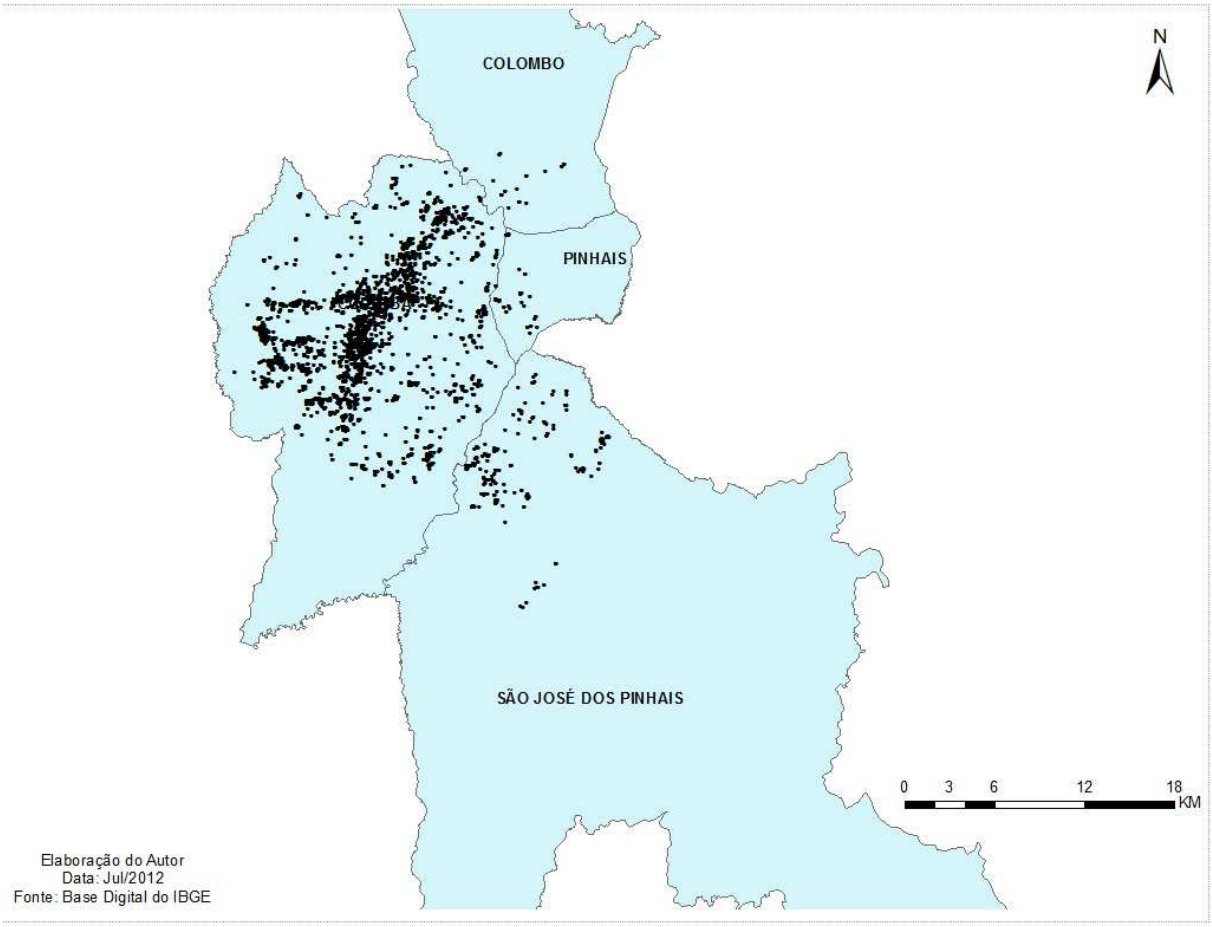


FIGURA 6 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

4.5. DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

Foram analisadas para a tipologia apartamentos 16 variáveis independentes, relacionadas às características físicas e de conservação do conjunto de dados pesquisados na região, o quadro 3 que contem a classificação e descrição de cada uma das variáveis consideradas:

Nome	Tipo	Classificação	Descrição da varável
Endereço	Texto	Texto	Indentificação do endereço
Complemento	Texto	Texto	complemento do endereço do dado, exemplo: apto 403 bloco 14
Bairro	Texto	Texto	bairro em que se localiza o dado
Informante	Texto	Texto	nome da pessoa que informou os dados
Telefone	Texto	Texto	telefone de contato do informante
Data	Numérica	Data	variável que indica da data do evento, sendo data = 1 para jan/2000; data = 2 para fev/2000 ...
Oferta	Numérica	Dicotomica	dado ofertado "Oferta = 1"; dado transacionado "oferta=0"
Dens_Ocup	Numérica	Código alocado	variável que identifica a densidade de ocupação no entorno do dado, sendo Dens_Ocup = 1 desocupado;Dens_Ocup = Parcialmente Ocupado e Dens-Ocup = 3 totalmente ocupado.
Pavimentacao	Numérica	Código alocado	Saibro=1;Bloco Intertravado = 2; Antipo = 3; Pavimentação Alfática = 4; Pavimento em Concreto = 5
Idade	Numérica	Quantitativa	indica a idade estimada do dado em anos
Area_Privat	Numérica	Quantitativa	área privativa construida do apartamento
Andar	Numérica	Quantitativa	andar no prédio em que se localiza o dado
Padrao	Numérica	Proxy	padrão de acabamento do imóvel - CUB Sinapi: Baixo=537,66 Entre Baixo e Normal=597 Normal=658,62 Entre Normal e Alto=710 Alto=738,4
Conservacao	Numérica	Quantitativa	estado de conservação do imóvel Novo = 6 Bom = 5 Regular = 4 Reparos Simples = 3 Reparos Importantes = 2 Ruim = 1
Equipamento	Numérica	Quantitativa	quantidade de equipamentos existentes
Sac/Var/Terr	Numérica	Quantitativa	quantidade de sacadas, varandas ou terraços existentes
Suites	Numérica	Quantitativa	quantidade de de suites
Vaga Cob	Numérica	Quantitativa	quantidade de vagas cobertas
Un_Cond	Numérica	Quantitativa	quantidade de unidades autonomas presentes no condominio
Infra_cond	Numérica	Quantitativa	quantidade de itens de infraestrutura presentes na testada do condominio
Equip_Cond	Numérica	Quantitativa	quantidade de equipamentos existentes no condomínio

Quadro 3 - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES - APARTAMENTOS

Fonte: elaboração do autor

4.6. DESCRIÇÃO DA VARIÁVEL DEPENDENTE

A variável dependente analisada para a tipologia de apartamentos é o valor unitário, relação entre preço total e a área construída privativa, em R$/m², ou seja, trata-se da relação entre o preço total do apartamento dividido pela sua área privativa construída denominada neste trabalho de “Unit_Priv”, devido ao fato da área privativa não sofrer efeitos quanto a demais áreas construídas como quantidade de vagas cobertas, que já possui variável explicativa considerada no banco de dados (Vaga Cob).

Desta forma, visando melhorar as qualidades estatísticas dos modelos de regressão polinomiais ajustado aos dados, quanto à adequação da variável dependente a distribuição normal de probabilidades esta foi analisada na escala direta e na escala logarítmica, tomada através do logaritmo neperiano (Ln) dos unitários privativos (LN Unit_Priv).

Os resultados referentes às estatísticas descritivas são apresentados na tabela 1, demonstram que os valores unitários quando considerados na escala logarítmica se apresentam menos dispersos, com menor variância e desvio padrão, assim como mais próximos a curva normal devido à menor assimetria e kurtosis.

Estatística Descritiva									
	Média	Mediana	Variância	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Amplitude	Assimetria	Kurtosis
Unit_Priv	2540,805	2357,330	634670,455	796,662	727,270	6931,160	6203,890	1,263	2,309
LNUnit	7,796	7,765	0,086	0,293	6,589	8,844	2,254	0,308	0,192

Tabela 1 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA VARIÁVEL DEPENDENTE

Fonte: Elaboração do Autor

O exame do gráfico histograma da variável dependente Unit_Priv na escala direta e na logarítmica (figura 7), ilustra que a forma da distribuição da variável é assimétrica á direita e mais elevada que a curva normal.

Por outro lado ao se considerar a variável dependente na escala transformada esta se torna mais próxima da curva normal, oferecendo melhor qualidade estatística aos modelos de regressão polinomiais.

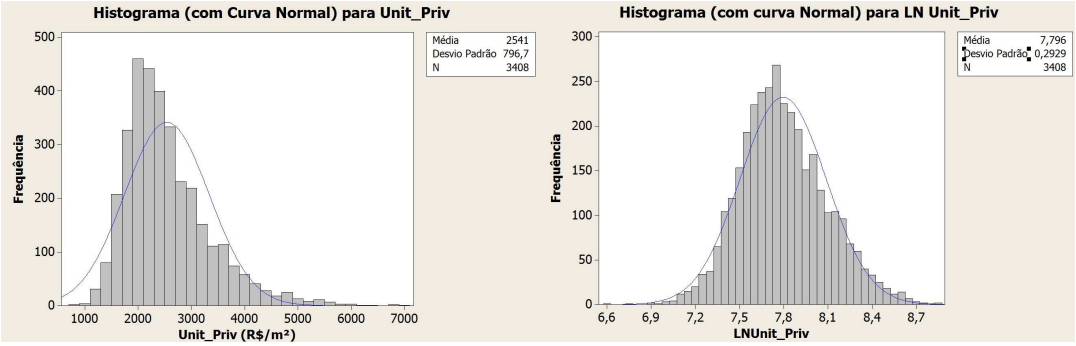


FIGURA 7 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL DEPENDENTE – ESCALA DIRETA E TRANSFORMADA
Fonte: elaboração do autor

Desta forma, todos os coeficientes dos modelos de regressão polinomiais serão estimados considerando os valores unitários dos dados na escala logarítmica, visando garantir o atendimento dos principais pressupostos estatísticos como:

homocesdasticidade, linearidade e normalidade dos resíduos das equações ajustadas.

5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISES

Neste capítulo são apresentados os resultados estatísticos obtidos através da simulação e ajustes de diversas equações de regressão, desde a primeira ordem até a quarta ordem polinomial, com base nos dados de apartamentos residenciais.

Adotou-se neste trabalho para fins de visualização das superfícies os valores da altitude Z valor unitário calculado pela equação polinomial de um apartamento padrão, ou paradigma e representativo da amostra coletada, fazendo apenas sua posição variar no espaço geográfico sobre as coordenadas dos dados e mantendo todas as suas demais características físicas e de mercado constantes. Desta forma é possível representar no espaço tridimensional o comportamento dos preços dos apartamentos apenas devido à variação de suas coordenadas cartesianas no espaço, independente de suas demais características físicas.

Também são ilustrados os mapas temáticos contendo as superfícies de tendência de primeira a quarta ordem, mantendo uma seqüência lógica da evolução de ajuste de um plano de regressão até superfícies mais complexas representadas por ordens polinomiais mais elevadas.

5.1. CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA AMOSTRA

Neste item do trabalho é apresentada a análise exploratória dos dados de mercado coletados, através de tabelas de freqüência, gráficos de barras e histogramas para cada uma das variáveis independentes consideradas.

a) Variável Data:

A tabela de frequência para a variável data apresenta a distribuição dos dados ao longo do tempo, sendo que a amostra composta de 3396 dados coletada para apartamentos refere-se a período de tempo de abril/2008 até o mês de abril/2012.

Sendo maio/2009 o mês que possui a menor quantidade de dados pesquisados, apenas um dado correspondendo a 0,03% da amostra total, por outro lado o mês de março/2010 apresenta a maior quantidade de dados, sendo 207 dados correspondendo a 6,10% da amostra considerada.

Mês	Data	Frequência	Percentual (%)	Percentual Acumulado (%)
abr/08	100	10	0,29	0,29
mai/08	101	14	0,41	0,71
jun/08	102	2	0,06	0,77
jul/08	103	4	0,12	0,88
ago/08	104	97	2,86	3,74
set/08	105	11	0,32	4,06
nov/08	107	2	0,06	4,12
dez/08	108	6	0,18	4,30
jan/09	109	15	0,44	4,74
mar/09	111	7	0,21	4,95
mai/09	113	1	0,03	4,98
jun/09	114	55	1,62	6,60
jul/09	115	24	0,71	7,30
ago/09	116	40	1,18	8,48
set/09	117	51	1,50	9,98
out/09	118	73	2,15	12,13
nov/09	119	135	3,98	16,11
dez/09	120	129	3,80	19,91
jan/10	121	111	3,27	23,17
fev/10	122	186	5,48	28,65
mar/10	123	207	6,10	34,75
abr/10	124	142	4,18	38,93
mai/10	125	152	4,48	43,40
jun/10	126	118	3,47	46,88
jul/10	127	118	3,47	50,35
ago/10	128	148	4,36	54,71
set/10	129	122	3,59	58,30
out/10	130	94	2,77	61,07
nov/10	131	135	3,98	65,05
dez/10	132	111	3,27	68,32
jan/11	133	97	2,86	71,17
fev/11	134	175	5,15	76,33
mar/11	135	82	2,41	78,74
abr/11	136	66	1,94	80,68
mai/11	137	111	3,27	83,95
jun/11	138	154	4,53	88,49
jul/11	139	82	2,41	90,90
ago/11	140	87	2,56	93,46
set/11	141	82	2,41	95,88
out/11	142	25	0,74	96,61
nov/11	143	15	0,44	97,06
dez/11	144	70	2,06	99,12
fev/12	146	4	0,12	99,23
mar/12	147	4	0,12	99,35
abr/12	148	22	0,65	100,00
	Total	3396	100,00	

Tabela 2 - TABELA DE FREQUÊNCIA

Fonte: elaboração do autor

O histograma da variável data (Figura 8) ilustra a forma da distribuição de freqüências dos dados de apartamentos ao longo do tempo, sendo possível

perceber a predominância de observações nos meses de ago/2009 (data = 116) até setembro/2011 (data = 141).

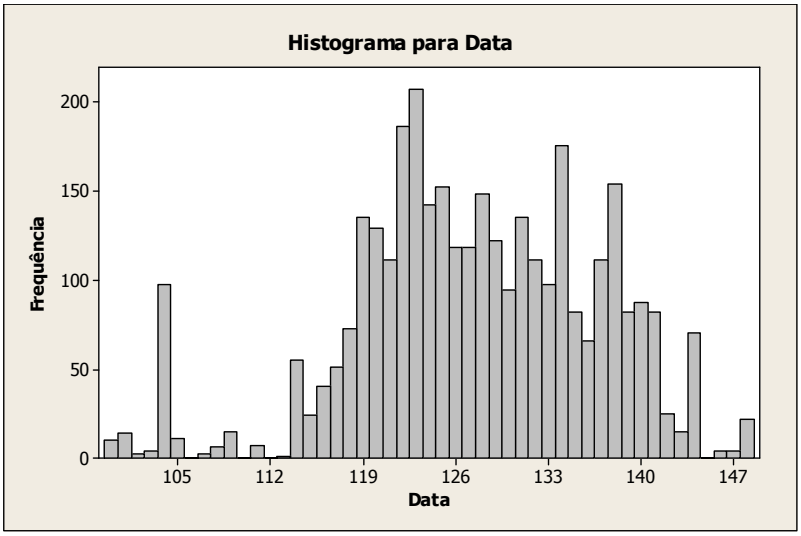


FIGURA 8 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL DATA

Fonte: elaboração do autor

b) Variável Oferta

A variável oferta é classificada como dicotômica, sendo igual a “1” para dados ofertados no mercado e igual a “0” caso se trate de dado efetivamente transacionado, tem como objetivo incluir o efeito das superestimativas existentes nos preços ofertados daqueles efetivamente transacionados no mercado imobiliário, sendo esperado que os preços transacionados sejam em média inferiores aos preços ofertados devido às condições de negociação existente entre compradores e vendedores.

Oferta		Frequência	Percentual (%)	Percentual Acumulado (%)
Transação	0	1768	52,1	52,1
Oferta	1	1628	47,9	100,0
	Total	3396	100,0	

Tabela 3 - TABELA DE FREQÜÊNCIA PARA OFERTA

Fonte: elaboração do autor

Conforme a tabela 3 a amostra possui 52,10 % de apartamentos transacionados e 47,9% tratando-se de dados correspondentes a ofertas com preços sujeitos a negociação.

c) Variável Densidade de Ocupação

A variável densidade de ocupação possui distribuição de freqüências conforme tabela 7 e demonstra que a maioria dos dados, correspondente a 51,1 % da amostra, se encontra em região totalmente ocupada, sendo 47,4 % localizados em região parcialmente ocupada e apenas 1,5 % dos dados corresponde a apartamentos situados em região ainda desocupada.

Densidade Ocupação		Frequência	Percentual (%)	Percentual Acumulado (%)
Desocupado	1	51	1,5	1,5
Parcialmente Ocupado	2	1611	47,4	48,9
Totalmente Ocupado	3	1734	51,1	100,0
	Total	3396	100,0	

Tabela 4 - TABELA DE FREQÜÊNCIA PARA DENSIDADE DE OCUPAÇÃO

Fonte: elaboração do autor

Para locais em que exista farta oferta de terrenos ainda não ocupados, no entorno do dado coletado, foi considerado densidade de ocupação igual a desocupado.

Se ainda existam poucos terrenos ainda não ocupados foi considerado para o dado a densidade de ocupação de parcialmente ocupada.

No caso de não haver mais terrenos, disponíveis na região para ocupação, o dado foi considerado em local totalmente ocupado.

d) Variável Pavimentação

O tipo de pavimentação mais freqüente existente na via pública, de fronte a cada um dos dados, conforme a tabela 9 trata-se daquele que possui pavimentação asfáltica, sendo observada sua presença em 83,30 % dos dados.

O pavimento em concreto é o de menor freqüência na amostra sendo observado em apenas 0,18 % dos dados.

Pavimentação		Frequência	Percentual (%)	Percentual Acumulado (%)
Saibro	1	49	1,44	1,44
Antipó	3	518	15,25	16,70
Pav. Asfáltica	4	2823	83,13	99,82
Concreto	5	6	0,18	100,00
	Total	3396	100,00	

Tabela 5 - TABELA DE FREQÜÊNCIA PARA PAVIMENTAÇÃO

Fonte: elaboração do autor

e) Variável Idade

Esta variável representa a idade estimada dos apartamentos e representa a idade destes imóveis quando na data da vistoria, que pode ser observado na tabela 8.

O histograma, desta variável, pode ser observado na figura 9, indicando que a amostra utilizada possui apartamentos novos (zero anos de idade) até 55 anos de idade estimada, sendo que existe maior concentração de dados novos que são 22,67% de amostra.

Entretanto, conforme percentual acumulado na tabela de freqüência mais de 90% trata-se de apartamentos de no máximo 25 anos de idade estimada.

Idade (anos)	Frequência	Percentual (%)	Percentual Acumulado (%)
0	770	22,67	22,67
1	147	4,33	27,00
2	67	1,97	28,98
3	72	2,12	31,10
4	46	1,35	32,45
5	174	5,12	37,57
6	39	1,15	38,72
7	50	1,47	40,19
8	82	2,41	42,61
9	38	1,12	43,73
10	272	8,01	51,74
11	31	0,91	52,65
12	100	2,94	55,59
13	34	1,00	56,60
14	23	0,68	57,27
15	296	8,72	65,99
16	40	1,18	67,17
17	39	1,15	68,32
18	71	2,09	70,41
19	34	1,00	71,41
20	312	9,19	80,59
21	34	1,00	81,60
22	44	1,30	82,89
23	27	0,80	83,69
24	28	0,82	84,51
25	197	5,80	90,31
26	35	1,03	91,34
27	32	0,94	92,29
28	42	1,24	93,52
29	14	0,41	93,93
30	122	3,59	97,53
31	5	0,15	97,67
32	12	0,35	98,03
33	13	0,38	98,41
34	5	0,15	98,56
35	21	0,62	99,18
36	2	0,06	99,23
38	4	0,12	99,35
40	9	0,27	99,62
44	1	0,03	99,65
47	3	0,09	99,73
50	5	0,15	99,88
53	1	0,03	99,91
55	3	0,09	100,00
Total	3396	100,00	

Tabela 6 - TABELA DE FREQÜÊNCIA PARA IDADE

Fonte: elaboração do autor

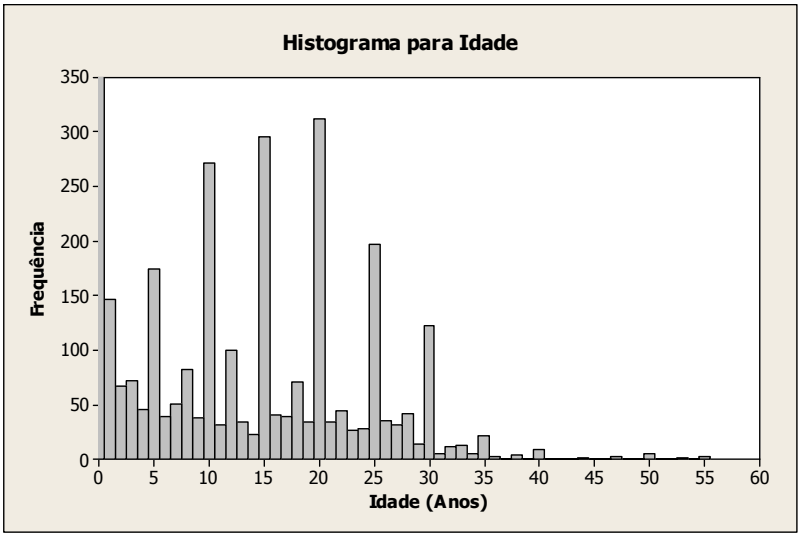


FIGURA 9 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL IDADE

Fonte: elaboração do autor

f) Variável Área Privativa Construída

A variável área privativa construída apresenta distribuição contínua, sendo o gráfico histograma representado através da figura 10, onde se pode verificar a forma de sua distribuição assimétrica à direita.

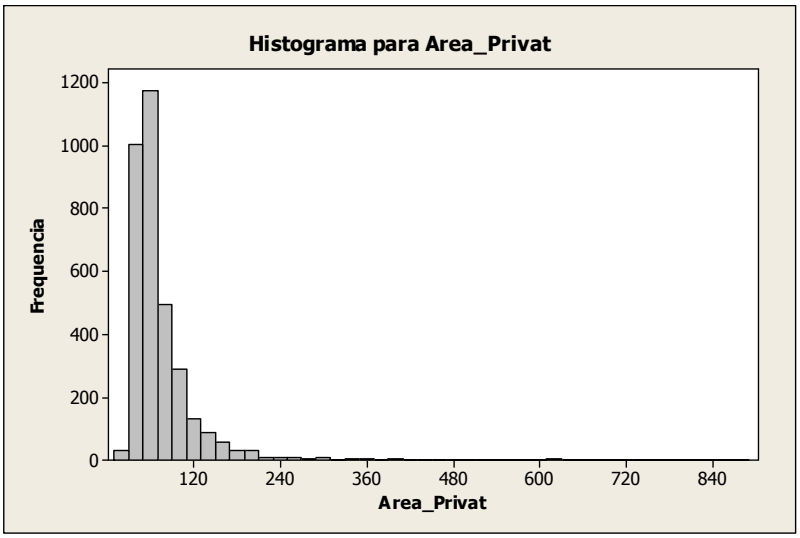


FIGURA 10 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL ÁREA_PRIV

Fonte: elaboração do autor

O gráfico mostra de que maioria dos dados possui área privativa construída de menos de 120 m².

g) Variável Andar

Indica o andar no prédio em que se localiza o apartamento, sendo seu histograma representado na Figura 11:

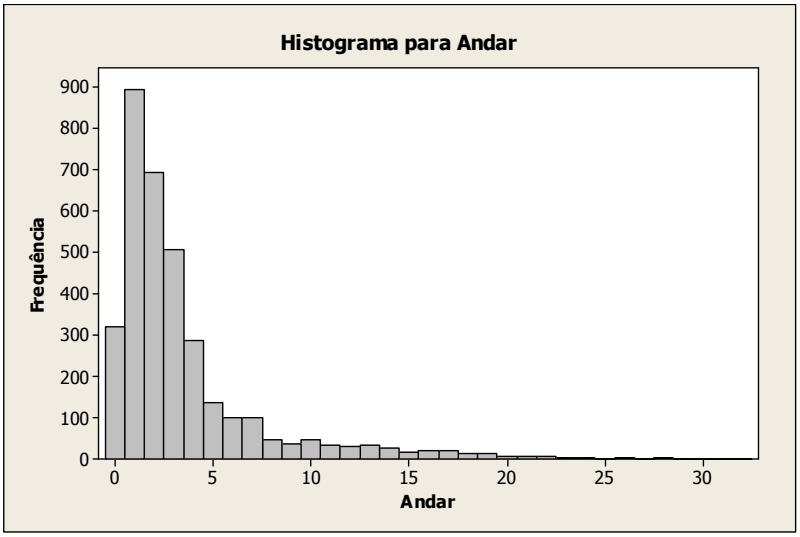


FIGURA 11 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL ANDAR

Fonte: elaboração do autor

h) Variável Padrão de Acabamento

O padrão de acabamento encontra-se representado neste trabalho através de variável Proxy, relacionada ao Custo unitário dado pelo SINAPI, sendo a tabela 7 indicando a concentração de dados em cada um dos padrões de acabamento da amostra.

Padrão	CUB Sinapi (R$/m²)	Frequência	Percentual (%)	Percentual Acumulado (%)
Baixo	537,65	117	3,45	3,45
Normal/Baixo	597,00	1031	30,36	33,80
Normal	658,61	2137	62,93	96,73
Normal/Alto	710,00	39	1,15	97,88
Alto	738,39	72	2,12	100,00
	Total	3396	100,00	

Tabela 7 - TABELA DE FREQÜÊNCIA PARA PADRÃO DE ACABAMENTO (Sinapi ref abril/2008)

Fonte: elaboração do autor

A maioria dos dados de apartamentos possui padrão de acabamento normal, pois 62,93% da amostra possuem este padrão, sendo o padrão normal/baixo o segundo mais freqüente com 30,36% dos dados.

i) Variável Estado de Conservação

Esta variável é expressa em código alocado, sendo que 49,71 % dos dados apresentam estado de conservação bom, 25,09 % trata-se de apartamentos novos e 22,47% dos dados possui regular estado de conservação conforme tabela 8.

Conservação		Frequência	Percentual (%)	Percentual Acumulado (%)
Ruim	1	5	0,15	0,15
Reparos Importantes	2	10	0,29	0,44
Reparos Simples	3	78	2,30	2,74
Rergular	4	763	22,47	25,21
Bom	5	1688	49,71	74,91
Novo	6	852	25,09	100,00
	Total	3396	100,00	

Tabela 8 - TABELA DE FREQÜÊNCIA PARA ESTADO DE CONSERVAÇÃO

Fonte: elaboração do autor

Variáveis quantitativas: equip_Cond, Infra_cond, Un_Cond, Vaga cob, Suítes, Sac/Var/Terr. Os histogramas das demais variáveis quantitativas encontra-se representado na figura 12.

Onde:

1) Equip_Cond: equipamentos do condomínio onde se localiza o apartamento, variável quantitativa que representa o somatório dos seguintes itens, sendo que cada item existem é considerando 1 ponto no somatório:

   - Playground, piscina, sauna, churrasqueira, salão de Festas, salão de jogos, sala de ginástica, quadra esportiva, automação do portão, gerador de energia, guarita, central de gás, central de aquecimento de água e elevador.

2) Infra_cond: infraestrutura presente no condomínio em que se localiza o apartamento, variável quantitativa que representa o somatório dos seguintes equipamentos, sendo que cada item é considerado 1 ponto no somatório:

   - Rede de abastecimento de água potável, poço artesiano, rede coletora de esgoto sanitário, estação de tratamento de esgotos, rede coletora

pluvial, rede de gás, guias e sarjetas, pavimentação asfáltica ou equivalente, rede de energia elétrica e iluminação pública.

3) Un_Cond: quantidade de unidade autônomas existente no condominio em que localiza o apartamento pesquisado, variável quantitativa.

4) Vaga Cob: quantidade de vagas cobertas pertencentes ao apartamento pesquisado, variável quantitativa.

5) Suites: quantidade de suítes presentes no apartamento pesquisado, variável quantitativa.

6) Sac/Var/Terr: quantidade de Sacadas/Varandas/Terraços presentes no apartamento pesquisado, variável quantitativa.

Os histogramas das destas variáveis quantitativas encontram-se representados na figura 12.

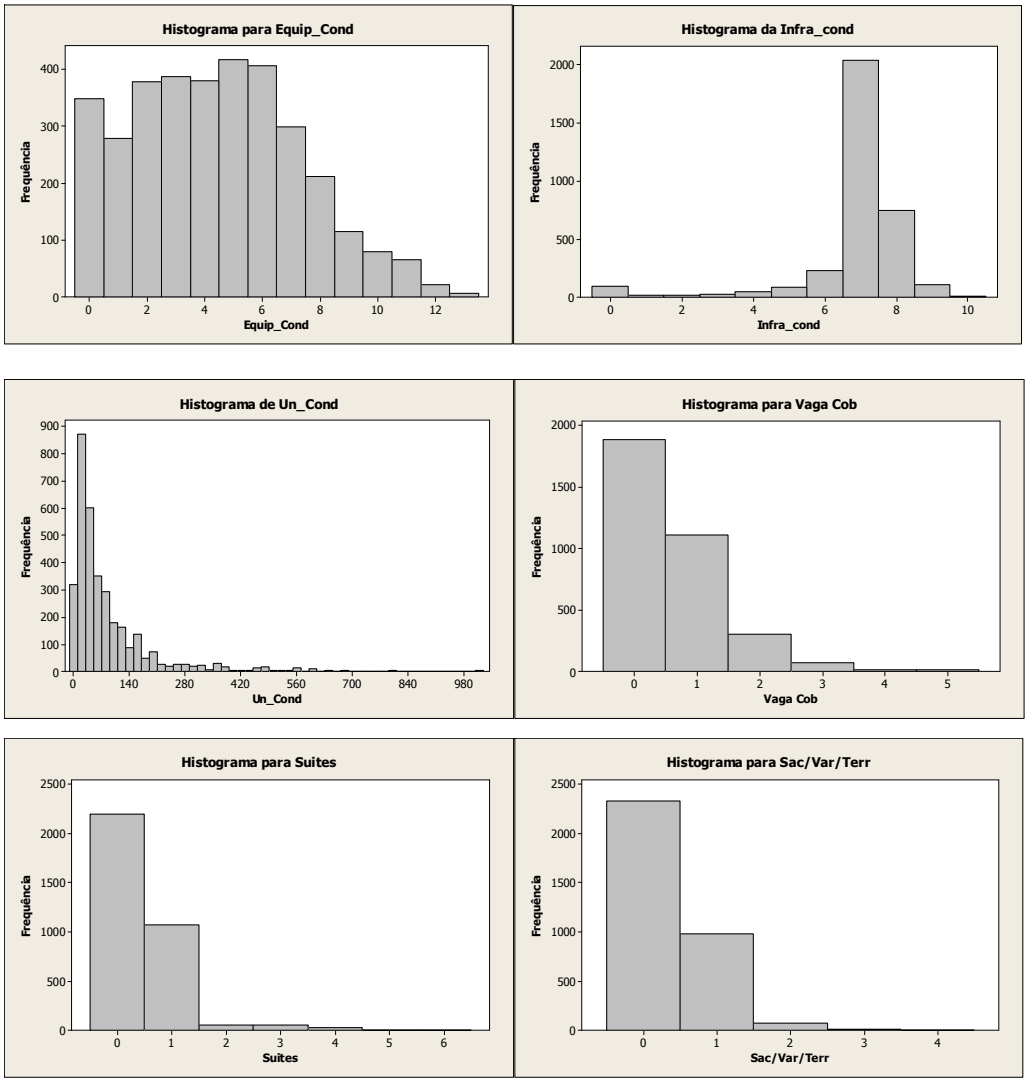


FIGURA 12 - HISTOGRAMA DAS VARIÁVEIS QUANTITATIVAS

Fonte: elaboração do autor

5.2. DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA HABITAÇÃO PADRÃO (HP)

A habitação padrão representa imóvel representativo da região estudada, trata-se, portanto de um imóvel paradigma[6] com características físicas e de mercado do imóvel padrão, foram obtidas na própria amostra de pesquisada.

Utilizou-se como o critério os valores médios da amostra para tipificar o apartamento paradigma, desta forma, para a tipologia de apartamentos a tabela 9 apresenta o resultado dos valores médios para cada uma das variáveis analisadas,

[6] Imóvel Paradigma: Imóvel hipotético cujas características são adotadas como padrão representativo da região ou referencial de avaliação (ABNT NBT 14.653-2:2011 item 3.36).

sendo que os valores das características referentes da habitação padrão, tomada como representativa foi aproximada destes valores médios.

Variáveis	Média	Habitação Padrão
Data	127,49	128
Oferta	,48	0
Dens_Ocup	2,50	3
Pavimentacao	3,79	4
Idade	11,81	12
Area_Privat	75,1606	75
Andar	3,45	3
Padrao	638,0199	658,61
Conservacao	4,97	5
Equipamento	1,31	1
Sac/Var/Terr	,34	0
Suites	,43	0
Vaga Cob	,60	1
Un_Cond	82,87	83
Infra_cond	6,87	7
Equip_Cond	4,40	4

Tabela 9 - HABITAÇÃO PADRÃO

Fonte: elaboração do autor

Logo, para cada superfície de tendência ajustada, visando remover o efeito da heterogeneidade das características físicas, de entorno, data do evento e de negociação será estimada o valor desta habitação padrão (VHP) em cada coordenada de cada um dos dados, sendo este o valor da cota Z que representará a superfície tridimensional de variação do valor de mercado dos apartamentos em função de sua localização no espaço geográfico.

Desta forma a habitação padrão, referente à tipologia apartamentos, possui as seguintes características:

- Data = 128 (agosto/2010);
- Oferta = 0 (Transação);
- Dens_Ocup = 3 (Totalmente Ocupado);
- Pavimentação = 4 (Pavimentação Asfáltica);
- Idade = 12 anos;
- Área Priv = 75 m²;
- Andar = 3 (terceiro andar);
- Padrão = 658,61 (Padrão Normal);
- Conservação = 5 (Bom Estado);
- Equipamento = 1;
- Sac/Var/Terr = 0;
- Suíte = 0;

- Vaga Cob = 1 (uma vaga coberta);
- Un_Cond = 83;
- Infra_Cond = 7;
- Equip_Cond = 4;

5.3. SUPERFÍCIES DE TENDÊNCIA OBTIDAS

Nesta parte do trabalho é apresentada a superfícies polinomiais de primeira a quarta ordem, ajustadas pelo método dos mínimos quadrados ordinários para apartamentos.

Para representação das superfícies polinomiais, por meio de curvas de isovalores, foram estimados através das equações de regressões ajustadas o valor de mercado da habitação padrão ou imóvel paradigma, com suas características definidas na tabela 9, nas coordenadas de cada um os dados observados. Desta forma, a variação do valor de mercado do imóvel padrão se deve ao efeito apenas de sua localização no espaço geográfico.

5.3.1. Primeira Ordem

A) Equação de primeira ordem - Apartamentos

Após a verificação de todas as hipóteses básicas, de validação do modelo, para a primeira ordem polinomial a equação 28 que melhor se apresentou é a que segue:

	Regressão	Estimativa
Coef. de correlação	0,779550923	0,78064733
Coef. de determinação	0,607699641	0,609410253
Desvio padrão	0,183071492	498,433136

Variável	Coeficiente	t	Sig(%)	transf
Data	0,0124	35,31	0,01	x
Oferta	0,0459	7,08	0,01	x
Dens_Ocup	0,0442	7,11	0,01	x
Pavimentacao	0,0372	6,64	0,01	x
Idade	-0,0054	-12,37	0,01	x
Area_Privat	-0,2884	-23,97	0,01	ln(x)
Andar	0,0161	18,12	0,01	x
Padrao	-177,7639	-4,52	0,01	1/x
Conservacao	0,0632	2,72	0,70	ln(x)
Equipamento	0,0153	4,21	0,01	x
Sac/Var/Terr	0,0400	5,29	0,01	x
Suites	0,0889	11,49	0,01	x
Vaga Cob	0,1108	17,22	0,01	x
Un_Cond	-0,0002	-4,79	0,01	x
Infra_cond	0,0046	2,12	3,49	x
Equip_Cond	0,0180	12,40	0,01	x
x	-0,0522	-3,45	0,06	x
y	0,2544	13,87	0,01	x
Unit_Priv	6,9526	62,83	0,01	ln(y)

Análise da Variância				
Fonte de Variação	Soma dos	Graus de	Quadrado	F
Explicada	175,3245685	18	9,7402538	290,6222
Não explicada	113,1807334	3377	0,0335152	
Total	288,505302	3395		

Tabela 10 - RESULTADOS PRIMEIRA ORDEM

Fonte: elaboração do autor

A equação de primeira ordem para apartamentos é:

Unit_Priv = e^(+6,952583095 + 0,01240957047*Data + 0,04586710737* Oferta + 0,04423875293 * Dens_Ocup + 0,03716343925 * Pavimentação - 0,005384237697 * Idade - 0,2884183332 * ln (Area_Privat) + 0,01607296955 * Andar – 177,7638846 / Padrão + 0.06321585827 * ln (Conservacao) + 0,0152662325 * Equipamento + 0,03997820612 * Sac/Var/Terr + 0,08889350419 * Suítes + 0,1107671381 * Vaga Cob – 0,0001623528159 * Un_Cond + 0,004611975554 * Infra_cond + 0,01804583812 * Equip_Cond – 0,0522154072 * x + 0,2543795994 * y

(28)

Onde:

x = nova coordenada cartesiana compreendida no intervalo 0 a 1.
y = nova coordenada cartesiana compreendida no intervalo 0 a 1.

A tabela 10 apresenta os resultados do ajuste dos coeficientes, através do método dos mínimos quadrados, o teste de hipóteses t-Student indica que todos os coeficientes estimados são significativos a 5%.

Nesta tabela também é indicada a transformação (coluna transf) de escala para cada variável, sendo testadas as transformações recíproca ou inversa (1/x) e logarítmica (Lnx).

Na tabela referente à análise de variância (ANOVA) são apresentados as somas dos quadrados dos resíduos da regressão polinomial, verifica-se que o F calculado é de 290,622 elevado o suficiente para rejeitar a hipótese nula de não regressão, ou seja, a equação ajustada é significativa.

O poder de explicação do modelo pode ser representado pelo coeficiente determinação (R^2), da ordem de 61% (ou 0,61), que indica de 61% das variações dos preços podem ser explicado pelos conjuntos de variáveis que compõe o modelo de primeira ordem ajustado aos dados observados.

O coeficiente de correlação R obtido é igual a 0,7796, indicando que existe um grau de associação entre as variáveis elevado.

B) Verificação da normalidade, linearidade e homocedasticidade:

Visando verificar o atendimento das hipóteses de normalidade, linearidade e homocedasticidade a figura 13 apresenta os gráficos de análises dos resíduos da equação estimada.

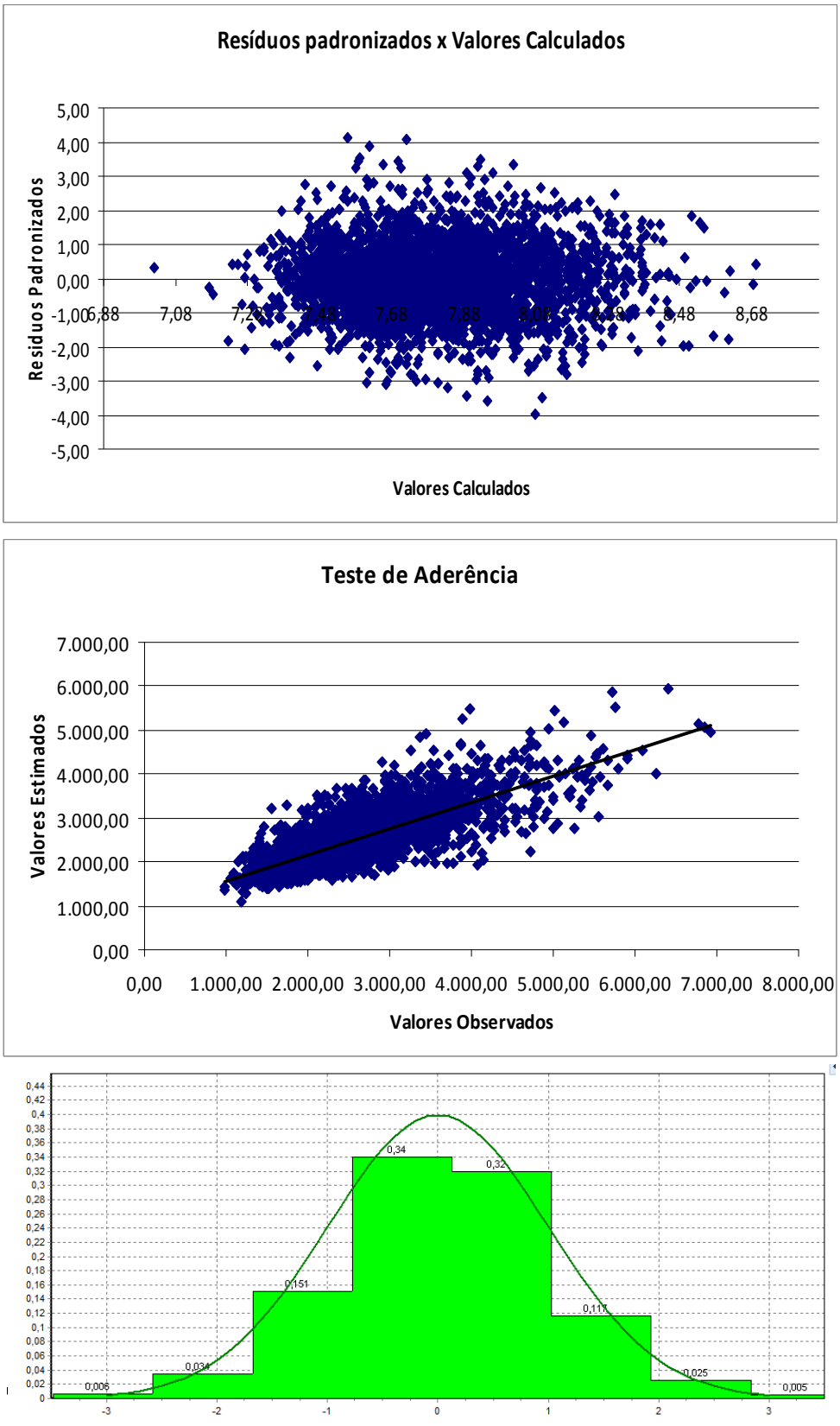


FIGURA 13 - ANÁLISE DOS RESÍDUOS – SUPERFÍCIE DE 1º ORDEM

Fonte: elaboração do autor

Através da análise gráfica dos resíduos do modelo de regressão polinomial de primeira ordem, verifica-se que os resíduos padronizados possuem linearidade,

variância constante (homocedásticos) ao longo da variação dos valores calculados conforme se observa no gráfico do teste de aderência e dos resíduos padronizados versus valores calculados e guarda semelhança a distribuição normal.

C) Análise da Autocorrelação Espacial

Para se obter superfícies de tendência segura e o mais próxima ao comportamento da variação dos preços dos imóveis em função de sua localização e garantir que os coeficientes estimados sejam eficientes, consistentes e não tendenciosos, considerando que dados são distribuídos espacialmente é necessário verificar se existe ou não autocorrelação espacial nos resíduos do modelo.

Técnicas de modelos de regressão polinomial visam diminuir os efeitos autocorrelação espacial, na medida em que a superfície aproxima dos valores calculados dos valores observados, ou seja, quando a superfície de tendência ajustada representa com mais detalhes os fenômenos estudados menor será o processo de autocorrelação ou dependência espacial.

Neste trabalho é adotado o método gráfico de detecção de autocorrelação espacial, através do exame dos resíduos espacialmente localizados no plano de estudo.

Nas análises gráficas são utilizados os resíduos padronizados que são os resultados de um processo de criação de uma escala comum, segundo Hair (2005) trata-se da divisão de cada resíduo pelo desvio padrão dos resíduos. Após a padronização os resíduos têm uma média zero e desvio padrão igual à unidade. Com uma amostra grande (maior que 50 dados) estes resíduos seguem aproximadamente a distribuição normal de probabilidade (gaussiana).

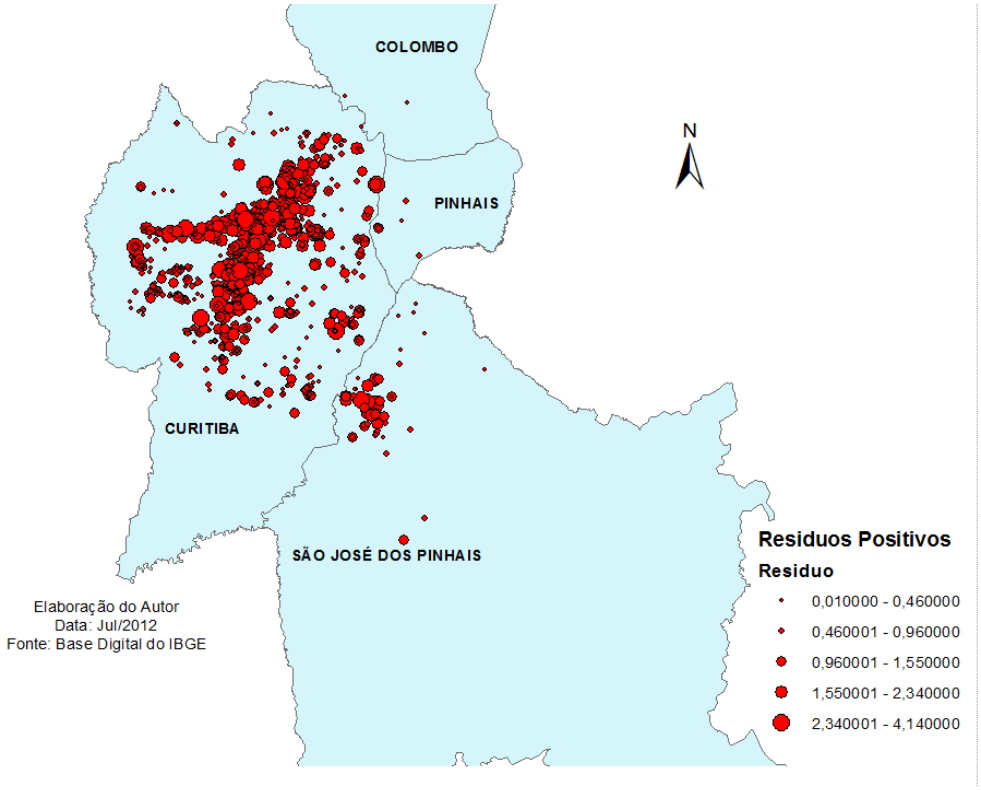


FIGURA 14 - MAPAS DOS RESÍDUOS POSITIVOS PADRONIZADOS – SUPERFÍCIE DE 1º ORDEM

Observa-se na figura 14 que os resíduos positivos não são uniformemente distribuídos nos espaço, existem regiões de concentração destes, ao longo dos eixos estruturais de Curitiba e no centro da cidade de São José dos Pinhais, indicando a presença da autocorrelação espacial.

O mapa de resíduos negativos ilustrado na figura 15 também não apresenta valores dispersos de forma uniforme no espaço, é possível observar concentrações de resíduos negativos ao longo dos eixos estruturais da cidade de Curitiba e também na região central da cidade de São José dos Pinhais, Pinhais e Colombo.

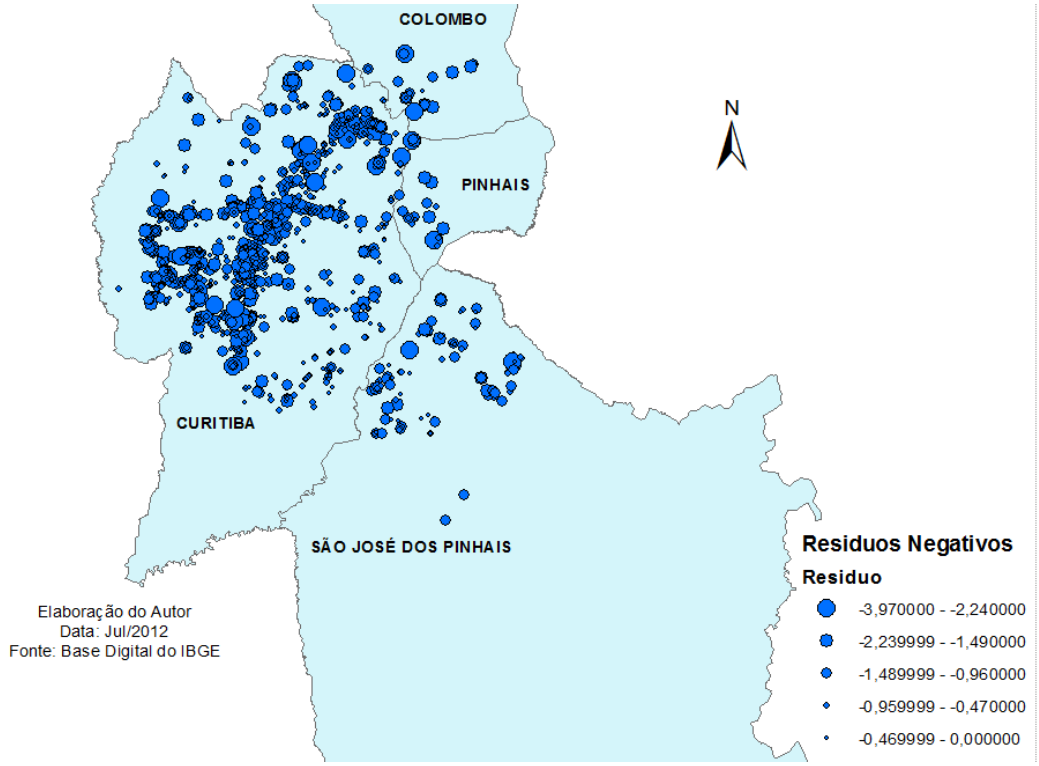


FIGURA 15 - MAPA DOS RESÍDUOS NEGATIVOS PADRONIZADOS – SUPERFÍCIE DE 1º ORDEM

A disposição ideal dos resíduos positivos e negativos no espaço seria de forma mais dispersa e aleatória, sem concentrações ou formações de aglomerados, assim através do ajustamento de superfície de ordens mais elevadas tendem minimizar os efeitos de dependência espacial que podem ser observados nos mapas de resíduos locados no espaço.

D) Mapa Superfície de Primeira Ordem

A seguir é apresentado o mapa de isolinhas obtidos para o modelo de regressão polinomial de primeira ordem, onde a cota Z é o valor de mercado em R$/m² estimado para a habitação padrão.

Neste mapa é possível visualizar a tendência da variação dos valores da habitação padrão ao longo do espaço, sendo que a superfície de primeira ordem apresenta a forma de um plano que segundo Schroeder e Sjoquist (1976), apresenta ao investigador uma tendência global do comportamento espacial da variável de interesse.

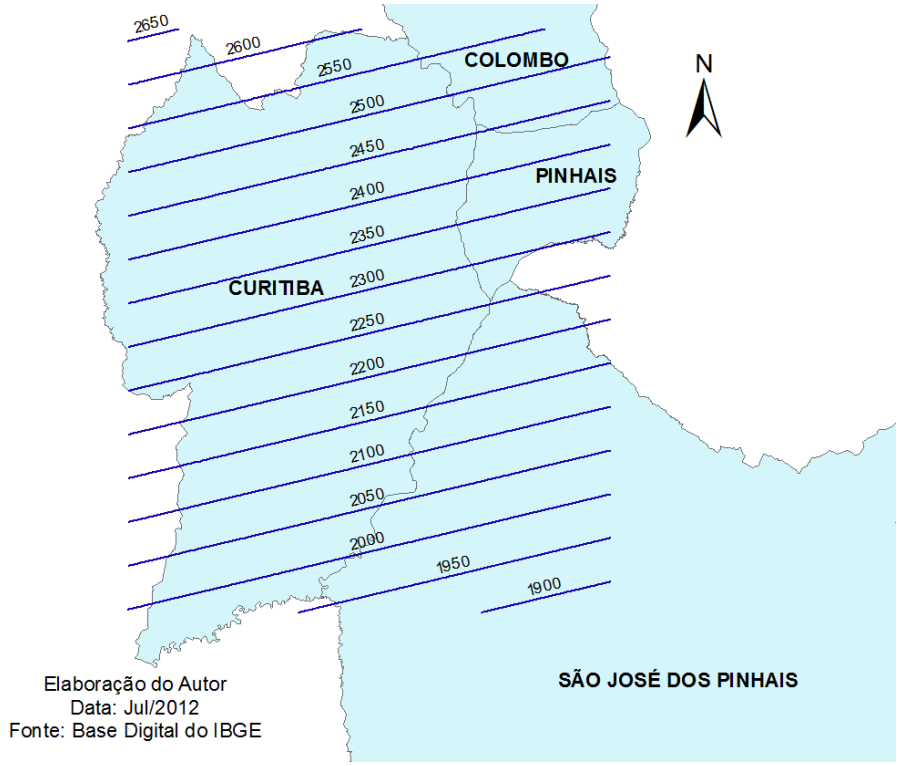


FIGURA 16 - MAPA DO VALOR UNITÁRIO DA HABITAÇÃO PADRÃO – SUPERFÍCIE DE 1º ORDEM

O mapa da superfície de primeira ordem mostra que a valorização do apartamento padrão ocorre da direção Sul para o Norte e de leste para oeste, principalmente do sentido de São José dos Pinhais no Sentido do centro da Cidade Curitiba.

Desta, forma a tendência global do comportamento dos preços para esta superfície é aceitável, conforme se observa no mercado imobiliário de apartamentos da região de Curitiba.

5.3.2. Superfície de tendência de segunda ordem

Na segunda etapa é efetuado ajuste de superfície de tendência de segunda ordem, sendo é gerada uma superfície ajustada com o aspecto de um parabolóide, se aproximando um pouco mais do comportamento dos valores dos imóveis.

A) Equação de Segunda Ordem

Após a verificação de todas as hipóteses básicas de validação do modelo para a segunda ordem polinomial a equação 18 que melhor se apresentou é a que segue:

	Regressão	Estimativa
Coef. de correlação	0,817284044	0,816805788
Coef. de determinação	0,667953208	0,667171695
Desvio padrão	0,168476625	460,2409481

Variável	Coeficiente	t	Sig(%)	transf
Data	0,01	41,27	0,01	x
Oferta	0,05	9,13	0,01	x
Dens_Ocup	0,02	3,98	0,01	x
Pavimentacao	0,01	1,72	8,73	x
Idade	-0,01	-18,63	0,01	x
Area_Privat	18,09	27,65	0,01	1/x
Andar	0,01	15,00	0,01	x
Padrao	-85,18	-2,32	2,10	1/x
Conservacao	0,02	3,56	0,04	x
Equipamento	0,01	2,37	1,87	x
Sac/Var/Terr	0,03	4,60	0,01	x
Suites	0,06	8,39	0,01	x
Vaga Cob	0,09	15,04	0,01	x
Un_Cond	0,00	-2,57	1,09	x
Equip_Cond	0,02	12,03	0,01	x
x	2,00	21,56	0,01	x
y	2,28	17,42	0,01	x
x^2	-1,24	-22,58	0,01	x
xy	-1,17	-13,06	0,01	x
y^2	-1,02	-12,22	0,01	x
Unitario	4,32	41,43	0,01	ln(y)

Análise da Variância				
Fonte de Variação	Soma dos	Graus de	Quadrado	F
Explicada	192,708042	20	9,6354021	339,46151
Não explicada	95,79725996	3375	0,0283844	
Total	288,505302	3395		

Tabela 11 - RESULTADOS SEGUNDA ORDEM

Fonte: elaboração do autor

A equação de segunda ordem obtida para apartamento é:

Unit_Priv = e^(+4,316960674+0.01347286328 * Data + 0,05442494786 * Oferta + 0,02314622851 * Dens_Ocup + 0,009010016892*Pavimentação - 0,007804965436*Idade + 18,08506208 / Area_Privat + 0,01230191344*Andar – 85,17618561 / Padrão + 0,0181532108 * Conservação + 0,007833956169 * Equipamento + 0,03223573885 * Sac/Var/Terr + 0,05691853591 * Suítes + 0,08653517547 * Vaga Cob – 8,03703809E-005 * Un_Cond + 0.01604800687 * Equip_Cond + 1,995548919 * x + 2,284008157 * y – 1,240284481 * x^2 - 1,166971719 * xy – 1,018461602 * y^2)

(29)

Onde:

x = nova coordenada cartesiana compreendida no intervalo 0 a 1.
y = nova coordenada cartesiana compreendida no intervalo 0 a 1.

A tabela 11 apresenta os resultados do ajuste dos coeficientes através do método dos mínimos quadrados, o teste de hipóteses t-Student que mostra que todos os coeficientes estimados são significativos a 10% e a transformação de escala para cada variável, sendo neste trabalho foi testadas a transformação inversa (1/x) e logarítmica (Lnx).

Na tabela referente à análise de variância (ANOVA) são apresentadas as somas dos quadrados dos resíduos da regressão polinomial, verifica-se que o F de Snedecor é de 339,46 elevado o suficiente para rejeitar a hipótese nula a 1% de não regressão, ou seja, a equação ajustada é significativa.

O coeficiente de determinação R^2 de 0,67 indica que 67 % das variações nos preços dos apartamentos são explicadas pelo conjunto de variáveis selecionadas, inclusive pelas coordenadas correspondentes a segunda ordem polinomial.

B) Verificação da normalidade, linearidade e homocedasticidade:

Através da análise gráfica dos resíduos do modelo de regressão polinomial de segunda ordem, para a tipologia de apartamentos, verifica-se que os resíduos padronizados possuem linearidade, variância constante (homocedásticos) ao longo dos valores calculados conforme se observa no teste de aderência e histograma dos resíduos padronizados guarda semelhança a distribuição normal.

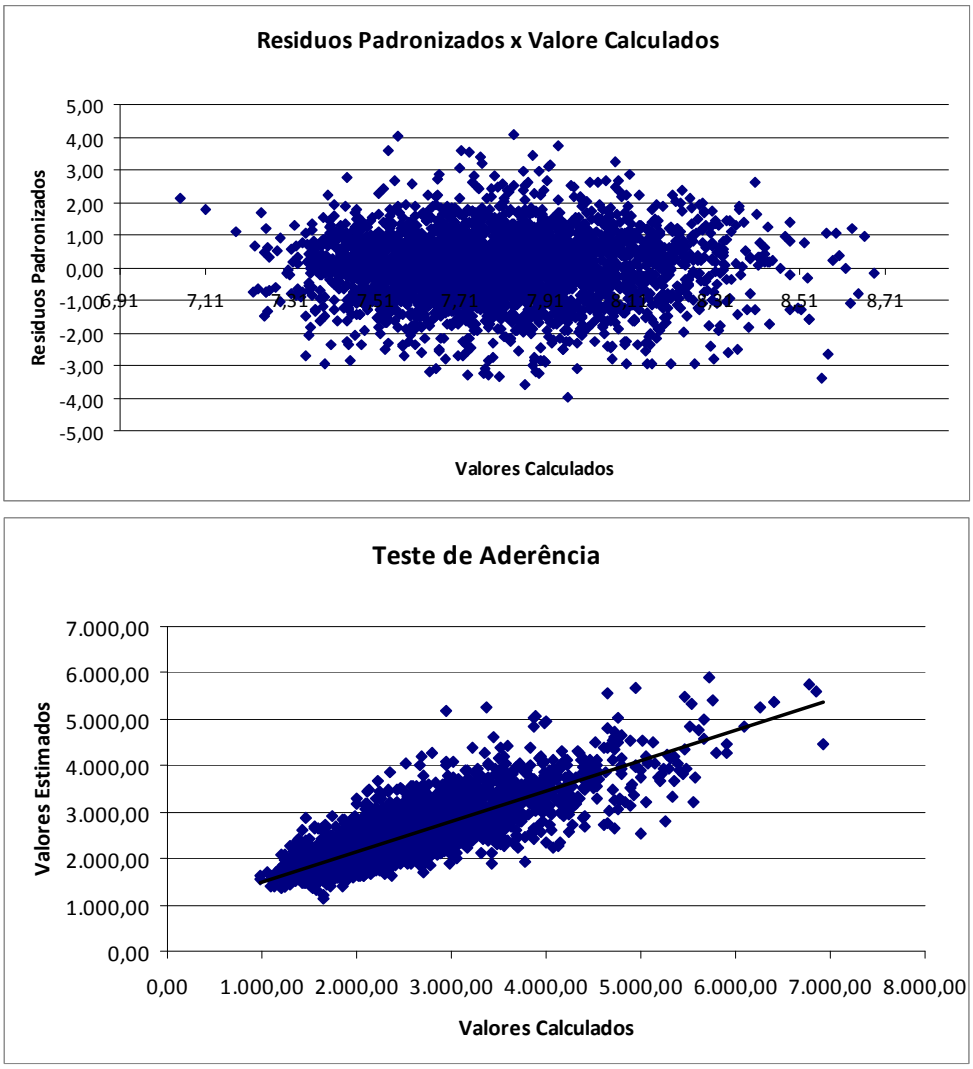


FIGURA 17 - ANÁLISE DOS RESÍDUOS – SUPERFÍCIE DE 2º ORDEM

Fonte: Elaboração do Autor

C) Análise da Autocorrelação Espacial:

Para a superfície de segunda ordem o mapa dos resíduos padronizados negativos e positivos, locados no espaço geográfico, mostra que ainda permanecem as concentrações de resíduos positivos ao longo dos eixos estruturais.

Comparando os resíduos de segunda ordem com os gerados pela superfície de segunda não possível observar alterações importantes, ainda permanecem os aglomerados de resíduos positivos e negativos.

Entretanto, é na região central da amostra que ocorre certa alteração na conformação dos resíduos, que a passa a apresentar maiores resíduos negativos que para superfície de primeira ordem.

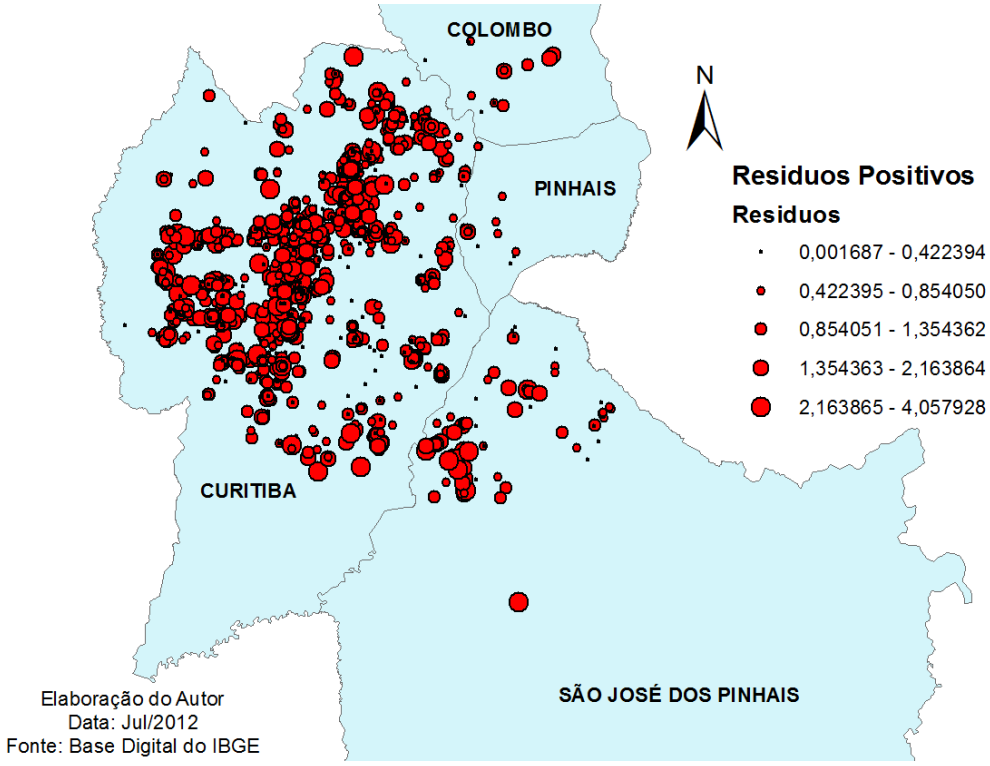


FIGURA 18 - MAPA DOS RESÍDUOS POSITIVOS PADRONIZADOS – SUPERFÍCIE DE 2º ORDEM

O mapa dos resíduos negativos (figura 19) ilustra sua distribuição espacial e magnitude, através do seu exame é possível identificar concentração de valores elevados ao longo dos eixos estruturais nas cidades vizinhas.

Como conclusão a superfície de segunda ordem, ajustada aos dados ainda, não reduziu o processo de autocorrelação espacial nos dados observados.

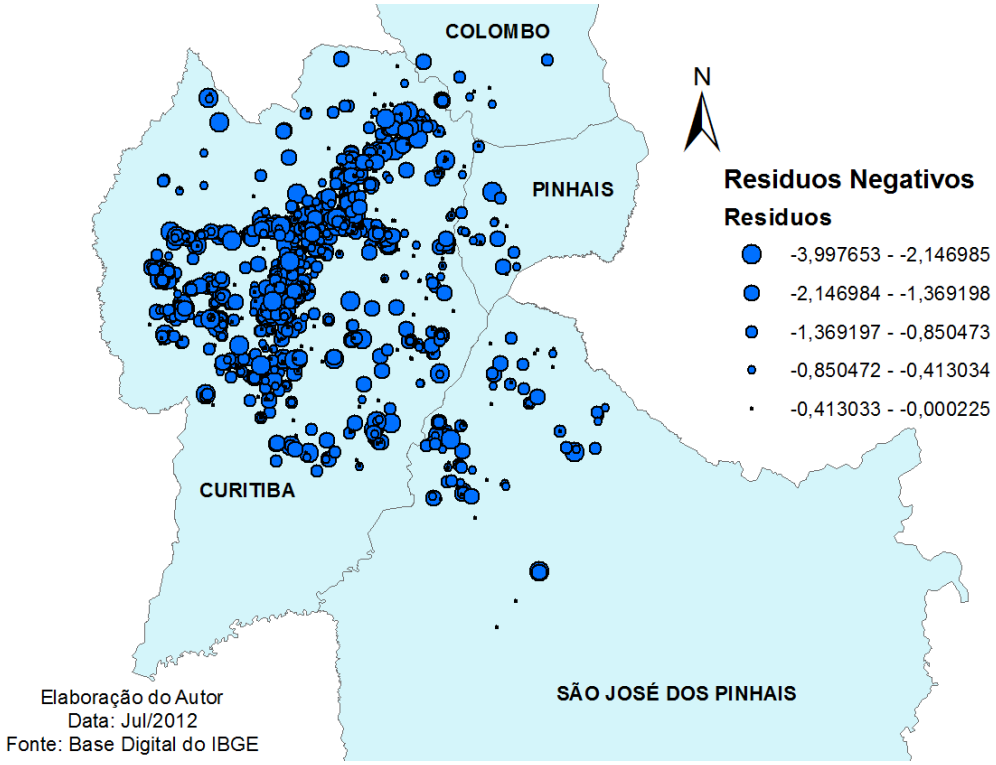


FIGURA 19 - MAPA DOS RESÍDUOS NEGATIVOS PADRONIZADOS – SUPERFÍCIE DE 2º ORDEM

D) Mapa Superfície de Segunda Ordem

Os valores unitários da habitação padrão podem ser representados através do mapa de isolinhas do valor unitário da habitação padrão.

A figura 20 representa o mapa das isolinhas para superfície de tendência de segunda ordem, que apresenta uma formação parabólica, segundo Schroeder e Sjoquist (1976) o traçado de um mapa através de uma equação de segundo grau pode ser importante na fase inicial de estudos de gradiente do fenômeno de interesse, este processo pode identificar processos de variação em forma circular, ou seja, de gradientes geralmente de natureza circular que crescem ou decrescem a partir de um pólo central.

Sendo assim, percebe-se claramente que a forma de variação dos valores unitários da habitação padrão nos espaço geográfico estudado ocorre a partir de um pólo central, situado próximo a região dos bairros Mercês, Vista Alegre, São Francisco, Bom Retiro e Centro do Município de Curitiba.

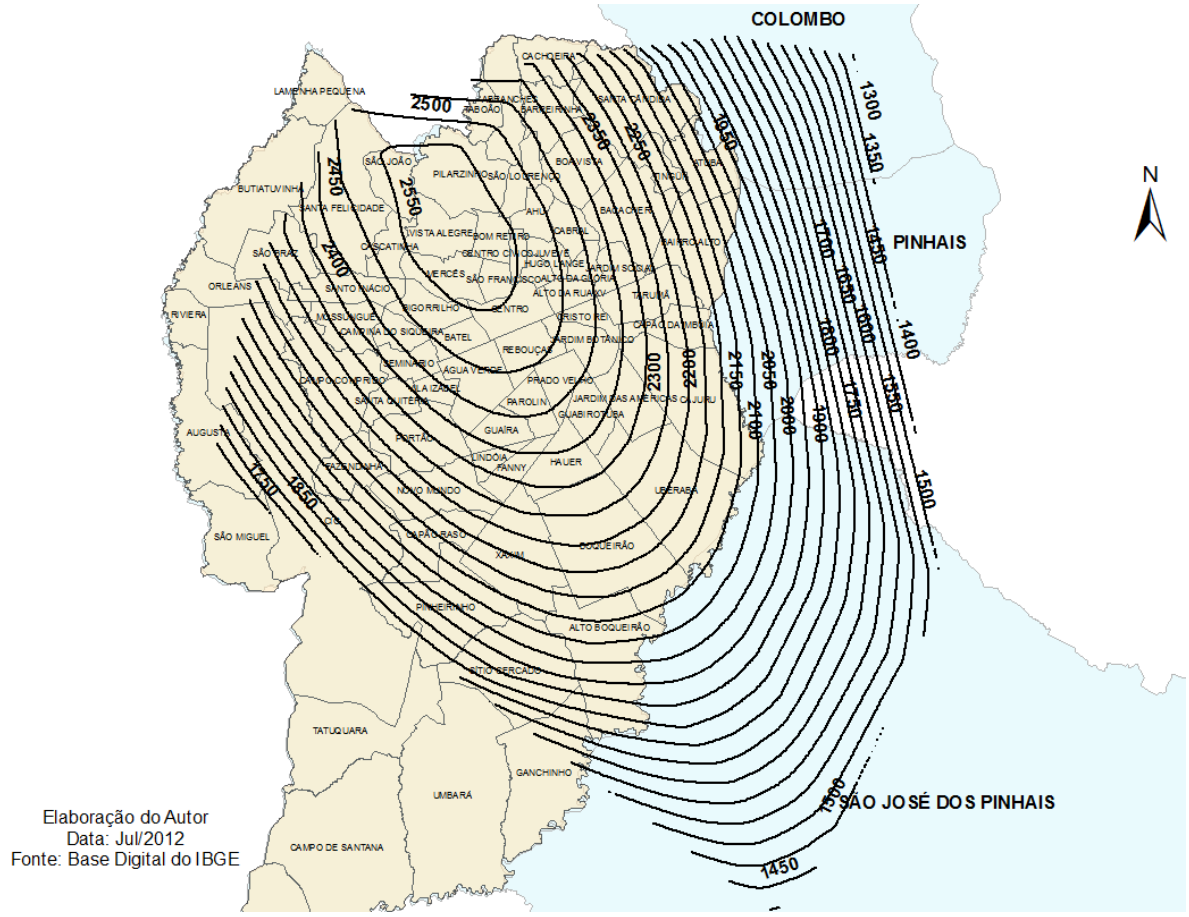


FIGURA 20 - MAPA DO VALOR UNITÁRIO DA HABITAÇÃO PADRÃO – SUPERFÍCIE DE 2º ORDEM

Também é possível observar que a tendência de desvalorização imobiliária dos apartamentos se dá em direção ao Município de São José dos Pinhais, localizada ao Sudeste de Curitiba, de maneira mais suave devido um gradiente de desvalorização imobiliária ser menor.

Através da observação do menor espaçamento entre as isolinhas os municípios de Pinhais, situado a leste do pólo de valorização, assim como Colombo que se encontra a Nordeste do pólo de valorização, apresentam maior desvalorização imobiliária se comparado com Curitiba e São José dos Pinhais.

Portanto esta superfície demonstra que a valorização dos apartamentos ocorre de forma monocêntrica, ou seja, os preços dos apartamentos se valorizam ou desvalorizam conforme sua proximidade a um pólo de atratividade.

Sendo que a gradiente de variação dos preços não é uniforme no espaço, isto é, são diferentes conforme a direção a partir do pólo mais valorizado, sendo de

maior variação no sentido as cidades de Pinhais e Colombo do que para São José dos Pinhais.

5.3.3. Superfície de tendência de terceira ordem

Para próxima etapa novo ajuste aos dados observados deve ser efetuado, agora referente à superfície de tendência de terceira ordem, sendo gerada uma superfície ajustada aos dados com o aspecto de mais difícil interpretação, mas com maior possibilidade de identificação dos pólos de valorização ou desvalorização imobiliária.

A) Equação de Terceira Ordem

Após a verificação de todas as hipóteses básicas de validação do modelo para a terceira ordem polinomial a equação de melhor ajuste é a que segue:

	Regressão	Estimativa
Coef. de correlação	0,821119668	0,821250301
Coef. de determinação	0,674237509	0,674452057
Desvio padrão	0,166924186	455,3143361

Variável	Coeficiente	t	Sig(%)	transf
Data	0,01	41,62	0,01	x
Oferta	0,06	9,43	0,01	x
Dens_Ocup	0,02	3,76	0,02	x
Pavimentacao	0,01	2,04	4,23	x
Idade	-0,01	-19,56	0,01	x
Area_Privat	18,13	27,93	0,01	1/x
Andar	0,01	14,31	0,01	x
Padrao	-74,59	-2,04	4,19	1/x
Conservacao	0,02	3,53	0,05	x
Equipamento	0,01	2,32	2,12	x
Sac/Var/Terr	0,03	4,55	0,01	x
Suites	0,06	8,32	0,01	x
Vaga Cob	0,08	14,84	0,01	x
Un_Cond	0,00	-2,17	3,13	x
Equip_Cond	0,02	11,66	0,01	x
x	2,45	10,29	0,01	x
y	1,19	1,75	8,09	x
x^2	-1,31	-20,57	0,01	x
xy	-2,70	-4,66	0,01	x
y^2	1,64	2,02	4,47	x
xy^2	1,37	3,27	0,12	x
y^3	-1,84	-5,45	0,01	x
Unitario	4,40	20,74	0,01	ln(y)

Análise da Variância				
Fonte de Variação	Soma dos	Graus de	Quadrado	F
Explicada	194,521096	22	8,841868	317,32588
Não explicada	93,98420597	3373	0,0278637	
Total	288,505302	3395		

Tabela 12 - RESULTADOS TERCEIRA ORDEM

Fonte: Elaboração do Autor

A equação de terceira ordem obtida para apartamento é:

Unit_Priv = e^(+4.402079593 + 0,01348419266*Data + 0,05572461948*Oferta + 0,02163663898* Dens_Ocup + 0,01070480507*Pavimentação – 0,008166422146 * Idade + 18,13222681/Area_Privat + 0,01168343922*Andar – 74,58717648/Padrão + 0,01785709658*Conservação + 0,007608252803*Equipamento + 0,03168359597*Sac/Var/Terr + 0,05593988689*Suítes + 0,08462374265*Vaga Cob – 6,73110379E-005*Un_Cond+0.0154397275 * Equip_Cond + 2,453245542*x + 1,185760886*y – 1,309342017*x^2 - 2.698603847*xy + 1,639857913*y^2 +
1 ,369059968*xy^2 - 1,835162221*y^3)

(30)

Onde:

x = nova coordenada cartesiana compreendida no intervalo 0 a 1.
y = nova coordenada cartesiana compreendida no intervalo 0 a 1.

A tabela 12 apresenta os resultados dos coeficientes através do MQO, onde o teste de hipóteses t-Student indica que todos os coeficientes estimados são significativos a 5%.

Na tabela referente à análise de variância (ANOVA) são apresentadas as somas dos quadrados dos resíduos da regressão polinomial de terceira ordem, verifica-se que o F calculado é de 317,32 suficiente para rejeitar a hipótese nula de não regressão, ou seja, a equação ajustada é significativa.

O coeficiente de determinação R^2 obtido é de 0,67, indica que 67% das variações da variável dependente são explicadas pelo conjunto de variáveis selecionadas, inclusive as relativas à terceira ordem polinomial.

B) Verificação da normalidade, linearidade e homocedasticidade:

Através da análise gráfica dos resíduos do modelo de regressão polinomial de terceira ordem (figura 20), para a tipologia de apartamentos, verifica-se que os resíduos padronizados possuem linearidade, variância constante (homocedásticos) ao longo dos valores calculados conforme se observa no teste de aderência e histograma dos resíduos padronizados guarda semelhança a distribuição normal.

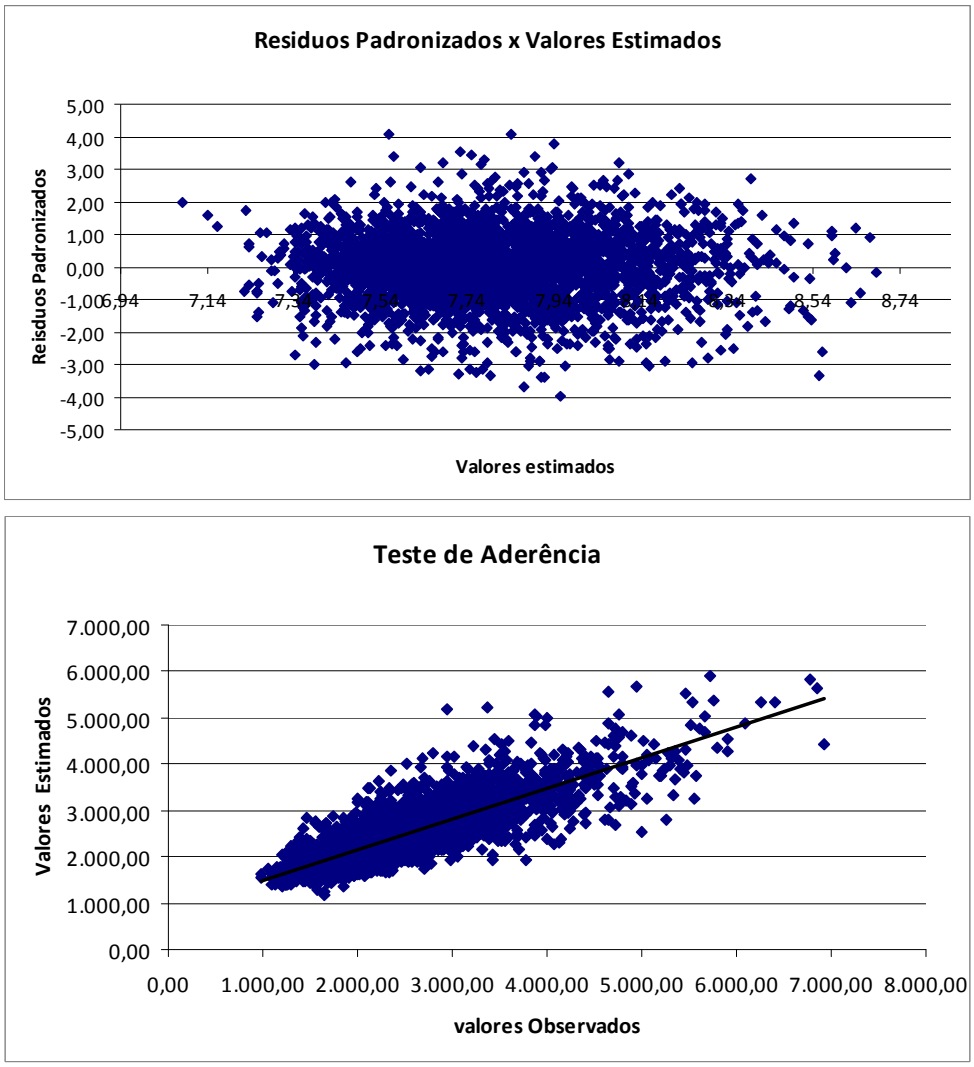


FIGURA 20 – ANÁLISE DOS RESÍDUOS – SUPERFÍCIE DE 3º ORDEM

Fonte: Elaboração do Autor

Portanto, existem evidências suficientes para considerar que os parâmetros estimados podem ser aceitos quanto ao atendimento dos pressupostos estatísticos básicos.

C) Análise da Autocorrelação Espacial:

Para a superfície de terceira ordem o mapa dos resíduos padronizados negativos e positivos, locados no espaço geográfico, mostra que significativa redução na concentração dos resíduos positivos, aparentando uma conformação espacial mais aleatória que as superfícies de menores ordens polinomiais.

A figura 22 representa o mapa da distribuição dos resíduos negativos, considerando a superfície de terceira ordem polinomial, sendo o diâmetro dos pontos proporcionais à magnitude dos resíduos na forma padronizada.

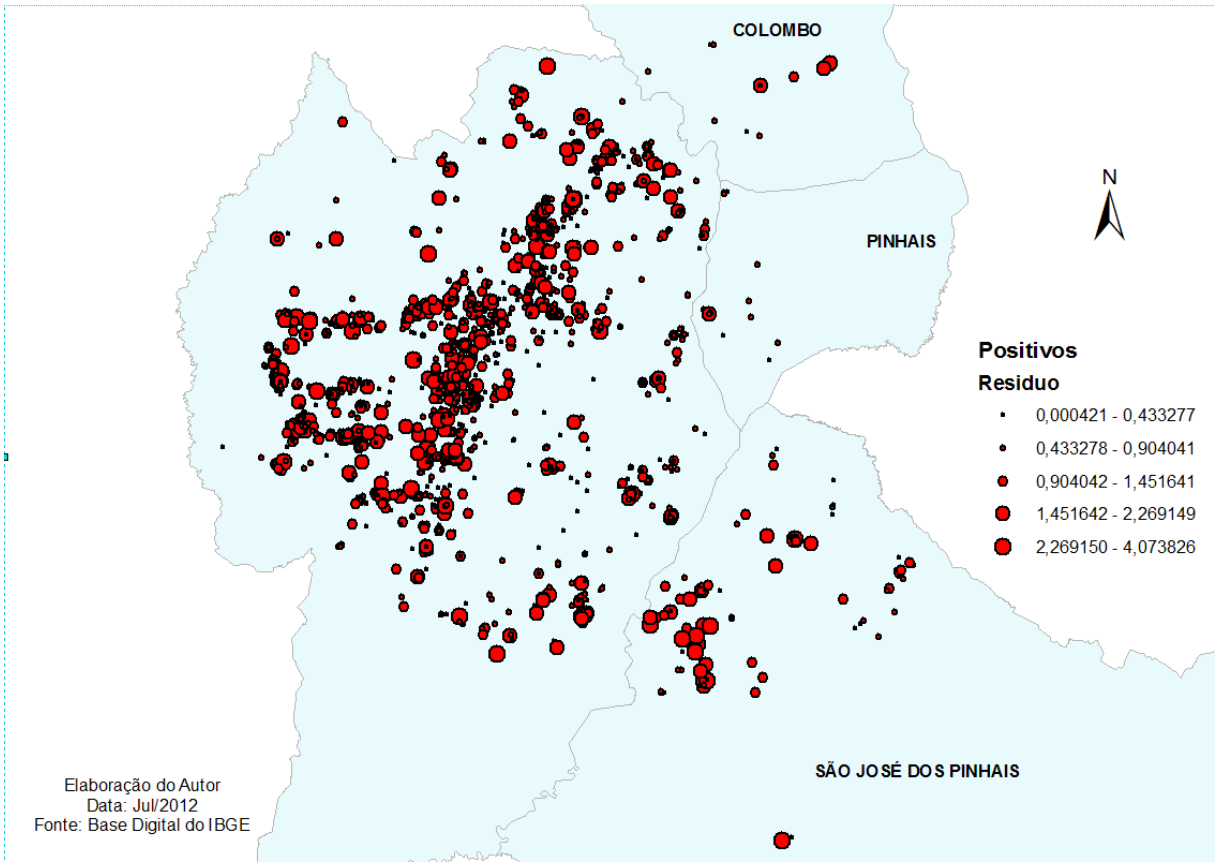


FIGURA 21 - MAPA DOS RESÍDUOS PADRONIZADOS POSITIVOS – SUPERFÍCIE DE 3º ORDEM
Fonte: Elaboração do Autor

Em comparação deste mapa com aqueles gerados para primeira e segunda ordem é possível perceber a melhora quanto à distribuição dos pontos, ou seja, houve redução da concentração de resíduos negativos concentrados ao longo dos eixos estruturais.

O aspecto do mapa ilustra pontos com dispersão mais aleatória no espaço, principalmente na região central do mapa que foi minimizada.

A figura 20 ilustra o mapa de distribuição dos resíduos padronizados negativos, para a superfície ajustada de terceira ordem, que também apresenta pontos menos concentrados e uma dispersão mais aleatória, quando comparados com aqueles encontrados em superfícies de ordens inferiores.

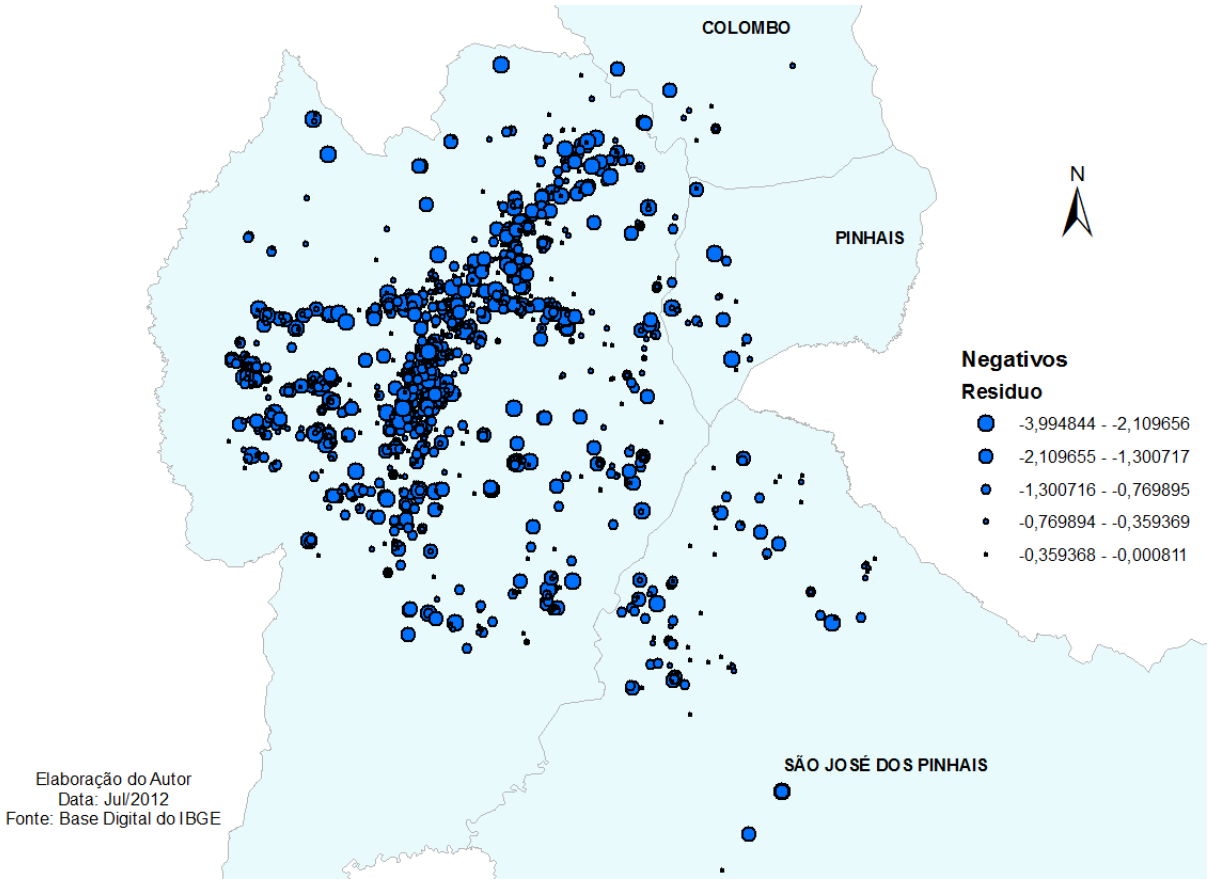


FIGURA 22 - MAPA DOS RESÍDUOS PADRONIZADOS NEGATIVOS – SUPERFÍCIE DE 3º ORDEM
Fonte: Elaboração do Autor

D) Mapa Superfície de Terceira Ordem

A figura 23 representa o mapa das isolinhas para superfície de tendência de terceira ordem, representando o gradiente da variação dos valores unitários do apartamento padrão no espaço geográfico.

O mapa reforça a tendência de comportamento monocêntrico dos valores na região estudada, entretanto com um aspecto mais próximo da realidade do comportamento esperado dos preços, sendo que para a superfície de terceira ordem os bairros mais valorizados são: Centro, Mercês, Centro Cívico, Bigorrilho, Batel, Alto da Rua Quinze, Rebouças, Alto da XV e Água Verde, todos considerados bairros nobres e bem localizados, sendo que se encontram no todo ou em parte acima da isolinha com maior valor R$ 2.550,00/m².

Esta superfície se apresenta mais regular quando comparada a de segunda ordem, sendo esta melhor em qualidade as anteriormente ajustadas.

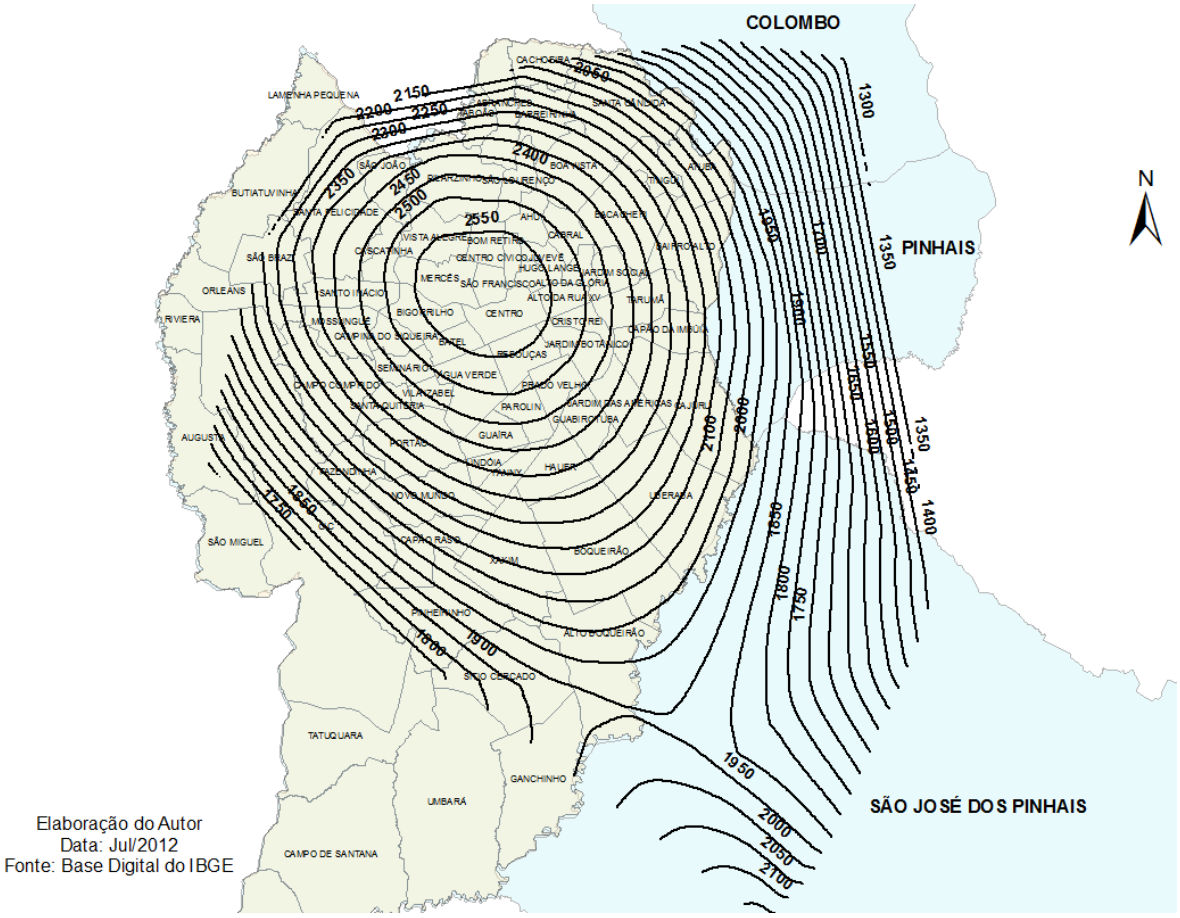


FIGURA 23 - MAPA DO VALOR UNITÁRIO DA HABITAÇÃO PADRÃO – SUPERFÍCIE DE 3º ORDEM

Fonte: Elaboração do Autor

Através do mapa é possível perceber a gradiente de desvalorização imobiliária da região central de Curitiba em direção do município de São José dos Pinhais é menor, em comparação com as demais direções, sendo a superfície com inclinações mais suaves naquela direção do mapa.

Por outro lado, identificam-se declividades mais acentuadas na direção leste do mapa, na direção do município de Pinhas, destacando que a gradiente dos valores naquela direção é mais acentuada.

5.3.4. Superfície de tendência de quarta ordem

Elevando em mais um grau outra de superfície de tendência é obtida, agora considerando a quarta ordem polinomial.

A) Equação de Quarta Ordem

O melhor modelo de regressão de quarta polinomial que se ajustou aos dados observados é o que segue:

	Regressão	Estimativa
Coef. de correlação	0,819385055	0,818609773
Coef. de determinação	0,671391868	0,67012196
Desvio padrão	0,167776068	458,672475

Variável	Coeficiente	t	Sig(%)	transf
Data	0,01	40,84	0,01	x
Oferta	0,06	9,64	0,01	x
Dens_Ocup	0,02	3,39	0,08	x
Pavimentacao	0,01	2,08	3,83	x
Idade	-0,01	-22,32	0,01	x
Area_Privat	17,52	26,56	0,01	1/x
Andar	0,01	14,45	0,01	x
Padrao	0,00	2,60	0,98	x
Conservacao	0,02	3,57	0,04	x
Equipamento	0,01	4,12	0,01	x
Sac/Var/Terr	0,04	5,18	0,01	x
Suites	0,06	8,81	0,01	x
Vaga Cob	0,08	14,48	0,01	x
Un_Cond	0,00	3,10	0,22	x
Infra_cond	0,01	3,03	0,27	x
x	-5,94	-4,03	0,01	x
y	-14,28	-6,55	0,01	x
x^2	6,09	4,13	0,01	x
xy	24,61	5,29	0,01	x
y^2	23,66	8,26	0,01	x
x^3	-4,80	-3,30	0,11	x
x^2y	-9,08	-3,46	0,06	x
xy^2	-32,44	-6,77	0,01	x
y^3	-12,05	-9,31	0,01	x
x4	1,75	2,73	0,68	x
x^2y^2	5,82	3,20	0,15	x
xy^3	13,76	7,95	0,01	x
Unitario	7,82	13,77	0,01	ln(y)

Análise da Variância				
Fonte de Variação	Soma dos	Graus de	Quadrado	F calculado
Explicada	193,7001135	27	7,1740783	254,8625875
Não explicada	94,80518846	3368	0,0281488	
Total	288,505302	3395		

Tabela 13 - RESULTADOS QUARTA ORDEM

Fonte: elaboração do autor

A equação de segunda ordem obtida para apartamento é:

Unit_Priv = e^(+7,820532305 + 0,01327946968 * Data + 0,05751401046 * Oferta + 0,01979032441 * Dens_Ocup + 0,01119605149 * Pavimentação - 0,009279255715 * Idade + 17,52131726 / Area_Privat + 0,01186926413 * Andar + 0,0002490529189 * Padrão + 0,01823027618 * Conservação + 0,01331996601 * Equipamento + 0,03617252097 * Sac/Var/Terr + 0,05962009617 * Suítes + 0,08322904025 * Vaga Cob + 9,1627529E-005 * Un_Cond + 0,00598638237 * Infra_cond-5,937490925 * x
- 14,27892129 * y + 6,089718439 * x^2 + 24,60916386 * xy + 23,65797218 * y^2 - 4,797429257 * x^3 - 9,080988469 * x^2y - 32,44276005 * xy^2 - 12,04697225 * y^3 +1,748527569 * x^4 + 5,821857055 * x^2y^2

(31)

Onde:

x = nova coordenada cartesiana compreendida no intervalo 0 a 1.
y = nova coordenada cartesiana compreendida no intervalo 0 a 1.

A tabela 13 apresenta os resultados do ajuste dos coeficientes através do MQO para equação de regressão polinomial de quarto grau, sendo todos os coeficientes estimados significativos a 5 %, quando submetidos ao teste t de Student.

Na tabela referente à análise de variância (ANOVA) são apresentadas as somas dos quadrados dos resíduos da regressão polinomial, verifica-se que o F-Snedecor calculado é de 254,86, significativo a 1% e suficiente para rejeitar a hipótese nula de não regressão, ou seja, a equação ajustada é significativa.

B) Verificação da normalidade, linearidade e homocedasticidade:

A figura 24 apresenta a análise gráfica dos resíduos para regressão polinomial de quarta ordem demonstrando que estes possuem linearidade, variância constante (homocedásticos) ao longo dos valores calculados e semelhança com a curva normal.

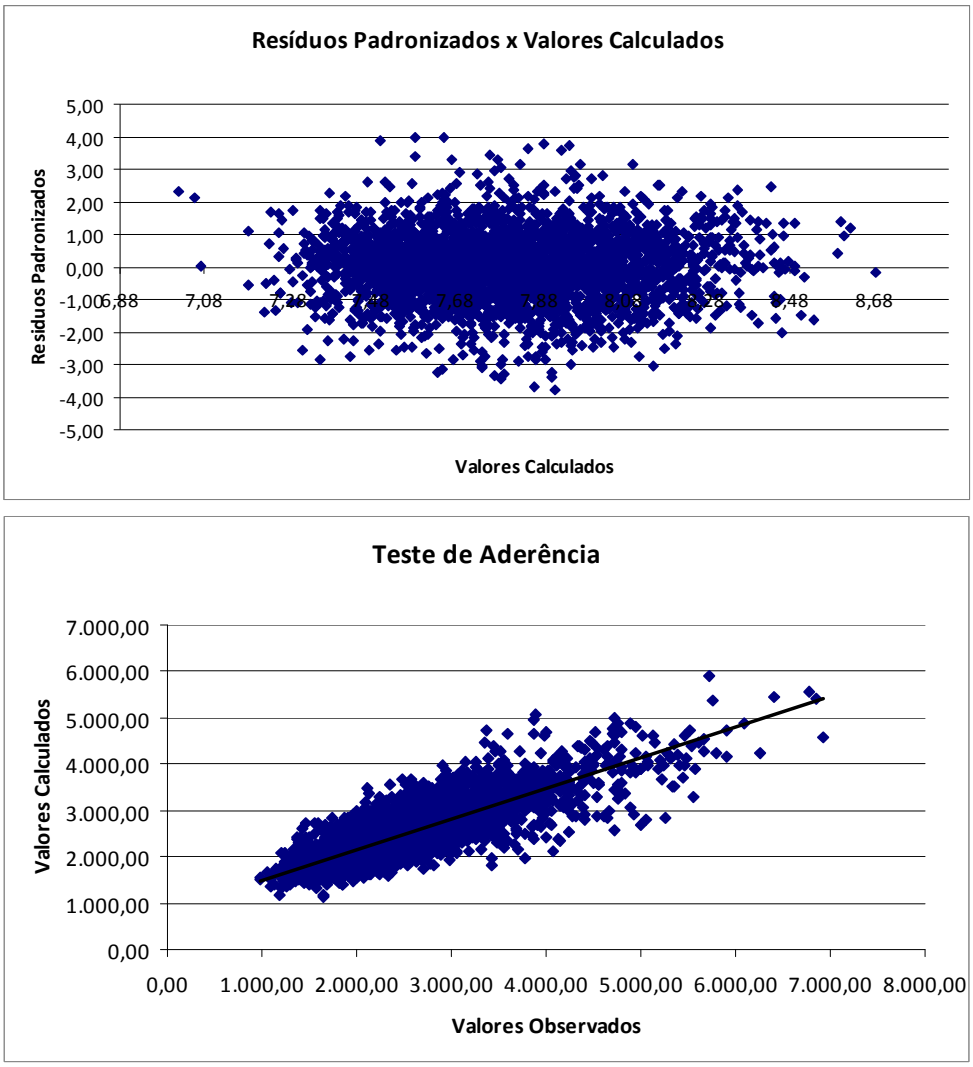


FIGURA 24 - ANÁLISE DOS RESÍDUOS – SUPERFÍCIE DE 4º ORDEM
Fonte: Elaboração do Autor

C) Análise da Autocorrelação Espacial:

Para a superfície de quarta ordem, a última ordem da superfície de tendência analisada, o mapa dos resíduos padronizados negativos e positivos,

locados no espaço geográfico, revela melhora no quadro de distribuição no espaço, a concentração de resíduos negativos e positivos diminui, se limitando a regiões mais periféricas do mapa.

A figura 25 e 26 representa pontos com mais aleatoriedade na distribuição dos resíduos, indicando que o processo de dependência espacial detectado nos mapas de primeira e segunda ordem foi minimizado com a consideração de ordem polinomial mais elevada.

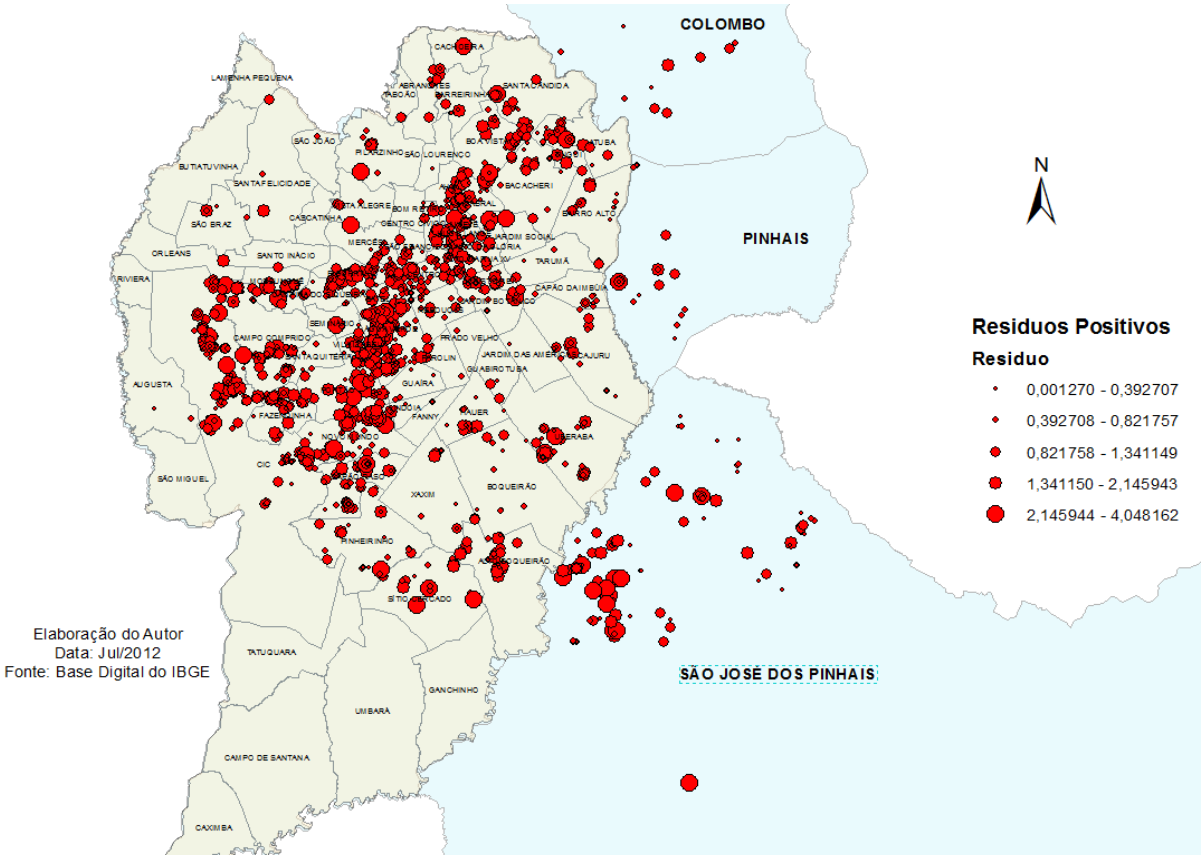


FIGURA 25 - MAPA DOS RESÍDUOS POSITIVOS PADRONIZADOS – SUPERFÍCIE DE 4º ORDEM
Fonte: Elaboração do Autor

O mapa dos resíduos negativos (figura 25) ilustra sua distribuição espacial e magnitude, através do seu exame é possível identificar concentração de valores elevados ao longo dos eixos estruturais nas cidades vizinhas.

Como conclusão a superfície de quarta ordem, ajustada aos dados ainda, reduziu o processo de autocorrelação espacial na maior parte da região estudada, principalmente no exame do mapa dos resíduos negativos.

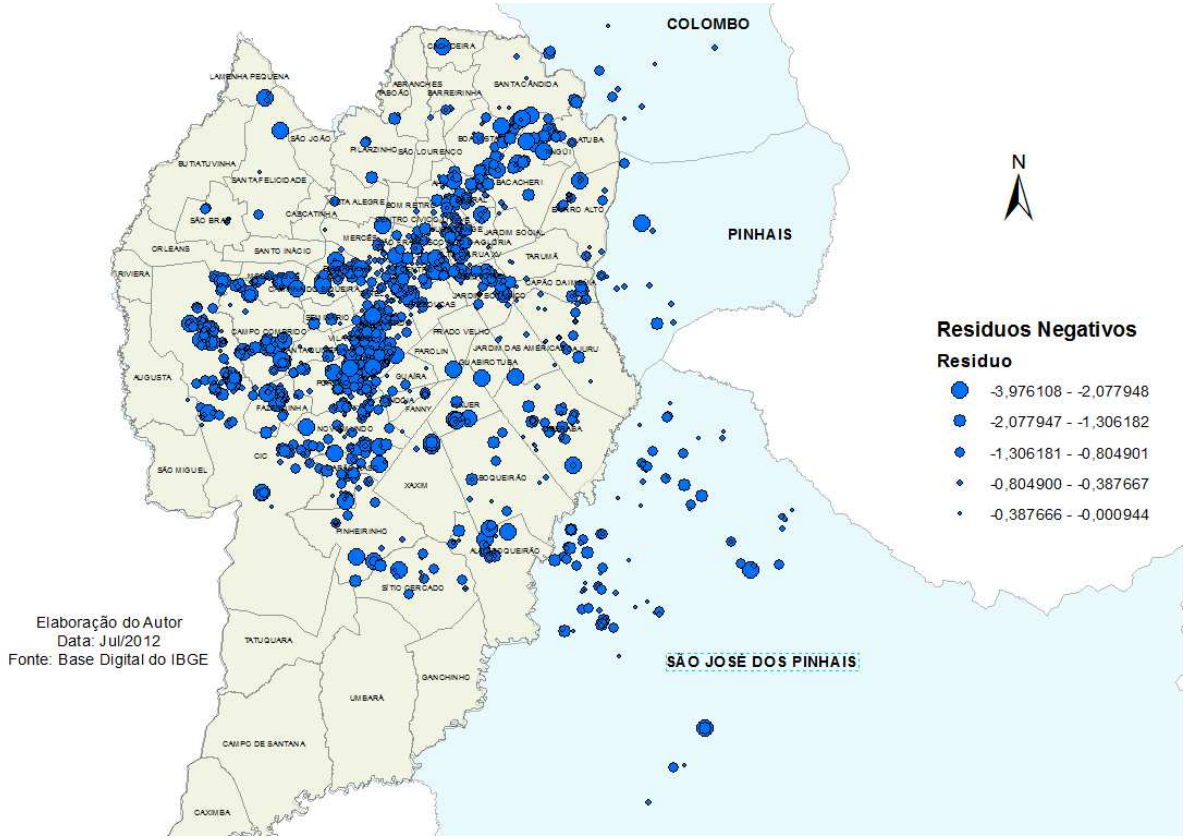


FIGURA 26 - MAPA DOS RESÍDUOS NEGATIVOS PADRONIZADOS – SUPERFÍCIE DE 4º ORDEM
Fonte: Elaboração do Autor

D) Mapa Superfície de Quarta Ordem

A figura 27 representa o mapa de isolinhas obtido para superfície de tendência de quarta ordem, que indica mais precisamente o pólo de valorização compreendido pelos bairros acima no todo ou em parte da isolinha R$ 2.650,00/m²: Centro, Batel, Bigorrilho, Centro Cívico, Mercês, Hugo Lange e Alto da XV.

Ainda é possível destacar a características monocêntrica do comportamento da variação dos valores dos apartamentos, sendo esta mais suave em gradiente no sentido de São José dos Pinhais.

Entretanto, para esta superfície, é possível identificar outra direção de gradientes mais suaves indicando locais em que a desvalorização dos apartamentos é menos acentuada como os bairros: Santo Inácio e Mossunguê revelando que esta última superfície ajustada sem apresenta mais próxima da realidade.

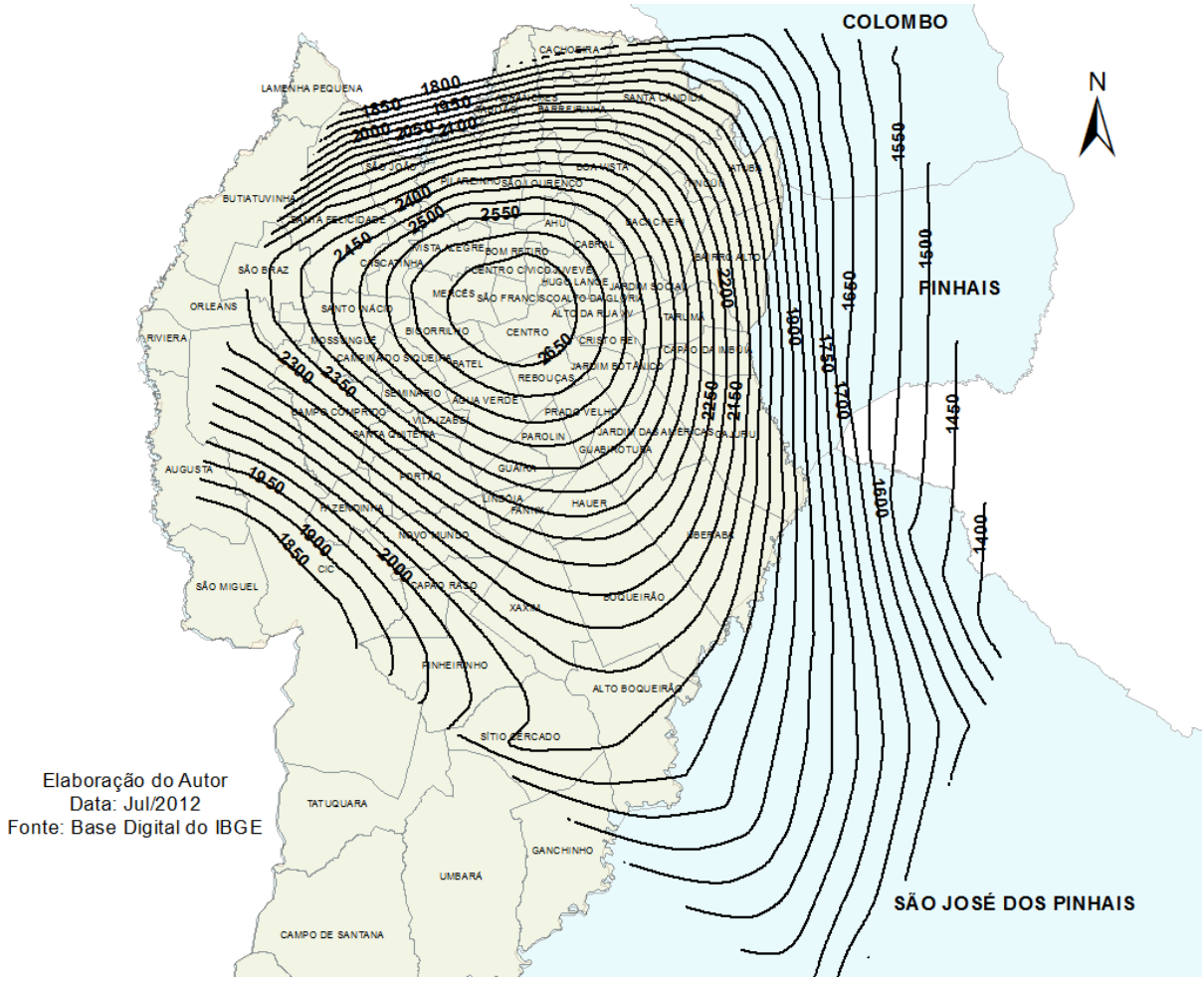


FIGURA 27 - MAPA DO VALOR UNITÁRIO DA HABITAÇÃO PADRÃO – SUPERFÍCIE DE 4º ORDEM

Fonte: Elaboração do Autor

Através da observação do menor espaçamento entre as isolinhas permanece a desvalorização mais acentuada na direção dos municípios de Pinhais a leste do pólo de valorização, assim, destaca-se a desvalorização em maior gradiente na direção Norte do pólo de valorização, em especial aos bairros do Pilarzinho e São João, bairros típicos de ocupações horizontais como casas isoladas ou em condomínios.

O exame desta última superfície calculada demonstra que a qualidade da forma gerada apresenta mais riqueza de detalhes, quando comparada as demais de ordem inferior, tanto em indicação das tendências de valorização imobiliária quanto da localização de regiões mais valorizadas, ilustrando as variações dos valores dos

apartamentos no espaço devido somente as condições de sua localização no espaço.

Verifica-se que a superfície gerada é suavizada, carente de melhor definição junto às bordas da área estudada, este fato contribui para aumento das incertezas quanto às influencias da localização dos apartamentos nas regiões mais extremas do centro da cidade pólo, onde existe maior concentração de dados observados.

6. CONSIDERAÇÕES, RECOMENDAÇÕES E POSSÍVEIS EXTENSÕES DO ESTUDO

O estudo de caso apresentado neste trabalho analisa o comportamento dos valores dos apartamentos na Região de Curitiba, através da aplicação de técnicas de superfície de tendência se destaca pela sua simplicidade e facilidade de cálculo.

Entretanto se observa que as superfícies de ordens polinomiais mais elevadas, principalmente as de terceira e quarta ordem, simplificam significativamente a variação dos valores, pois negligencia a realidade local do fenômeno estudado, com contornos mais regulares e declividades mais suavizadas.

Esta metodologia, apesar da simplicidade de aplicação, depende bastante da quantidade de observações pesquisadas e a forma de sua distribuição no espaço, principalmente nas regiões de borda da área pesquisada, que tendem a ter carências de informações de mercado e conseqüente maior afastamento do comportamento real dos valores dos imóveis.

Portanto salienta-se que a metodologia apresentada depende bastante da quantidade de dados pesquisados, assim como a distribuição destes dados no espaço, está diretamente relacionados com a qualidade das superfícies geradas, para aplicação que se requer um grau maior de aproximação com a realidade a quantidade de pontos amostrados deve ser aumentada.

Assim à medida que a quantidade de dados pesquisados aumenta, maior será a necessidade de sistema computacional para seu armazenamento, recuperação e tratamento estatístico.

Apesar destes problemas as superfícies de tendência são úteis para descrever o comportamento geral do mercado imobiliário, em especial a análise dos resíduos que indicam sub-regiões em que a superfícies se mostram inadequadas na explicação do fenômeno da variação dos preços de mercado.

Por fim fica a sugestão para extensão do estudo com a aplicação da metodologia para outras tipologias de imóveis como: casas, terrenos, lojas

comerciais e conjuntos comerciais, nesta mesma região estudada ou em outras regiões urbanas.

Desta forma é possível relacionar as possíveis desvantagens na utilização desta metodologia:

a) Extrapola o valor de Z para além da área amostrada.

b) Anomalias locais não são vistas em mapas de superfícies de ordens mais baixas.

c) A sua utilização pode ser abusiva, uma vez que a tentação de especificar superfícies de ordens mais elevadas pode ser maior que bom senso quanto ao resultado.

d) A quantidade de processamento dos dados aumenta exponencialmente com o aumento das ordens polinomiais.

O banco de dados utilizado encontra-se disponível para acesso em www.grupoavaliacao.com.br, comunidade livre sobre avaliações de imóveis no tópico Banco de Dados Imobiliários.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANSELIN, L. - **Spatial Econometrics: Methods and Models**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988.

DELGADO, P.; DESCHAMPS, M. V.; MOURA, R. (2004) - **Estrutura sócio-espacial da Região Metropolitana de Curitiba: tipologia e mudanças no período 1980/ 1991**. In: Metrópoles: entre a coesão e a fragmentação, a cooperação e o conflito. São Paulo: Fundação Perseu Abramo. 1 CD-ROM

EVANS, M.; HASTINGS, N.; PEACOCK, B. **Statistical distributions**, 2nd. ed. New York: John Wiley, 1993

FÁVERO, Luiz Paulo Lopes. - **Mercado Imobiliário: técnicas de precificação e comercialização**. 2. Ed. - São Paulo: Saint Paul Editora, 2007.

GUJARATI, Damodar N. - **Econometria Básica**; tradução da quarta edição por Maria José Cyhlar Monteiro – Rio de Janeiro: Elsevier, 2006

HAIR, Jr., J.F. – **Análise Multivariada de Dados** – 5.ed. – Porto Alegre: Bookman, 2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Biblioteca Central. - **Normas para apresentação de documentos científicos**. Curitiba, 2002.

LANDIM, P.M.B & CORSI, A.C. - **Cálculo de superfícies de tendência, por regressão polinomial, pelo SURFER, DGA, IGCE,** UNESP/Rio Claro, Laboratório de Geomática, texto didático 05, 11 pp. 2001 Disponível em http.www.rc.unesp.br/aplicada/HTML. Acesso em 07/05/2012

MICHEL, Rosemeri HOCHHEIM, Norberto & PERUZZO TRIVELONI, Carlos Alberto - **Avaliação em massa de imóveis com o uso de inferência estatística e análise de superfície de tendência** Artigo apresentado no XIII COBREAP Fortaleza/CE, abril de 2006

NEVES, Diogo Labiak e SOUZA, F. P de. – **Mercado imobiliário e estruturação do espaço na região metropolitana de Curitiba. Espacialização e análise dos dados sobre o mercado formal de terras** Curitiba: UFPR, 2008

NADAL, Carlos A., JULIANO, Kátia A. e RATTON, Eduardo - **Mercado imobiliário e estruturação do espaço na região metropolitana de Curitiba. Espacialização e análise dos dados sobre o mercado formal de terras** Curitiba: UFPR, 2008

PEREIRA, Gislene e Silva, MADIANITA, N. da. - **Dinâmica imobiliária na região metropolitana de Curitiba: o mercado formal e informal e estruturação da metrópole** Curitiba: UFPR, 2007

PEREIRA, Gislene e Silva, MADIANITA, N. da. - **Mercado imobiliário e estruturação do espaço na Região Metropolitana de Curitiba** Cadernos Metrópole 18 pp. 77-93 2º sem. 2007

SMOLKA, M. - **O capital incorporador e seus movimentos de valorização**. Cadernos IPPUR/UFRJ, jan-abril nº1,1987 .

STIVANIN, Ariovaldo H. – **Verificação de variáveis de avaliações imobiliárias residenciais no município de Curitiba - PR** - Dissertação de Mestrado em construção civil, Universidade Federal do Paraná - Curitiba, 2009

STOCK, James H.; WATSON, Mark W. - **Econometria** - São Paulo: Addison Wesley, 2004.

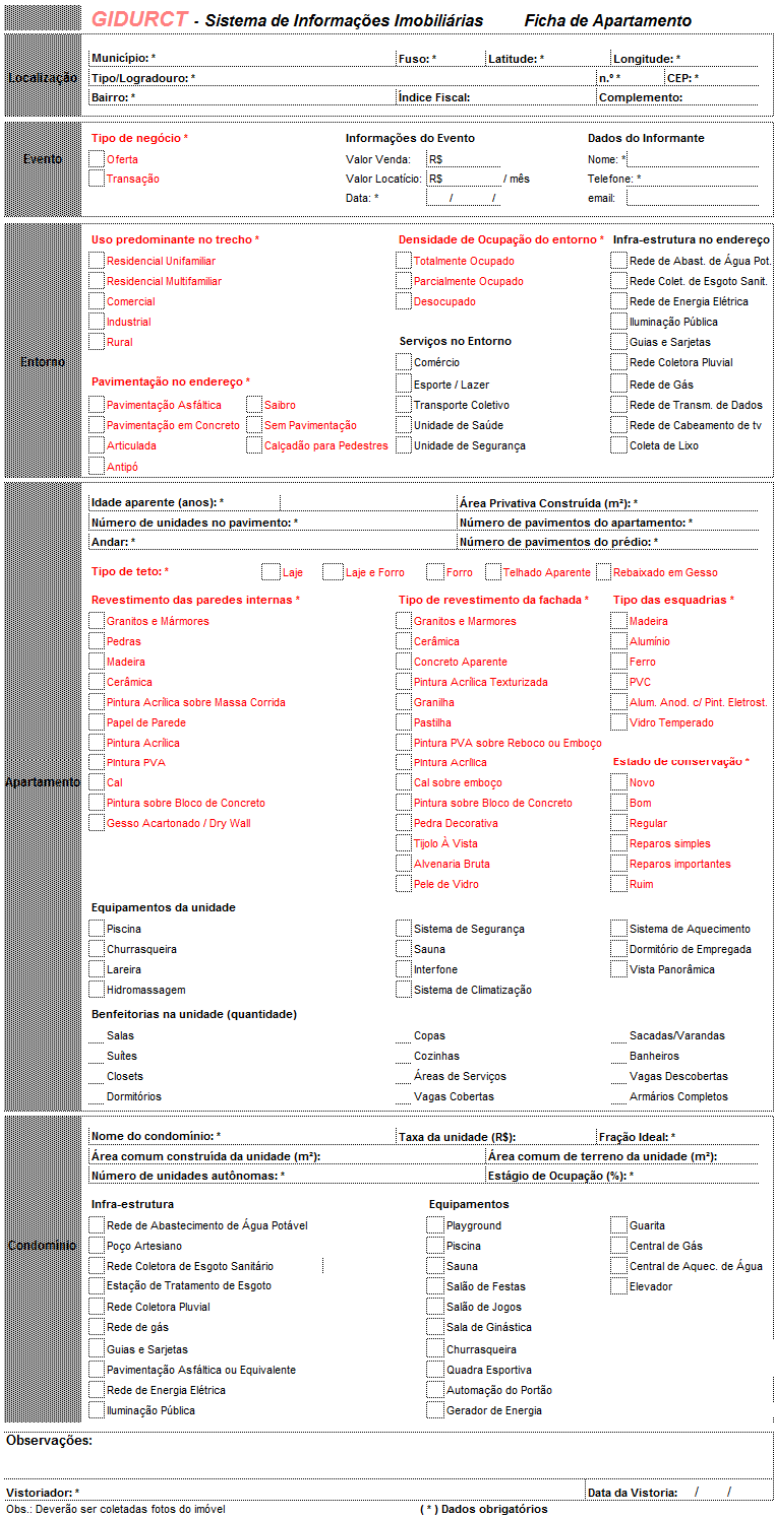
SCHROEDER, L.D. ; SJOQUIST, D.L. - **Investigation of Population Density Gradients Using Trend Surface Analysis** Land Economics, v52, nº3, 1976.

VILLAÇA, F. - **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo, Studio Nobel, Fapesp, Lincoln Institute: 1998.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. - **Introdução à Econometria: uma abordagem moderna** – São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

8. ANEXOS

Anexo 1 – Ficha de Pesquisa de Campo – Apartamentos



GIDURCT - *Sistema de Informações Imobiliárias* *Ficha de Apartamento*

Localização

Município: * | Fuso: * | Latitude: * | Longitude: *
Tipo/Logradouro: * | n.º * | CEP: *
Bairro: * | Índice Fiscal: | Complemento:

Evento

Tipo de negócio *
- ☐ Oferta
- ☐ Transação

Informações do Evento
Valor Venda: R$
Valor Locatício: R$ / mês
Data: * / /

Dados do Informante
Nome: *
Telefone: *
email:

Entorno

Uso predominante no trecho *
- ☐ Residencial Unifamiliar
- ☐ Residencial Multifamiliar
- ☐ Comercial
- ☐ Industrial
- ☐ Rural

Densidade de Ocupação do entorno *
- ☐ Totalmente Ocupado
- ☐ Parcialmente Ocupado
- ☐ Desocupado

Infra-estrutura no endereço
- ☐ Rede de Abast. de Água Pot.
- ☐ Rede Colet. de Esgoto Sanit.
- ☐ Rede de Energia Elétrica
- ☐ Iluminação Pública
- ☐ Guias e Sarjetas
- ☐ Rede Coletora Pluvial
- ☐ Rede de Gás
- ☐ Rede de Transm. de Dados
- ☐ Rede de Cabeamento de tv
- ☐ Coleta de Lixo

Serviços no Entorno
- ☐ Comércio
- ☐ Esporte / Lazer
- ☐ Transporte Coletivo
- ☐ Unidade de Saúde
- ☐ Unidade de Segurança

Pavimentação no endereço *
- ☐ Pavimentação Asfáltica
- ☐ Pavimentação em Concreto
- ☐ Articulada
- ☐ Antipó
- ☐ Saibro
- ☐ Sem Pavimentação
- ☐ Calçadão para Pedestres

Apartamento

Idade aparente (anos): * | Área Privativa Construída (m²): *
Número de unidades no pavimento: * | Número de pavimentos do apartamento: *
Andar: * | Número de pavimentos do prédio: *

Tipo de teto: * ☐ Laje ☐ Laje e Forro ☐ Forro ☐ Telhado Aparente ☐ Rebaixado em Gesso

Revestimento das paredes internas *
- ☐ Granitos e Mármores
- ☐ Pedras
- ☐ Madeira
- ☐ Cerâmica
- ☐ Pintura Acrílica sobre Massa Corrida
- ☐ Papel de Parede
- ☐ Pintura Acrílica
- ☐ Pintura PVA
- ☐ Cal
- ☐ Pintura sobre Bloco de Concreto
- ☐ Gesso Acartonado / Dry Wall

Tipo de revestimento da fachada *
- ☐ Granitos e Marmores
- ☐ Cerâmica
- ☐ Concreto Aparente
- ☐ Pintura Acrílica Texturizada
- ☐ Granilha
- ☐ Pastilha
- ☐ Pintura PVA sobre Reboco ou Emboço
- ☐ Pintura Acrílica
- ☐ Cal sobre emboço
- ☐ Pintura sobre Bloco de Concreto
- ☐ Pedra Decorativa
- ☐ Tijolo À Vista
- ☐ Alvenaria Bruta
- ☐ Pele de Vidro

Tipo das esquadrias *
- ☐ Madeira
- ☐ Alumínio
- ☐ Ferro
- ☐ PVC
- ☐ Alum. Anod. c/ Pint. Eletrost.
- ☐ Vidro Temperado

Estado de conservação *
- ☐ Novo
- ☐ Bom
- ☐ Regular
- ☐ Reparos simples
- ☐ Reparos importantes
- ☐ Ruim

Equipamentos da unidade
- ☐ Piscina
- ☐ Churrasqueira
- ☐ Lareira
- ☐ Hidromassagem
- ☐ Sistema de Segurança
- ☐ Sauna
- ☐ Interfone
- ☐ Sistema de Climatização
- ☐ Sistema de Aquecimento
- ☐ Dormitório de Empregada
- ☐ Vista Panorâmica

Benfeitorias na unidade (quantidade)
- ___ Salas
- ___ Suítes
- ___ Closets
- ___ Dormitórios
- ___ Copas
- ___ Cozinhas
- ___ Áreas de Serviços
- ___ Vagas Cobertas
- ___ Sacadas/Varandas
- ___ Banheiros
- ___ Vagas Descobertas
- ___ Armários Completos

Condomínio

Nome do condomínio: * | Taxa da unidade (R$): | Fração Ideal: *
Área comum construída da unidade (m²): | Área comum de terreno da unidade (m²):
Número de unidades autônomas: * | Estágio de Ocupação (%): *

Infra-estrutura
- ☐ Rede de Abastecimento de Água Potável
- ☐ Poço Artesiano
- ☐ Rede Coletora de Esgoto Sanitário
- ☐ Estação de Tratamento de Esgoto
- ☐ Rede Coletora Pluvial
- ☐ Rede de gás
- ☐ Guias e Sarjetas
- ☐ Pavimentação Asfáltica ou Equivalente
- ☐ Rede de Energia Elétrica
- ☐ Iluminação Pública

Equipamentos
- ☐ Playground
- ☐ Piscina
- ☐ Sauna
- ☐ Salão de Festas
- ☐ Salão de Jogos
- ☐ Sala de Ginástica
- ☐ Churrasqueira
- ☐ Quadra Esportiva
- ☐ Automação do Portão
- ☐ Gerador de Energia
- ☐ Guarita
- ☐ Central de Gás
- ☐ Central de Aquec. de Água
- ☐ Elevador

Observações:

Vistoriador: * | Data da Vistoria: / /

Obs.: Deverão ser coletadas fotos do imóvel (*) Dados obrigatórios