

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Área de Concentração: Cadastro Técnico Multifinalitário

**AVALIAÇÃO EM MASSA DE IMÓVEIS COM USO DE INFERÊNCIA
ESTATÍSTICA E ANÁLISE DE SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA**

Rosemeri Michael

Orientador: Prof. Dr. Norberto Hochheim

FLORIANÓPOLIS, 2004

ROSEMERI MICHAEL

**AVALIAÇÃO EM MASSA DE IMÓVEIS COM USO DE INFERÊNCIA
ESTATÍSTICA E ANÁLISE DE SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil

FLORIANÓPOLIS, 2004

FOLHA DE APROVAÇÃO

A presente dissertação foi julgada como requisito final para obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC, em sessão pública realizada em 30/09/2004.

Coordenador do Curso

Orientador

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Norberto Hochheim

Prof. Dr. Jürgen Wilhelm Philips

Prof. Dr. Pedro Alberto Barbeta

Prof. Dr. Cláudio Alcides Jacoski

AGRADECIMENTOS

Ao concluir o presente trabalho gostaria de agradecer às pessoas que, de alguma forma, colaboraram para sua realização.

A minha família que é minha referência, principalmente aos meus pais Ernani Lotário e Maria Inês Michael, que durante todo o período da Pós-Graduação deram-me apoio necessário e exemplo de vida, para a realização das minhas conquistas.

A Deus, criador de todas as criaturas, o qual concedeu sabedoria, oportunidade, e abençoou-nos para a realização das conquistas.

Aos meus colegas do GEAP pela sincera amizade que nasceu durante esse período, em especial ao Carlos Peruzzo, André L. Heberle, Silvia Bortoluzzi, Nelson Marisco e Ana Maria Milles.

As demais amizades que surgiram no decorrer do mestrado: Fabio C. Matos, Michele Wolhmeister, Paulo M. Tesser, Marcelo Silva, Marilan Dumke, Lucia Bressiani, Kelly Sakamoto, Diogo.

Em especial também a turma de amigos: Ítalo Galdino, Fabrício Sousa, Cláudio Flores, Erivelto Cunha, Helaine, Helder Cunha, Vinícius e Diogo Rezende.

Em especial ao doutorando Carlos Alberto Peruzzo Trivelloni pelo acompanhamento, incentivo e dedicação em todo o processo da dissertação.

Ao professor Norberto Hochheim, pela sua orientação, paciência e ajuda dispensadas.

Aos membros da banca, por terem aceitado o convite para participarem da defesa.

À Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de realização do mestrado.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado

A todos aqueles que de qualquer forma acreditaram e deram força para a realização deste trabalho, muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	7
RESUMO.....	8
ABSTRACT	10
CAPÍTULO I	11
1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos.....	12
1.1.1 Objetivos Gerais	12
1.1.2 Objetivos Específicos.....	12
1.2 Justificativa	12
1.3 Estrutura da dissertação	13
CAPÍTULO II	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Cadastro	15
2.2 Planta de Valores Genéricos	Erro! Indicador não definido.
2.3 Avaliação Imobiliária	21
2.3.1 Valor	22
2.3.2 Métodos de avaliação.....	23
2.3.3 Especificação das avaliações	25
2.3.4 Regressão Múltipla	26
2.4 Superfície de Tendência	27
CAPÍTULO III	34
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
CAPÍTULO IV.....	37
4 ÁREA DE ESTUDO.....	37
4.1 Considerações sobre a área de estudo	37
4.2 Composição da amostra	40
CAPÍTULO V	43
5 RESULTADOS E ANÁLISES	43
5.1 Primeira etapa. Regressão Múltipla para as variáveis de construção dos imóveis.....	44

5.1.1	Estudo dos resíduos gerados pelo modelo variáveis de construção	48
5.1.2	Análise da autocorrelação espacial	50
5.2	Segunda etapa. Superfície de tendência.	52
5.2.1	Modelo Superfície de tendência de primeira ordem.....	52
5.2.1.1	Análise da autocorrelação espacial.....	54
5.2.1.2	Valor da localização para o modelo de 1ª ordem da superfície de tendência	55
5.2.1.3	Modelo de localização para a 1ª ordem da superfície de tendência	55
5.2.2	Modelo Superfície de tendência de 2ª ordem	57
5.2.2.1	Análise da autocorrelação espacial.....	58
5.2.2.2	Valor da localização para o modelo 2ª ordem da superfície de tendência. ..	60
5.2.3	Modelo Superfície de tendência de terceira ordem.....	61
5.2.3.1	Análise da autocorrelação espacial.....	63
5.2.3.2	Valor da localização para o modelo de 3ª ordem da superfície de tendência	64
5.2.4	Modelo Superfície de tendência de quarta ordem	65
5.2.4.1	Análise da autocorrelação espacial.....	71
5.2.4.2	Valor da localização para o modelo de 4ª ordem da superfície de tendência.	72
5.2.4.3	Estudo dos resíduos gerados pelos modelos da superfície de tendência....	74
5.2.4.4	Validade do modelo	77
5.2.4.5	Aplicação do método.....	79
CAPÍTULO VI.....		82
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES		82
6.1 Conclusões		82
6.1.1	Sobre o modelo de regressão para as variáveis de construção	82
6.1.2	Sobre a técnica de Superfície de Tendência	83
6.1.3	Sobre o valor da localização	83
6.1.4	Sobre a autocorrelação espacial.....	84
6.1.5	Considerações Finais	84
6.2	Recomendações para futuros trabalhos	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		86

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Fluxograma do método de trabalho.....	36
Figura 4.1 – Localização da área de estudo	39
Figura 4.2 – Distribuição geográfica dos imóveis.....	41
Figura 5.1 – Resíduos Padrão vs. Valores estimados para o modelo de variáveis de construção.....	46
Figura 5.2 – Gráfico de normalidade dos resíduos - modelo variáveis de construção.	47
Figura 5.3 – Box-plot do valor dos resíduos do modelo construção.....	49
Figura 5.4 – Box-plot do erro relativo do modelo de variáveis de construção	50
Figura 5.5 – Mapa dos resíduos – modelo variáveis de construção.....	51
Figura 5.6 – Mapa dos resíduos – modelo superfície de tendência 1ª ordem.....	54
Figura 5.7 – Mapa do valor da localização – modelo superfície de tendência 1ª ordem	56
Figura 5.8 – Mapa dos resíduos – modelo superfície de tendência 2ª ordem.....	59
Figura 5.9 – Mapa do valor da localização – modelo superfície de tendência 2ª ordem	60
Figura 5.10 – Mapa dos resíduos – modelo superfície de tendência 3ª ordem.....	63
Figura 5.11 – Mapa do valor da localização – modelo superfície de tendência 3ª ordem	64
Figura 5.12 – Resíduos Padrão vs. Valores estimados para o modelo de superfície de tendência 4ª ordem	68
Figura 5.13 – Gráfico de normalidade dos resíduos - modelo variáveis superfície de tendência 4ª ordem	69
Figura 5.13 – Mapa dos resíduos – modelo superfície de tendência 4ª ordem.....	71
Figura 5.14 – Mapa do valor da localização – modelo superfície de tendência 4ª ordem	73
Figura 5.15 – Box-plot do valor dos resíduos – comparação entre a totalidade dos modelos.....	75
Figura 5.17 – Mapa do valor da localização – modelo superfície de tendência 4ª ordem	78
Figura 5.18 – Planta de Valores Genéricos (R\$/m ²) para apartamentos da área de estudo	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 – Valores da Regressão para o modelo das variáveis de construção	45
Tabela 5.2 – Correlações entre variáveis - modelo variáveis de construção	47
Tabela 5.3 – Média e desvio padrão do valor absoluto dos resíduos do modelo variáveis de construção.....	48
Tabela 5.4 – Média e desvio padrão do erro relativo do modelo das variáveis de construção.....	49
Tabela 5.5 – Valores da Regressão para o modelo da superfície de 1ª ordem	53
Tabela 5.6 – Valores da Regressão para o modelo da superfície de 2ª ordem	58
Tabela 5.7 – Valores da Regressão para o modelo da superfície de 3ª ordem	62
Tabela 5.8 – Valores da Regressão para o modelo da superfície de quarta ordem..	67
Tabela 5.9 – Correlações entre variáveis - modelo superfície de tendência quarta ordem	70
Tabela 5.10 - Estudo dos resíduos para a superfície de tendência e o modelo de variáveis de construção.....	74
Tabela 5.11 - Estudo do erro relativo (%) para a superfície de tendência e o modelo de variáveis de construção.....	76

RESUMO

MICHAEL, R. Avaliação em Massa de Imóveis com Uso de Inferência Estatística e Análise de Superfície de Tendência, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, 2004, 91 p.

Uma das principais dificuldades que se defronta na elaboração de uma Planta de Valores Genéricos (PVG), é encontrar um modelo econométrico que reflita a realidade do mercado imobiliário, contemplando as variáveis do cadastro imobiliário dos municípios e que considere a variável localização de forma objetiva. Este trabalho apresenta um método para a elaboração e atualização de Planta de Valores, com estudo de caso aplicado à apartamentos do município de São José – SC, nos bairros de Campinas e Kobrasol. O objetivo é construir um modelo econométrico que estime o valor dos apartamentos na área pesquisada, considerando os principais atributos que influenciam na formação do seu valor. As variáveis de construção utilizadas para a busca dos modelos são obtidas do cadastro imobiliário do município visando à futura atualização da Planta de Valores. Também considerou-se a variável localização de forma objetiva, para isso utilizou-se a técnica de análise de superfície de tendência (TSA) que considerou as coordenadas geodésicas dos imóveis como variável de localização. Para a escolha da superfície de tendência que melhor explique o valor da localização, buscou-se modelos para diversas ordens do polinômio (linear, quadrática, cúbica, quártica...), adotando-se a superfície que melhor ajustou-se aos dados. Através de mapas de valores para cada ordem do polinômio estudou-se o comportamento do valor da localização para os apartamentos na área de estudo. Analisou-se através de mapas de resíduos para cada ordem do polinômio de tendência a presença da autocorrelação espacial, e a contribuição da técnica de análise de superfície de tendência na busca da solução desse problema. Sendo assim, concluiu-se que as variáveis obtidas do cadastro imobiliário foram suficientes para elaborar um bom modelo econométrico para as variáveis de construção, demonstrando que cadastros com informações úteis e atualizadas, relacionadas aos imóveis são importantes na busca por um modelo de avaliação em massa de imóveis. A superfície de tendência

que melhor explicou o valor da localização na área de estudo foi a de quarta ordem, sendo que apresenta as tendências de todas as regiões, identificando os pólos de valorização e desvalorização. Em relação a autocorrelação espacial, a técnica da análise de superfície de tendência não solucionou totalmente o problema, porém há uma mudança significativa se comparados os mapas de resíduos antes e após a aplicação da técnica, concluindo que em parte, os problemas de autocorrelação espacial podem ser solucionados.

Palavras Chave: avaliação em massa, superfície de tendência, Planta de Valores.

ABSTRACT

One of the main difficulties confront on the elaboration of a plant generic values (PVG) is to find an statistical model that reflects the reality of real state market contemplating the variables of the real state cadastre of municipal districts that consider the variable location in an objective way. This research presents a model for plant values elaboration and actualization through case study for apartments at São José City, in the neighborhoods of Campinas and Kobrasol. The objective is a statistical model that estimates the apartments values in the researched area, considering the main attributes that influence in the formation of its values. The construction variables used to find the models were obtained with real state cadastre of municipal districts seeking a future actualization of plant values. The location variable is also considered in an objective way so it was used trend surface analysis technique (TSA) that considered the properties coordinates as location variable. In order to choose a surface trend that best explains the value location for several polynomial orders (linear, quadratic, cubic,..). It was studied the location values behaviors for apartments in the researched area through the values maps for each order of polynomial. It was analyzed as a contribution the presence of spatial autocorrelation and trend surface analysis technique through the residue maps for each order of tendency polynomial to solve these problems. Therefore it is possible to conclude that the variables obtained with the state cadastre ware enough to elaborate a good statistical model for the construction variables demonstrating that useful and up-to-date informations cadastre related with properties are important to find a mass appraisal model for properties. The trend surface that best explained the location value in researched area was the fourth order and presents the all regions tendencies, identifying the valorization and devaluation poles. In relation about the spatial autocorrelation the technique of trend surface analysis didn't totally solve the problem but there is a significative change if comparing the residue map before and after the application of the technique concluding that spatial autocorrelation problem can be solved in part.

Key-words: mass appraisal; trend surface analysis; values plant

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

No Brasil um dos principais impostos cobrados pelos municípios é o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), sendo um dos poucos tributos de gerência e competência direta da municipalidade. Apesar da sua importância como fonte de receita verifica-se que muitos municípios brasileiros utilizam métodos de estatística descritiva, usando para o cálculo do valor dos imóveis fatores de homogeneização e métodos empíricos predeterminados, sem tentar muitas vezes encontrar um modelo econométrico que considere as reais condições e fatores locais do mercado imobiliário.

Os métodos econométricos são os métodos mais adequados na engenharia de avaliações e os mais utilizados na avaliação de imóveis, porém ainda escassos na avaliação em massa dos imóveis, método para a elaboração da Planta de Valores Genéricos (PVG).

Uma das principais dificuldades em utilizar os métodos econométricos na busca de modelos de avaliação, está em considerar o fator de valorização ou desvalorização da variável localização, ou seja, conseguir defini-la de forma objetiva e inserir nos modelos de avaliação em massa. O método mais utilizado para considerar a variável localização nas avaliações é considerando distâncias dos imóveis a um pólo central da área em questão ou até mesmo distâncias de possíveis pólos secundários de valorização ou desvalorização. Os resultados dessa técnica não se mostraram satisfatórios, apresentando na maioria das vezes, falta de especificação adequada do modelo.

Sendo assim, propõem-se nesse trabalho utilizar a técnica de superfície de tendência (TSA) que considera a variável localização de forma objetiva, utilizando as coordenadas geodésicas dos imóveis, possibilitando assim encontrar o valor da localização, e avaliar a influência dos pólos de valorização e desvalorização nas vizinhanças através da geração de mapas de valor.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivos Gerais

Desenvolver modelo econométrico para avaliação em massa de imóveis, que considera como variáveis a localização dos imóveis, através da análise de superfície de tendência, e informações obtidas do cadastro imobiliário.

1.1.2 Objetivos Específicos

- 1) Desenvolver modelo de valor para as características de construção dos imóveis, para a área de estudo, através da técnica de regressão múltipla;
- 2) Desenvolver modelos de valor dos imóveis, para área de estudo, através da técnica de superfície de tendência (TSA);
- 3) Encontrar e analisar o valor da localização para diversas ordens do polinômio da superfície de tendência;
- 4) Desenvolver uma aplicação desta técnica, na área de estudo, visando a elaboração de uma Planta de Valores Genéricos (PVG).

1.2 Justificativa

Uma das principais dificuldades que defronta-se na elaboração de uma Planta de Valores Genéricos é encontrar um modelo econométrico que reflita a realidade do mercado imobiliário e que contemple as variáveis do cadastro imobiliário dos municípios.

Essa dificuldade surge pelo fato de que na maioria dos cadastros municipais as informações existentes não são suficientes para caracterizar os imóveis de forma precisa, ou seja, não há diferenciação distinta entre os imóveis. As informações que o cadastro contempla são superficiais e geralmente desatualizadas, induzindo assim as municipalidades a utilizarem técnicas de avaliação baseadas na

estatística descritiva. Essas técnicas não são plenamente satisfatórias do ponto de vista da representação dos valores praticados pelo mercado imobiliário.

Outro problema encontrado em avaliações em massa é a forma com que a variável localização é tratada, quase sempre de forma subjetiva, como regiões fiscais, onde busca-se características semelhantes de imóveis e localização; ou através da renda média por bairro, obtidas através do Censo, ou seja, a variável localização é tratada de forma subjetiva.

Além de todas as dificuldades que se encontra para a elaboração da Planta de Valores Genéricos, surge também outro fator importante que solicita atenção especial quando trata-se de dados distribuídos espacialmente, como é o caso da avaliação em massa, a autocorrelação espacial.

Os principais métodos que estão sendo propostos para estudar e considerar a possível correlação presente no mercado imobiliário são: regressão espacial, superfícies de tendência, métodos de interpolação determinísticos, métodos geoestatísticos como Krigagem, entre outros.

Este trabalho pretende demonstrar a viabilidade e conveniência de utilizar as variáveis do cadastro imobiliário para a elaboração da Planta de Valores Genéricos, bem como a importância da técnica de superfície de tendência como forma de considerar a variável localização de forma objetiva, e principalmente diminuir a autocorrelação espacial.

1.3 Estrutura da dissertação

A dissertação está estruturada em seis capítulos. No primeiro faz-se uma introdução, apresentando-se a justificativa e objetivos.

O segundo capítulo apresenta uma revisão de literatura sobre os diferentes temas utilizados como embasamento teórico para a pesquisa. Este capítulo subdivide-se em aspectos sobre o cadastro de uma forma geral, Planta de Valores Genéricos, conceitos sobre avaliação de imóveis segundo a Engenharia de Avaliações e uma apresentação sobre a técnica de superfície de tendência.

No terceiro capítulo, descreve-se o método e os materiais adotados no desenvolvimento da pesquisa, bem como as etapas das análises realizadas.

O quarto capítulo apresenta a área de estudo, bem como algumas informações importantes sobre a mesma, e também considerações sobre a amostra utilizada no trabalho.

O capítulo quinto apresenta as análises realizadas e os resultados obtidos, de acordo com os objetivos propostos no primeiro capítulo, além de uma aplicação do método apresentando uma Planta de Valores para a área de estudo.

No sexto capítulo são apresentadas as conclusões da pesquisa e as recomendações para futuros trabalhos.

CAPÍTULO II

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cadastro

O conteúdo e as finalidades dos sistemas cadastrais modificam-se durante o tempo histórico e diferenciam-se de um país para o outro. Porém, as necessidades atuais de Gestão e do Planejamento em informação verídica e atualizada sobre um determinado espaço fazem com que, de uma forma comum, o Cadastro Técnico, defina-se como “o registro oficial e sistemático do serviço público de um determinado território ou jurisdição de lotes e parcelas em forma: (a) gráfico (planta cadastral na escala grande) e (b) descritivo (número de parcela, proprietário, área, uso atual, etc.)”, utilizado como base para outros registros oficiais e particulares, assim como para arrecadação de impostos imobiliários e territoriais (GEODESIA-online, 2000). A definição acima discriminada consta na declaração sobre o Cadastro da Fédération Internationale des Géomètres (FIG) e é internacionalmente reconhecida.

Para Ruthkowski (1987), o cadastro é um conjunto de informações que permite a qualquer pessoa, órgão ou empresa conhecer a realidade de um imóvel tanto a nível geométrico, dimensões, superfície, localização, como também ao uso deste mesmo imóvel.

Segundo Bähr (1982), o sistema cadastral deve ser entendido como o sistema de registros de dados que caracterizam uma determinada área de interesse. Esses registros são feitos de forma descritiva e sempre apoiados em uma base cartográfica.

Henssen e Williamson (1997) definem cadastro como um inventário público de dados sobre propriedades de um território ou distrito, organizado metodicamente, baseado no levantamento de seus limites.

De acordo com Vasconcellos (2001) “cadastro é um inventário da propriedade de imóveis em seus aspectos físicos, jurídicos e econômico-fiscais,

devidamente classificado”. O autor acrescenta que a missão do cadastro é fornecer informações sobre a riqueza do território para contribuir ao desenvolvimento do país.

Mello (2002), considera o Cadastro como um sistema de informações da terra, geralmente administrado por uma ou mais agências governamentais. Uma vez que informações sobre parcelas de terra são freqüentemente necessárias para diferentes usuários, um Cadastro unificado ajuda a evitar duplicação e na eficiente troca de informações.

No Brasil atualmente, não existe um cadastro público unificado e padronizado, multifuncional e moderno para os bens imobiliários, com o registro de todos os dados técnicos, legais e gráficos relacionados a terrenos e edificações. Também não existe um registro claro e eficiente sobre os proprietários, nem sobre os donos de outros direitos de um determinado terreno (PHILIPS, 1996).

De todos os cadastros existentes em um município, o cadastro imobiliário é o principal instrumento para a cobrança justa de impostos, é através dele que se consegue obter as informações referentes aos imóveis de uma cidade. Atualmente quase a totalidade dos cadastros brasileiros encontra-se desatualizados e contemplam poucas informações úteis em relação aos imóveis.

As informações constantes no cadastro fiscal constituem-se no suporte principal das avaliações de imóveis e, por conseqüência, da cobrança dos impostos incidentes sobre a propriedade urbana. Portanto, a atualização sistemática dos dados cadastrais é fundamental para praticar uma política de cobrança de tributos que atendam às necessidades da municipalidade.

O cadastro imobiliário desatualiza-se diariamente, causado por obras públicas, atividades privadas, compras e vendas de imóveis, implantação de novos loteamentos, desmembramento de lotes, novas edificações, mudanças no sistema viário, e outras alterações. A desatualização do mapeamento e as alterações rápidas que ocorrem no meio urbano, faz com que haja a necessidade de se verificar periodicamente as condições em que se encontram os terrenos.

Na visão de Bähr (1989), a permanente modificação dos dados exige que as informações tenham um sistema de comunicação bem organizado. As informações cadastrais necessitam de uma administração efetiva e imparcial, com capacidade para atualizar tais informações, de forma constante e contínua.

Neste mesmo sentido, Silva (1999) afirma que em decorrência do dinamismo urbano, que provoca alterações nos prédios e lotes, o cadastro deve

possuir uma estrutura para estimular a permanente atualização, sob o risco de não se obter a justa tributação, mesmo com a atualização constante dos valores dos imóveis.

O nível de informação constante nos cadastros deve ser suficiente para atender os objetivos a que se propõe, de tal forma que as atividades de planejamento e gestão urbana possam ser exercitadas com eficiência. Sobrecarregar o cadastro com informações adicionais deve ser acompanhado da análise da importância e objetivo da informação, do seu custo de obtenção e, em especial, da condição de atualização da informação.

Através de um cadastro constantemente atualizado e acoplado com ferramentas tecnológicas modernas, como um sistema de informações geográficas, consegue-se buscar informações importantes sobre uma municipalidade como, por exemplo, distância a pólos de valorização ou desvalorização, coordenadas geográficas de cada imóvel, colaborando nas variáveis para a busca de modelos de avaliação para a Planta de Valores do município, fonte de informação para cobrança de muitos tributos, evitando que métodos arcaicos de avaliação sejam aplicados, distorcendo a realidade do mercado. Através de informações concretas referentes a cada imóvel torna-se cada vez mais fácil a utilização de técnicas modernas e adequadas para elaboração da PVG, tornando o valor do imposto a ser cobrado o mais próximo da realidade, buscando assim justa tributação.

Ramos et al (2002) propõe a integração da base de dados do cadastro com base de dados do mercado imobiliário, para o desenvolvimento freqüente de modelos de avaliação com o objetivo de manter atualizada a Planta de Valores.

Entende-se que manter atualizado o cadastro faz parte das atividades básicas da administração municipal, sobretudo para não permitir tratamento desigual para cidadãos em mesma situação, na questão tributária.

Ramos et al (2000) ressaltam a importância do cadastro técnico urbano no processo de avaliação de imóveis, de modo a garantir uma maior qualidade nas ações públicas ligadas ao valor dos imóveis, isto é, tributação, desapropriações, planejamento, dentre outras.

Estudos de valor dos imóveis baseados essencialmente na localização frente a pólos valorizantes ou desvalorizantes (HOCHHEIM e UBERTI, 2001) ou mesmo na influência espacial dos preços dos imóveis (DANTAS et al, 2001; DANTAS et al (a), 2003; DANTAS et al (b), 2003; DANTAS, 2003; GONZÁLEZ,

2002; CHICA OLMO, 1994; CHICA OLMO E CANO GUERVÓS, 199-?), referem-se à importância de um cadastro atualizado e geo-referenciado.

2.2 Planta de Valores Genéricos

A Planta de Valores Genéricos é parte integrante e básica do sistema de informações do Cadastro Municipal e juntamente com o Cadastro imobiliário é a base de todo cálculo do IPTU.

A principal função da PVG é permitir a definição de uma política de tributação imobiliária que seja justa e tenha equidade. A Planta de Valores Genéricos consiste em um documento gráfico que representa a distribuição espacial dos valores médios dos imóveis em cada região da cidade, normalmente apresentados por face de quadra.

O processo de avaliação de imóveis para elaboração de Planta de Valores exige a compreensão das características básicas da população de imóveis da cidade, de modo que o modelo adotado permita a avaliação de todos os imóveis, salvo exceções, pois ao final deve-se obter o valor individual de cada imóvel (AVERBECK, 2003).

O município tem necessidade de conhecer o valor individual dos imóveis para definição da política tributária (qual faixa da população - expressa por seus imóveis – paga quanto), para cobrança dos tributos e para auxiliar nos objetivos extra-fiscais. A avaliação então deve ser atual, referida a uma mesma data-base e uniforme, qualidade importante também para o convencimento dos contribuintes. E a avaliação em massa dos imóveis é a forma recomendada para a obtenção do melhor resultado na maioria dos casos (AVERBECK, 2003).

Segundo Zancan (1996), as avaliações em massa são conhecidas como plantas de valores genéricos prediais e territoriais, que “são plantas da zona urbana da cidade que apresentam os valores dos m² dos terrenos com ou sem benfeitorias, quadra por quadra”. Para avaliação em massa impõe-se o estudo do universo dos imóveis que compõe a população, envolvendo tipologias, quantidades, distribuição espacial, além do estudo das características físicas e locais que os distinguem, como infra-estrutura urbana, áreas, relevo (para terrenos), padrões construtivos (para edificações) etc.

A idéia de avaliação em massa tem recebido diversas denominações na literatura. Na literatura internacional a expressão mais comum é *Computer Assisted Mass Appraisal* (CAMA), mas os sistemas também são denominados de *Automated Valuation Models* (AVM) ou *Computer Assisted Real Estate Appraisal System* (CAREAS). A utilização mais comum para os modelos automatizados é em tributação imobiliária (MCCLUSKEY e ANAND, 1999).

Segundo McCluskey e Anand (1999), as avaliações em massa devem ter objetividade, equidade, justiça, defensibilidade, poder explicatório, transparência, facilidade de aplicação e precisão. Para Deddis *et al.* (1998) e McCluskey *et al.* (1997) *apud* González (2002), os objetivos principais dos modelos CAMA são precisão, explicabilidade e estabilidade dos valores (no tempo). Geralmente estes modelos são segmentados em sub-modelos, divididos em grupos relativamente homogêneos por tipos ou categorias de imóveis. Os sub-modelos precisam ser coerentes entre si e devem ser de fácil entendimento, tendo em vista a aceitação por parte do contribuinte.

McCluskey *et al.* (1997) em González (2002), afirmam que os sistemas desenvolvidos para avaliação em massa exigem uma grande quantidade de dados, os quais devem ser apropriados, relevantes, recentes, precisos, completos e de qualidade. Estes autores identificam a obtenção e o tratamento da informação como um dos principais problemas também na avaliação individual. Atualmente os profissionais buscam informação de forma isolada e não estruturada.

Na elaboração da Planta de Valores um dos principais problemas encontrados é a utilização de métodos inadequados ou ultrapassados que não contemplam as variáveis necessárias para caracterizar cada imóvel, defrontando-se com valores completamente diferentes da real situação do mercado imobiliário, induzindo assim a injustiça fiscal.

Além da utilização de métodos ineficientes, outro fator crítico para a municipalidade é a forma como as Plantas de Valores são atualizadas, na maioria das vezes, apenas através da correção monetária para os anos subseqüentes, ocasionando a distorção dos valores. Além disso, a cidade não valoriza ou desvaloriza de forma igual, sendo necessária a reavaliação constante dos imóveis de um município. Dessa forma, deveria existir um setor específico de avaliações que estude as reações do mercado imobiliário realizando os ajustes necessários e

corretos para cada setor do município, levando em conta a valorização ou desvalorização das cidades através do desenvolvimento urbano.

Segundo Zancan e Heineck (1994), quando as PVG são elaboradas dentro de metodologia técnica e científica, com o uso de informações atualizadas do Cadastro Técnico Imobiliário, com cálculo baseado nas normas de avaliações, as PVG constituem elementos indispensáveis na administração municipal. Nesse mesmo sentido González (2002), afirma que as plantas de valores, utilizadas atualmente apenas para tributação, poderiam desempenhar importante papel nesta gestão dos municípios, mas, infelizmente, sabe-se que os valores utilizados para tributação geralmente são desatualizados, mesmo em municípios de grande porte. As diferentes valorizações relativas entre regiões induzem inequidades nos impostos imobiliários, pois a administração municipal, não consegue captar os efeitos de localização no valor de mercado, utilizado como base de cálculo para fins tributários e a equidade nas avaliações é requisito fundamental para a garantia da justiça tributária.

Atualmente os trabalhos desenvolvidos por Chica Olmo (1994) e Chica Olmo, Cano Guervós (199-?) e Dantas (2003), propõem métodos para avaliação em massa, que consideram através de técnicas espaciais, a variável localização de forma objetiva, minimizando ou eliminando os problemas de especificação dessa variável.

González (1996), afirma que mais importante do que atingir 100% do valor de mercado para alguns imóveis é obter avaliações que estejam na mesma razão *valor de cadastro/valor de mercado* para todos os imóveis da cidade no momento do lançamento do tributo.

Altas variações dos valores no mercado imobiliário no tempo trazem dificuldades à tributação imobiliária, pois os modelos de avaliação, as zonas de avaliação e os valores de face de quadra são mantidos ao longo do tempo, até a próxima avaliação, e passam a ficar distantes da realidade de mercado.

O acompanhamento da evolução do mercado passa a ser questão fundamental para os municípios maiores, onde as questões que envolvem valor de mercado são mais frequentes. Em cidades com população superior a 20 mil habitantes já é justificável a existência de engenheiro/arquiteto com qualificação em avaliação em massa, para atendimento às demandas. Em municípios menores a

solução indicada passa por profissional qualificado das associações de municípios (AVERBECK, 2003).

É essencial então que as características fundamentais (dos imóveis e da sua localização) para a avaliação possam ser extraídas do cadastro de forma automática. Nos processos de atualização geral do cadastro e da Planta de Valores é interessante inserir nas informações do cadastro aquelas importantes para a avaliação (adaptação do cadastro para a avaliação). Nos processos de nova avaliação sobre a base cadastral existente as características dos imóveis e dos locais já estarão estabelecidas, as vezes gerando dificuldades no processo de definição dos modelos de avaliação (adaptação da avaliação para o cadastro).

Conforme Moscovitsch (1997), devem ser utilizados métodos e técnicas de avaliação menos subjetivos. Thrall (1998) neste sentido, afirma que as avaliações em massa deveriam utilizar procedimentos automatizados, a fim de aumentar a precisão (através da redução dos erros humanos) e diminuir o custo da reavaliação periódica das propriedades.

Dantas (1998), defende a aplicação da metodologia científica e modelos extraídos de cada realidade local, sempre que possível com uso da inferência estatística, evitando a aplicação de fatores de homogeneização ditos consagrados.

2.3 Avaliação Imobiliária

A avaliação de imóveis consiste na determinação do valor de mercado de um imóvel, entendido como o preço mais provável que este imóvel atingiria em uma transação normal, de acordo com suas características e com as condições do mercado naquele momento.

As avaliações de imóveis também podem ser consideradas como análises sobre o mercado imobiliário desenvolvidas no âmbito da microeconomia, utilizando métodos próprios da Engenharia de Avaliações e também técnicas econométricas tradicionais, como a análise de regressão (GONZÁLEZ, 2002). Mais especificamente, a avaliação de imóveis pode ser definida como a determinação técnica do valor de um imóvel ou de um direito sobre este imóvel (FIKER, 1993; MOREIRA, 1997).

A função principal de uma avaliação é assegurar o valor de algum tipo de imóvel sob um determinado conjunto de condições. Os valores das propriedades variam consideravelmente de um local para outro, necessitando o avaliador ter experiência quanto aos valores da área na qual o imóvel está sendo avaliado (GONZÁLEZ, 2002).

De forma geral e resumida, pode-se definir avaliação como análise técnica, para identificar o valor de um bem, de seus custos, frutos e direitos, assim como determinar indicadores da viabilidade de sua utilização econômica, para uma determinada finalidade, situação e data (NBR – 14.653-1/2001); ou ainda como uma arte, dependente de conhecimento técnico e de bom-senso, de estimar valores à propriedades específicas (MOREIRA, 1997).

São vários os conceitos de valor e são diversos tipos de valor que podem ser atribuídos a um bem, porém o valor que se pretende determinar na avaliação em massa é o Valor de Mercado.

2.3.1 Valor

Atribui-se valor a tudo que é útil ou escasso. Cabe à avaliação traduzir essa utilidade ou escassez e associar à uma necessidade e/ou desejo de possuir um bem em uma quantia monetária (AYRES, 1996).

Assim, pode-se definir valor como a relação entre a intensidade das necessidades econômicas humanas, objetivas ou subjetivas, e a quantidade de bens disponíveis para atendê-las (FIKER, 1997).

Vários tipos de valores podem ser atribuídos a um bem (Venal, Comercial, de Mercado, etc). Estas atribuições são impostas pelo mercado que determina o valor pela lei da oferta e da procura. Assim, o valor de mercado é o preço determinado por um vendedor e pago por um comprador a um bem, sem coação de ambos os lados (AYRES, 1996).

O valor de um imóvel depende diretamente das características do entorno, tais como: tipos de imóveis existentes, ruas, utilidades, conveniências. Mais que com o entorno imediato, o imóvel relaciona-se com a cidade inteira. Todavia, nem o declínio econômico de uma cidade afeta todas as suas partes igualmente (CAN, 1998).

O valor dos imóveis está relacionado a características físicas, como localização, tamanho do terreno, topografia, acessibilidade, durabilidade, função, atratividade, adaptação ao meio, tipo e qualidade de construção, porém nem sempre estas características têm relação direta com o valor (CAN, 1998). Para uso residencial, pode-se considerar o acesso aos locais de trabalho, estudo, comércio, áreas de lazer (envolvendo distância, custo de transporte e tempo) e ainda outras características, como ar fresco, vizinhança, paz e calma, etc.

No entanto, o valor do imóvel difere e não deve ser confundido com o preço do imóvel, que representa a quantidade de dinheiro paga pelo mesmo. Assim, a necessidade de venda ou compra imediata e/ou a não existência de um livre comércio podem alterar o preço de um bem, tornando-o superior ou inferior ao valor avaliado (MOREIRA FILHO, 1993). Dessa forma, defini-se o preço hedônico como o preço implícito de atributos e são revelados à agentes econômicos a partir da observação de preços de produtos diferenciados e a quantidade específica de características a eles associados (ROSEN, 1974).

Valor de mercado é o resultado de uma transação entre um vendedor desejoso de vender, mas não forçado a isso, e um comprador que quer comprar, mas também não está forçado, tendo ambos pleno conhecimento das condições de compra e venda e da utilidade da propriedade (MOREIRA, 1997).

Existe, portanto, a necessidade da busca por técnicas que tornem mais precisas as formas de se estimar o valor de um bem, aproximando-o ao máximo do seu valor de mercado.

2.3.2 Métodos de avaliação

Segundo a NBR 14.653-2/2004, a metodologia avaliatória a ser utilizada deve alicerçar-se em pesquisa de mercado, envolvendo além dos preços comercializados e ou ofertados, as demais características e atributos que exerçam influencia no valor. A norma classifica os métodos de avaliação como sendo métodos para identificar ao valor de um bem, de seus frutos e direitos, subdividindo em:

- método comparativo direto de dados de mercado;
- método involutivo;

- método evolutivo;
- método da capitalização da renda;

Métodos para identificar o custo de um bem, sendo esses:

- método comparativo direto de custo;
- método de quantificação de custo.

E ainda, métodos para identificar indicadores de viabilidade da utilização econômica de um empreendimento.

As informações descritas a seguir foram retiradas da NBR 14.653-1/2001 e NBR 14.653-2/2004, Avaliação de bens Parte 1, procedimentos gerais e Parte 2, imóveis urbanos.

a) Métodos de avaliação para identificar o valor de um bem:

O método comparativo direto de dados de mercado é aquele que define o valor através da comparação com dados de mercado assemelhados quanto às características intrínsecas e extrínsecas dos imóveis. As características e os atributos dos dados pesquisados que exercem influência na formação dos preços e, conseqüentemente, no valor dos imóveis, devem ser ponderados por homogeneização ou por inferência estatística. É condição fundamental para aplicação deste método a existência de um conjunto de dados que possa ser tomado, estatisticamente, como amostra do mercado imobiliário.

O método involutivo é aquele que “identifica o valor de mercado do bem, alicerçado no seu aproveitamento eficiente, baseado em modelo de estudo de viabilidade técnico-econômica, mediante hipotético empreendimento compatível com as características do bem e com as condições de mercado no qual está inserido, considerando-se cenários viáveis para execução e comercialização do produto”.

O método evolutivo identifica o valor do bem, “através da conjugação de métodos, a partir do valor do terreno, considerados o custo de reprodução das benfeitorias devidamente depreciado, a partir do valor do terreno, considerados o custo das benfeitorias devidamente depreciado e o fator de comercialização. Quando puder ser empregado o método evolutivo pode ser considerado como método eletivo para a avaliação de imóveis cujas características *sui generis* impliquem a inexistência de dados de mercado em número suficiente para a aplicação do método comparativo direto de dados de mercado”.

O método da capitalização da renda é aquele que apropria o valor imóvel ou de suas partes constitutivas, com base na capitalização presente da sua renda líquida, real ou prevista. Os aspectos fundamentais do método são a determinação do período de capitalização e a taxa de desconto a ser utilizada.

b) Métodos para identificar o custo de um bem:

O método de quantificação do custo é utilizado para identificar o custo da reedição de benfeitorias. Pode ser apropriado pelo custo unitário básico de construção ou por orçamento, com citação das fontes consultadas.

E por fim o método comparativo direto de custo que considera para a avaliação de custos, uma amostra composta por imóveis de projetos semelhantes, a partir da qual são elaborados modelos que seguem os procedimentos usuais do método comparativo direto de dados de mercado.

Brandão et al (1995), afirmam que o método comparativo de dados de mercado, na norma NBR 14.653, considerado como método direto de dados de mercado, é o mais recomendado, pois o mesmo permite a determinação do valor levando em consideração as diferentes tendências e flutuações do mercado imobiliário que ocorrem freqüentemente de forma diferenciada em outros ramos da economia.

Neste sentido, Dantas (2001) conclui que a avaliação de imóveis é feita usualmente pelo Método Comparativo de Dados de Mercado utilizando-se o Modelo Clássico de Regressão.

2.3.3 Especificação das avaliações

As avaliações podem ser especificadas quanto à fundamentação e precisão. A fundamentação será função do aprofundamento do trabalho avaliatório, com o envolvimento da seleção de metodologia em razão da confiabilidade, qualidade e quantidade dos dados amostrais, serão classificadas em três graus sendo o grau I o de menos especificação.

As informações a serem consideradas para a determinação do grau de fundamentação são: em relação a coleta de dados de mercado, quantidade mínima de dados de mercado efetivamente utilizados, identificação dos dados de mercado, extrapolação, nível de significância α (somatório do valor das duas caudas) máximo

para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal) e por fim, nível de significância máximo admitido nos demais testes estatísticos realizados.

A precisão será estabelecida quando for possível medir o grau de certeza e o nível de erro tolerável numa avaliação. Depende da natureza do bem, do objetivo da avaliação, da conjuntura de mercado, da abrangência alcançada na coleta de dados (quantidade, qualidade e natureza), da metodologia e dos instrumentos utilizados.

2.3.4 Regressão Múltipla

O modelo clássico de regressão teve origem nos trabalhos de Gauss no período de 1809 a 1821. Atualmente, a análise da regressão é um dos ramos da teoria estatística mais utilizados na pesquisa científica. É a técnica adequada quando se deseja estudar o comportamento de uma variável (variável dependente) em relação a outras que são responsáveis por sua formação (variáveis independentes).

No Brasil, a regressão múltipla foi introduzida na engenharia de avaliações aproximadamente na década de 80, impulsionada pelos trabalhos pioneiros de Domingos de Saboya Barbosa Filho, sendo proposta como parte de uma visão mais objetiva, chamada na época de “metodologia científica”, em oposição às técnicas anteriores, criticadas por serem extremamente subjetivas. A regressão foi introduzida na Norma Brasileira de Avaliações, após grande debate com a corrente que defendia a tradicional homogeneização de fatores (ABNT, 1989; DANTAS, 1998).

Na engenharia de avaliações considera-se como variável dependente o preço do imóvel e como variáveis independentes as características relacionadas aos aspectos físicos (área, padrão construtivo, número de vagas na garagem, etc) e de localização (bairro onde se situa o imóvel, distância a pólos de influência, etc.), bem como de aspectos econômicos (condições de pagamento do imóvel, natureza do evento: em oferta ou efetivamente vendido, etc.).

A variabilidade no mercado imobiliário pode ser explicada por uma variável dependente e diversas variáveis independentes, utilizando para análise um modelo de regressão linear múltipla.

As condições básicas devem ser garantidas para que tenha validade o modelo encontrado e a própria análise de regressão. Existem vários métodos matemáticos para se obter os coeficientes dos modelos. O mais conhecido e empregado é o método dos mínimos quadrados. Porém, para qualquer método empregado, as hipóteses básicas devem ser satisfeitas.

Existem problemas para a análise se as condições básicas não forem respeitadas. Os principais problemas a serem investigados são a existência de variáveis importantes não incluídas nos modelos (omitidas) e as condições dos resíduos, que devem ser não correlacionados e com variância constante e finita. Além destas, é importante a análise de *outliers*, buscando entender o comportamento espúrio ou estranho de algumas observações, eventualmente.

Os *outliers* são observações extremas, que criam dificuldades de análise, principalmente com o uso do método de mínimos quadrados, que busca o ajuste a todos os pontos observados. Um ponto extremo pode afetar a regressão, mascarando os resultados. Não necessariamente estes pontos são más observações e devem ser examinadas cuidadosamente para verificar-se a razão da disparidade. Não é indicada a remoção automática, pois o dado pode ser útil para explicar combinações não usuais de circunstâncias. A remoção deve ser feita se for encontrado um erro de medição ou de especificação, ou outra causa identificável (PERUZZO, 1998).

2.4 Superfície de Tendência

Atualmente, os tributos imobiliários representam uma importante fonte de arrecadação para as prefeituras. As principais dificuldades na determinação de Planta de Valores inferenciais estão relacionadas à consideração dos efeitos de vizinhança e localização que não são mensuráveis diretamente.

A forma mais utilizada para estimar a localização e acessibilidade é incluir a variável distância ao pólo de valorização central da cidade (Central Business District - CBD), como variável explicativa da regressão. Tradicionalmente esse procedimento leva implícito a hipótese de que a cidade é monocêntrica, ou seja, que existe somente um centro principal. Os resultados obtidos, na maioria das vezes,

mostram coeficientes não significativos ou ainda apresentando sinais incoerentes, onde se espera sinal positivo encontra-se negativo no coeficiente da variável.

Segundo Richardson (1981), o problema está em como considerar a variável distância, argumentando que a distância ao CBD falha como variável explicativa, porque as cidades são policêntricas e não monocêntricas como geralmente consideradas nos modelos.

Estudos que consideram a cidade policêntrica e não monocêntrica têm encontrado importantes resultados. A dificuldade em encontrar resultados satisfatórios está relacionada com a dificuldade em medir objetivamente a variável vizinhança, considerando que não é uma variável diretamente observável. Outra dificuldade está relacionada em definir os limites das regiões de influência das regiões homogêneas. Geralmente os limites considerados são as divisões político-administrativas ou definidos em função de outros critérios, como, por exemplo, limites censais, que não necessariamente correspondem aos verdadeiros limites das qualidades de vizinhança (DUBIN, 1992).

Dubin (1992) considera que o principal fator determinante do preço de um imóvel é sua localização. Portanto, a qualidade da vizinhança e a acessibilidade, componentes básicos da localização, devem afetar o preço dos imóveis. Porém, os métodos empíricos utilizados para estimar o valor da localização, como os modelos hedônicos mostram poucos coeficientes significativos nas variáveis de vizinhança e acessibilidade.

Chica Olmo e Cano Guervós (199-?), consideram que o valor da localização que se pretende estimar é uma aproximação ao valor do solo, entendido como a parte do valor do imóvel que é atribuído a sua localização espacial dentro da cidade. Assim, o valor da localização vem ser a parte do valor do imóvel que lhe corresponde em função de sua edificabilidade, que é o denominado valor de repercussão (entendido como o valor do solo por m^2 edificável, isto é, a parte do valor do m^2 de construção do imóvel que é atribuído ao solo, da localização). O cálculo do valor de repercussão fundamenta-se na estimação do valor máximo do solo que pode repercutir sobre o preço de venda de cada m^2 de construção. No valor de repercussão não influi só a quantidade de edificação, sendo também a qualidade desta: o solo será mais valorado conforme maior seja a quantia que se pode repercutir no preço de venda dos imóveis que se construa sobre ele, sendo assim, conforme aumenta o segmento de demanda é que vai ser dirigido o produto.

Portanto, a hierarquização social da estrutura urbana, que se manifesta no valor de mercado (e no preço) dos imóveis, também terá seu reflexo no valor da localização.

Não há um consenso na literatura sobre as medidas mais apropriadas para acessibilidade e vizinhança (CAN, 1990). Por outro lado, propriedades com características similares e próximas apresentam um valor de mercado semelhante, ou seja, a imobilidade produz um “valor de localização” e esta semelhança tende a diminuir com o aumento da distância que os separa. Portanto, é razoável supor que o nível dos preços de um imóvel seja influenciado pelos imóveis vizinhos.

Quando se trata de dados distribuídos espacialmente, como é o caso dos dados imobiliários, podem surgir erros de medidas em relação a localização exata do imóvel, assim como efeitos de interação, difusão e *spillovers* espaciais. Estas razões causam um fator adicional que deve ser considerado no modelo de regressão tradicionalmente usado na engenharia de avaliações: a autocorrelação espacial ou dependência espacial (DANTAS, 2003; DANTAS et al (a), 2003; DANTAS et al (b), 2003).

Segundo Chica Olmo (1994), entende-se por autocorrelação espacial dos valores urbanos a dependência espacial destes valores com suas localizações urbanas. A proximidade entre duas localizações vai ser o instrumento gerador da autocorrelação espacial dos valores urbanos. A proximidade provoca a transmissividade entre localizações próximas. Espera-se, que localizações próximas tenham valores similares.

Uma técnica alternativa que pode ser utilizada na busca de solucionar os problemas relacionados à autocorrelação espacial e de considerar a variável localização de forma objetiva é pelo emprego da análise de superfície de tendência (Trend Surface Analysis - TSA), que consiste no ajustamento de equações que representam a variação espacial de valores através de superfícies matemáticas. Este método estatístico é pouco usado nos estudos sobre o mercado imobiliário, mas é uma opção interessante para o uso com regressão múltipla, principalmente pela simplicidade.

As superfícies de tendência são baseadas em equações polinomiais, através de um processo de regressão múltipla entre os valores do atributo e as localizações geográficas. Essas equações são utilizadas para estimar os valores dos pontos em todas as localizações através de coordenadas geográficas, (GONZÁLEZ, 1995 e CAMARGO et al, 2001). O resultado é uma função de uma ou mais variáveis,

representando as coordenadas geográficas dos dados. Cada par (x,y) identifica a localização de um ponto, no sistema de coordenadas, geralmente cartesiano (HEMBD e INFANGER 1981 *apud* González, 1995). Sendo assim, a superfície de tendência é uma simples modificação do modelo de regressão múltipla, com as variáveis independentes (x_1,x_2,\dots,x_k) substituídas por combinações de coordenadas. Para adicionar sucessivos termos usa-se a descrição linear, quadrática, cúbica, quártica e superfícies de outras ordens (NORCLIFFE, 1969).

A grande vantagem da utilização da superfície de tendência para a engenharia de avaliações é a sua simplicidade e facilidade de cálculo (CAMARGO et al, 2001). Sendo estimadas por regressão múltipla, podendo os termos das superfícies ser considerados simultaneamente com outras variáveis (GONZÁLEZ, 1995).

Apesar da técnica de superfície de tendência ser de fácil utilização, alguns cuidados devem ser observados, como, por exemplo, procurar obter informações somente na área coberta pelos pontos amostrais, evitando a extrapolação, que facilmente pode ser realizada nessa técnica. O arranjo de pontos, ainda que irregular, deve ser casual e razoavelmente bem distribuído, evitando agrupamentos (LANDIM e CORSI, 2001).

O conceito de TSA pode ser facilmente explicado em termos de uma amostra de dados observados ao acaso em torno de uma grade regular espacial. A locação de cada ponto pode ser definida por um único par de coordenadas (x, y) a partir de uma origem comum. Assumindo que a variável de interesse, Z , é medida para cada ponto no espaço, a amostra consiste de três coordenadas (x, y, z) que podem ser analisadas (SCHOROEDER e SJOQUIST, 1976).

Uma das características negativas quando se trata da superfície de tendência é em relação a estimação da superfície nas bordas (limites) das áreas em estudo, pela ausência de pontos amostrais, gerando resultados incorretos (LANDIM e CORSI, 2001).

A capacidade de programas computacionais em plotar contornos pode proporcionar valiosa ajuda em investigações iniciais da distribuição da variável de interesse no espaço em geral. Assim, um traçado do resultado de uma equação de primeiro grau apresenta ao pesquisador/avaliador as tendências globais da variável de interesse. Já a de segundo grau pode ser de interesse na fase inicial de estudos de gradiente, desde que o tal polinômio possa sugerir que a variável em estudo

forma geralmente gradientes circulares que crescem ou decrescem de um ponto central. O terceiro e subseqüentes graus do polinômio são mais difíceis de interpretar, contudo podem sugerir pólos de valorização ou desvalorização, apresentando informações sobre a estrutura espacial de uma variável dentro da área de interesse (SCHOROEDER e SJOQUIST, 1976 e EASTMAN, 200-?).

Em trabalho publicado por Parker III (1981) encontra-se as seguintes conclusões de diversos autores referentes ao melhor grau do polinômio de tendência: Schoroeder e Sjoquist's* (1976) e Jackson* (1977, p.249) comentam em trabalho relacionado a densidade de população que a quarta ordem do polinômio de tendência é a mais apropriada para explicar esses temas, enquanto que Barnbrock e Greene* (1977, p.243) afirmam que a superfície dominante para densidade de população são as quadráticas e as quárticas, que provavelmente refletem efeitos de centro e sub-centros, efeitos radiais. Para a análise de valores de imóveis, MacDonald e Bowman* (1979, p.26) concluem que o melhor grau do polinômio para a distância ao CBD é o de quarta ordem. Finalmente Jacson* (1979, p. 471) conclui que a superfície que melhor representa os preços de imóveis é a quarta ordem. Realmente, a quarta ordem do polinômio de tendência é a que melhor descreve as inter-relações dos dados na escala intra-urbana, por apresentar claramente os principais centros e sub-centros das cidades ou partes da mesma.

A estimação dos planos de isolinhas de valor da localização permite observar sua distribuição sobre o plano urbano, assinalando zonas com maiores e menores valores e analisar o gradiente da variabilidade do valor da localização. Uma alta concentração de curvas em uma zona é indicativa de um gradiente alto, que traduzido ao estudo da elasticidade do valor da localização/distância, implica que se produz grandes variações no valor da localização para pequenas variações da distância. Ao contrario, em zonas com baixa densidade de curvas o comportamento do valor da localização é menos sensível a variações da distância, estas zonas devem coincidir com aquelas que, em conjunto, tem menores e piores características localizativas: acessibilidade, variáveis ambientais, estrutura de comércio, e outras características influenciantes no valor da localização (CHICA OLMO e CANO GUERVÓS, 199-?).

As principais vantagens da superfície de tendência são: uma única equação é gerada, a facilidade na definição dos parâmetros, contempla tanto as

* *apud* Parker III, 1981.

anomalias locais quanto tendências regionais e estima valores acima e abaixo dos amostrados (LANDIM e CORSI, 2001).

As principais desvantagens: extrapola valores de Z para além dos limites da área amostrada; anomalias locais não são visíveis em superfícies de baixa ordem, porém podem ser destacadas em mapas de resíduos; utilização torna-se facilmente abusiva: a tentação de explicar um ajuste de uma superfície de alta ordem pode ser maior do que o bom senso quanto ao resultado.

Em relação a quando usar a superfície de tendência: quando um número razoável de dados estiver disponível, sempre maior que o número de coeficientes da equação; quando os dados forem regularmente distribuídos; como um pré-processamento para remover a tendência regional antes de utilizar a técnica de Krigagem.

Quando não usar essa técnica: quando o número de dados não for suficiente, com distribuição irregular ou para uma superfície real com alta variabilidade local; quando pontos amostrados em clusters e valores de Z altamente variáveis; superfícies descontínuas por falhas ou inconformidades; quando a amplitude da superfície variar drasticamente ou erráticamente: anomalias locais de grande variação.

González (1995), faz uma comparação entre um modelo de regressão múltipla tradicional (variáveis de localização: distância ao centro principal da cidade e bairro) e um modelo ajustado com termos representando as coordenadas geográficas (x,y). Conclui que os modelos com superfície de tendência descrevem os dados tão bem quanto o convencional, que emprega variáveis de difícil estimação. A vantagem maior é que as coordenadas podem ser obtidas diretamente dos cadastros de imóveis, sem demanda de vistorias ou custos de amostragem.

Parker III (1981), testa duas variáveis de interesse através da técnica de superfície de tendência, são elas: valor de imóvel para medir a intensidade do uso do imóvel residencial; e valor do consumo do imóvel para medir os gastos nos imóveis. Os dados utilizados para estimar as superfícies de tendência foram retirados do censo de 1940, 1950, 1960 e 1970. As superfícies de intensidade do uso dos imóveis e dos gastos dos imóveis são estimadas e encontradas as ordens polinomiais que melhor se ajustam aos dados. Os mapas gerados a partir das equações polinomiais encontradas apresentam a modificação durante o decorrer dos anos do uso dos imóveis e dos gastos dos mesmos. Parker III (1981) conclui

que os resultados são claramente consistentes com a tendência da intensidade do uso do imóvel e com os gastos dos imóveis, bem como diretamente relacionado às aplicações da análise da superfície de tendência na escala intra-metropolitana.

Atualmente a técnica de superfície de tendência é utilizada nas avaliações imobiliárias em pré-processamento dos elementos amostrais para técnicas geoestatísticas como Krigagem que podem ser encontrados nos trabalhos de Chica Olmo (1994); Chica Olmo e Cano Guervós (199-?); Dantas (2003); Dantas et al (a), (2003) e Dantas et al (b), (2003). Neste trabalho apresentaremos a técnica de superfície de tendência como uma técnica alternativa para tratar da variável localização e principalmente minimizar a autocorrelação espacial presente nos dados imobiliários.

CAPÍTULO III

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O método proposto procura desenvolver modelos de avaliação em massa que identifiquem o real valor dos imóveis e conseqüentemente o valor da localização na área em estudo.

Depois de definida a área piloto busca-se na prefeitura todos os materiais e informações necessárias ao desenvolvimento do projeto: base cartográfica e cadastro imobiliário.

Delimitada a área de estudo, necessita-se de amostra de dados desta região. Definidas as variáveis importantes na formação do valor dos imóveis, considera-se características construtivas e de localização, a pesquisa de mercado pode ser iniciada.

Na pesquisa de mercado busca-se encontrar o máximo de informações possíveis relacionadas a transações e ofertas de imóveis. As fontes de informações da pesquisa são: imobiliárias, anúncios em jornais e placas de ofertas.

Realizada a coleta das amostras de dados e analisadas as variáveis que serão consideradas para a estimação do valor dos imóveis, é estimada uma equação de regressão para todos os tipos de imóveis, considera-se primeiramente somente variáveis construtivas dos imóveis, através da técnica de regressão múltipla.

Definida a equação de regressão que melhor se ajusta aos dados de mercado referente as variáveis construtivas, busca-se analisar as variáveis de localização através da técnica de superfície de tendência.

Através da técnica de superfície de tendência, calcula-se o valor da localização dos imóveis. Primeiro acrescenta-se às variáveis construtivas as variáveis de localização, considera-se nesse processo como variáveis de localização as coordenadas geográficas dos imóveis, acrescenta-se cada ordem (linear, quadrática, cúbica, quártica...) do polinômio da superfície de tendência por vez, encontra-se assim uma equação de regressão para cada ordem da superfície de tendência. Através de testes de hipóteses e estatísticas complementares, verifica-se

quais são as ordens do polinômio da superfície de tendência significativas no modelo que melhor se ajusta aos dados.

Assim, as etapas do trabalho são as seguintes:

1. Definição da área de estudo: obter o material necessário: cadastro imobiliário e base cartográfica digital.
2. Coleta de dados. Esta etapa pode ser dividida nas seguintes sub-etapas:
 - 2.1. Definição das variáveis a serem levantadas na pesquisa de mercado. Procura-se aqui levantar informações que podem ser importantes na formação do valor dos imóveis, considerando variáveis relacionadas às características construtivas.
 - 2.2. Pesquisa de mercado, procura-se informações sobre todos os imóveis que estejam a venda ou já comercializados na região da área de estudo, através de visitas a imobiliárias que operam na região e através de pesquisa *in loco* onde busca-se placas com anúncios de venda de imóveis.
 - 2.3. Vistoria dos imóveis, de posse dos dados da pesquisa de mercado informados pelas imobiliárias, faz-se uma vistoria externa nos imóveis. A vistoria relacionada aos dados coletados em campo é feita simultaneamente com a coleta da oferta do imóvel.
3. Regressão Múltipla para as características construtivas dos imóveis, obtendo-se um modelo formado por uma única equação de regressão, contemplando variáveis do cadastro imobiliário.
4. Variáveis de localização. Nessa etapa busca-se as coordenadas UTM dos imóveis da amostra dos dados de mercado.
 - 4.1. Superfície de tendência. Acrescenta-se às variáveis construtivas encontradas na regressão múltipla, cada ordem do polinômio da superfície de tendência. Encontra-se equações de regressão para cada ordem do polinômio. Através de testes de hipóteses e estatísticas complementares escolhe-se o modelo que possui melhor ajuste aos dados.
5. Elaboração de mapas dos valores da localização para cada ordem do polinômio de tendência.
6. Análise da autocorrelação espacial dos resíduos através de mapas de resíduos.
7. Análise dos resultados.

MÉTODO DO TRABALHO

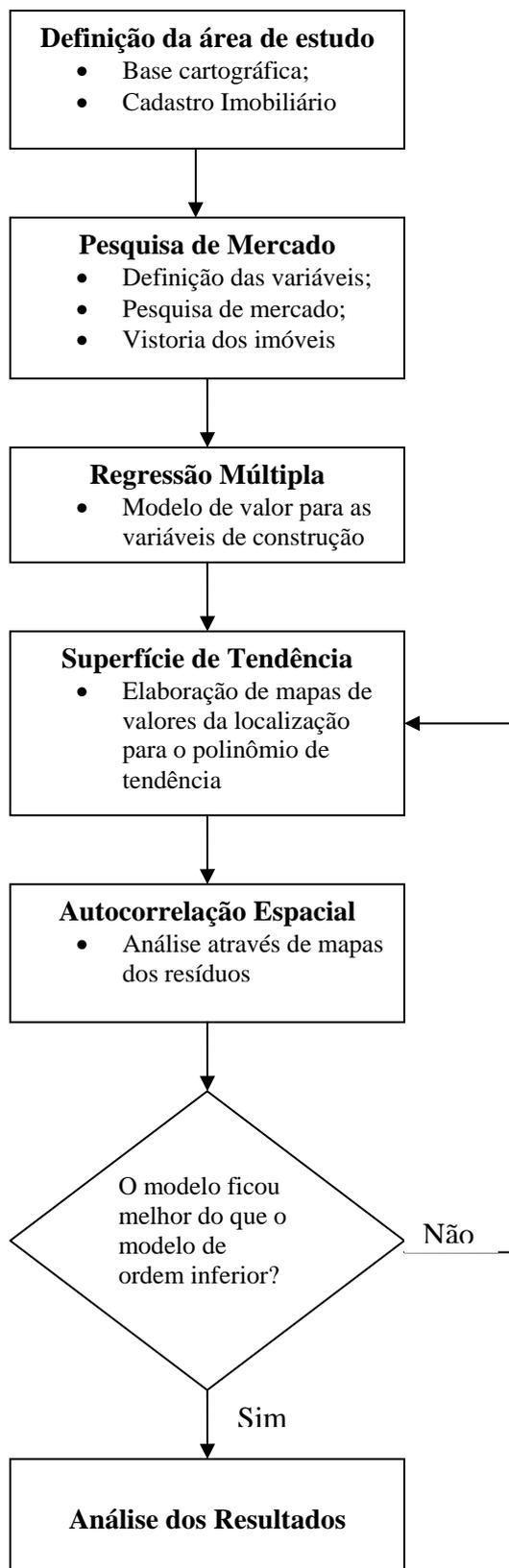


Figura 3.1 – Fluxograma do método de trabalho

CAPÍTULO IV

4 ÁREA DE ESTUDO

4.1 Considerações sobre a área de estudo

A área de estudo, distrito de Campinas, que compreende os bairros Campinas e Kobrasol, situa-se no município de São José, Estado de Santa Catarina.

O município de São José, fundado por açorianos em 26/10/1750, está localizado na Grande Florianópolis, nas coordenadas geográficas 27° 36' 52" de latitude sul e 48° 38' 19" de longitude oeste, e possui uma área geográfica de 116 km². A localização da área de estudo pode ser observada na Figura 4.1.

Para o ano de 1998, a projeção populacional feita pelo IBGE foi de 152.734 habitantes, sendo o quinto município do estado de Santa Catarina em população. No ano de 1998 São José se destacou como o sexto maior colégio eleitoral do Estado com 94.480 eleitores.

Tem como limite a leste às águas da baía sul da Ilha de Santa Catarina, a oeste São Pedro de Alcântara e Antônio Carlos, a norte Biguaçu e Florianópolis, e a sul Palhoça. É um dos grandes pólos de desenvolvimento econômico de Santa Catarina. A pequena extensão territorial e o elevado número de habitantes permanentes torna o município de São José o "de maior densidade demográfica de Santa Catarina, com 1.317 hab./km². O estado de Santa Catarina tem a média de 50 hab./Km² e Florianópolis 593 hab./Km².

O crescimento urbano acelerado do município de São José não ocorreu como um fato isolado; ele está ligado à explosão urbana de Florianópolis a partir da década de 1960. A construção da BR – 101 e de outros entroncamentos com o planalto, norte, sul, oeste de Santa Catarina e outros estados brasileiros; a criação da Universidade Federal de Santa Catarina; e as campanhas de divulgação de Florianópolis como destino turístico fizeram com que houvesse uma forte procura por imóveis nesta cidade, por as áreas serem pouco valorizadas do ponto de vista imobiliário, se comparado com a capital Florianópolis.

O distrito de Campinas foi criado pelo Decreto Legislativo Municipal nº 1.408 de 19/11/1981. Originariamente Campinas se constituía em território de passagem de tropeiros de gado provenientes da região serrana, com a finalidade de comercializar sua mercadoria em Florianópolis.

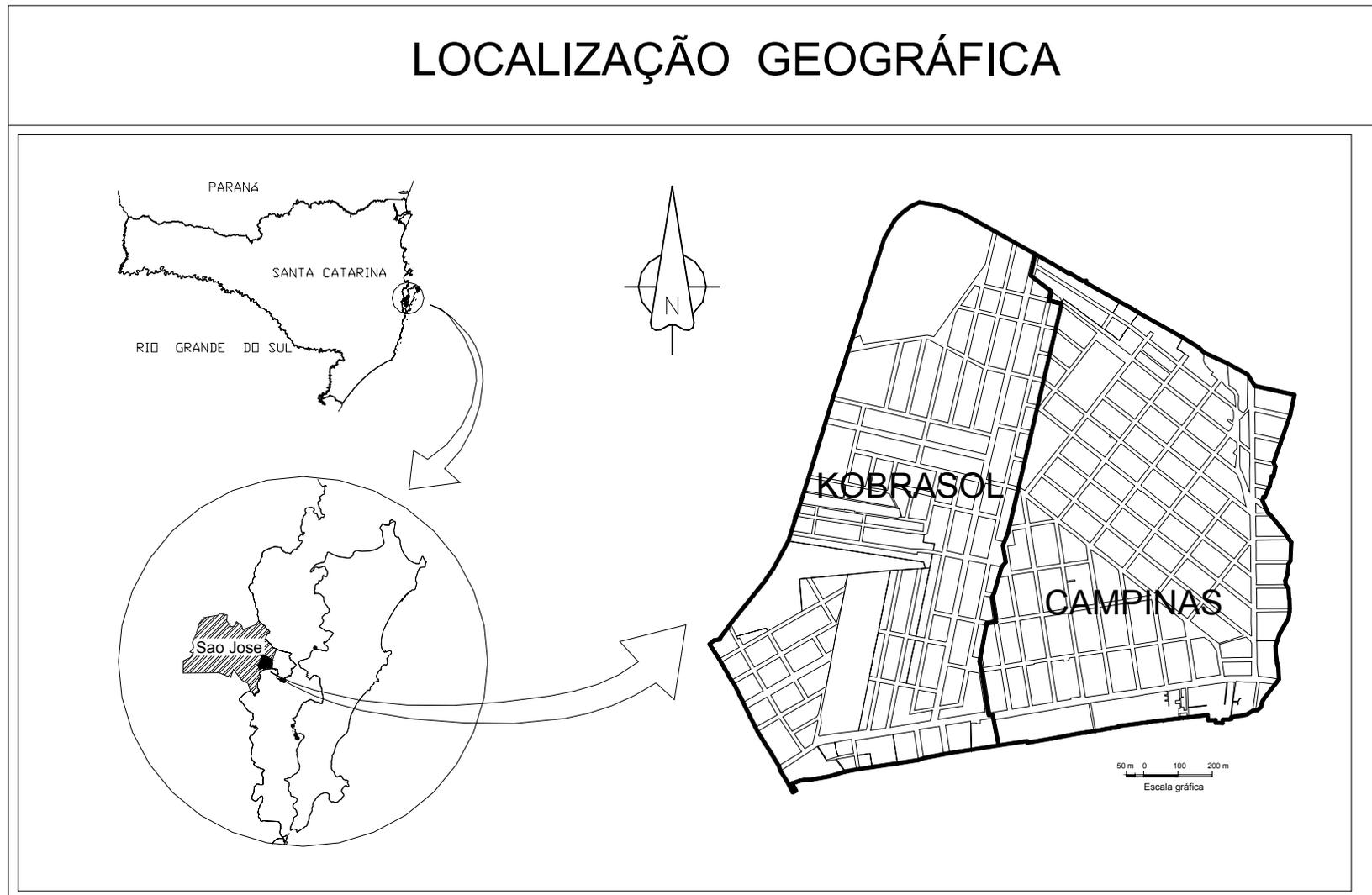
Campinas até 1950 não havia sido loteada. As poucas casas e barracos que existiam, do lado da praia, pertenciam aos pescadores, uma vez que a área sempre foi propícia à capturas de frutos do mar. Começou a ser loteada em 1955, no qual vários dos grandes comércios existentes hoje foram se instalando, diversificando as atividades comerciais.

Em 1975, três empresas formaram Kobrasol Empreendimentos S.A., com a finalidade de lotear parte do distrito de Campinas. No período compreendido entre 1977 e 1980 a empresa Kobrasol limitava as construções em seu loteamento a dois pavimentos, pois sua finalidade era a construção de casas residenciais. Entre 1980 e 1990, há liberação de quatro pavimentos, posteriormente 12 pavimentos e atualmente o plano diretor permite a construção de edifícios de até 14 pavimentos.

Sem duvida esse loteamento modificou as características do distrito de Campinas e do município de São José, e fez com que o bairro Kobrasol se tornasse o centro mais dinâmico de São José.

Hoje concentra-se no local uma série de lojas comerciais, inúmeras casas de diversão e restaurantes, um número significativo de centros educacionais e um número significativo de bancos, além de todos esses serviços oferecidos nessa região, nela também estão instalados órgãos municipais importantes.

Apesar do grande centro de comércio e prestação de serviços existentes nos bairros em estudo, a área ocupada como residencial também é expressiva. O padrão das edificações é misto, ocorrendo edificações simples até de bom padrão construtivo.



FONTE: IPUF 2002 (adaptado)

Figura 4.1 – Localização da área de estudo

4.2 Composição da amostra

A amostra analisada é composta por 186 imóveis, onde 174 são do tipo apartamento e 12 do tipo kitinete, imóveis já construídos e imóveis em diversas fases de construção.

Para a coleta de dados buscou-se primeiramente uma parceria com imobiliárias que atuam no mercado de imóveis da área de Campinas e Kobrasol, porém deparou-se com a resistência de algumas principais imobiliárias atuantes na região em fornecer informações sobre os seus imóveis em oferta.

Com a parceria de poucas imobiliárias e com um número pequeno de amostra de dados fornecidos pelas mesmas, partiu-se para a coleta de dados em campo, onde através de uma busca exaustiva a procura de placas e cartazes indicando a oferta de imóveis em todas as ruas da área em questão, e informações de ofertas de imóveis nos classificados de jornais, conseguiu-se no período de janeiro a julho de 2004 atingir um bom número de imóveis para o desenvolvimento dessa pesquisa.

A amostra coletada contempla elementos pertencentes aos diversos padrões construtivos existentes na região, com diversas idades e localizações. Foi realizada uma vistoria exterior de todos os elementos integrantes da amostra, verificando-se a localização, acessibilidade, padrão construtivo, número de blocos e características do entorno. Através da vistoria pôde-se verificar que a amostra contém elementos que representam a realidade do conjunto de apartamentos e kinitetes de Campinas e Kobrasol. A distribuição geográfica dos imóveis pode ser verificada na Figura 4.2.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 4.2 – Distribuição geográfica dos imóveis.

Com o objetivo de facilitar a compreensão dos mapas de valores da localização para a área de estudo, elabora-se um mapa com os principais pontos, ruas e avenidas a serem tomados como referência. Esse mapa verifica-se na Figura 4.3.

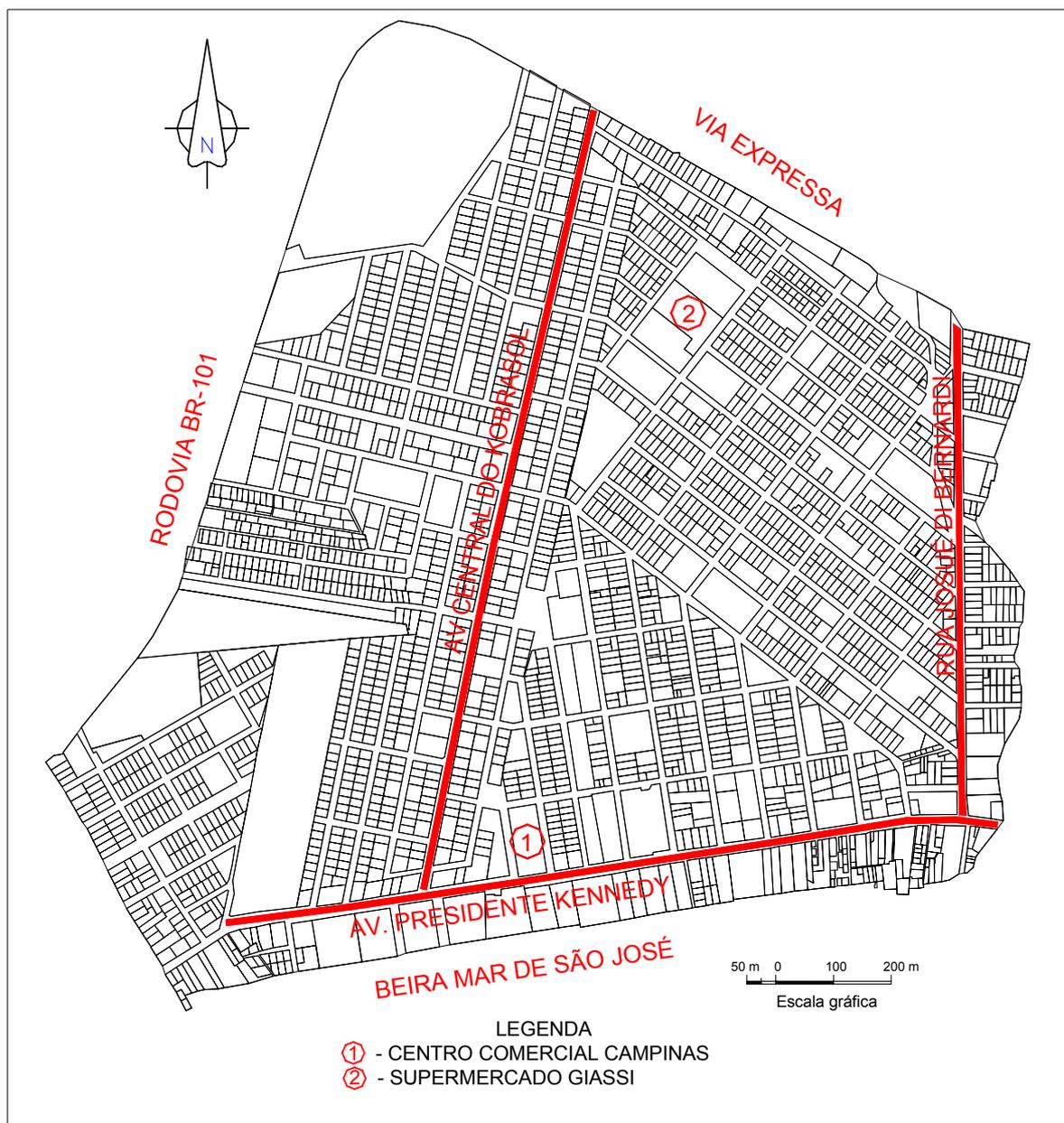


Figura 4.3 – Mapa de referências

CAPÍTULO V

5 RESULTADOS E ANÁLISES

Para encontrar a superfície de tendência que melhor explica o valor da localização na área em estudo, busca-se modelos de valor para cada ordem do polinômio de tendência.

Para o cálculo da superfície de tendência, primeiramente, definiu-se uma única equação de regressão com as variáveis de construção significativas na formação do valor para os imóveis do tipo kitinete e apartamento.

Foram testadas todas as interações entre as variáveis independentes, verificando as possíveis relações entre elas.

A variável dependente considerada em todos os modelos de valor foi o Preço Unitário de venda à vista.

A variável idade do imóvel foi testada de duas formas: como variável contínua, e separadas por faixas.

Foram testadas diversas ordens do polinômio de tendência, considerando como a melhor superfície àquela em que além de todos os pressupostos básicos atendidos, possui maior coeficiente de determinação, o menor erro padrão e menores resíduos absolutos e relativos.

As variáveis de construção para a elaboração de uma Planta de Valores Genéricos devem ser obtidas do cadastro imobiliário do município. Neste trabalho utiliza-se as variáveis do cadastro imobiliário de São José das áreas de Campinas e Kobrasol.

Tratando-se da variável padrão da construção, primeiramente buscou-se a informação do cadastro imobiliário. Porém, quando realizadas as vistorias nos imóveis constatou-se incoerência na classificação de imóveis de características semelhantes. Assim classificou-se novamente o padrão das construções dos imóveis da amostra.

Considerou-se quatro padrões de construção, conforme o cadastro imobiliário do município, sendo o padrão 1 considerado como imóveis de alto padrão, não existente na área de estudo, padrão 2 com imóveis de bom padrão

construtivo sendo imóveis com elevador, sacadas, e com até 5 anos de construção, existindo um número significativo de dados na amostra; padrão 3 imóveis com características construtivas razoáveis, imóveis com 4 pavimentos, idade acima de 5 anos, maior quantidade de blocos, abrangendo o maior número de dados da amostra, e por fim, o padrão 4 que apresenta os imóveis com características mais precárias de padrão construtivo, considerado como conjuntos habitacionais populares.

Testou-se também a variável garagem, como variável dicotômica, informando a existência ou não dessa característica no imóvel.

A variável área total deveria ser obtida do cadastro imobiliário, porém deparou-se com duas dificuldades para a obtenção dessa variável, a primeira foi em relação a falta dessa informação no cadastro, a segunda a falta de informações necessárias para a busca dessa variável no cadastro, como por exemplo número do apartamento.

Assim, a variável área total utilizada na busca por modelos de regressão foi a obtida na pesquisa de mercado.

Também foram testadas as variáveis: elevador, como variável dicotômica, e número de pavimentos como variável contínua.

5.1 Primeira etapa. Regressão Múltipla para as variáveis de construção dos imóveis.

Diversas equações de regressão foram testadas para as variáveis de construção, incluindo as interações entre as variáveis independentes, em busca do modelo que melhor representasse a formação do valor dos imóveis de Campinas e Kobrasol.

Verificados todos os testes necessários para a validação do modelo de regressão, apresenta-se a melhor equação:

$$VU = 2002,99 - 1.232,07 * APT + 1,1190 * APT_AT + 60,6517 * APT_GAR - 30,2972 * Kit_AT + 109,6011 * Novo - 79,1422 * Padrão 3 - 155,571 * Padrão 4$$

Onde:

VU = valor unitário do imóvel em R\$;

APT = variável dicotômica que indica o tipo de imóvel apartamento;

APT_AT = interação entre a variável dicotômica apto e área total;

APT_GAR = interação entre a variável dicotômica apartamento e garagem;

KIT_AT = interação entre a variável dicotômica kitinete e área total;

Novo = variável dicotômica que indica se o imóvel possui até 3 anos de construção;

Padrão 3 = variável dicotômica que indica imóvel de padrão 3;

Padrão 4 = variável dicotômica que indica imóvel de padrão 4.

Na Tabela abaixo verifica-se os principais valores referentes ao ajuste da equação, onde pode-se observar a significância dos regressores a nível de 10%, da regressão a 1%, o sinal dos regressores, e o coeficiente de determinação de 48,62%.

Tabela 5.1 – Valores da Regressão para o modelo das variáveis de construção

		Bi	Significância
Var. Independente	APT	-1.232,07	0,000222
	APT_AT	1,11	0,0061
	APT_GAR	60,65	0,0436
	Kit_AT	-30,29	0,0009
	Novo	109,60	0,0014
	Padrão 3	-79,14	0,0181
	Padrão 4	-155,571	0,0131
Var. Dependente	VU		
R	0,7111		
R ²	0,5057		
R ² _a	0,4862		
F(7,178)	26,014		
Probabilidade	<0,00000		
Erro padrão estimativa	140,17		
n	186		

Na Tabela 5.1 verifica-se que os coeficientes de todas as variáveis são significativos com nível de confiança superiores a 95,54%. O modelo encontrado classifica-se como grau III de fundamentação, segundo a NBR 14.653-2/2004.

Outliers: Apareceram oito resíduos maiores que dois desvios padrões, conforme mostra a Figura 5.1, porém não se caracterizam como pontos discrepantes devido ao tamanho da amostra e a heterogeneidade dos dados.

A Figura 5.1 com o gráfico dos Resíduos padronizados vs. Valores estimados mostra também que a variância dos resíduos tem uma dispersão menor para os valores menores. Isto evidencia problemas de homocedasticidade do modelo que através da superfície de tendência busca-se minimizar.

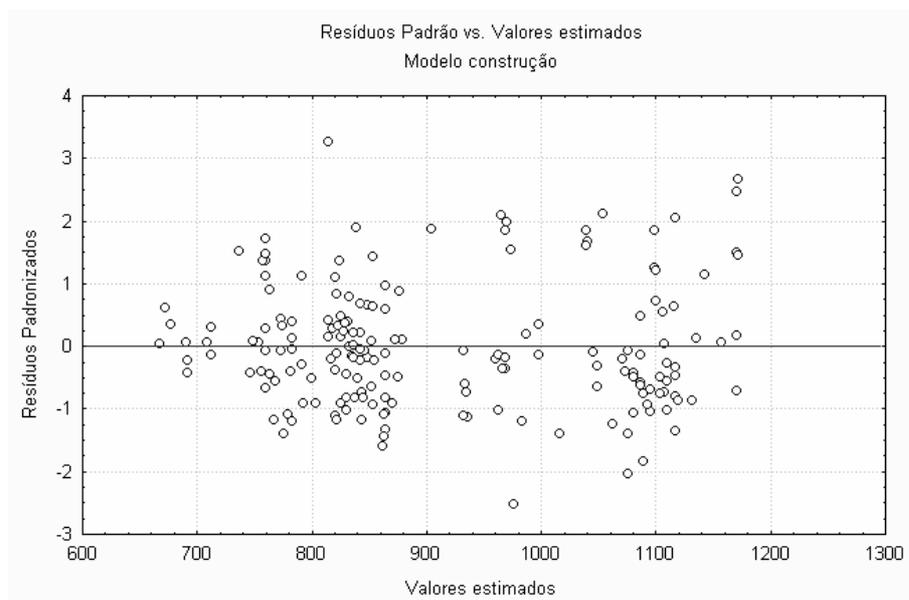


Figura 5.1 – Resíduos Padrão vs. Valores estimados para o modelo de variáveis de construção

Para analisar a normalidade dos resíduos, observa-se o gráfico dos Resíduos vs. Valor Normal Esperado na Figura 5.2, onde pode-se comprovar o ajustamento dos resíduos ao valor normal. Percebe-se que não há um bom ajustamento em relação a reta normal, devido a variáveis ainda não consideradas no modelo, como por exemplo as de localização que posteriormente serão acrescentadas.

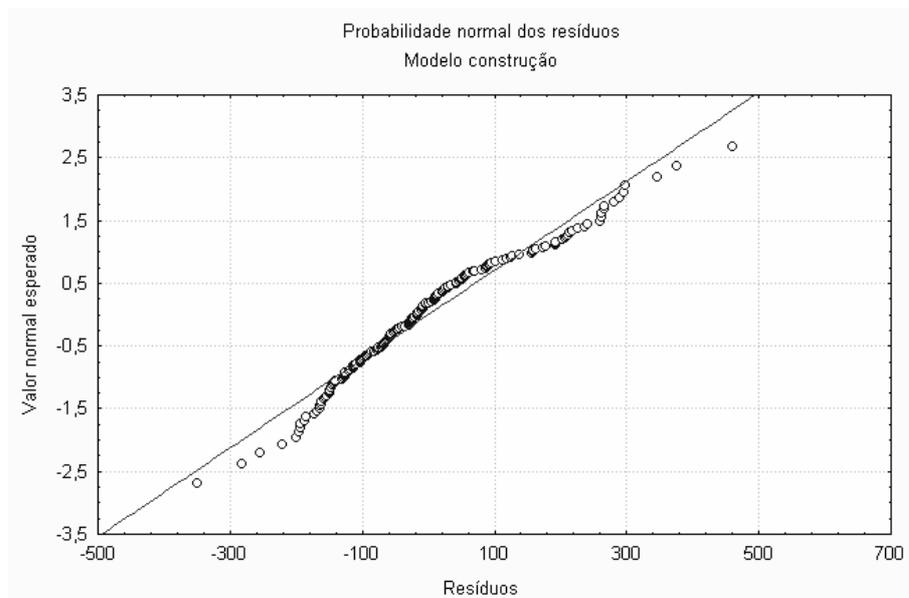


Figura 5.2 – Gráfico de normalidade dos resíduos - modelo variáveis de construção.

As correlações entre as variáveis do modelo variáveis de construção podem ser observadas na Tabela 5.2

Tabela 5.2 – Correlações entre variáveis - modelo variáveis de construção

	APT	APT_AT	APT_GAR	KIT_AT	Novo	Padrão 3	Padrão 4	VU
APT	1,00	0,53	0,40	-0,99	0,17	-0,16	-0,05	0,09
APT_AT	0,53	1,00	0,61	-0,52	0,60	-0,58	-0,09	0,55
APT_GAR	0,40	0,61	1,00	-0,39	0,34	-0,22	-0,23	0,40
KIT_AT	-0,99	-0,52	-0,39	1,00	-0,17	0,16	-0,05	-0,11
Novo	0,17	0,61	0,34	-0,17	1,00	-0,67	-0,13	0,59
Padrão 3	-0,16	-0,58	-0,22	0,15	-0,67	1,00	-0,20	-0,49
Padrão 4	-0,05	-0,09	-0,24	-0,05	-0,14	-0,16	1,00	-0,21
VU	0,09	0,55	0,40	-0,11	0,59	-0,49	-0,21	1,00

O modelo possui correlação forte entre a variável APT e KIT_AT, acima de 0,90, pelo fato do tamanho das áreas das kitinetes ser aproximadamente iguais. As demais correlações são todas abaixo de 0,67 perfeitamente aceitáveis.

Foram testadas diversas outras equações para as variáveis de construção a fim de encontrar um modelo que apresentasse um melhor ajustamento aos dados, que não apresentasse elementos suspeitos de serem *outliers* e problemas quanto a correlação forte entre as variáveis. Todas elas tiveram piores resultados, com coeficiente de determinação menores, com um valor alto de erro padrão da

regressão, além de classificar mais elementos da amostra como suspeitos a serem outliers, principalmente quando as variáveis de interação não foram consideradas nos modelos, evidenciando assim a importância dessas variáveis.

5.1.1 Estudo dos resíduos gerados pelo modelo variáveis de construção

O modelo de regressão por mínimos quadrados calcula automaticamente os coeficientes da equação de forma tal que o valor médio dos resíduos é zero, assim como a soma dos seus quadrados faz-se mínima.

Mas além de ter média zero e soma de quadrados mínima para os resíduos gerados, um modelo será tanto mais adequado, ou sua qualidade será tanto maior, quanto menores sejam os valores destes resíduos em valor absoluto, ou seja, quanto mais próximos do valor observado se encontrem os valores calculados pelo modelo.

Buscando outra medida para considerar a qualidade do modelo de inferência, Peruzzo Trivelloni (1998) sugere estatísticas para o valor absoluto dos resíduos e estatísticas calculadas para o quociente entre cada resíduo (em valor absoluto) e o respectivo valor observado. A seguir apresenta-se a média e desvio padrão do valor absoluto dos resíduos (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 – Média e desvio padrão do valor absoluto dos resíduos do modelo variáveis de construção

Valor absoluto dos resíduos (modelo variáveis de construção)	R\$
Média	106,14
Desvio padrão	87,05

Os valores dos resíduos e sua distribuição em quartis aparecem graficamente representados no Box-plot da Figura 5.3.

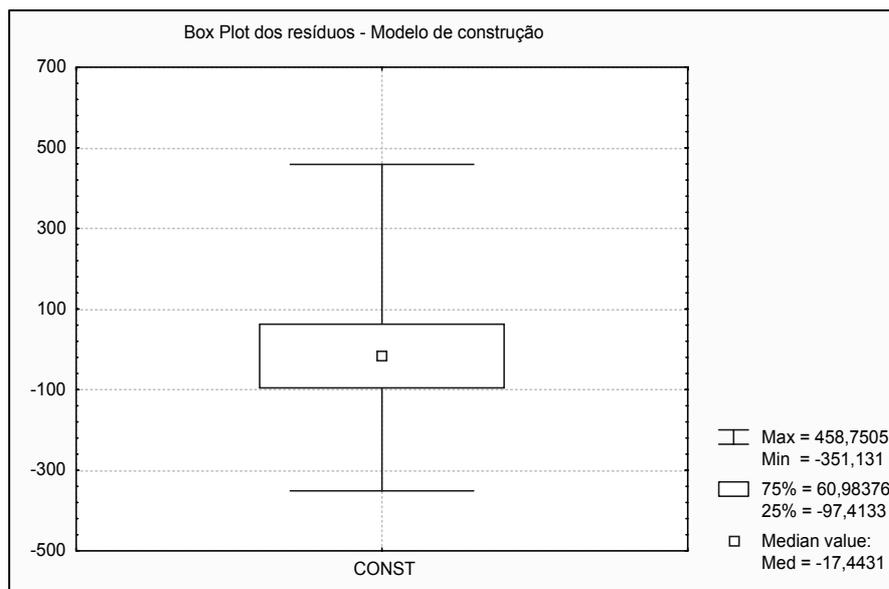


Figura 5.3 – Box-plot do valor dos resíduos do modelo construção.

Em segundo lugar, outra estatística calculada foi para o quociente entre cada resíduo (em valor absoluto) e o respectivo valor observado, para estudar assim a porcentagem do erro na estimativa em relação aos valores observados. Estes valores aparecem na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Média e desvio padrão do erro relativo do modelo das variáveis de construção

Quociente: (valor absoluto resíduo)/(valor observado)*100 → Modelo construção	%
Média	11,56
Desvio padrão	9,11

Os valores do erro percentual dos resíduos relativos e sua distribuição em quartis aparecem graficamente representados no Box-plot da Figura 5.4.

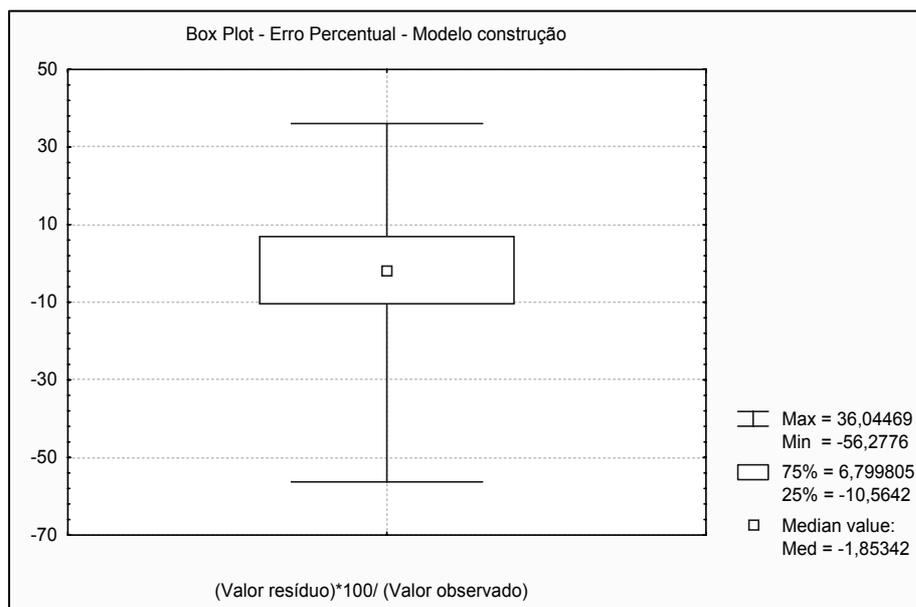


Figura 5.4 – Box-plot do erro relativo do modelo de variáveis de construção

5.1.2 Análise da autocorrelação espacial

Para obter avaliações seguras é necessário provar as hipóteses básicas do modelo para garantir que os parâmetros estimados sejam eficientes, consistentes e não tendenciosos. Quando trata-se de dados distribuídos espacialmente, como é o caso dos dados imobiliários, pode surgir erros de medidas em relação a localização exata do imóvel, assim como efeitos de interação, difusão e *spillovers* espaciais. Estas razões causam um fator adicional que deve ser considerado no modelo de regressão tradicionalmente usado e na engenharia de avaliações: a autocorrelação espacial ou dependência espacial (Dantas, 2003).

A técnica de superfície de tendência busca diminuir a existência dessa autocorrelação. Para ter uma visão espacial dos erros de estimação, na Figura 5.5 tem-se representado estes sobre o plano da área de estudo.

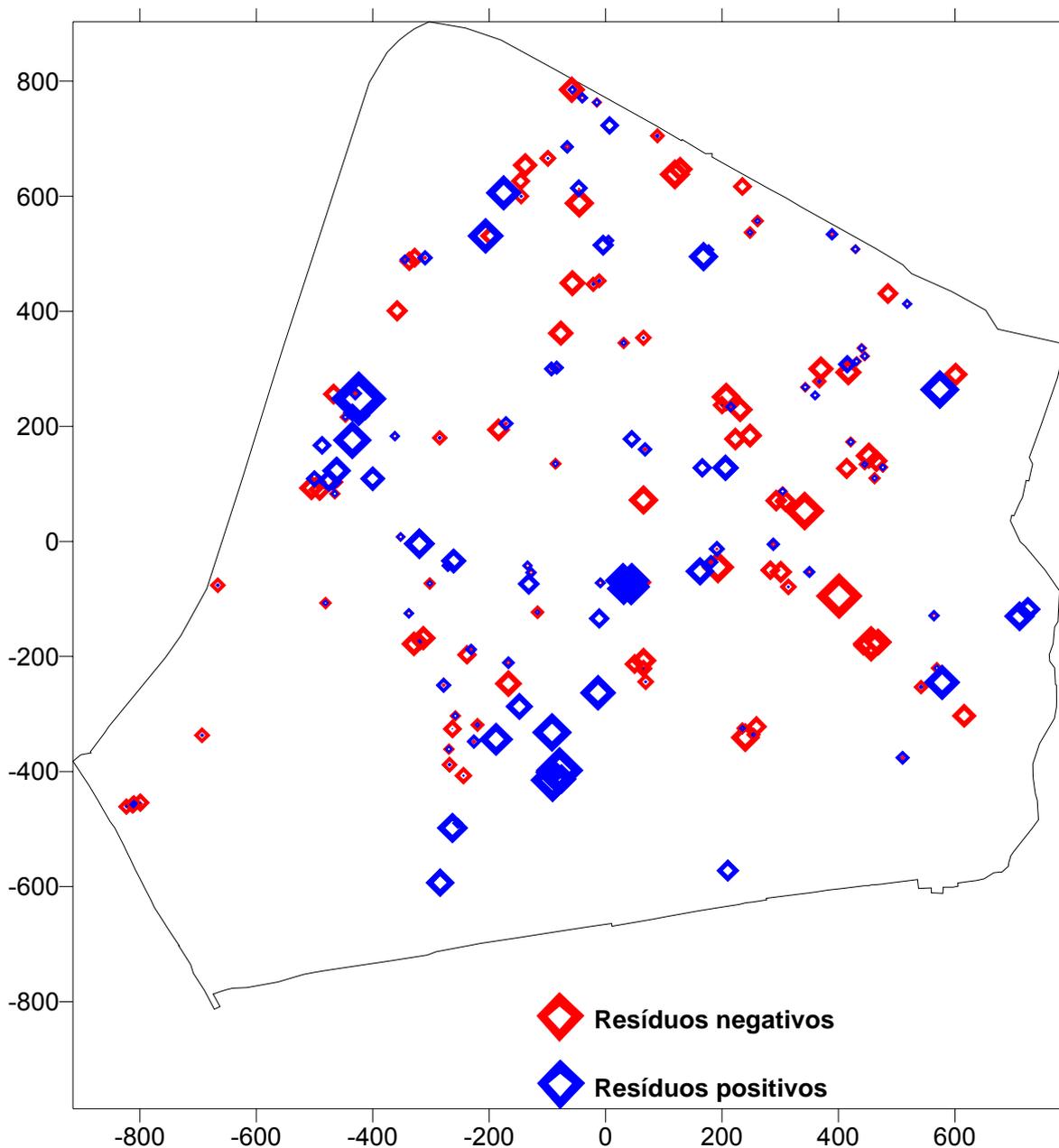


Figura 5.5 – Mapa dos resíduos – modelo variáveis de construção

Na Figura 5.5 observa-se que os erros não são uniformes, ou seja, existem resíduos de diversos valores. Na região norte da área de estudo observa-se uma concentração de resíduos de baixo valor, tanto positivos como negativos; na região central observa-se uma concentração de resíduos positivos, na região oeste há uma concentração de resíduos negativos, e ao sul há um maior número de resíduos positivos, bem como na região leste. A distribuição ideal seria resíduos positivos e negativos de valores variados em todas as regiões, sem concentração de um único tipo de resíduo, assim através da superfície de tendência busca-se minimizar os problemas apontados acima.

5.2 Segunda etapa. Superfície de tendência.

Nessa etapa do trabalho busca-se encontrar a melhor ordem do polinômio de tendência que explique o real valor da localização para a área em estudo. Sendo assim, acrescenta-se ao modelo das variáveis de construção apresentado no item 5.1 diversas ordens do polinômio de tendência.

5.2.1 Modelo Superfície de tendência de primeira ordem

Verificadas todas as hipóteses básicas para a validação do modelo, apresenta-se a seguir o modelo para a superfície de tendência de primeira ordem:

$$VU = 1.892,41 - 0,04 * E - 0,06 * N - 1.118,29 * APT + 1,01 * APT_AT + 69,60 * APT_GAR - 27,62 * KIT_AT + 105,96 * Novo - 66,26 * Padrão 3 - 155,44 * Padrão 4$$

Onde:

VU = valor unitário do imóvel em R\$;

Variáveis de localização:

Segundo Chica Olmo e Cano Guervós (199-?), para reduzir a possível presença de multicolinearidade, causados pela introdução no polinômio de tendência de variáveis correlacionadas (por exemplo, a coordenada X com a X ao quadrado), uma solução apresentada na literatura econométrica é a introdução destas variáveis em relação a um ponto central da área em estudo;

E = coordenada UTM X do imóvel medida a partir de um ponto central na amostra. A coordenada X central da área de estudo é 735702, portanto $E = X - 735702$;

N = coordenada UTM Y do imóvel medida a partir de um ponto central na amostra. A coordenada Y central da área de estudo é 6945328, portanto $N = Y - 6945328$;

Variáveis de construção:

APT = variável dicotômica que indica o tipo de imóvel apartamento;

APT_AT = interação entre a variável dicotômica apto e área total;

APT_GAR = interação entre a variável dicotômica apartamento e garagem;

KIT_AT = interação entre a variável dicotômica kitinete e área total;

Novo = variável dicotômica que indica se o imóvel possui até 3 anos de construção;

Padrão 3 = variável dicotômica que indica imóvel de padrão 3;

Padrão 4 = variável dicotômica que indica imóvel de padrão 4.

Na Tabela 5.5 verifica-se os principais valores referentes ao ajuste da equação, onde observa-se a significância dos regressores a nível de 30%, da regressão a 1%, o sinal dos regressores, e o coeficiente de determinação de 49,77%.

Tabela 5.5 – Valores da Regressão para o modelo da superfície de 1ª ordem

		Bi	Significância
Var. Independente	E	-0,04	0,2025
	N	-0,06	0,0594
	APT	-1.118,29	0,0008
	APT_AT	1,01	0,0121
	APT_GAR	69,59	0,0203
	Kit_AT	-27,62	0,0024
	Novo	105,97	0,0018
	Padrão 3	-66,26	0,0502
	Padrão 4	-155,44	0,0141
Var. Dependente	VU		
R	0,7225		
R ²	0,5221		
R ² _a	0,4977		
F(9,176)	21,367		
Probabilidade	<0,00000		
Erro padrão estimativa	138,60		
n	186		

Na Tabela 5.5 verifica-se que os coeficientes de todas as variáveis são significativos com nível de confiança superiores a 94,06%, exceto a variável E que é significativa a 79,75%. Em relação as variáveis de localização conclui-se através da significância da variável N (5,94%) que a valorização da área em estudo ocorre em direção a região sul. O modelo encontrado classifica-se como grau de fundamentação I, segundo a NBR 14.653-2 /2004.

5.2.1.1 Análise da autocorrelação espacial

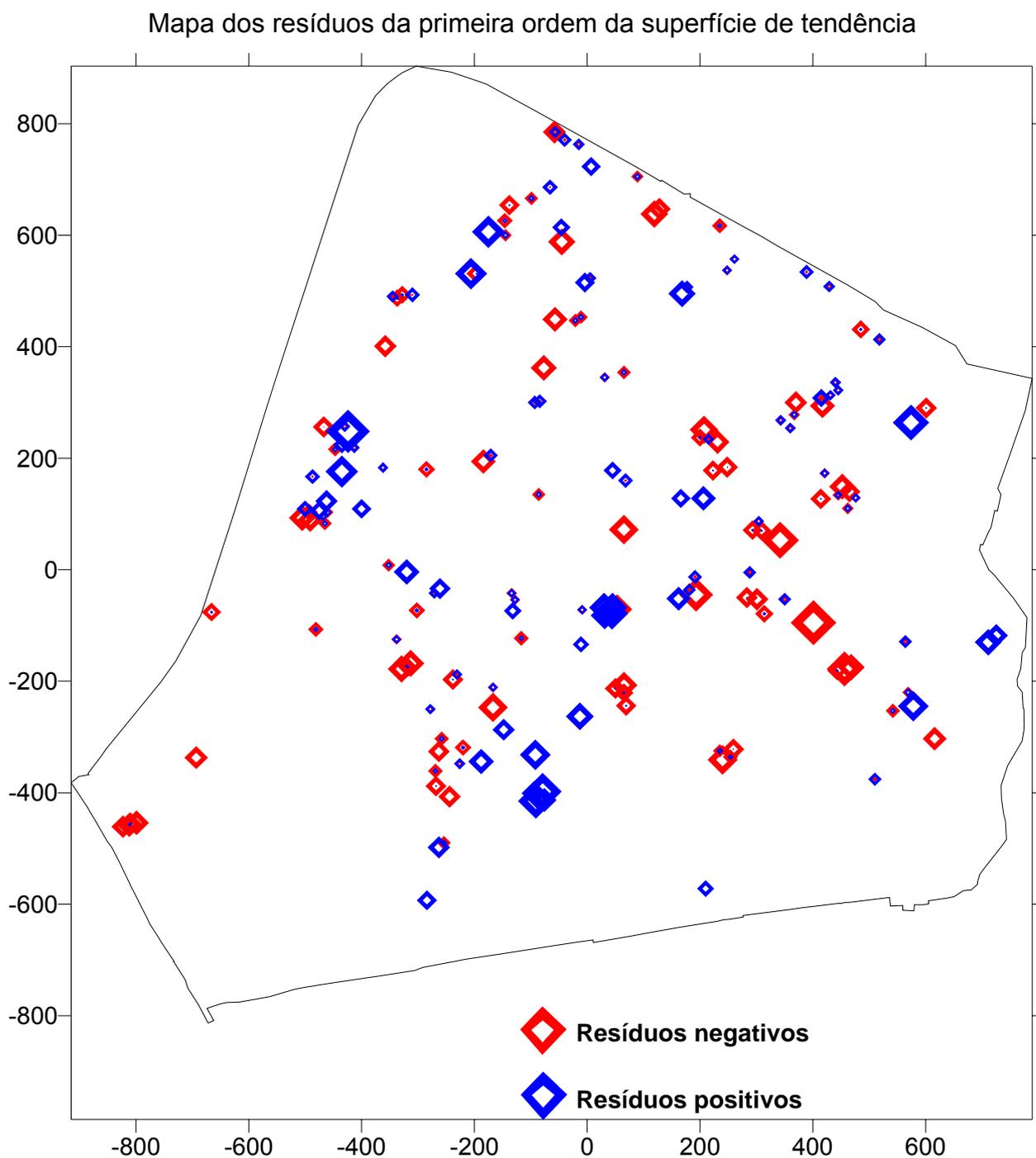


Figura 5.6 – Mapa dos resíduos – modelo superfície de tendência 1ª ordem

Na Figura 5.6 mapa dos resíduos da superfície de primeira ordem não se observa uma mudança significativa em relação as regiões descritas na análise dos resíduos da Figura 5.5 - do mapa dos resíduos das variáveis de construção.

5.2.1.2 Valor da localização para o modelo de 1ª ordem da superfície de tendência

Para estimar o valor do imóvel em determinada localização, conhecendo-se suas coordenadas E e N, assim como suas características construtivas, utiliza-se a equação apresentada do item 5.2.1.

A fim de encontrar somente o valor da localização, necessita-se das variáveis de construção e a influência dessas variáveis na constante do modelo. Segundo Chica Olmo e Cano Guervós (199-?) a forma de separar as partes correspondentes em relação a constante, é subtrair a constante encontrada no modelo de variáveis de construção da constante encontrada no modelo da superfície de tendência. A constante encontrada no modelo de variáveis de construção é 2.002,89, e a constante do modelo da 1ª ordem da superfície é 1.892,41 sendo assim a constante para o modelo de localização da superfície de 1ª ordem é - 110,48.

5.2.1.3 Modelo de localização para a 1ª ordem da superfície de tendência

$$VL = -110,48 - 0,04 * E - 0,06 * N$$

A seguir o mapa de isolinhas para o valor de localização da superfície de tendência de primeira ordem, calculado a partir da equação descrita acima:



Figura 5.7 – Mapa do valor da localização – modelo superfície de tendência 1ª ordem

Segundo Schroeder e Sjoquist (1976), um traçado do resultado de uma equação de primeiro grau apresenta ao investigador, uma visão global das tendências da variável de interesse. Na Figura 5.7 o mapa de isolinhas da equação da superfície de tendência de primeira ordem, apresenta a primeira tendência do valor de localização nas áreas de Campinas e Kobrasol: a valorização ocorre na direção Sul-Norte, obtendo os maiores valores em direção a Avenida Presidente Kennedy, uma das avenidas principais e um pólo comercial extremamente forte, na mesma direção da recente construída Beira-Mar de São José, valorizando os imóveis que possuem vista para ela, e os menores valores encontram-se em direção

a via expressa, onde tem-se um trânsito constante e extremamente perigoso, uma tendência global perfeitamente aceitável.

5.2.2 Modelo Superfície de tendência de 2ª ordem

O melhor modelo obtido para a superfície de tendência de segunda ordem:

$$VU = 1953,49 - 0,0465 * E - 0,08 * N - 0,00015 * E^2 - 1.162,25 * APT + 0,95 * APT_AT + 76,64 * APT_GAR - 28,57 * KIT_AT + 109,37 * Novo - 64,87 * Padrão 3 - 148,88 * Padrão 4$$

Onde:

VU = valor unitário do imóvel em R\$;

Variáveis de localização:

E = é a coordenada UTM X medida a partir de um ponto central na amostra. A coordenada X central da área de estudo é 735702, portanto $E = X - 735702$;

N = é coordenada UTM Y medida a partir de um ponto central na amostra. A coordenada Y central da área de estudo é 6945328, portanto $N = Y - 6945328$;

E^2 = é a variável E elevada ao quadrado;

Variáveis de construção:

APT = variável dicotômica que indica o tipo de imóvel apartamento;

APT_AT = interação entre a variável dicotômica apto e área total;

APT_GAR = interação entre a variável dicotômica apartamento e garagem;

KIT_AT = interação entre a variável dicotômica kitinete e área total;

Novo = variável dicotômica indicando se o imóvel possui até 3 anos de construção;

Padrão 3 = variável dicotômica que indica imóvel de padrão 3;

Padrão 4 = variável dicotômica que indica imóvel de padrão 4.

Na Tabela 5.6 verifica-se os principais valores referentes ao ajuste da equação, onde pode-se observar a significância dos regressores a nível de 20%, da regressão a 1%, o sinal dos regressores, e o coeficiente de determinação de 50,60%.

Tabela 5.6 – Valores da Regressão para o modelo da superfície de 2ª ordem

		Bi	Significância
Var. Independente	E	-0,04	0,1441
	N	-0,08	0,0183
	E ²	-0,00015	0,0478
	APT	-1.162,25	0,0004
	APT_AT	0,95	0,0178
	APT_GAR	76,64	0,0106
	Kit_AT	-28,57	0,0016
	Novo	109,37	0,0012
	Padrão 3	-64,87	0,0532
	Padrão 4	-148,48	0,0181
Var. Dependente	VU		
R	0,7298		
R ²	0,5327		
R ² _a	0,5060		
F(10,175)	19,952		
Probabilidade	<0,00000		
Erro padrão estimativa	137,45		
n	186		

Na Tabela 5.6 verifica-se que os coeficientes de todas as variáveis são significativos com nível de confiança superiores a 94,68%, exceto a variável E que é significativa a 85,59%. Em relação as variáveis de localização, através da significância da variável N (1,83%), percebe-se a mesma tendência da superfície de primeira ordem, valorização na direção sul da área de estudo. O modelo encontrado classifica-se como grau de fundamentação II, segundo a NBR 14.653-2 /2004.

5.2.2.1 Análise da autocorrelação espacial

Na Figura 4.11 apresenta-se o mapa dos resíduos da segunda ordem da superfície de tendência:

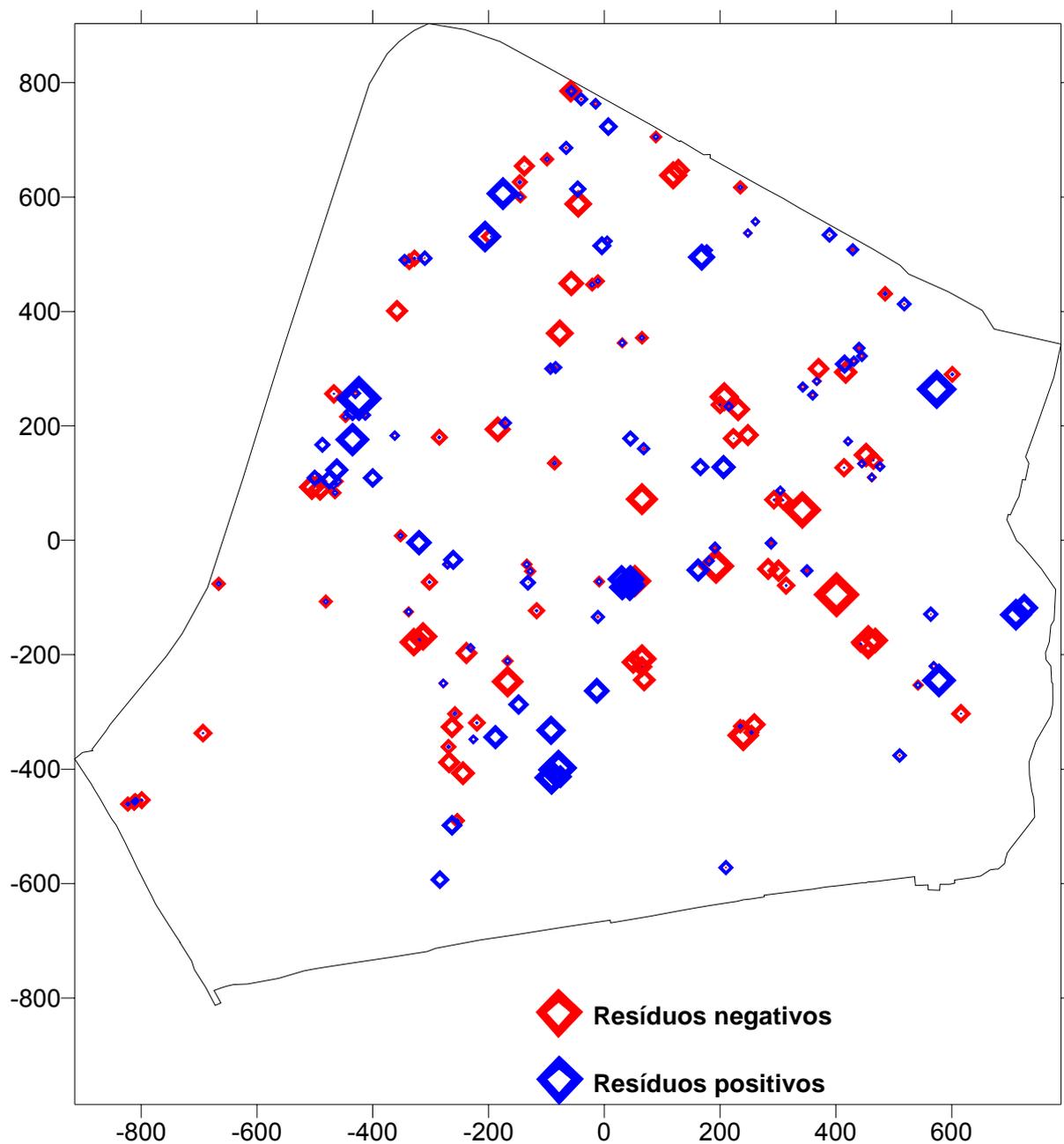


Figura 5.8 – Mapa dos resíduos – modelo superfície de tendência 2ª ordem

Comparando o mapa dos resíduos do modelo das variáveis de construção encontrado na Figura 5.5, com os resíduos do modelo da superfície de tendência de segunda ordem, percebe-se uma pequena alteração nos resíduos da região central da amostra, contemplando um número maior de resíduos negativos que era escasso no modelo de variáveis de construção. Na região sul percebe-se também uma pequena mudança onde existia uma concentração alta de resíduos positivos, nas demais regiões não há alterações importantes.

5.2.2.2 Valor da localização para o modelo 2ª ordem da superfície de tendência.

O modelo para estimar o valor da localização para a superfície de segunda ordem foi o obtido com a seguinte equação:

$$VL = -49,49 - 0,04 * E - 0,08 * N - 0,00015 * E^2$$

A partir da equação de localização acima obtém-se o mapa de isolinhas a seguir:

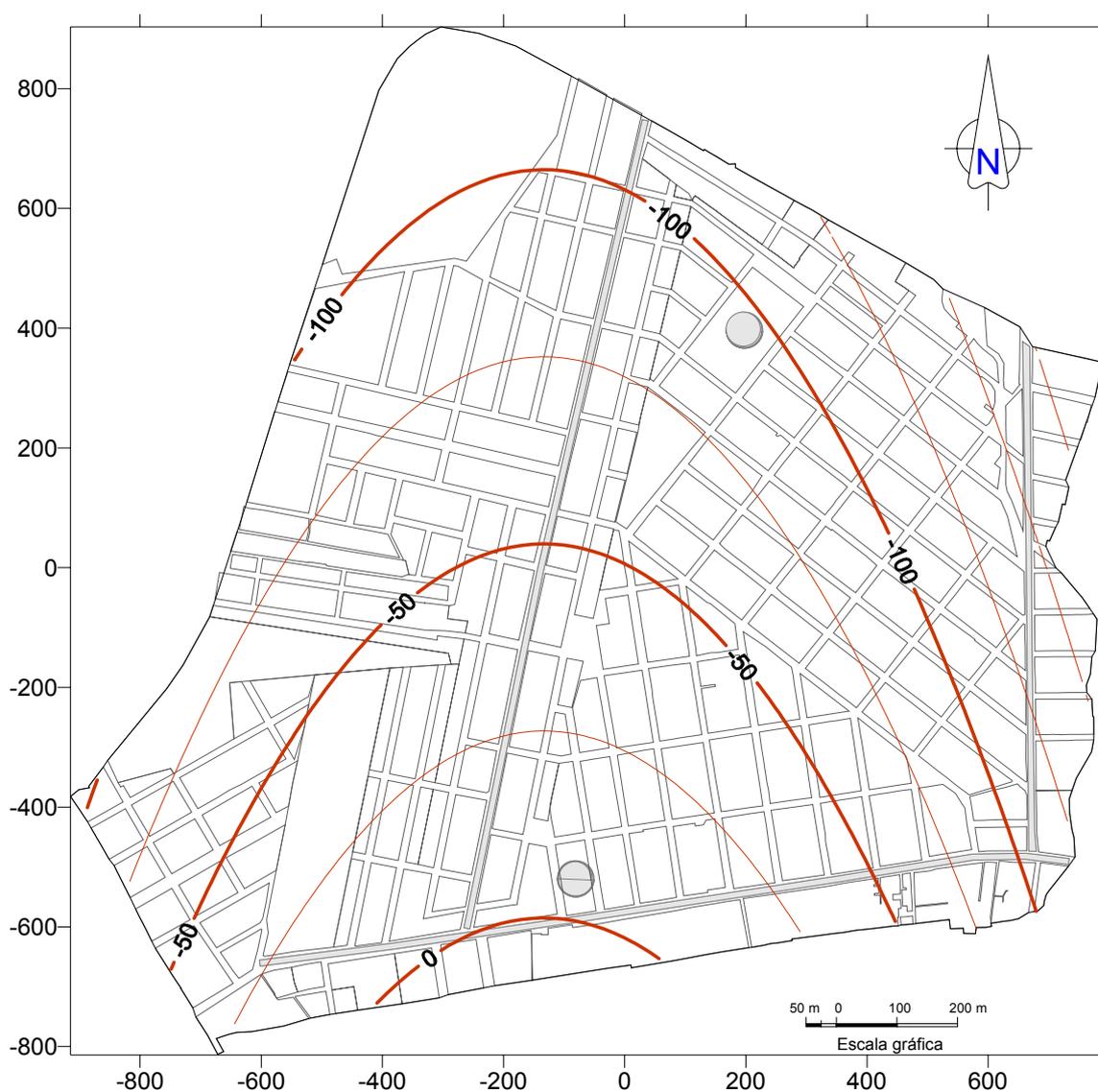


Figura 5.9 – Mapa do valor da localização – modelo superfície de tendência 2ª ordem

Schroeder e Sjoquist (1976) afirmam que o traçado de uma equação do segundo grau pode ser de interesse na fase inicial de estudos de gradiente, desde que o tal polinômio possa sugerir que a variável em estudo forma geralmente gradientes circulares que crescem ou decrescem de um ponto central. Sendo assim, a Figura 5.9 não indica um ponto central, onde conclui-se primeiramente que a área em estudo não é monocêntrica, não valoriza ou desvaloriza a partir de um ponto central, apresenta também a valorização em direção a Av. Presidente Kennedy – sul da área de estudo, e desvalorização em relação a via expressa - norte da área de estudo.

5.2.3 Modelo Superfície de tendência de terceira ordem

O melhor modelo obtido para a superfície de tendência de terceira ordem:

$$\begin{aligned} VU = & 1907,46 - 0,22 * E - 0,00035 * N^2 + 0,000000687 * E^3 - 0,000000527 * N^3 - \\ & 1.1158,68 * APT_AT + 0,68 * APT_AT + 107,57 * APT_GAR - 28,65 * KIT_AT + \\ & 135,71 * Novo - 68,65 * Padrão 3 - 121,77 * Padrão 4 \end{aligned}$$

Onde:

VU = valor unitário do imóvel em R\$;

Variáveis de localização:

E = é a coordenada UTM X medida a partir de um ponto central na amostra. A coordenada X central da área de estudo é 735702, portanto $E = X - 735702$;

N^2 = é coordenada UTM Y medida a partir de um ponto central na amostra. A coordenada Y central da área de estudo é 6945328, portanto $N = Y - 6945328$, elevada ao quadrado;

E^3 = é a variável E elevada ao cubo

N^3 = é a variável N elevada ao cubo;

Variáveis de construção:

APT = variável dicotômica que indica o tipo de imóvel apartamento;

APT_AT = interação entre a variável dicotômica apartamento e área total;

APT_GAR = interação entre a variável dicotômica apartamento e garagem;

KIT_AT = interação entre a variável dicotômica kitinete e área total;

Novo = variável dicotômica que indica se o imóvel possui até 3 anos de construção;

Padrão 3 = variável dicotômica que indica imóvel de padrão 3;

Padrão 4 = variável dicotômica que indica imóvel de padrão 4.

Na Tabela 5.7 verifica-se os principais valores referentes ao ajuste da equação, onde pode-se observar a significância dos regressores a nível de 10%, da regressão a 1%, o sinal dos regressores, e o coeficiente de determinação de 54,73%.

Tabela 5.7 – Valores da Regressão para o modelo da superfície de 3ª ordem

		Bi	Significância
Var. Independente	E	-0,22	0,0000
	N ²	-0,00031	0,0119
	E ³	-0,000000686	0,0000
	N ³	-0,000000527	0,0000
	APT	-1.158,68	0,0003
	APT_AT	0,68	0,0847
	APT_GAR	107,54	0,0005
	Kit_AT	-28,65	0,0010
	Novo	135,71	0,0000
	Padrão 3	-64,65	0,0323
	Padrão 4	-121,78	0,0452
Var. Dependente	VU		
R	0,7578		
R ²	0,5742		
R ² _a	0,5473		
F(11,174)	21,338		
Probabilidade	<0,00000		
Erro padrão estimativa	131,57		
n	186		

Na Tabela 5.7 verifica-se que os coeficientes de todas as variáveis são significativos com nível de confiança superiores a 91,53%. Em relação as variáveis de localização, não percebe-se mais uma única tendência de valorização, quando analisados a significância dessas variáveis, assim uma análise mais detalhada será apresentada através do mapa do valor da localização. O modelo encontrado classifica-se como grau III, segundo a NBR 14.653-2 /2004.

5.2.3.1 Análise da autocorrelação espacial

Na Figura 5.10 apresenta-se o mapa dos resíduos da terceira ordem da superfície de tendência:

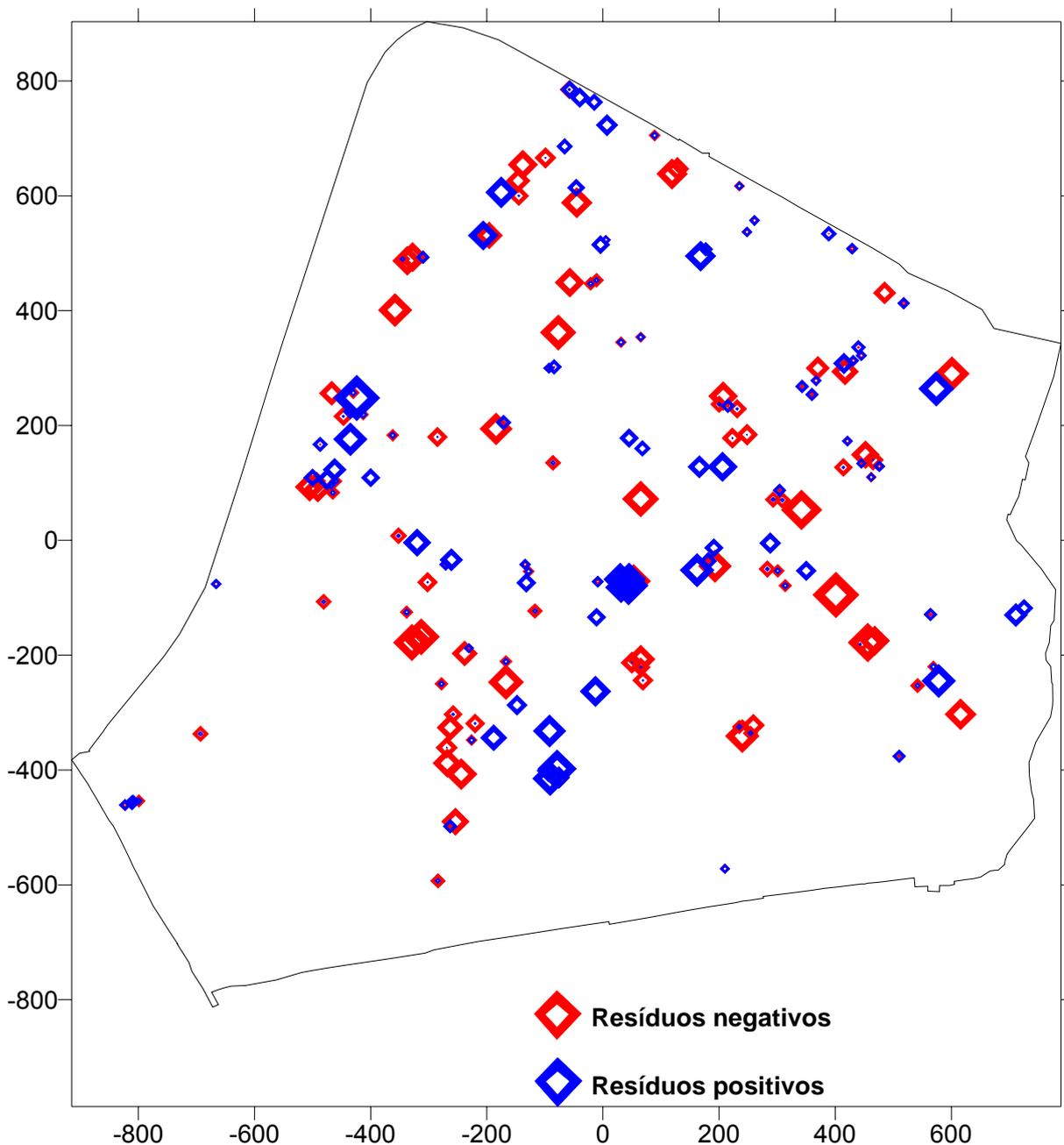


Figura 5.10 – Mapa dos resíduos – modelo superfície de tendência 3ª ordem

Os resíduos da terceira ordem da superfície de tendência apresentam uma diferença quando comparado com o modelo das variáveis de construção. Primeiramente em relação à dispersão dos resíduos na região oeste, onde não

apresenta uma concentração forte de resíduos negativos que era presente nos resíduos do modelo das variáveis de construção, em segundo, na região central também há uma melhor dispersão em relação aos resíduos negativos, na região sul a concentração alta dos resíduos positivos também foi minimizada.

5.2.3.2 Valor da localização para o modelo de 3ª ordem da superfície de tendência

O modelo obtido para estimar o valor da localização para a superfície de terceira ordem apresenta-se a seguir:

$$VL = -95,53 - 0,22 * E - 0,00035 * N^2 + 0,000000687 * E^3 - 0,000000527 * N^3$$

A partir da equação de localização acima obtém-se o mapa de isolinhas:

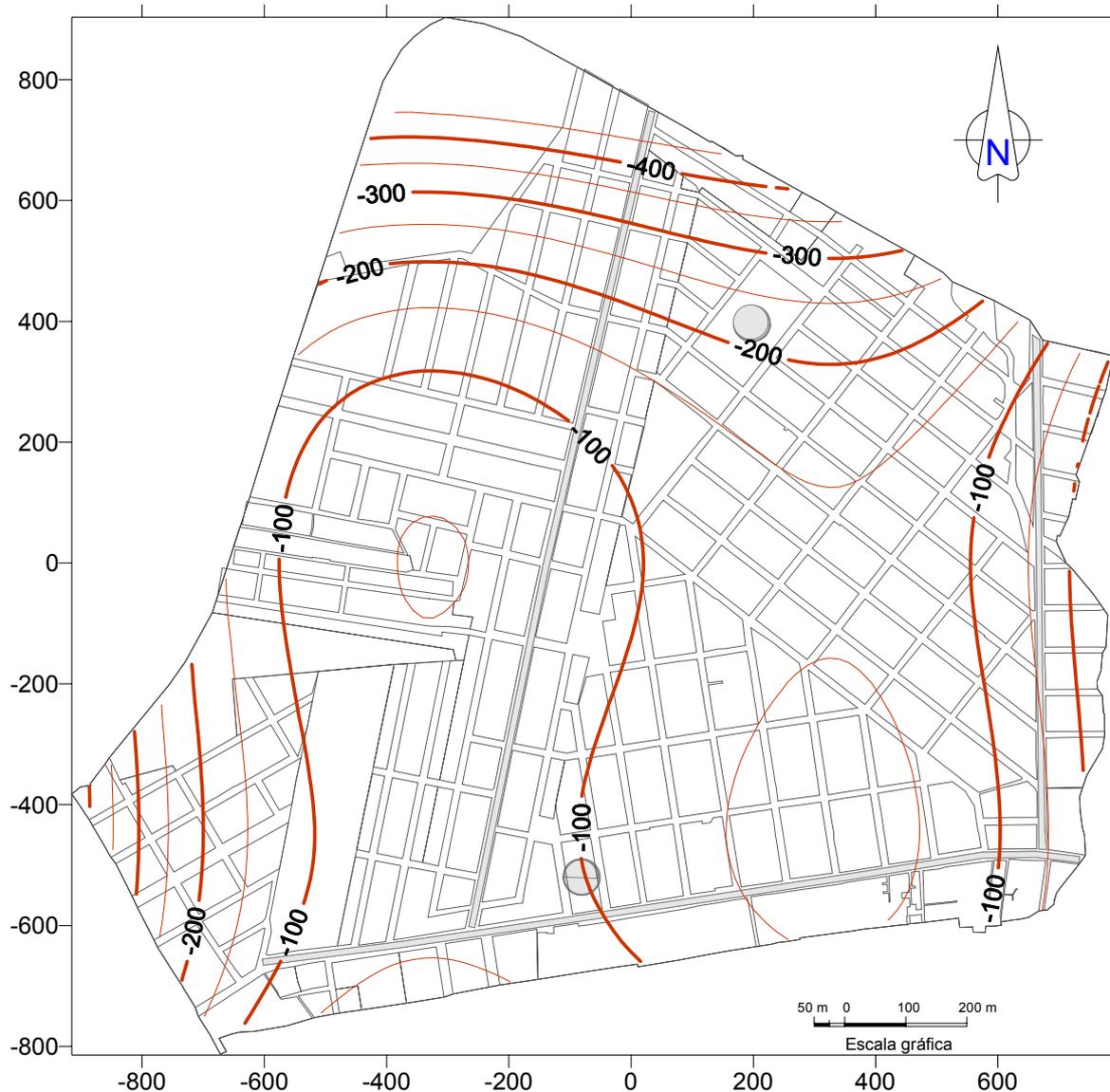


Figura 5.11 – Mapa do valor da localização – modelo superfície de tendência 3ª ordem

O terceiro e subseqüentes graus do polinômio são mais difíceis de interpretar, contudo podem sugerir pólos de valorização ou desvalorização, apresentando informações sobre a estrutura espacial de uma variável dentro da área de interesse (SCHOROEDER e SJOQUIST, 1976).

A Figura 5.11 mostra uma tendência mais realista do valor de localização. Na região oeste da área de estudo próximo a BR – 101 há uma tendência de redução do valor da localização, principalmente entre as isolinhas -50 e -100, onde temos uma região com problemas relacionados a acessibilidade, ruas muito estreitas e a existência de algumas servidões, além de existir em maior número imóveis classificados como de padrão 3 e 4.

Em direção ao supermercado Giassi percebe-se uma tendência da redução do valor da localização, sendo que nessa região não há a mesma infraestrutura quando comparada as proximidades da avenida presidente Kennedy (onde situam-se as principais infra-estruturas dos bairros, como bancos, mercados e comércio em geral) e os padrões dos imóveis situados nessa região são na maioria dos casos 3, além de estar próximo a via expressa, uma via extremamente perigosa.

5.2.4 Modelo Superfície de tendência de quarta ordem

O melhor modelo obtido para a superfície de tendência de quarta ordem:

$$\begin{aligned}
 VU = & 2.030,89 - 0,16 * E - 0,0012 * E^2 + 0,000000439 * E^3 - 0,0000011 * N^3 + \\
 & 0,00000156 * E^2 * N + 0,00000000317 * E^4 + 0,00000000125 * N^4 - 0,0000000012 * E^3 * N - \\
 & 1.210,49 * APT + 0,71 * APT_AT + 132,95 * APT_GAR - 29,67 * KIT_AT + 88,23 * Novo - \\
 & 104,09 * Padrão 3 - 141,08 * Padrão 4
 \end{aligned}$$

Onde:

VU = valor unitário do imóvel em R\$;

Variáveis de localização:

E = é a coordenada UTM X medida a partir de um ponto central na amostra. A coordenada X central da área de estudo é 735702, portanto $E = X - 735702$;

E^2 = variável E elevada ao quadrado;

E^3 = é a variável E elevada ao cubo

N^3 = é a variável N elevada ao cubo;

E^2N = interação entre a variável E^2 e N;

E^4 = variável E elevada na quarta potencia;

N^4 = variável N elevada na quarta potencia;

E^3N = interação entra a variável E^3 e N;

Variáveis de construção:

APT = variável dicotômica que indica o tipo de imóvel apartamento;

APT_AT = interação entre a variável dicotômica apartamento e área total;

APT_GAR = interação entre a variável dicotômica apartamento e garagem;

KIT_AT = interação entre a variável dicotômica kitinete e área total;

Novo = variável dicotômica que indica se o imóvel possui até 3 anos de idade;

Padrão 3 = variável dicotômica que indica imóvel de padrão 3;

Padrão 4 = variável dicotômica que indica imóvel de padrão 4.

Na Tabela 5.8 verifica-se os principais valores referentes ao ajuste da equação, onde pode-se observar a significância dos regressores a nível de 20%, da regressão a 1%, o sinal dos regressores, e o coeficiente de determinação de 59,24%

Tabela 5.8 – Valores da Regressão para o modelo da superfície de quarta ordem

		Bi	Significância
Var. Independente	E	-0,16	0,0128
	E ²	-0,0012	0,0000
	E ³	0,000000439	0,1174
	N ³	0,0000011	0,0000
	E ² N	0,00000154	0,0002
	E ⁴	0,0000000317	0,0000
	N ⁴	0,00000000125	0,0002
	E ³ N	0,0000000012	0,0496
	APT	-1.210,49	0,0001
	APT_AT	0,71	0,0585
	APT_GAR	132,95	0,0000
	Kit_AT	-29,67	0,0006
	Novo	88,22	0,0070
	Padrão 3	-104,09	0,0016
	Padrão 4	-141,085	0,0157
Var. Dependente	VU		
R	0,7908		
R ²	0,6254		
R ² _a	0,5924		
F(15,170)	18,93		
Probabilidade	<0,00000		
Erro padrão estimativa	124,85		
n	186		

Na Tabela 5.8 verifica-se que os coeficientes de todas as variáveis são significativos com nível de confiança superiores a 88,26%. Em relação as variáveis de localização, não percebe-se mais uma única tendência de valorização, quando analisadas a significância dessas variáveis, assim uma análise mais detalhada será apresentada através do mapa do valor da localização. O modelo encontrado classifica-se como grau de fundamentação II, segundo a NBR 14.653-2 /2004.

Outliers: Apareceram oito resíduos maiores que dois desvios padrões, conforme mostra a Figura 5.12, porém não se caracterizam como pontos discrepantes devido ao tamanho da amostra e a heterogeneidade dos dados.

A Figura 5.12 com o gráfico dos Resíduos padronizados vs. Valores estimados, mostra a variância dos resíduos. Ao Comparar o gráfico da superfície de

quarta ordem com o gráfico encontrado no modelo das variáveis de construção percebe-se que a tendência existente no modelo anterior não se apresenta mais no modelo final da superfície de tendência de quarta ordem, não apresentando tendências importantes dos resíduos, apresentando uma variância constante e comprovando a homocedasticidade do modelo.

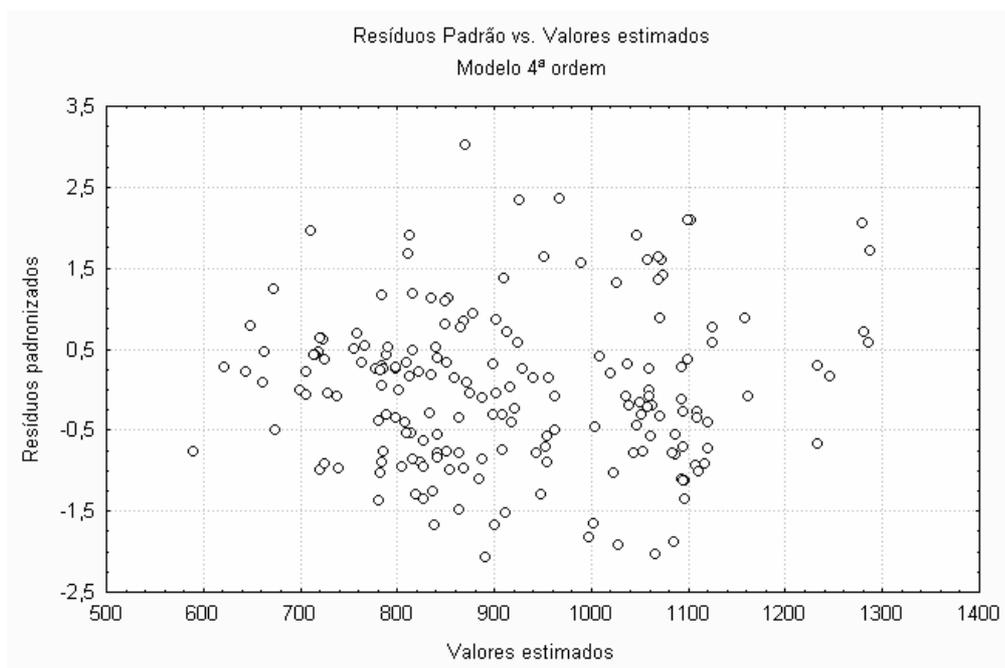


Figura 5.12 – Resíduos Padrão vs. Valores estimados para o modelo de superfície de tendência 4ª ordem

Para analisar a normalidade dos resíduos, observa-se o gráfico dos Resíduos vs. Valor Normal Esperado na Figura 5.13, onde pode-se comprovar o ajustamento dos resíduos ao valor normal. Percebe-se um bom ajustamento dos resíduos em relação a reta normal.

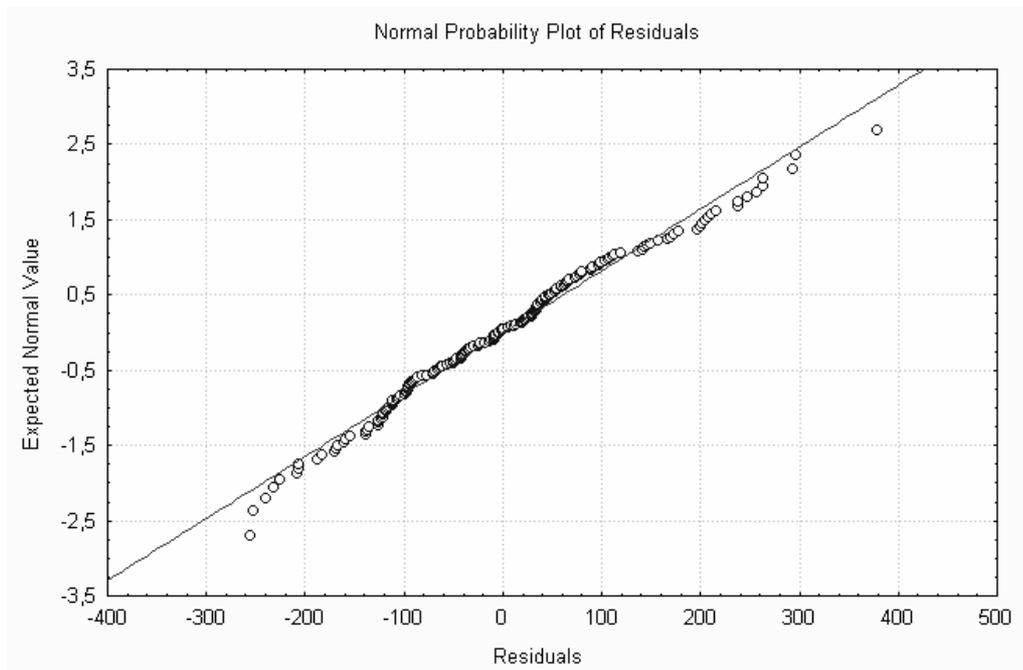


Figura 5.13 – Gráfico de normalidade dos resíduos - modelo variáveis superfície de tendência 4^a ordem

As correlações entre as variáveis do modelo de superfície de tendência de quarta ordem podem ser observadas na Tabela 5.9. O modelo de quarta ordem não apresenta problema em relação as correlações entre as variáveis de construção e as variáveis de localização, todas as correlações encontram-se abaixo de 0,23. Em relação as variáveis de localização, como já esperado, existe correlações forte entre algumas variáveis, principalmente por estar tratando de diferentes interações entre apenas duas variáveis E e N.

Tabela 5.9 – Correlações entre variáveis - modelo superfície de tendência quarta ordem

	E	E ²	E ³	N ³	E ² N	E ⁴	N ⁴	E ³ N	APT	APT_AT	APT_GAR	KIT_AT	Novo	Padrão 3	Padrão 4	VU
E	1,00	-0,17	0,82	0,10	0,36	-0,28	-0,05	-0,37	0,23	0,02	0,13	-0,21	-0,08	0,09	-0,14	-0,14
E ²	-0,17	1,00	-0,41	-0,31	-0,60	0,92	-0,19	0,61	-0,12	0,01	0,03	0,11	0,08	-0,07	0,02	0,01
E ³	0,82	-0,41	1,00	0,16	0,64	-0,58	-0,04	-0,76	0,12	-0,07	-0,03	-0,10	-0,19	0,13	-0,10	-0,09
N ³	0,10	-0,31	0,16	1,00	0,31	-0,26	0,85	-0,18	0,00	-0,12	-0,07	0,01	-0,18	0,23	0,02	-0,25
E ² N	0,36	-0,60	0,64	0,31	1,00	-0,80	0,00	-0,71	-0,12	-0,21	-0,04	0,12	-0,23	0,28	0,00	-0,12
E ⁴	-0,28	0,92	-0,58	-0,26	-0,80	1,00	-0,07	0,79	-0,02	0,07	0,04	0,02	0,17	-0,12	0,01	0,06
N ⁴	-0,05	-0,19	-0,04	0,85	0,00	-0,07	1,00	0,04	0,05	-0,04	-0,15	-0,04	-0,12	0,19	-0,01	-0,15
E ³ N	-0,37	0,61	-0,76	-0,18	-0,71	0,79	0,04	1,00	0,06	0,15	0,16	-0,05	0,23	-0,10	-0,02	0,05
APT	0,23	-0,12	0,12	0,00	-0,12	-0,02	0,05	0,06	1,00	0,53	0,40	-0,99	0,18	-0,17	0,05	0,09
APT_AT	0,02	-0,01	-0,07	-0,12	-0,21	0,07	-0,04	0,15	0,53	1,00	0,62	-0,53	0,61	-0,58	-0,09	0,55
APT_GAR	0,13	0,03	-0,03	-0,07	-0,04	0,04	-0,15	0,16	0,40	0,62	1,00	-0,40	0,35	-0,22	-0,24	0,41
KIT_AT	-0,21	0,11	-0,10	0,01	0,12	0,02	-0,04	-0,05	-0,99	-0,53	-0,40	1,00	-0,18	0,16	-0,05	-0,11
Novo	-0,08	0,08	-0,19	-0,18	-0,23	0,17	-0,12	0,23	0,18	0,61	0,35	-0,18	1,00	-0,67	-0,13	0,60
PADRÃO 3	0,09	-0,07	0,13	0,23	0,28	-0,12	0,19	-0,10	-0,17	-0,58	-0,22	0,16	-0,67	1,00	-0,20	-0,49
PADRÃO 4	-0,14	0,02	-0,10	0,02	0,00	0,01	-0,01	-0,02	0,05	-0,09	-0,24	-0,05	-0,13	-0,20	1,00	-0,21
VU	-0,14	0,01	-0,09	-0,25	-0,12	0,06	-0,15	0,05	0,09	0,55	0,41	-0,11	0,60	-0,49	-0,21	1,00

5.2.4.1 Análise da autocorrelação espacial

Na Figura 5.13 apresenta-se o mapa dos resíduos da quarta ordem da superfície de tendência:

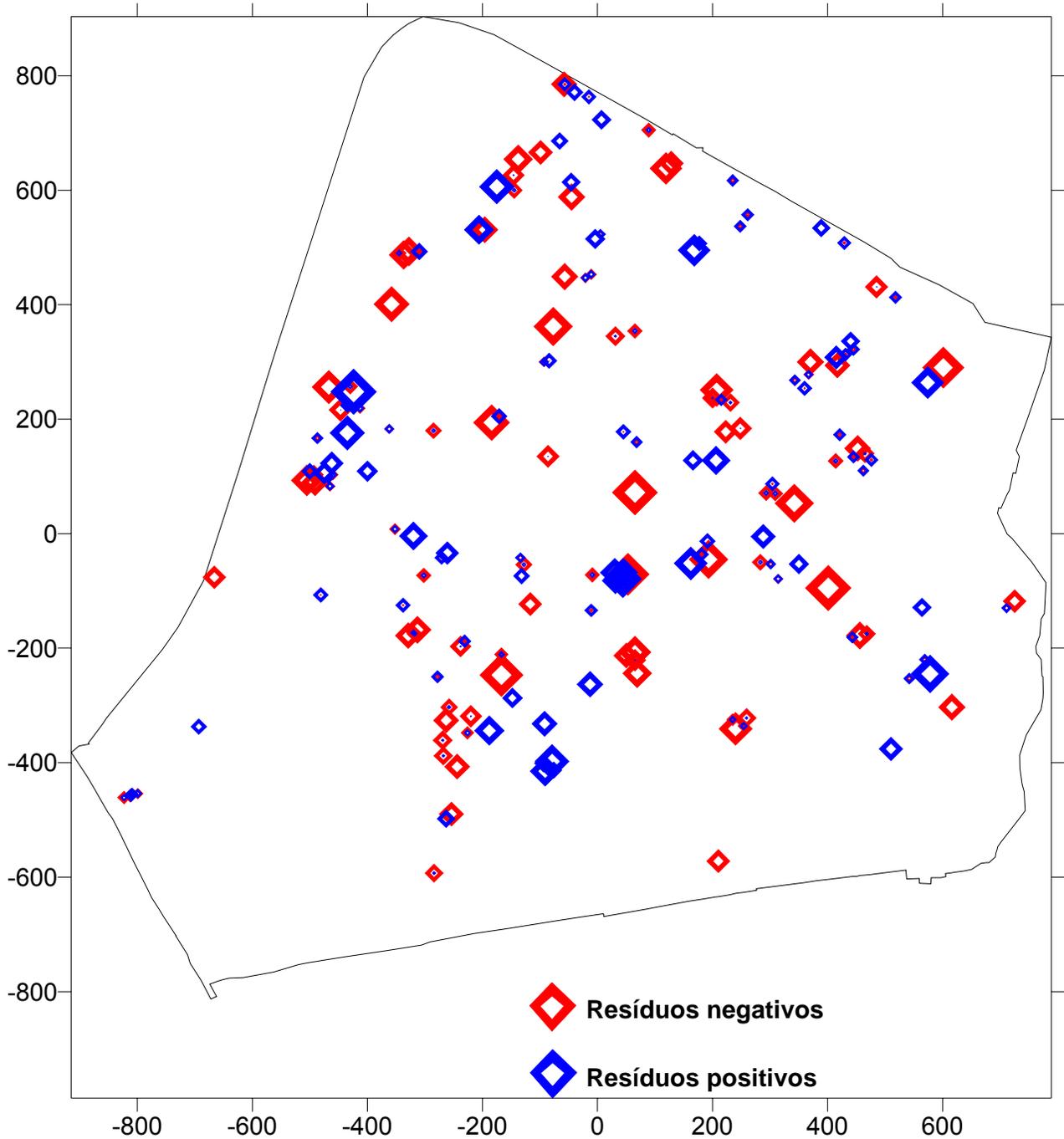


Figura 5.13 – Mapa dos resíduos – modelo superfície de tendência 4ª ordem

No mapa da Figura 5.13, a última ordem do polinômio de tendência, apresenta uma melhora significativa em relação a todas as regiões da área de estudo quando comparada aos resíduos do modelo das variáveis de construção. Há uma melhora em relação a distribuição de resíduos positivos e negativos. A concentração alta de resíduos somente de valores negativos na região oeste foi praticamente eliminada. Em relação a área central onde percebia-se uma carência de resíduos negativos também foi amenizada, na região norte, sul e leste a distribuição dos resíduos não apresenta maiores problemas.

5.2.4.2 Valor da localização para o modelo de 4ª ordem da superfície de tendência.

O modelo obtido para estimar o valor da localização para a superfície de quarta ordem apresenta-se a seguir:

$$VL = 27,90 - 0,16 * E - 0,0012 * E^2 + 0,000000439 * E^3 - 0,0000011 * N^3 + 0,00000156 * E^2 N + 0,00000000317 * E^4 + 0,00000000125 * N^4 - 0,0000000012 * E^3 N$$

A partir da equação de localização acima obtém-se o mapa de isolinhas:

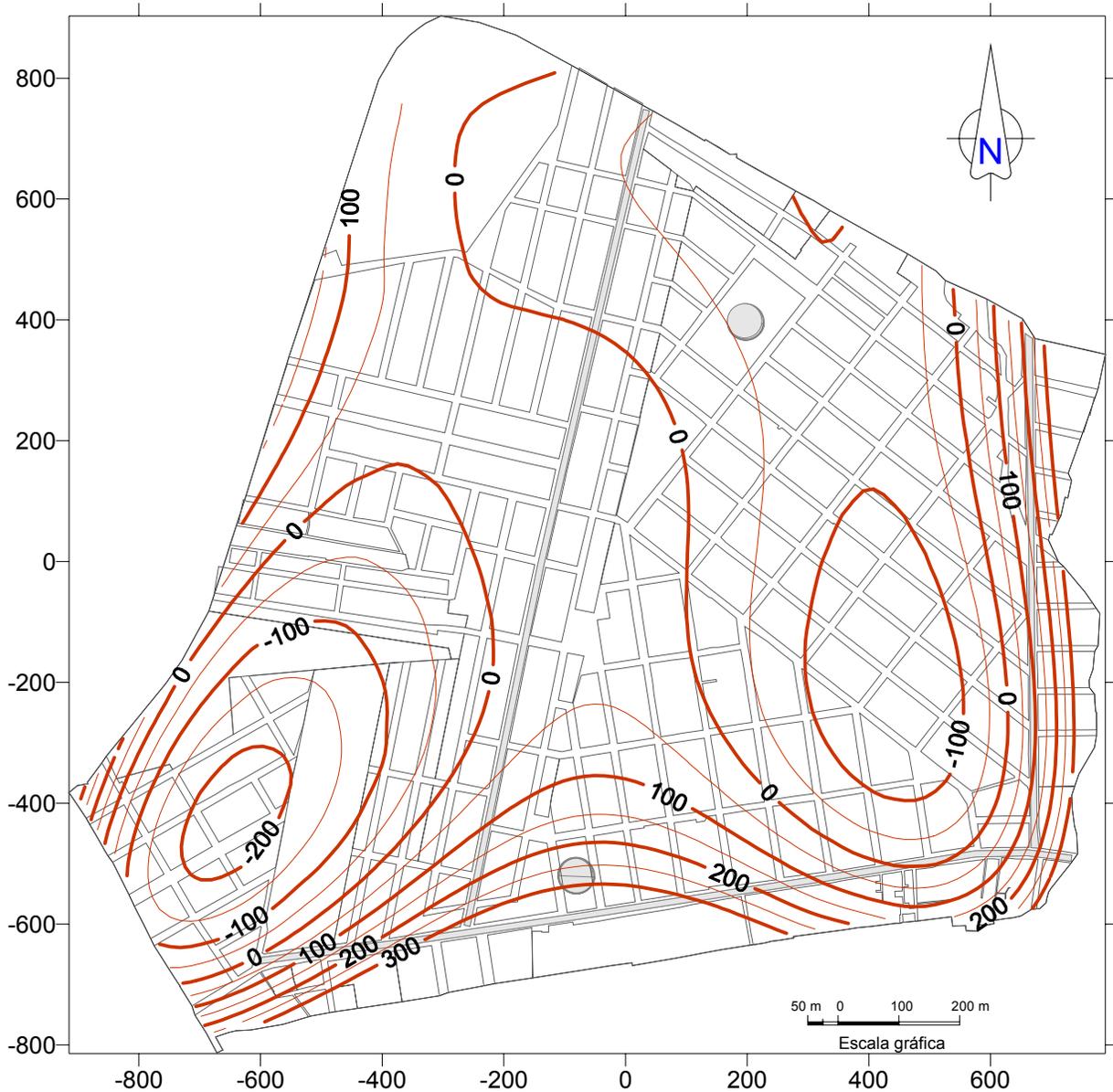


Figura 5.14 – Mapa do valor da localização – modelo superfície de tendência 4ª ordem

A Figura 5.14 – mapa do valor da localização para a última grau da superfície de tendência indica mais precisamente pólos de valorização e uma tendência bem mais próxima da realidade se comparada com a Figura 5.11 - mapa do valor da localização para a superfície de tendência de terceira ordem.

Um dos principais pontos de valorização está localizado nas proximidades do Centro Comercial Campinas, onde situam-se a maioria dos imóveis de padrão

construtivo 2, o melhor padrão considerado na amostra dos dados, em direção a Avenida Presidente Kennedy, onde encontra-se toda a infra-estrutura necessária.

Outro pólo importante que se destaca é na região sudoeste da área de estudo, tomando como referência a isolinha -200, localizado distante das principais infra-estruturas dos bairros, e somente com um acesso para as principais avenidas e comércios.

Na região leste também há um pólo de desvalorização, tomando como referência a isolinha -100, onde se encontra em maior número imóveis classificados como padrão 3 e 4.

Também foram testadas outras ordens maiores do polinômio de tendência, porém a partir da quinta ordem, as variáveis de localização (coordenadas UTM's), não foram mais significativas, o que indica que para a área de estudo a superfície de quarta ordem é a que proporciona melhor resultado e que mais se aproxima da realidade.

5.2.4.3 Estudo dos resíduos gerados pelos modelos da superfície de tendência

Apresenta-se nas Tabelas 5.10 e 5.11 um resumo do estudo estatístico dos valores dos resíduos em valor absoluto e do quociente (Valor Absoluto Resíduo)/(Valor Observado) para os modelos da superfície de tendência, e também, para efeitos de comparação, do modelo das variáveis de construção.

Tabela 5.10 - Estudo dos resíduos para a superfície de tendência e o modelo de variáveis de construção.

Resíduo	Média	Desvio padrão	Mínimo	Quartil Inferior	Mediana	Quartil Superior	máximo
construção	106,14	87,05	-351,13	-97,41	-17,44	60,98	458,75
1ª ordem	106,08	83,51	-339,73	-104,19	-16,11	69,42	437,73
2ª ordem	104,26	83,31	331,52	-93,40	-18,19	68,97	444,34
3ª ordem	100,46	78,32	-278,56	-86,86	-13,30	79,15	393,35
4ª ordem	94,57	73,01	-256,77	-94,47	-4,67	65,07	378,21

Através das estatísticas apresentadas na Tabela 5.10 percebe-se uma redução na média dos resíduos do modelo das variáveis de construção para o modelo da superfície de quarta ordem de 11,57, já para o desvio padrão a redução foi de 14,04. Em relação a mediana, os quartis inferiores e superiores e em relação ao resíduo mínimo e máximo, dos resíduos relativos a tendência também é de redução do valor. Indicando que o melhor ajuste dos resíduos ocorre na quarta ordem do polinômio de tendência. Os valores dos resíduos em valor relativo e sua distribuição em quartis aparecem graficamente representados no Box-plot da Figura 5.15.

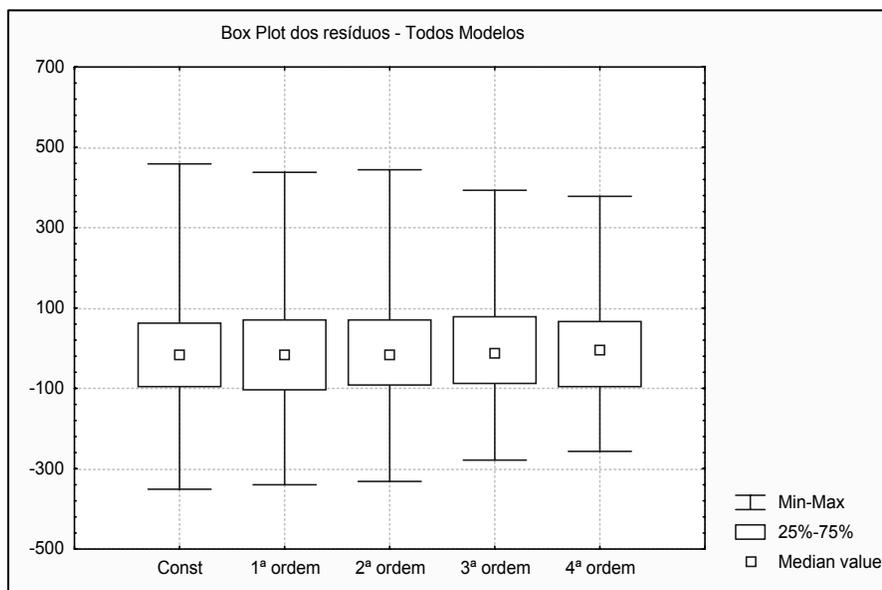


Figura 5.15 – Box-plot do valor dos resíduos – comparação entre a totalidade dos modelos

Em relação a estatística calculada para o quociente entre cada resíduo (em valor absoluto) e o respectivo valor observado, para estudar a porcentagem do erro na estimativa em relação aos valores observados, percebe-se a mesma tendência, redução do erro percentual dos resíduos em relação ao modelo das variáveis de construção para o modelo da superfície de quarta ordem. Estes valores aparecem na Tabela 5.11.

Tabela 5.11 - Estudo do erro relativo (%) para a superfície de tendência e o modelo de variáveis de construção

Resíduo	Média	Desvio padrão	Mínimo	Quartil inferior	Mediana	Quartil superior	máximo
construção	11,56	9,11	-56,27	-10,56	-1,85	6,80	36,04
1ª ordem	11,52	8,56	-54,45	-11,76	-1,77	7,40	34,39
2ª ordem	11,38	8,65	-53,13	-11,10	-1,99	7,64	34,91
3ª ordem	10,98	8,19	-44,64	-11,08	-1,31	7,67	30,90
4ª ordem	10,48	7,92	-41,15	-10,19	-0,57	7,36	29,71

Os valores do erro percentual relativo e sua distribuição em quartis aparecem graficamente representados no Box-plot da Figura 5.16.

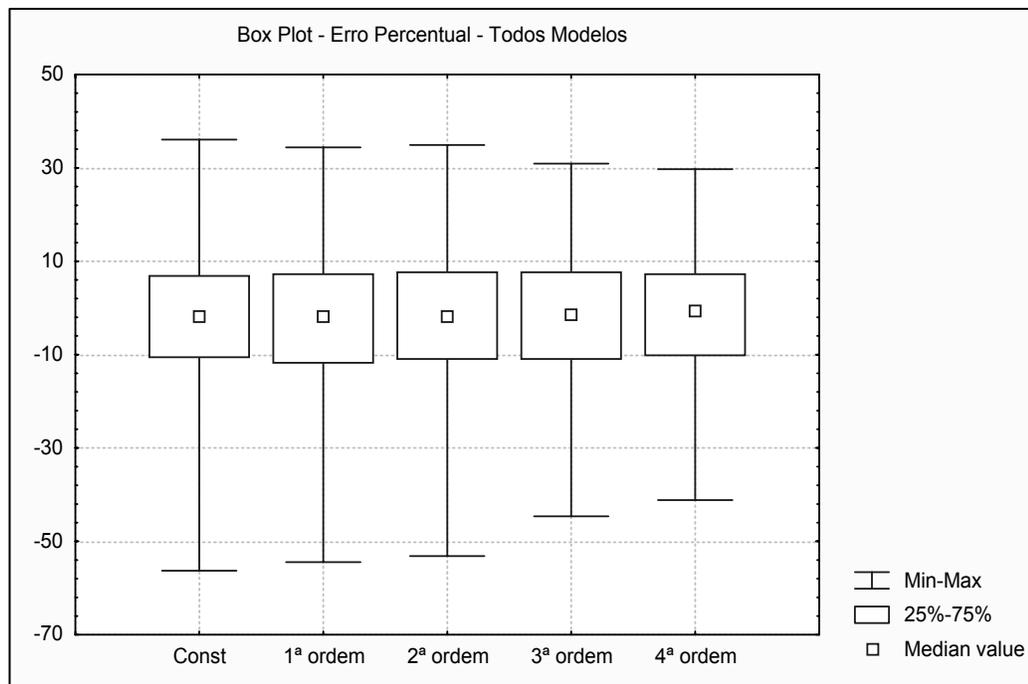


Figura 5.16 – Box-plot do erro percentual dos resíduos relativos – comparação entre a totalidade dos modelos

5.2.4.4 Validade do modelo

Analisando as isolinhas geradas pelos modelos de superfície de tendência, percebe-se principalmente nos modelos de 3ª e 4ª ordem, que nos limites da área em estudo há uma redução ou aumento brusco do valor da localização. Isso ocorre pela falta de elementos amostrais nessas áreas.

Para tentar minimizar esse problema uma das soluções que pode vir a ser adotada quando não existe amostra até os limites é buscar elementos além da delimitação da área, obtendo um resultado mais preciso.

Neste trabalho não encontrou-se dados de mercado além da delimitação da área de estudo, ao oeste tem-se Florianópolis, percorreu-se toda a área limite, não encontrando nenhuma informação amostral, ao sul temos o limite com o mar e a leste a BR – 101, na região norte não temos problemas relacionados a falta de elementos amostrais. Sendo assim, há um risco de considerar as isolinhas nos limites da área de estudo, onde há falta de elementos amostrais.

O mapa da Figura 5.17- mapa do valor da localização para a superfície de quarta ordem em 3D, apresenta claramente os problemas relacionados aos valores nos limites da área de estudo, onde ocorre a extrapolação pelo fato de não existir amostras nessas áreas.

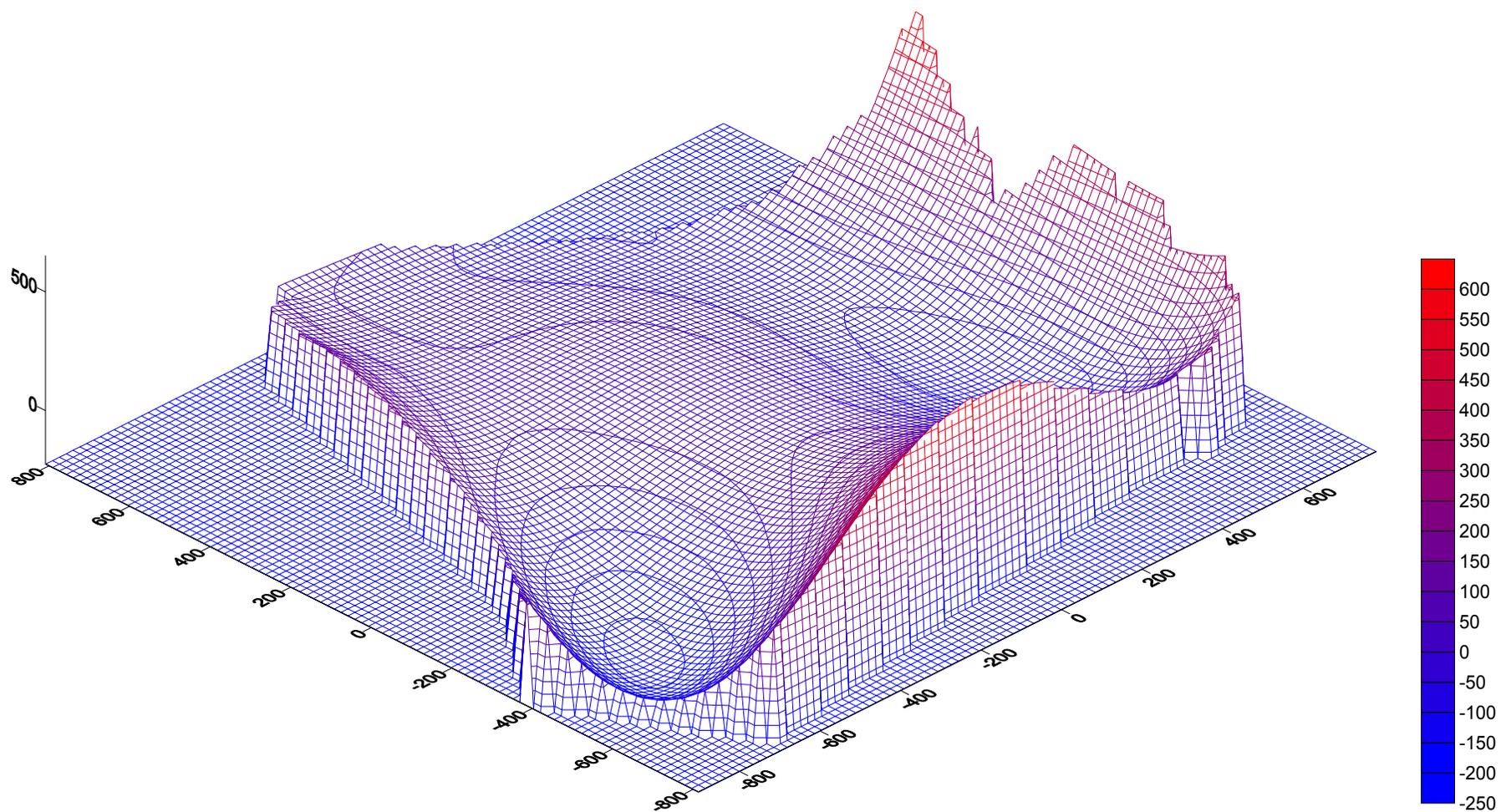


Figura 5.17 – Mapa do valor da localização – modelo superfície de tendência 4ª ordem

5.2.4.5 Aplicação do método

Visando a elaboração da Planta de Valores de apartamentos do município, calcula-se para todas as faces de quadra da área de estudo o valor do metro quadrado de um imóvel padrão.

Adotou-se como imóvel padrão aquele que apareceu com mais incidência na área em questão. Sendo assim, o imóvel padrão adotado para elaborar a Planta de Valores da área de estudo, os bairros de Campinas e Kobrasol, do município de São José é:

Tipo: apartamento

Área total: 70,00 m²

Garagem: sim

Padrão: 3

Para o cálculo da Planta de Valores utiliza-se a melhor equação obtida na técnica de superfície de tendência, nesse estudo, a de quarta ordem.

A equação utilizada para o cálculo da Planta de Valores obtida no modelo de superfície de tendência de quarta ordem é:

$$\begin{aligned} VU = & 2.030,89 - 0,16 * E - 0,0012 * E^2 + 0,000000439 * E^3 - 0,0000011 * N^3 + \\ & 0,00000156 * E^2 * N + 0,00000000317 * E^4 + 0,00000000125 * N^4 - 0,0000000012 * E^3 * N - \\ & 1.210,49 * APT + 0,71 * APT_AT + 132,95 * APT_GAR - 29,67 * KIT_AT + 88,23 * Novo - \\ & 104,09 * Padrão 3 - 141,08 * Padrão 4 \end{aligned}$$

Em relação aos valores calculados pelo modelo para a elaboração da Planta de Valores de apartamentos e através das análises já descritas no capítulo anterior sobre a validade dos modelos, não são considerados válidos os valores calculados para todos os limites da área de estudo. Sendo assim, os valores calculados que se encontram em vermelho não podem ser considerados como valores reais para a Planta de Valores de apartamentos. Estes foram mantidos na Planta de Valores Genéricos apenas para destacar esse fato.

Na Figura 5.18 encontra-se a Planta de Valores das áreas de Campinas e Kobrasol, calculado o valor do imóvel padrão para cada face de quadra.

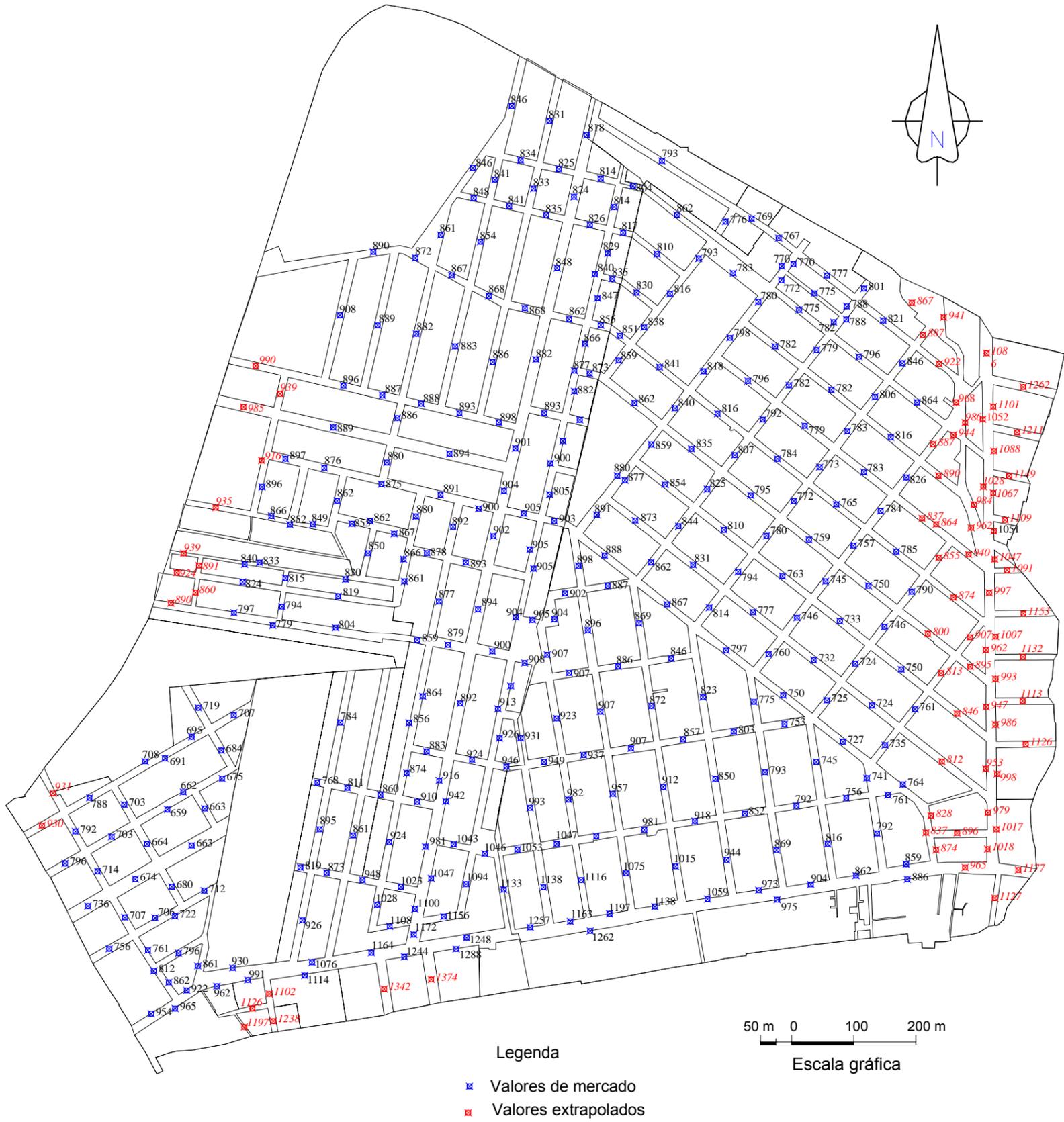


Figura 5.18 – Planta de Valores Genéricos (R\$/m²) para apartamentos da área de estudo

CAPÍTULO VI

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 Conclusões

6.1.1 Sobre o modelo de regressão para as variáveis de construção

As variáveis obtidas do cadastro imobiliário da prefeitura municipal de São José, para as áreas de Campinas e Kobrasol, foram suficientes para elaborar um bom modelo de regressão para as variáveis de construção, demonstrando assim, que cadastros com informações úteis e atualizadas, relacionadas aos imóveis são importantes na busca por um modelo de avaliação de imóveis.

As interações entre variáveis testadas na busca pelo melhor modelo de regressão mostraram-se importantes, melhorando significativamente os modelos quando estas foram acrescentadas, evidenciando assim, que as variáveis não podem ser consideradas de forma isolada. Muitas características do mercado imobiliário não são explicadas somente por um fator, e sim pela interação de alguns fatores.

Em relação aos testes estatísticos tradicionais verificados no modelo de regressão, observou-se através do gráfico de normalidade dos resíduos e homocedasticidade, que apesar do modelo contemplar todas as características de construção, a não consideração das variáveis de localização provoca uma pequena tendência nos resíduos levando à modelos heterocedásticos.

6.1.2 Sobre a técnica de Superfície de Tendência

Na técnica de análise de superfície de tendência percebeu-se uma melhora significativa no que diz respeito aos resultados das estatísticas básicas dos modelos, diminuindo a cada ordem do polinômio acrescentada, a tendência nos resíduos que percebia-se nos testes de homocedasticidade do modelo das variáveis de construção; em relação a reta de normalidade dos resíduos, também há um melhor ajuste dos dados.

Em relação a qual ordem do polinômio de tendência melhor explica a realidade dos dados amostrais, a bibliografia já apresentava a quarta ordem como a melhor ordem do polinômio de tendência para valores imobiliários. Neste trabalho comprovou-se isto, sendo que os polinômios de ordens superiores a quarta não se mostraram significativos no que diz respeito aos pressupostos básicos.

A análise detalhada dos resíduos que foi elaborada para todos os modelos obtidos mostra que o modelo do polinômio de tendência de quarta ordem é o que apresenta resíduos menores. Comparando os resultados obtidos, o valor médio dos resíduos em valor absoluto diminuiu de 106,41 no modelo para as variáveis de construção para 94,57 para o modelo de superfície de tendência de quarta ordem. A média do erro relativo diminuiu de 11,56% para 10,48% para o modelo de quarta ordem.

6.1.3 Sobre o valor da localização

Os mapas dos valores de localização apresentam as tendências de valorização observadas na região. Através da análise dos mapas de cada ordem do polinômio percebe-se a evolução da tendência do valor da localização, onde temos que o modelo de primeira ordem apresenta uma tendência inicial da valorização, o de segunda ordem, forma que geralmente apresenta a existência de uma área monocêntrica, não teve muitas colaborações para as análises pelo fato de que na área em estudo não há um pólo de valorização central, o modelo de terceira ordem já apresentou algumas principais tendências, indicando possíveis pólos e uma análise mais próxima da realidade, já o último modelo apresenta claramente os pólos de valorização e desvalorização e as tendências para todas as regiões em estudo.

Os valores negativos encontrados para a maioria das isolinhas dos mapas de valores da localização não são indícios de desvalorização, e sim aparecem negativos, pelo fato de utilizarmos coordenadas relativas (conforme Chica Olmo, 1994) a fim de evitar problemas relacionados a multicolinearidade, ou seja, coordenadas negativas também estão presentes.

6.1.4 Sobre a autocorrelação espacial

Tratando-se da autocorrelação espacial, verificou-se que de uma ordem do polinômio de tendência para outra subsequente as mudanças não são muito significativas, porém comparando-se o mapa dos resíduos da primeira ordem da superfície de tendência para a quarta ordem, observou-se que há melhora significativa no que diz respeito a distribuição espacial dos resíduos e em relação também aos seus respectivos sinais, positivos e negativos distribuídos em toda a área de estudo.

A técnica de análise de superfície de tendência não solucionou totalmente o problema da autocorrelação espacial, apresentada nesse trabalho através do mapa de resíduos, porém há uma mudança significativa se comparados os mapas de resíduos antes e após a técnica de superfície de tendência, concluindo que em parte, os problemas de autocorrelação espacial podem ser solucionados.

6.1.5 Considerações Finais

Cadastros imobiliários municipais atualizados e que contemplam características importantes relacionadas aos imóveis, são a principal fonte para a busca de variáveis para obter modelos de avaliação para elaboração da Planta de Valores dos municípios e principalmente por facilitar a atualização da mesma, sendo que os valores devem ser revistos em períodos curtos de tempo, levando em conta o processo de evolução das cidades (valorização e desvalorização da mesma).

A técnica de superfície de tendência é aplicada facilmente aos dados espacialmente referenciados, e considera de forma objetiva a variável localização, sendo assim, é uma técnica alternativa que pode ser utilizada na busca por valores

do mercado imobiliário para diversos fins, porém alguns cuidados devem ser levados em conta quando trata-se dos limites da área de estudo, delimitando claramente a validade do modelo.

Além de ser um método fácil de ser utilizado, minimiza um dos principais problemas encontrados quando trata-se de dados espacialmente distribuídos, (como é o caso do mercado imobiliário): a autocorrelação espacial.

Levando em conta as particularidades da análise de superfície de tendência, o método pode ser aplicado e utilizado principalmente em prefeituras na elaboração da Planta de Valores, pelo fato do método ser de fácil aplicação e tratar de forma objetiva a variável localização. Os mapas de valores gerados também podem ser de grande utilidade para análise do mercado imobiliário, organização das cidades, colaborando no planejamento urbano dos municípios.

6.2 Recomendações para futuros trabalhos

1) A análise da autocorrelação espacial no presente trabalho deu-se através de mapas de resíduos, recomenda-se para obter maior precisão nestas análises, aplicar outras ferramentas estatísticas que permitam analisar a autocorrelação espacial como, por exemplo, o semivariograma e índice de Moran.

2) Foram testadas diversas interações entre as variáveis de construção, recomenda-se também testar interações entre as variáveis de construção e as variáveis de localização, verificando se são significativas e importantes na formação do valor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). Avaliação de imóveis urbanos: Norma **NBR - 5676**, Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). Avaliação de bens: Norma **NBR – 14.653 – Parte 1**, Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). Avaliação de bens: Norma **NBR – 14.653 – Parte 2**, Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

AVERBECK, E. A. Os **Sistemas de Cadastro e Planta de Valores no Município: Prejuízos da Desatualização**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2003. 200p.

AYRES, A. **Como avaliar imóveis**. São Paulo: Editora Imobiliária, 1996.

BÄHR, H. P. **Elementos Básicos do cadastro territorial**. 1º Curso Intensivo de Fotogrametria e Fotointerpretação Aplicados a Regularização Fundiária. 1º curso intensivo de Cadastro Técnico de Imóveis Rurais. Curitiba, 1982, 48p.

BRANDÃO, D. Q; GUCH, D. U. ; NEUMANN, C. Avaliação de Unidades de Edifícios Residenciais Utilizando Estatística Inferencial: Aplicação em Bairros da Região Continental de Florianópolis. In: **Anais** do VIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, 1995.

CAMARGO, E. C. G.; FUCKS, S. D. ; CÂMARA, G. **Análise Espacial de Superfícies**. In: Análise Espacial. Cap. 3, 2001. Disponível em < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap3-superficies.pdf> > Acesso em: 01 mar. 2003.

CAN, A. The measurement of neighborhood dynamics in urban house prices. **Economic Geography**, v.66, n.3, p. 254-272, 1980.

CAN, A. GIS and Spatial Analysis of Housing and Mortgage Markets. **Journal of Housing Research**, v.9, 1998.

CHICA OLMO, J. **Teoria de las Variables Regionalizadas: Aplicación en Economía Espacial y Valoración Inmobiliária.** Granada: Editora: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada. 1 ed. 1994.

CHICA OLMO, J.; CANO GUERVÓS, R. Valoración Espacial Del Precio de la Vivienda y Del Suelo Mediante el Método de Krigeaje. (199-?).

DANTAS, R. A. **Engenharia de avaliações: uma introdução à metodologia científica.** São Paulo: Editora Pini, 1 ed. 1998.

DANTAS, R. A.; ROCHA, F. J. S; MAGALHÃES, A. M.; Lima, R. C. Uma Nova Metodologia Para Avaliação de Imóveis Utilizando Regressão Espacial. In: **Anais** do XI Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias. Guarapari/ES. 2001. CD ROM.

DANTAS, R. A. Modelos, La Importância de La Regressión Espacial en la Tasación de Inmubebles. In: I Congresso Internacional en Tasación y Valoración

DANTAS, R. A.; MAGALHÃES, A. M.; VERGOLINO, J. R. O (a). Modelos Espaciais Aplicados ao Mercado de Apartamentos do Recife. In: **Anais** do XII Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias – COBREAP. Belo Horizonte/MG. 2003.

DANTAS, R. A.; SÁ, L. A. C. M.; PORTUGAL, J. L (b). Elaboração de Planta de Valores sob a Ótica da Inferência Espacial. In: **Anais** do XII Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias – COBREAP. Belo Horizonte/MG. 2003.

DANTAS, R. A. **Modelos Espaciais aplicados ao mercado habitacional: um estudo de caso para a cidade do Recife.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós Graduação em Economia, 2003. 133p.

DUBIN, R. Spatial autocorrelation and neighborhood quality. **Regional Science and Urban Economics**, n. 22, p. 433-452, 1992.

EASTMAN, R. Analysing Motion with Trend Surface Analysis. Disponível em < <http://www.clarklabs.org/note1.htm> > Acesso em: 21 jun. 2004.

FARIAS, V. F. **São José: 250 anos: natureza, história e cultura.** São José: Editora do autor, 3 ed. 2001.

FIKER, J. **Avaliação de Terrenos e Imóveis Urbanos**. São Paulo: Editora Pini, 4 ed. 1993.

FIKER, J. **Avaliação de Imóveis Urbanos**. São Paulo: Editora Pini, 5 ed. 1997.

GONZÁLEZ, M. A. S. **Plantas de Valores Inferenciais: A Espacialidade Considerada Através de Trend Surfaces**. In: Anais do VIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias - COBREAP, 1995.

GONZÁLEZ, M. A. S. Desenvolvimento de Planta de Valores com Sistemas de Informações Geográficas e ITBI. In: **Anais** do 2º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico, 1996.

GONZÁLEZ, M. A. S. **Aplicação de Técnicas de Descobrimto de Conhecimento em Base de Dados e de Inteligência Artificial em Avaliações de Imóveis**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2002. 296p.

HOCHHEIM, N.; UBERTI, M. S. Uso de variáveis ambientais na avaliação de imóveis urbanos: uma contribuição à valoração ambiental. In: **Anais** do XI Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias. Guarapari/ES. 2001. CD ROM.

HENSSEN, J. L. G.; WILLIAMSON, I. P. **Land registration , cadastre and its interaction - a world perspective**. Institution os Surveyors. Australia. 1997.

LANDIN, P. M. B.; CORSI, A. C. **Cálculo de Superfícies de Tendência , por Regressão Polinomial, pelo Surfer 6**, Apostila, UNESP, Rio Claro, 2001.

MELLO, E. T. O. **Mercado Brasileiro para os Sensores Imageadores Digitais Suborbitais**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2002. 109p.

McCLUSKEY, W. J.; ANNAD, S. The application of intelligent hybrid techniques for the mass appraisal of residential properties. **Journal of Property Investment and Finance**, v.17, n.3, p.218-239, 1999.

MOREIRA, A. L. **Princípios da Engenharia de Avaliações**. São Paulo: Pini, 4 ed. 1997.

MOREIRA FILHO, I. Avaliação de Bens por Estatística Inferencial e Regressões Múltiplas. Porto Alegre: Avalien, 1993.

MOSCOVITCH, S. K. Qualidade de vida urbana e valores de imóveis: um estudo de caso para Belo Horizonte. **Nova Economia**, p.247-278, 1997.

NORCLIFFE, G. B. On the use and limitations of trend surface models. **Canadian Geographer**, v. XIII, n. 4, p. 338-348, 1969.

PARKER III, C. Trend surface and the spatio-temporal analysis of Residential Land Use Intensity and Household Housing Expenditure. **Land Economics**, v. 57, n. 3, 1981.

PHILIPS, J. Os dez mandamentos de um cadastro imobiliário. In **Anais do Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC**. Florianópolis, 1996.

RUTHKOWISK, E. L. B. Cadastro Técnico Rural – Situação e expectativa. In **Anais do Seminário Nacional de Cadastro Técnico Rural e Urbano**, Curitiba, 1987.

PERUZZO TRIVELLONI, C. A. P. **Metodologia para Avaliação em Massa de Apartamentos por Inferência Estatística e Técnicas de Análise Multivariada - Uma Análise Exploratória** - Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 1998.

RICHARDSON, H. W. **Economia Regional: Teoria da Localização. Estrutura Urbana e Crescimento Regional**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1981.

RAMOS, L. S.; SILVA, E.; LOCH, C. Avaliação Coletiva de imóveis x cadastro técnico urbano. In: **Anais do IV Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC**, Florianópolis. 2000. CD ROM.

ROSEN, S. Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. **Journal of Political Economy**, v-26. p 26-64, 1988

SCHROEDER, L. D.; SJOQUIST, D. L. Investigation of Population Density Gradients Using Trend Surface Analysis. **Land Economics**, v.52, n. 3, 1976.

SILVA, E. **Proposta de Avaliação Coletiva de Imóveis. Aplicação aos Imóveis do Tipo Apartamento na Cidade de Blumenau – Santa Catarina** - Dissertação de

Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 1999.

THRALL, G. I. GIS applications in real estate and related industries. **Journal of Research**, v.9, n.1, p. 33-60, 1998.

VASCONCELLOS, M. V. DE. Reflexões sobre cadastros na América Latina. In. **Anais do Seminário Internacional sobre Tributação Imobiliária**. Porto Alegre. 2001.

ZANCAN, E. C. Avaliações de Imóveis em Massa para Efeitos de Tributos Municipais. Florianópolis: Editora ROCHA, 1 ed., 1996.

ZANCAN, E. C.; HEINECK, L. F. Metodologia para Execução de Planta de Valores Genéricos: Caso de Criciúma – SC. In: **Anais 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico**, 1994.