

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

Michael^A, Rosemeri; Hochheim, Norberto^B, Peruzzo Trivelloni, Carlos Alberto^C

^AEng.^a. Civil, Mestre em Eng. Civil – CREA/RS: 124009-D

Rodovia Admar Gonzaga 2025, bloco G-I, ap. 104. CEP 88034-001, Florianópolis - SC

Fone: (48) 3234 9992 - Celular: 48 9989 3311 e-mail: rosemerimichael@gmail.com

^BEng.^o. Civil, Mestre em Eng. De Produção e Doutor. CREA/SC: 14029-1. IBAPE-SC

Rua Heitor Luz, 44, Apto 44. CEP 88015-500 – Florianópolis – SC

Fone: (48) 3228 2846 Fax: (48) 3331 5167 e-mail: hochheim@ecv.ufsc.br

^CEng.^o. Civil, Mestre em Eng. Civil, Doutor em Eng. Civil

Rodovia Admar Gonzaga 2025, bloco I-2, ap. 204. CEP 88034-001, Florianópolis – SC

Fone: (48) 3334 0351 e-mail: carlos.peruzzo@gmail.com

Resumo. *Apresenta-se um método para a elaboração e atualização de Planta de Valores, com estudo de caso aplicado à apartamentos, no município de São José(SC).. 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 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.*

Palavras Chave: *Avaliação em massa, Superfície de tendência, Planta de valores.*

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, elaborado a partir de uma dissertação de mestrado, conforme MICHAEL 2004, 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 – Objetivo

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.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

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.

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.

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.

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 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.

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.

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.

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 freqüentes. 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 - 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.

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 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 contrário, 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 influenciadoras no valor da localização (CHICA OLMO e CANO GUERVÓS, 199-?).

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.

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.

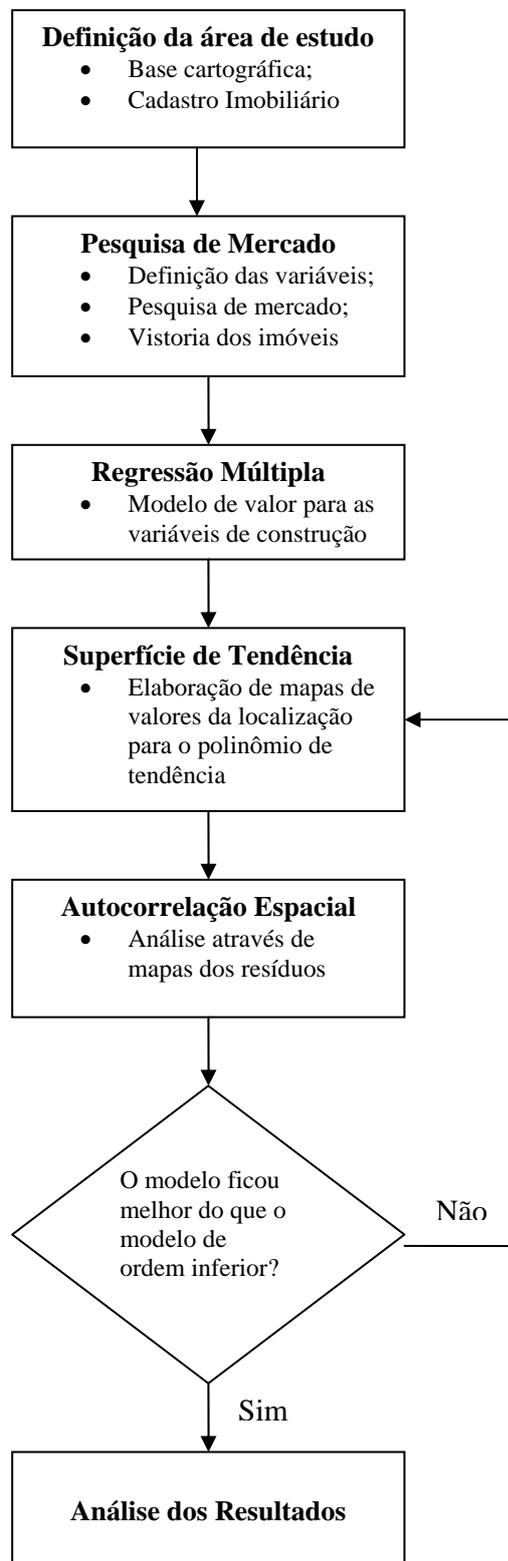


Figura 3.1 – Fluxograma do método de trabalho

4 - ÁREA DE ESTUDO

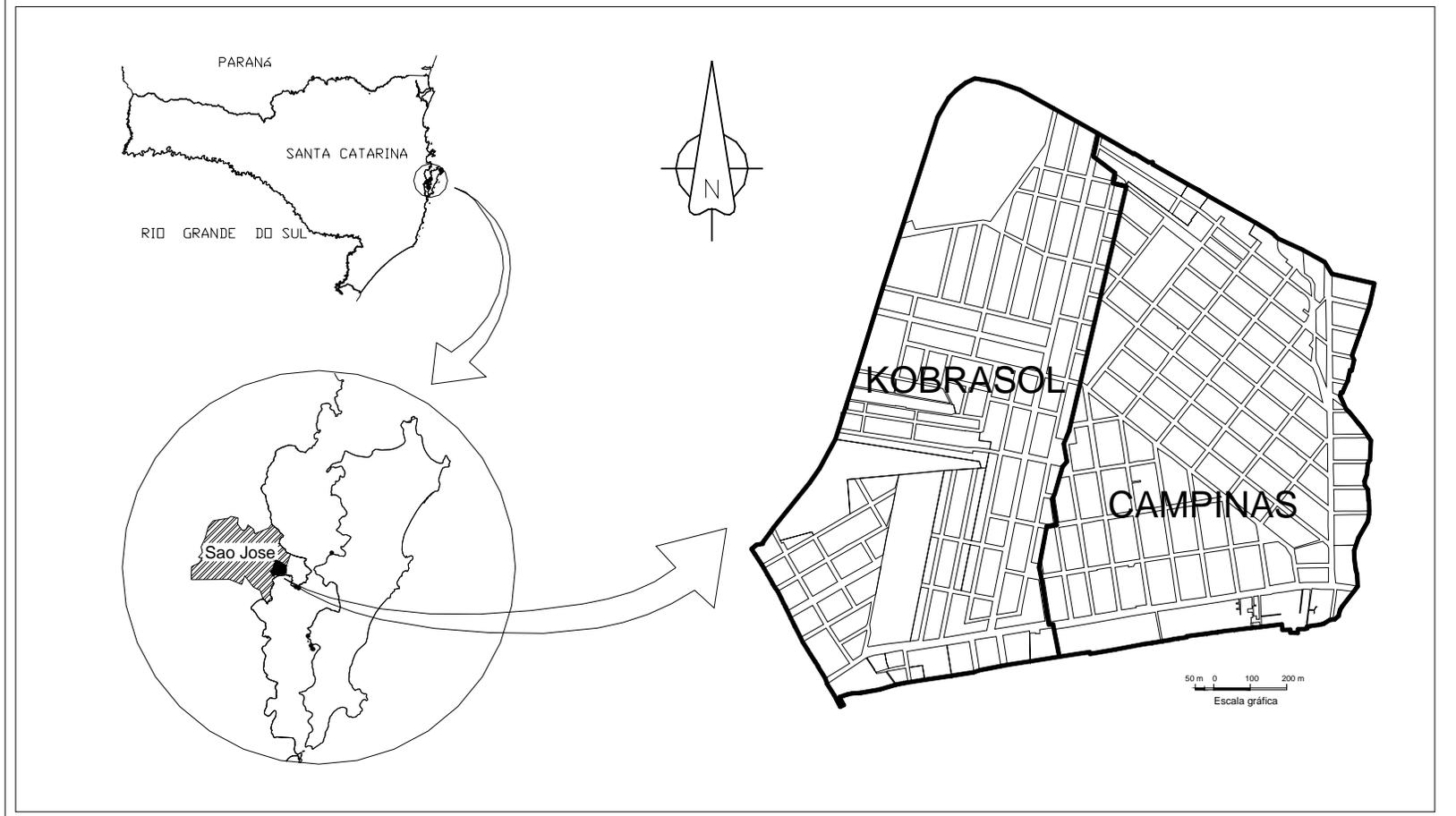
A área de estudo, distrito de Campinas, que compreende os bairros Campinas e Kobrasol, situa-se no município de São José, Estado de Santa Catarina.

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 1.1.

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.

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA



FONTE: IPUF 2002 (adaptada)

Figura 4.1 – Localização da área de estudo

4.1 - 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.

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 kitinetes de Campinas e Kobrasol. A distribuição geográfica dos imóveis pode ser verificada na Figura 4.2



Figura 4.2 - Distribuição geográfica dos elementos amostrais. Fonte: Michael (2004)

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

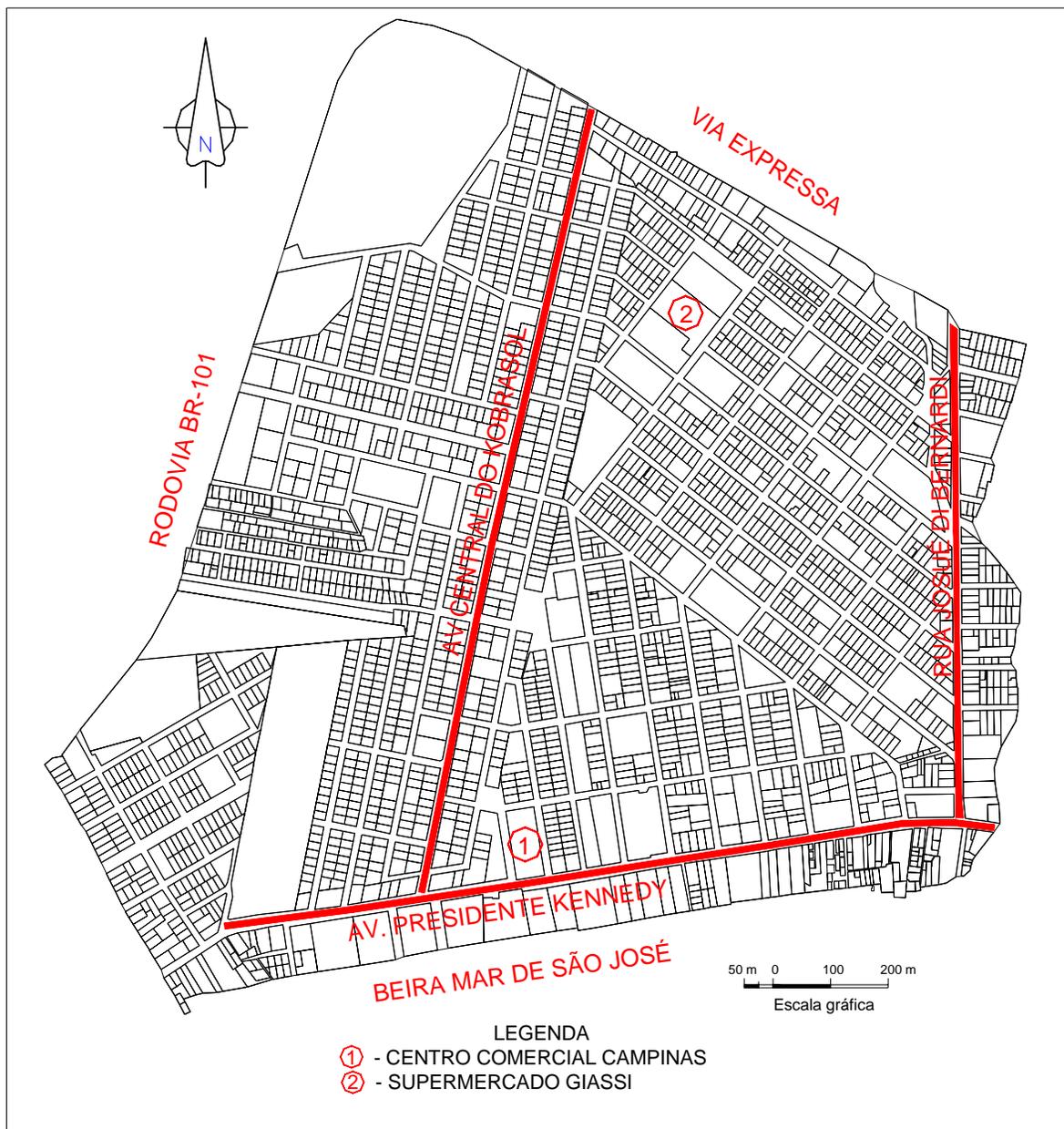


Figura 4.3 – Mapa de referências. Fonte: Michael (2004)

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:

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

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.

5.1.1 - 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 5.1 tem-se representado estes sobre o plano da área de estudo.

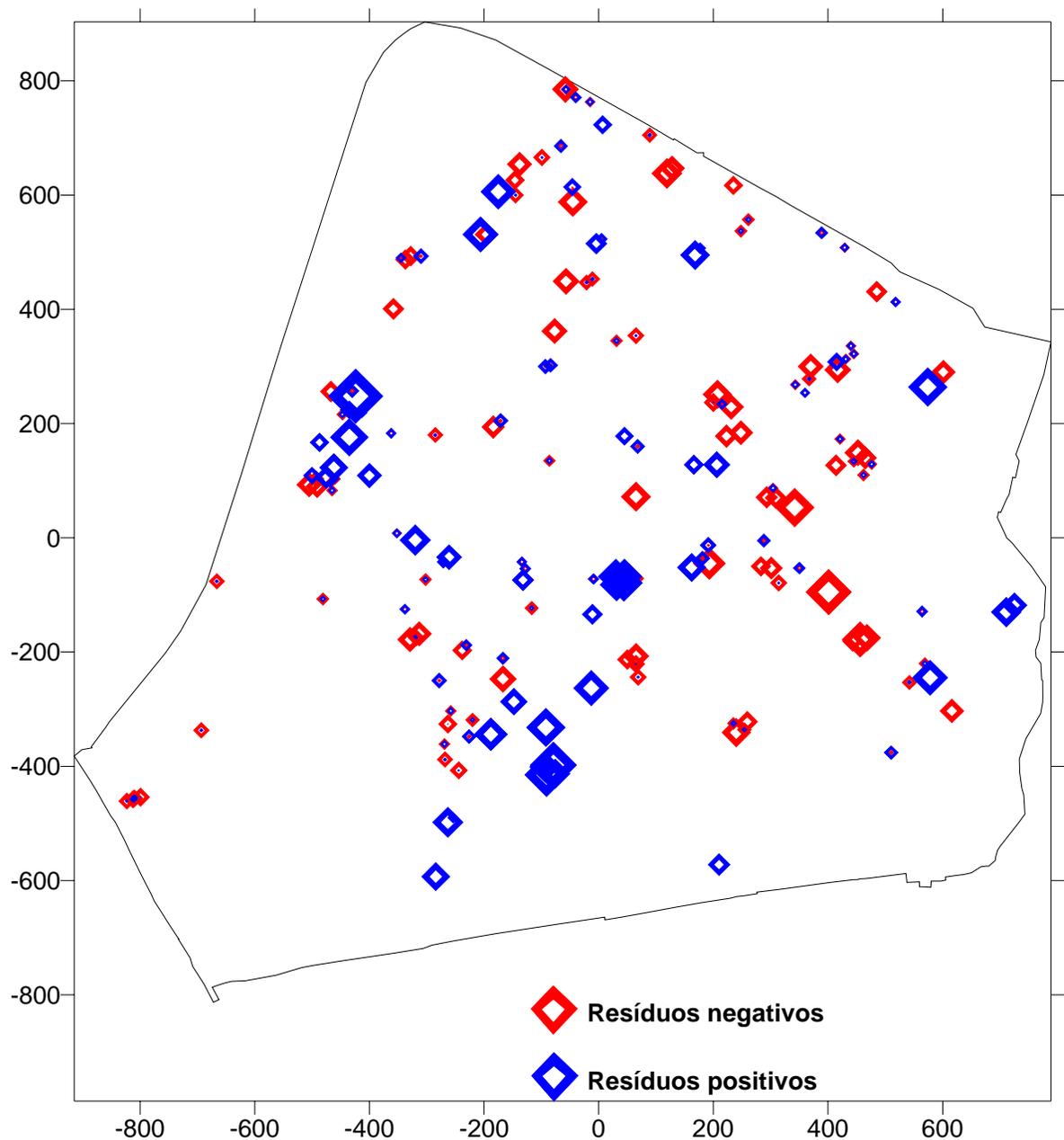


Figura 5.1 – Mapa dos resíduos – modelo variáveis de construção. Fonte: Michael (2004)

Na Figura 5.1 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 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.

5.2.1.1 - Análise da autocorrelação espacial

Mapa dos resíduos da primeira ordem da superfície de tendência

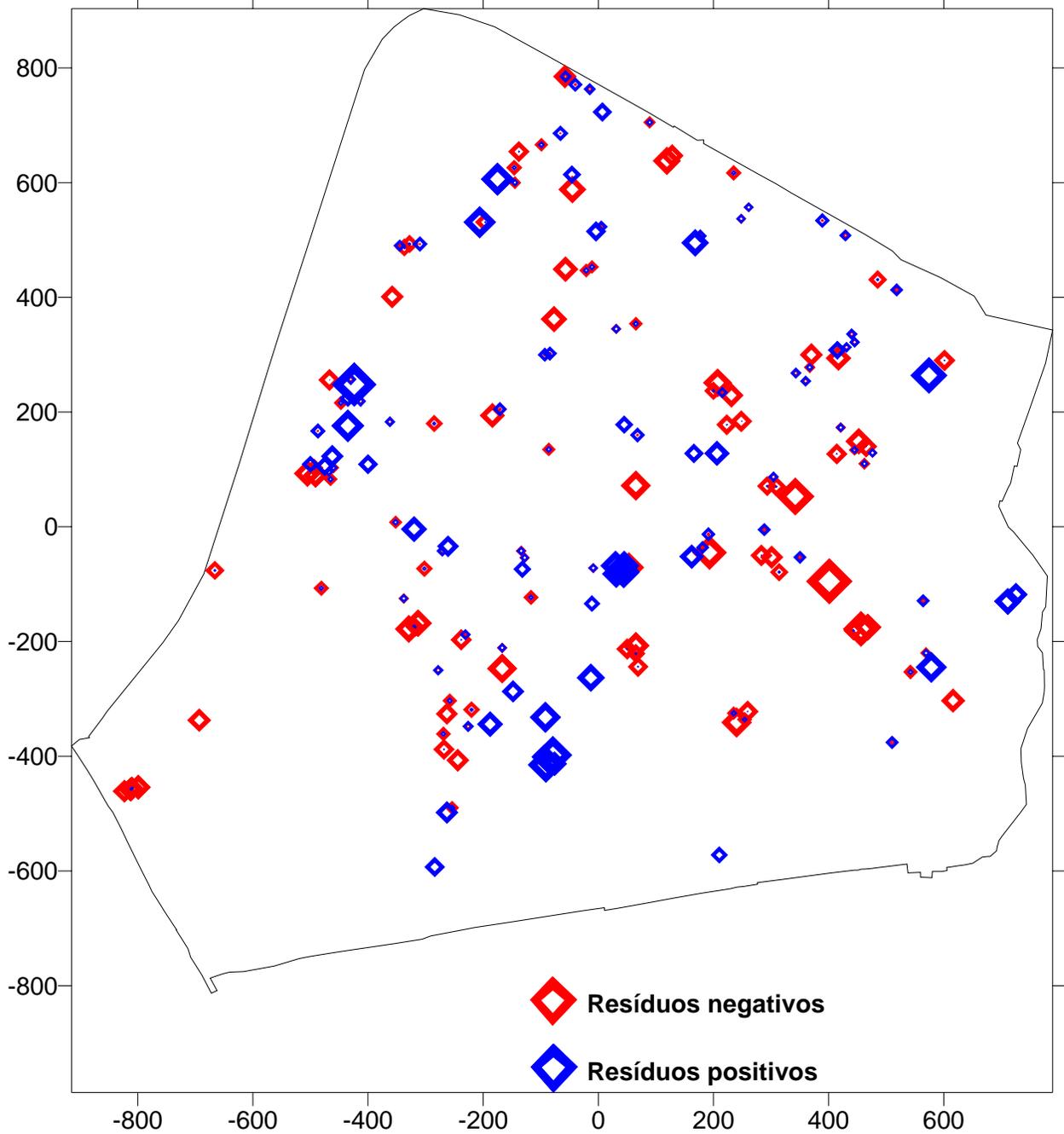


Figura 5.2 – Mapa dos resíduos – modelo superfície de tendência 1ª ordem.

Fonte: Michael (2004)

Na Figura 5.2 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 5.1 - 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 é apresentado o mapa de isolinhas para o valor de localização da superfície de tendência de primeira ordem, calculado a partir da equação descrita acima:



Figura 5.3 – Mapa do valor da localização – modelo superfície de tendência 1ª ordem.
 Fonte: Michael (2004)

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 5.3 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 foi:

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

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.

5.2.2.1 - Análise da autocorrelação espacial

Na Figura 5.4 apresenta-se o mapa dos resíduos da segunda ordem da superfície de tendência:

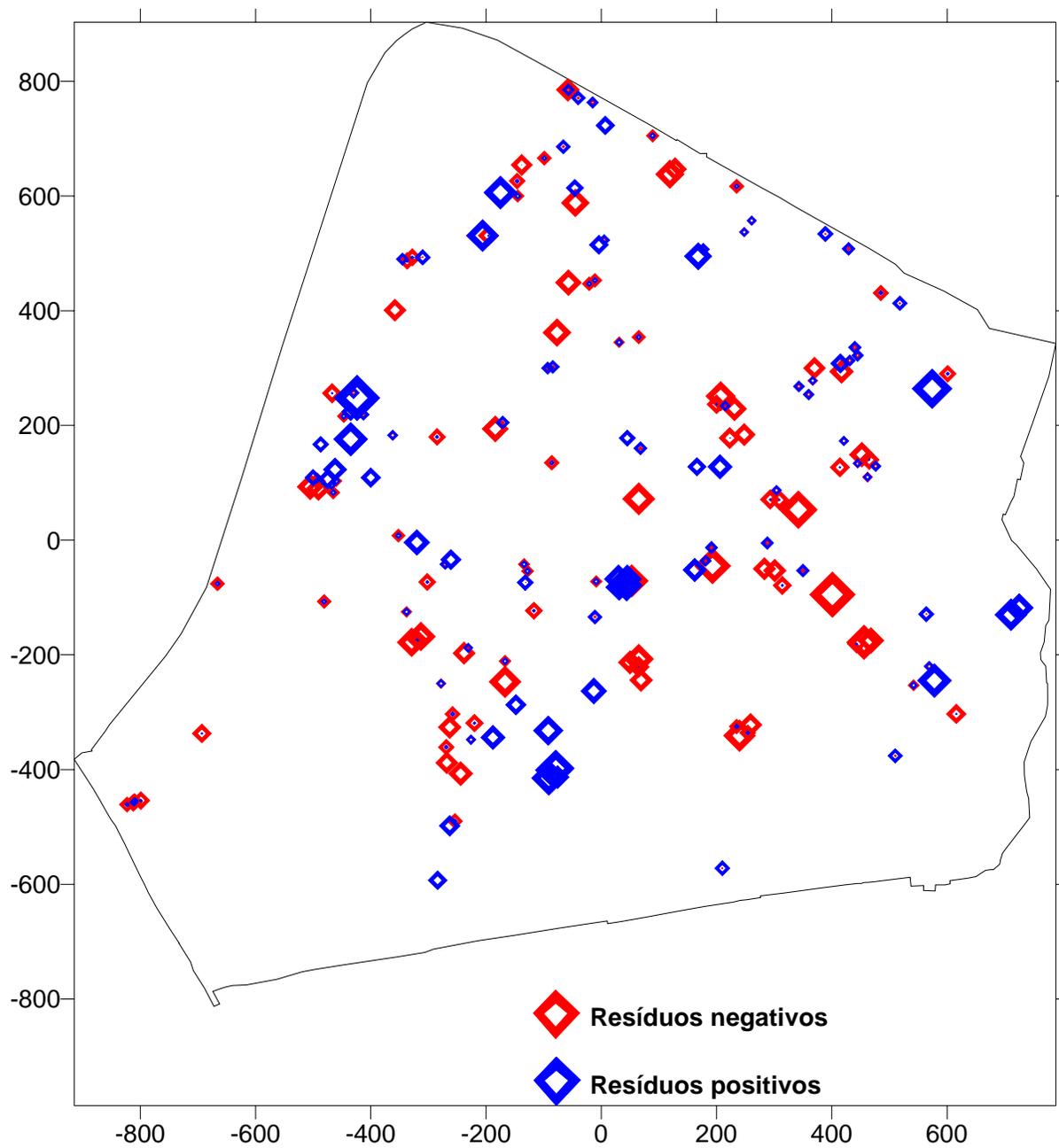


Figura 5.4 – Mapa dos resíduos – modelo superfície de tendência 2ª ordem.

Fonte: Michael (2004)

Comparando o mapa dos resíduos do modelo das variáveis de construção encontrado na Figura 5.1, 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:

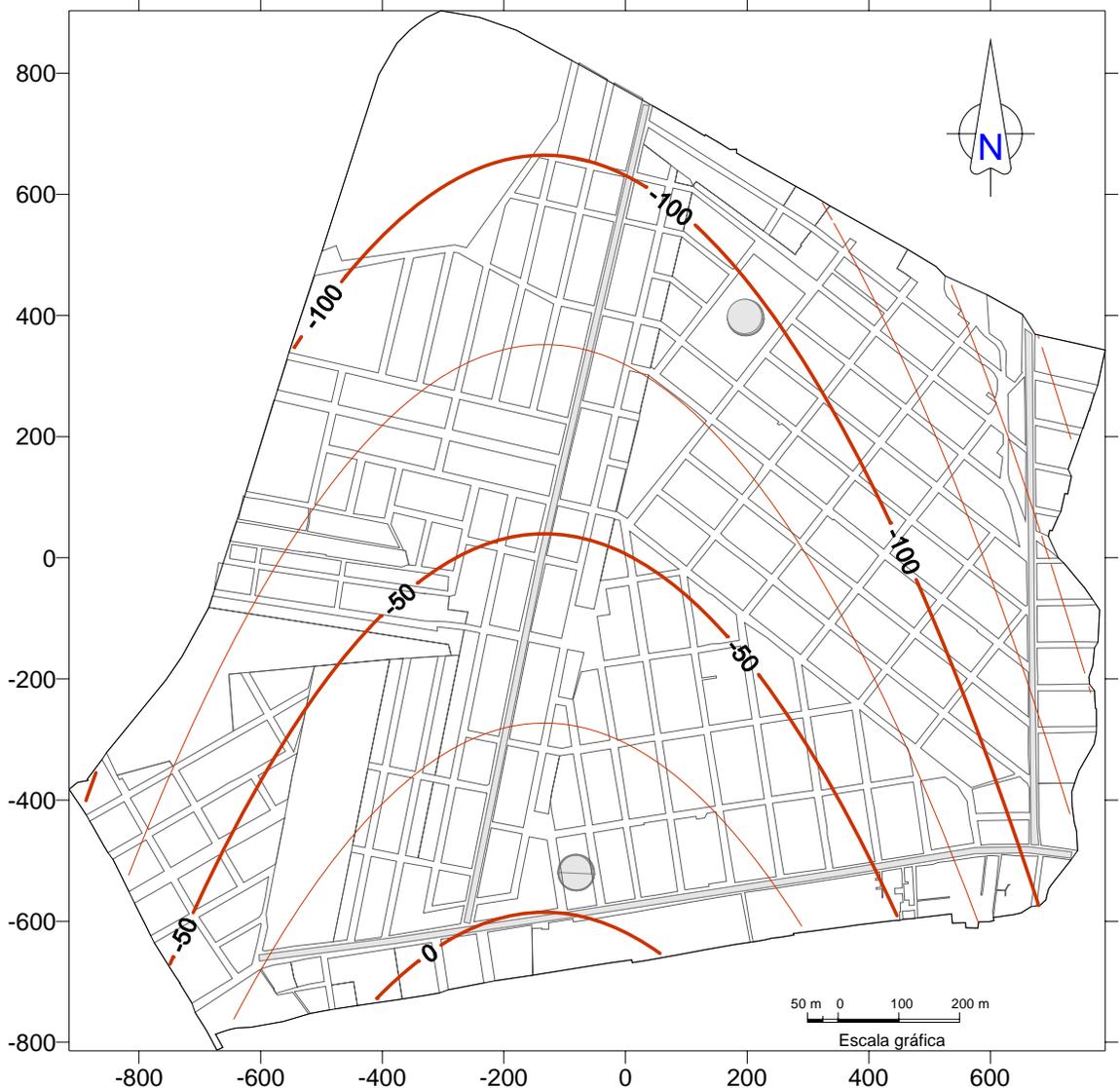


Figura 5.5 – Mapa do valor da localização – modelo superfície de tendência 2ª ordem.

Fonte: Michael (2004)

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 5.5 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:

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

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.

5.2.3.1 - Análise da autocorrelação espacial

Na Figura 5.6 apresenta-se o mapa dos resíduos da terceira ordem da superfície de tendência:

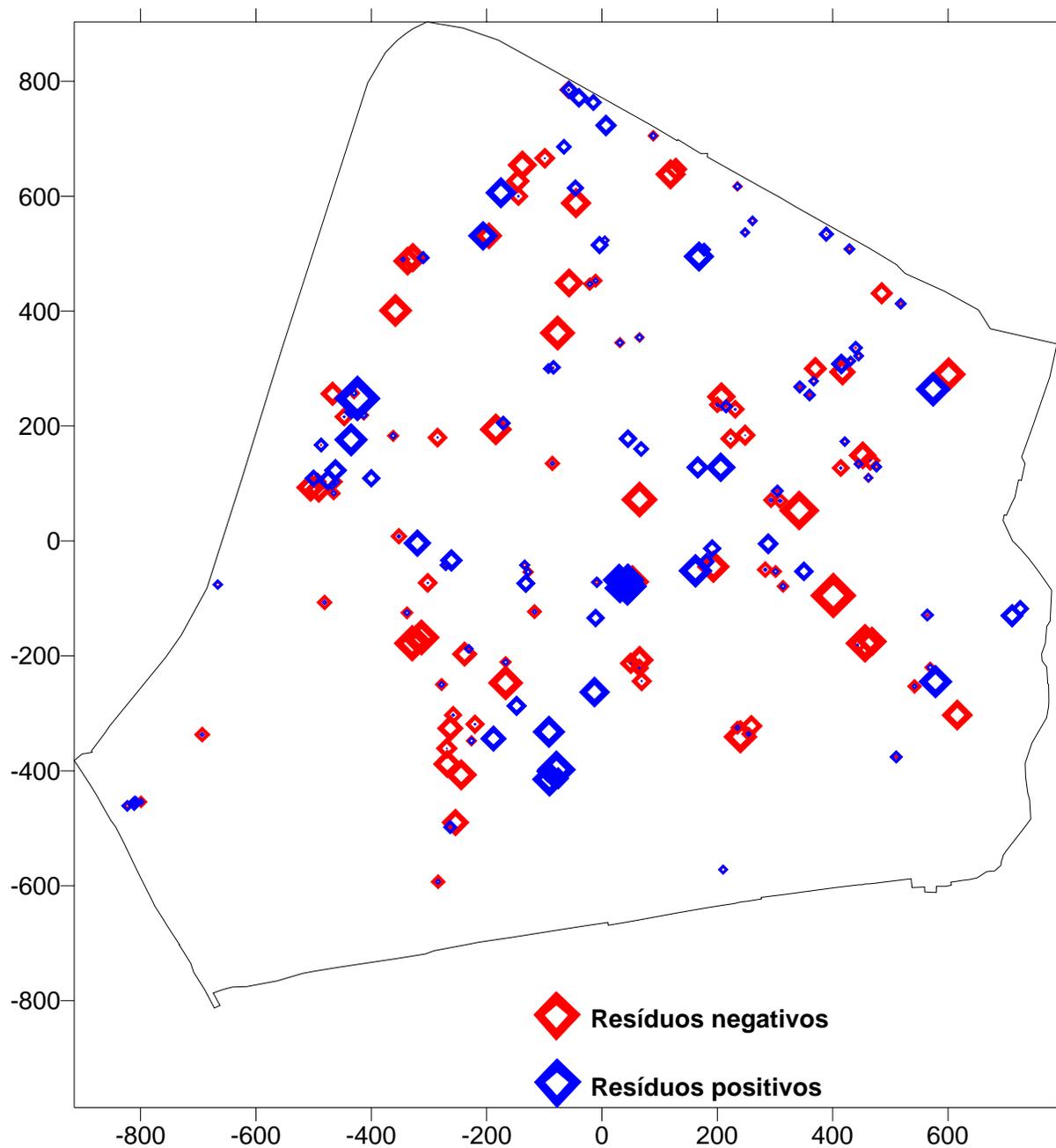


Figura 5.6 – Mapa dos resíduos – modelo superfície de tendência 3ª ordem.
 Fonte: Michael (2004)

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:

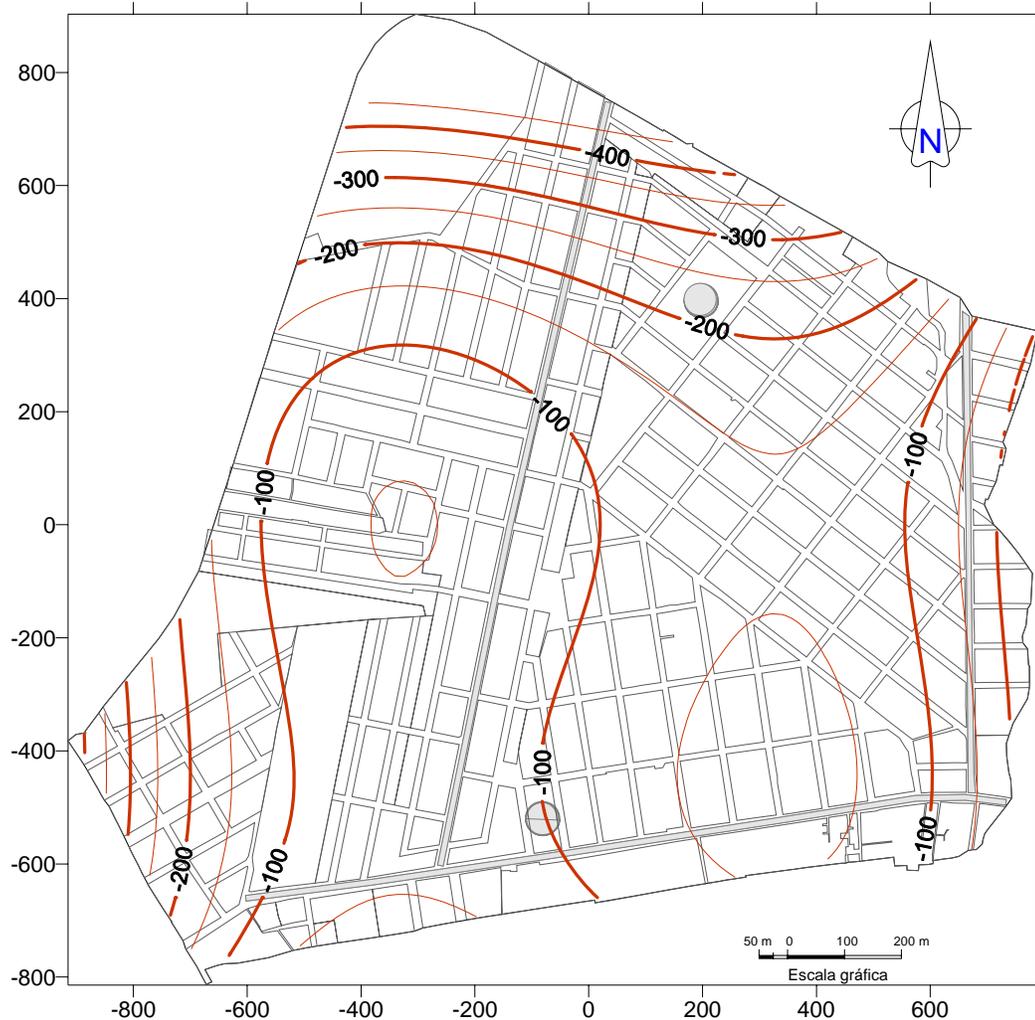


Figura 5.7 – Mapa do valor da localização – modelo superfície de tendência 3ª ordem.
Fonte: Michael (2004)

O terceiro e subsequentes 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 5.7 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 infra-estrutura 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;

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

E^4 = variável E elevada na quarta potencia;

N^4 = variável N elevada na quarta potencia;

$E^3 N$ = interação entre 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.

5.2.4.1 - Análise da autocorrelação espacial

Na Figura 5.8 apresenta-se o mapa dos resíduos da quarta ordem da superfície de tendência:

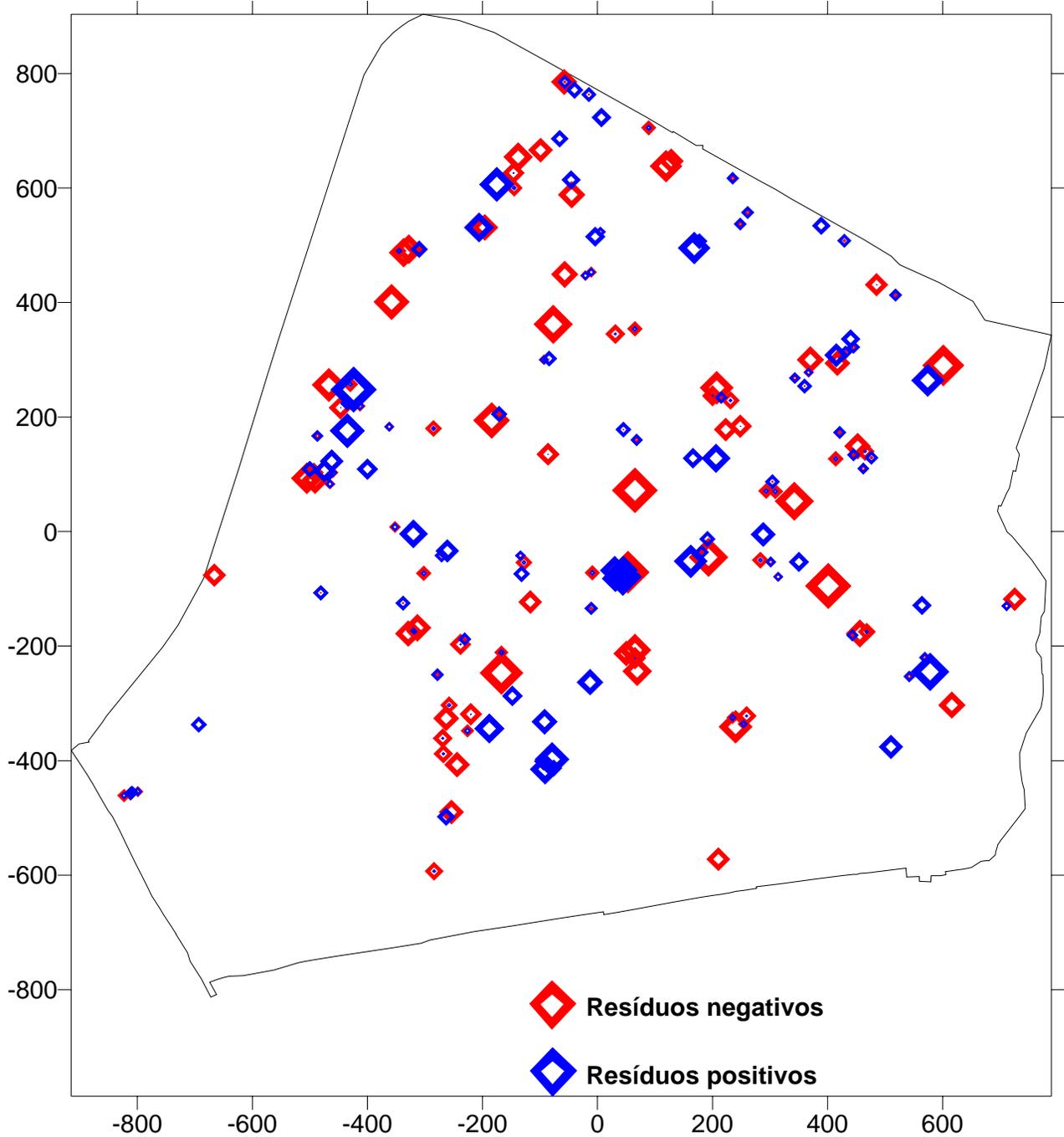


Figura 5.8 – Mapa dos resíduos – modelo superfície de tendência 4ª ordem.

Fonte: Michael (2004)

No mapa da Figura 5.8, 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:

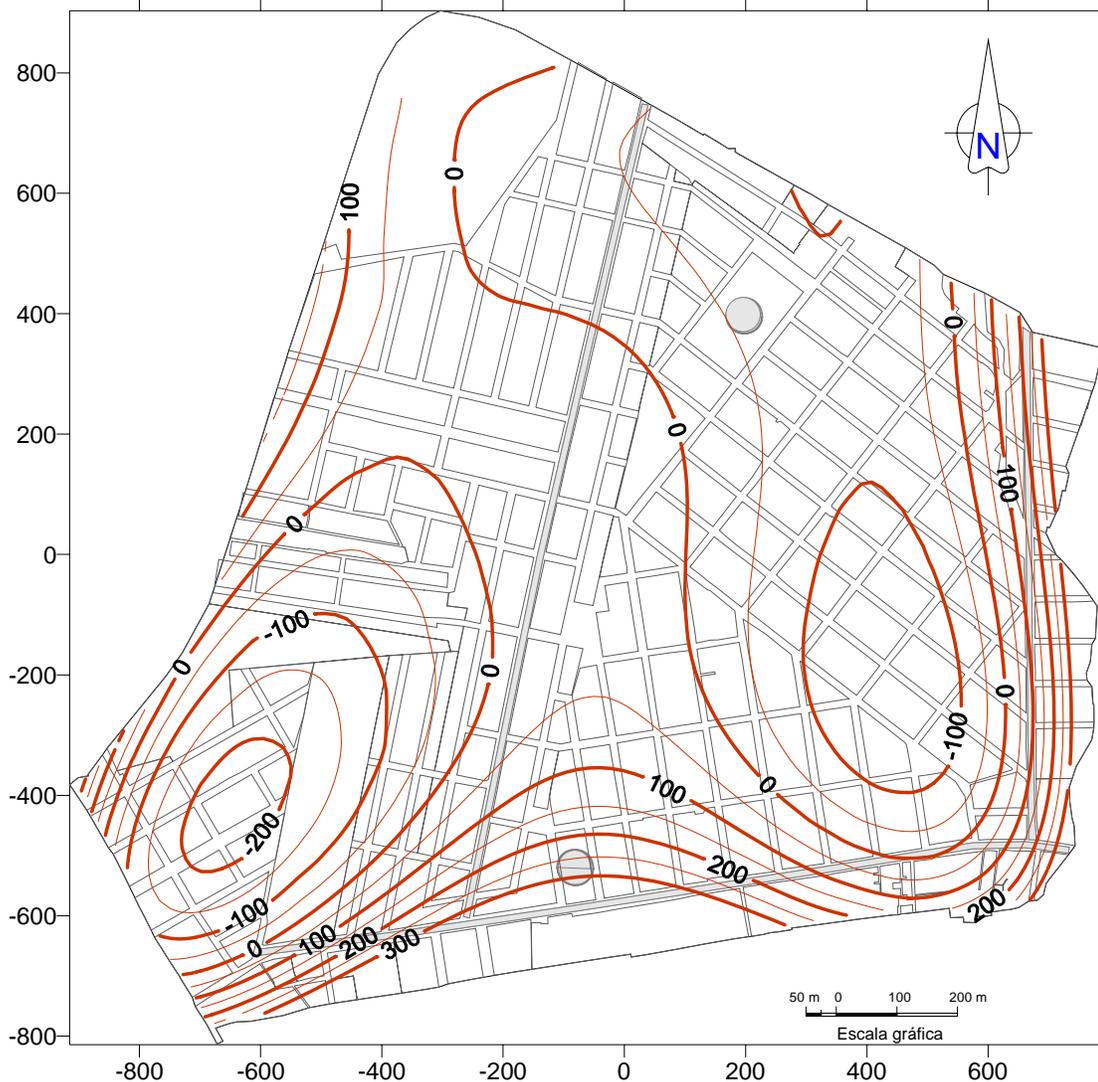


Figura 5.9 – Mapa do valor da localização – modelo superfície de tendência 4ª ordem.
Fonte: Michael (2004)

A Figura 5.9 – mapa do valor da localização para a último grau da superfície de tendência indica mais precisamente pólos de valorização e uma tendência bem mais próxima da realidade se comparada com a Figura 5.7 - 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

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.

Apresenta-se nas Tabelas 5.1 e 5.2 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 5.1 - 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 5.1 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 5.10.

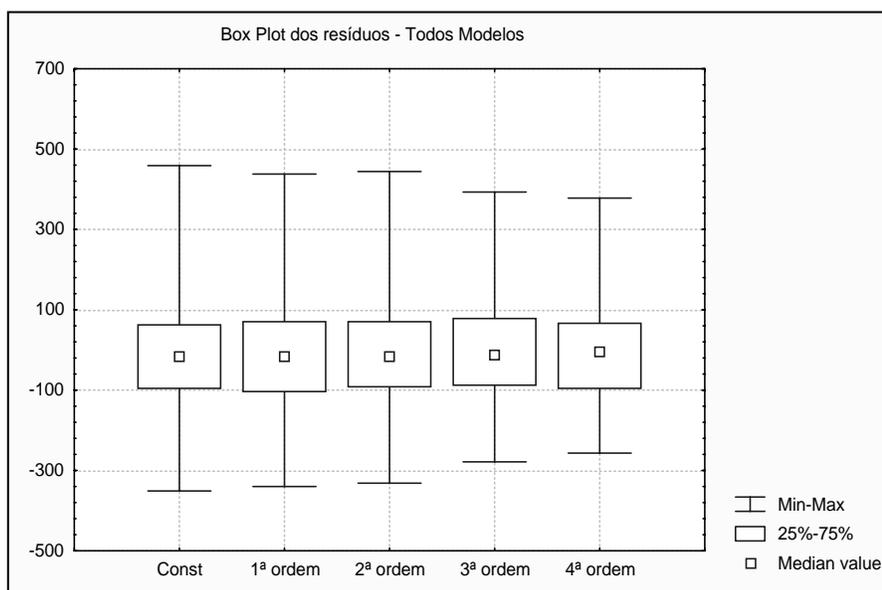


Figura 5.10 – *Box-plot* do valor dos resíduos – comparação entre a totalidade dos modelos

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 5.2.

Tabela 5.2 - 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 5.11.

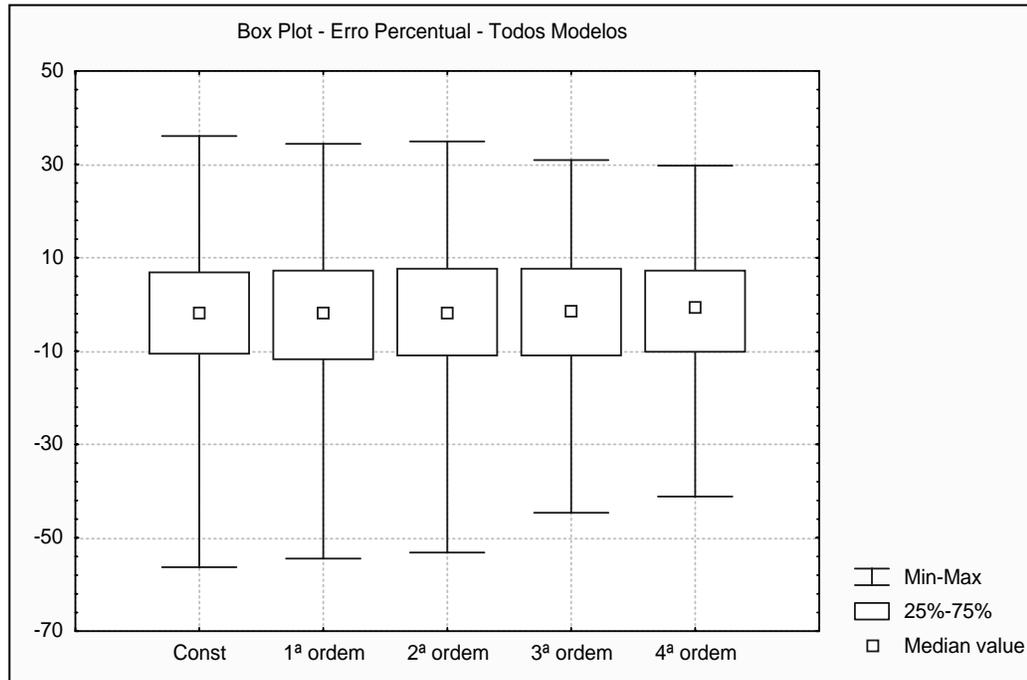


Figura 5.11 – *Box-plot* do erro percentual dos resíduos relativos – comparação entre a totalidade dos modelos

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 5.12- 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.

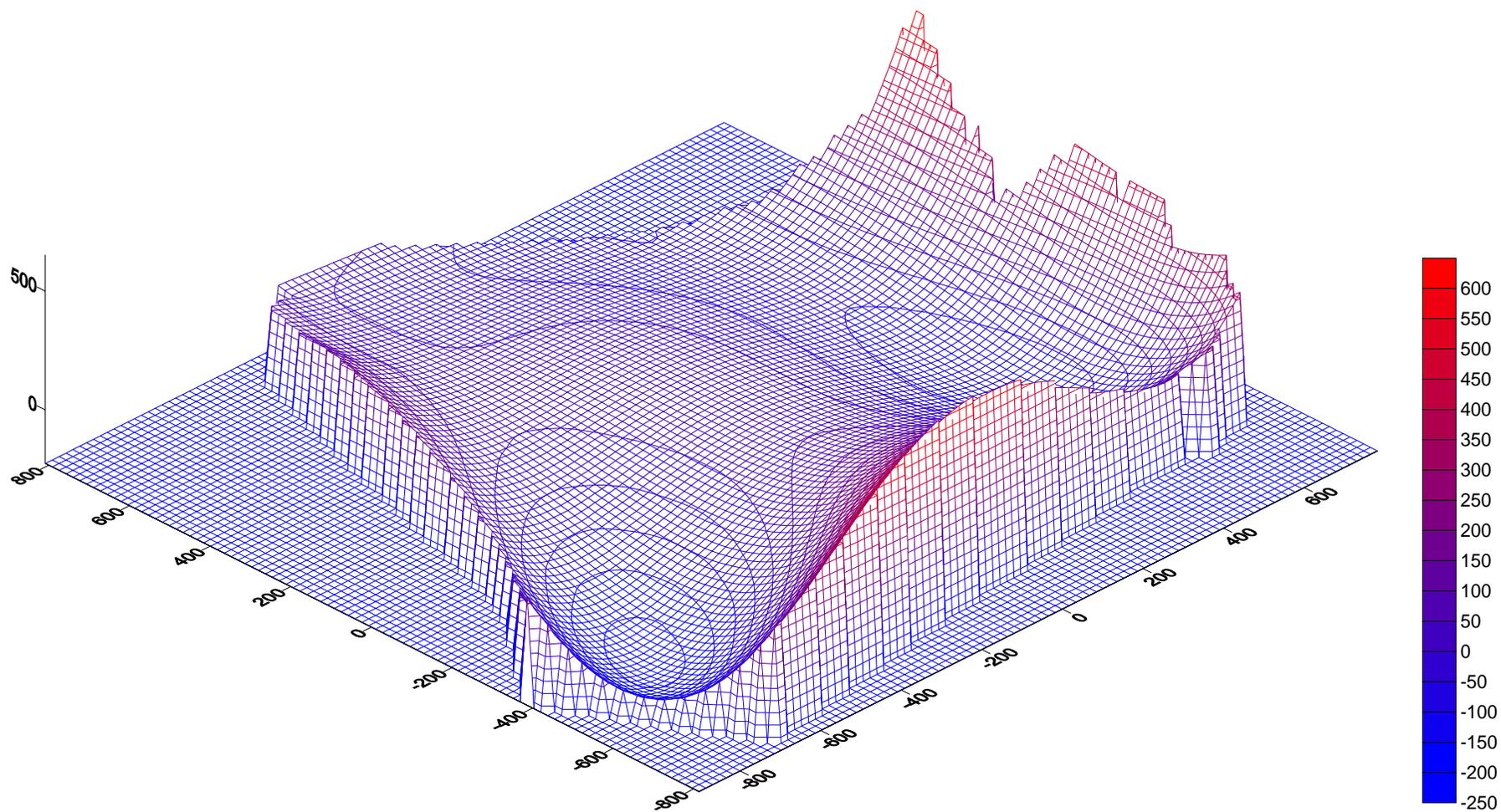


Figura 5.12 – Mapa do valor da localização – modelo superfície de tendência 4ª ordem. Fonte: Michael (2004)

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

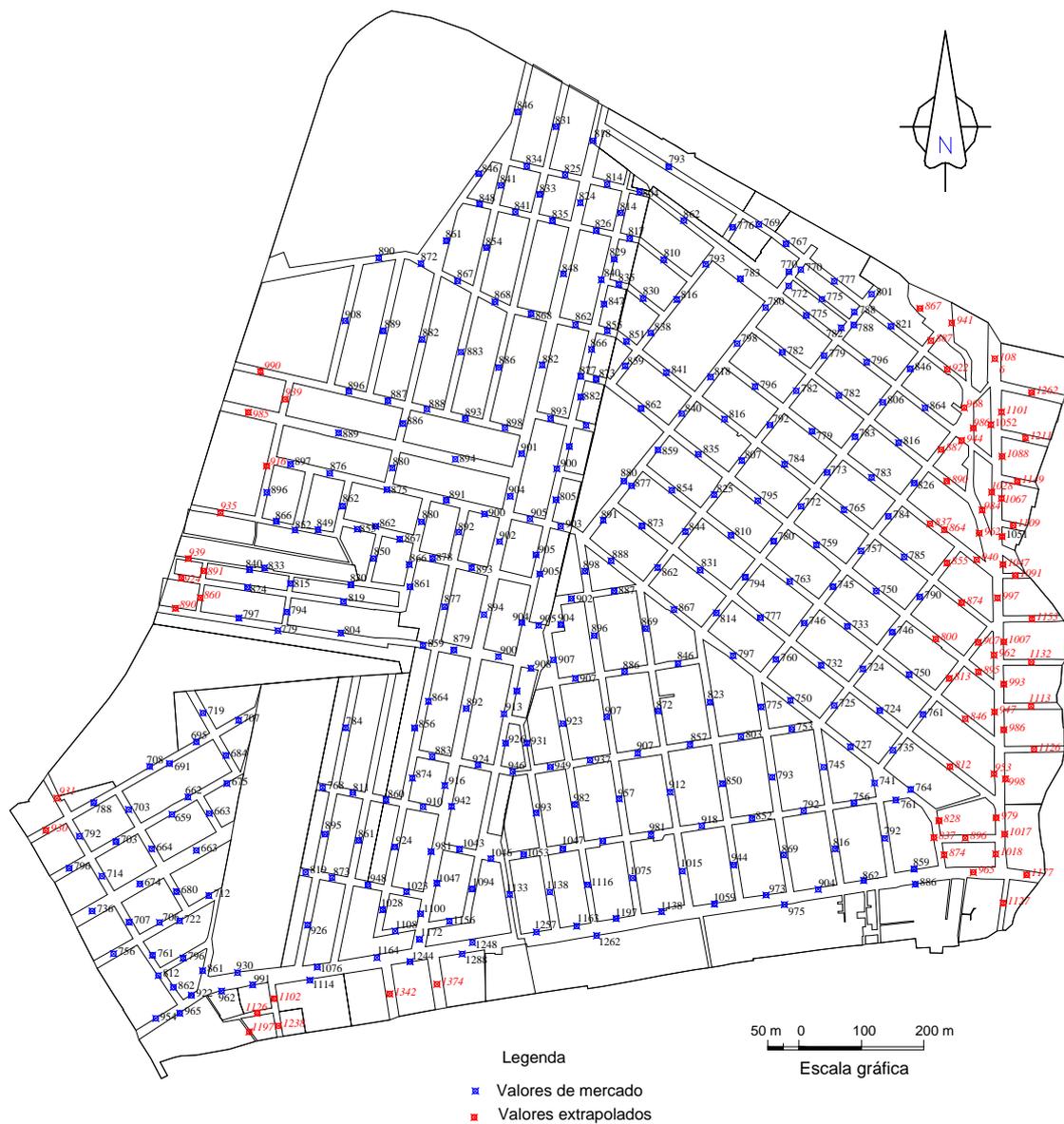


Figura 5.13 – Planta de Valores Genéricos (R\$/m²) para apartamentos da área de estudo.
 Fonte: Michael (2004)

6 - 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 o mercado imobiliário, organização das cidades, colaborando no planejamento urbano dos municípios.

REFERÊNCIAS

- 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.
- 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.; 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 Inmuebles. In: I Congreso 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.
- 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.
- 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.
- MICHAEL, R. **Avaliação em Massa de Imóveis com Uso de Inferência Estatística e Análise de Superfície de Tendência**. Florianópolis, 2004. 91p. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Civil) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

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.

CURRÍCULO RESUMIDO DOS AUTORES

^A**Rosemeri Michael**

- Engenheira Civil, graduada pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI (2002).
- Mestre em Engenharia Civil, área de concentração Cadastro Técnico Multifinalitário, pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2004).
- Pós Graduanda em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Regional de Blumenau - FURB
- Participação em diversos Projetos de Pesquisa pela UNIJUI na área de Avaliação Pós-Ocupação, Canteiro de Obras, Desperdício de Materiais, Produtividade, Lay Out, Pesquisa Mercadológica e Pesquisa Imobiliária.

^B**Norberto Hochheim**

- Engenheiro Civil graduado pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (1981).
- Mestre em Engenharia de Produção, área de Engenharia Econômica, pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (1986)
- Doutor pela Université de Nancy I, França (1991).
- Professor Titular da UFSC, lotado no Departamento de Engenharia Civil.
- Ministra na Graduação as disciplinas: Engenharia de Avaliações I, Engenharia de Avaliações II, Planejamento Econômico e Financeiro. No Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (onde orienta trabalhos de mestrado e doutorado) ministra as disciplinas: Engenharia de Avaliações, Tópicos Avançados em Engenharia de Avaliações, Elaboração de Plantas de Valores Genéricos, Análise de Investimentos Imobiliários, Cadastro Técnico Urbano. Ministra também, pelo IBAPE/SC, cursos de Engenharia de Avaliações e Engenharia Econômica.
- No X COBREAP (Porto Alegre, 1999) foi agraciado com a medalha Eurico Ribeiro pelo melhor trabalho de avaliações, desenvolvido em co-autoria com Carlos Alberto Peruzzo Trivelloni, intitulado: “Avaliação em massa de imóveis por inferência estatística e análise multivariada.”

^C**Carlos Alberto Peruzzo Trivelloni.**

- Engenheiro Civil graduado na Universidade da República (Uruguai, 1993).
- Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Área de Concentração Cadastro Técnico Multifinalitário (1998).
- Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Área de Concentração Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial (2005).
- No X COBREAP (Porto Alegre, 1999) foi agraciado com a medalha Eurico Ribeiro pelo melhor trabalho de avaliações, desenvolvido em co-autoria com Norberto Hochheim, intitulado: “Avaliação em massa de imóveis por inferência estatística e análise multivariada.”