

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
ESCOLA DE ENGENHARIA DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E
TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO

LUIZ CARLOS DOS SANTOS BORGES

**ALTERNATIVA DE CONTORNO PARA O PROBLEMA DE
DESCONTINUIDADE NA AVALIAÇÃO DE TERRENOS
URBANOS NO CADASTRO IMOBILIÁRIO**



Recife, 2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
ESCOLA DE ENGENHARIA DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E
TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO

ALTERNATIVA DE CONTORNO PARA O PROBLEMA DE DESCONTINUIDADE NA AVALIAÇÃO DE TERRENOS URBANOS NO CADASTRO IMOBILIÁRIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, área de concentração Geodésia Aplicada, e defendida no dia 26/10/2004.

Orientador: Prof. Dr. Tarcísio Ferreira Silva

Recife, 2004

B748a **Borges, Luiz Carlos dos Santos.**

Alternativa de contorno para o problema de descontinuidade na avaliação de terrenos urbanos no cadastro imobiliário / Luiz Carlos dos Santos Borges – Recife: O Autor, 2004.

xiii, 83 folhas: il., gráfs., tabs.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2004

Inclui bibliografia e anexos

1. Geoinformação 2. Terrenos Urbanos – Avaliação
3. Modelo Digital - Cadastro. I. Título.

526.6

CDD (22.ed.)

UFPE
BCTG/2009-199



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
ESCOLA DE ENGENHARIA DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA - DECart
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS
E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO - MESTRADO

Rua Acadêmico Hélio Ramos s/n° - Cld. Universitária - Recife-PE
CEP 50740-530 - FONE: (81) 3271-8981/FAX: (81) 3271.8235
E-MAIL: geodesia@npd.ufpe.br

TERMO DE JULGAMENTO DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

Aos 26 dias de Outubro de 2004, às 14:00 horas, no Auditório do Departamento de Engenharia Cartográfica, do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, presente a Comissão Examinadora, integrada pelos senhores Prof. Dr. TARCÍSIO FERREIRA SILVA, Prof. Dr. JOSÉ LUIZ PORTUGAL, Prof. Dr. RUBENS ALVES DANTAS e o Prof. Dr. JÜRGEN WILHELM PHILIPS, iniciou-se a Defesa de Dissertação do Engenheiro Civil LUIZ CARLOS DOS SANTOS BORGES, intitulada "ALTERNATIVA DE CONTORNO PARA O PROBLEMA DE DESCONTINUIDADE NA AVALIAÇÃO DE TERRENOS URBANOS NO CADASTRO IMOBILIÁRIO".

Concluída a arguição, procedeu-se ao julgamento na forma regulamentar, tendo a Comissão Examinadora considerado o candidato:

Prof. Dr. TARCÍSIO FERREIRA SILVA

Prof. Dr. JOSÉ LUIZ PORTUGAL

Prof. Dr. RUBENS ALVES DANTAS

Prof. Dr. JÜRGEN WILHELM PHILIPS

(APROVADO)
(APROVADO)
(APROVADO)
(APROVADO)

Para constar, é lavrado o presente termo, que vai assinado pela Comissão Examinadora e pela Coordenadora da Pós-Graduação.

Recife, 26 de Outubro de 2004
A COMISSÃO EXAMINADORA.

Coord.: Profª Verônica Mª. Costa Romão

Obs.: De acordo com a Resolução 03/98 da CCEPE da UFPE no seu Art. 41: "encerrado o exame, a Comissão Examinadora, em sessão secreta, deliberará sobre o resultado a ser atribuído ao candidato ao grau de Mestre, considerando as seguintes menções: a) aprovado ou b) reprovado".

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho
A meus pais, minhas tias. Minha esposa Cristina,
e minhas filhas Débora e Bruna*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de tudo, à orientação de Deus no alcance de mais uma meta, alimento fortificante do espírito e edificante do homem.

Ao Prof. Dr. Tarcísio Ferreira Silva, pela dedicação e responsabilidade na orientação desse trabalho, objetivando a melhoria da qualidade e desenvolvimento da avaliação imobiliária no cadastro.

Ao Prof. Dr. Gauss Moutinho Cordeiro, amigo e incentivador nesta caminhada, pelo conhecimento transmitido sobre a análise por inferência estatística e sua aplicação no campo da engenharia de avaliações.

Ao Prof. Ernesto Gurgel, pelo incentivo ao meu aperfeiçoamento profissional, e ao Prof. José Jorge de Seixas, pelo apoio e defesa do projeto junto à Coordenação do Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Aos professores do Departamento de Engenharia Cartográfica, em particular à Prof^a Dr^a. Verônica M C Romão, Prof^a Dr^a. Andréa Carneiro e o Prof. Dr. José Luiz Portugal, pelas sugestões apresentadas na melhoria desse trabalho.

À Prefeitura do Recife, instituição a que pertenço, pela oportunidade concedida à melhoria e ao aperfeiçoamento profissional.

Ao amigo Pedro Henrique, da Prefeitura de Olinda, e amigo Harry George Calou, da StudioCAD, pela inestimável colaboração na implementação do modelo de avaliação concebido nesse trabalho.

A todos os meus familiares, pela compreensão demonstrada durante esta caminhada.

RESUMO

BORGES, Luiz Carlos S. **Alternativa de Contorno para o Problema de Descontinuidade na Avaliação de Terrenos Urbanos no Cadastro Imobiliário**, Recife, 2004, 95p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco.

A demanda por avaliação da propriedade imobiliária no cadastro é normalmente motivada por interesses fiscais, sejam eles originados da política tributária ou da política urbana. Os Sistemas Cadastrais concebidos até hoje no Brasil, com o objetivo de viabilizar o cumprimento da ação fiscal, possuem rotinas que definem o valor do terreno a partir do valor genérico do logradouro, representado através da Planta de Valores, que é o instrumento que relaciona o espaço de valor com o espaço cadastral. Esta dissertação objetiva analisar a estruturação do cadastro imobiliário, a metodologia de avaliação empregada no cadastro e os modelos digitais de elevação como alternativa de solução ao problema de descontinuidade na avaliação de terrenos urbanos no cadastro. O Modelo de Avaliação Proposto é apresentado para uma área da Região Metropolitana do Recife a partir da definição da posição das observações de valor no sistema geodésico de referência, sendo a estimativa do valor do terreno obtida por interpolação entre o plano da superfície projetada e o da superfície do modelo de avaliação. A manutenção do modelo está vinculada à existência do Sistema de Referência e Medição no ambiente do cadastro imobiliário. Os indicadores de validação da modelagem proposta dependem da análise de variância do erro das estimativas de valor por face de quadra, do método de interpolação espacial e da precisão de posicionamento dos limites do terreno, sendo apresentada uma análise comparativa entre as estimativas de valor obtidas com o emprego das técnicas convencionais e com o emprego do Modelo de Avaliação Proposto.

Palavras-chave: Cadastro, Avaliação, Modelo Digital de Elevação.

ABSTRACT

BORGES, Luiz Carlos S. Alternative of Outline to the Discontinuity in the Evaluation of Urban Lands in the Real Estate Register, Recife, 2004, 95p. Dissertation (Master's degree). Center of Technology and Geoscience, Federal University of Pernambuco.

The demand of register for the real estate evaluation is usually motivated by fiscal interests originated by tax or urban politics. The register systems known till today in what the objective of executing the fiscal actions are routines that define the value of the land from the generic value of the represented by the value table, which is an instrument that establishes a relationship between the registered space and the value space. This dissertation aims analyzing the structure of the real estate register and the methodology used to analyze the register and the digital model of elevation as an alternative solution to the problem of discontinuity in the evaluation of the register of urban plots. The proposed model of evaluation is presented for part of the Metropolitan area of Recife starting from the definition of the value position in a geodesic system of reference, being that the estimate unit value of the land is obtained by interpolation between the projected surface plan and the evaluation model of the surface. The maintenance of the model is linked to the existence of the measurement system of reference within the real estate register. The indicators of the model of validation proposed depend on analyzing the variation of estimates of error or block face value, and the precision of the limits in the position of the plots, therefore presented a comparative analyses between the estimates of the value obtained with the usage of conventional techniques and the proposed model of evaluation.

Word-key: Register, Evaluation, Proposed Model of Elevation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Princípio da Vizinhança
Figura 2	Gráfico Indicador de Autocorrelação
Figura 3	Gráfico de Dispersão do Erro Aleatório
Figura 4	Planta de Valores Genéricos por Face de Quadra
Figura 5	Planta de Valores Genéricos por Lote
Figura 6	Sistemática da Avaliação no Cadastro
Figura 7	O Problema da Descontinuidade da Avaliação no Cadastro
Figura 8	Representação Temática do Modelo Digital de Elevação
Figura 9	Análise por Superfície de Tendência
Figura 10	Diagrama de VORONOI
Figura 11	Diagrama de VORONOI e correspondente Triangulação de DELAUNAY
Figura 12	Superfície Matemática do Modelo TIN
Figura 13	Modelo Funcional Proposto
Figura 14	Formulação da Equação de Regressão
Figura 15	Mapa de Curva de Nível de Valor
Figura 16	Ensaio no Campus da UFPE
Figura 17	Taqueômetro Eletrônico Utilizado
Figura 18	Cálculo do Valor do Terreno
Figura 19	Solução da Superfície de Valo

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Grau de Correlação do Modelo Estatístico
Tabela 2	Análise de Variância do Modelo
Tabela 3	Planos de Informação da Amostra
Tabela 4	Análise de Significância dos Parâmetros na Regressão Linear Múltipla
Tabela 5	Análise de Significância dos Parâmetros na Regressão Linear Polinomial

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BCI	Boletim de Cadastro Imobiliário
BL	Boletim de Logradouros
CIATA	Convênio de Incentivo ao Aperfeiçoamento Técnico e Administrativo das Municipalidades
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
CONDEPE/FIDEM	Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco
CTM	Cadastro Técnico Municipal
CTN	Código Tributário Nacional
EIV	Estudo de Impacto de Vizinhança
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ITBI	Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis Intervivos
RRCM	Rede de Referência Cadastral Municipal
SAD / 69	SOUTH AMERICAN DATUM, 1969
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro
SIT	Sistema de Informações Territoriais
SERFHAU	Serviço Federal de Habitação e Urbanismo
SRM	Sistema de Referência e Medição
TIN	TRIANGULATED IRREGULAR NETWORK
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UNIBASE	Unificação das Bases Cadastrais da Região Metropolitana do Recife
SISTEMA UTM	SISTEMA DA PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. CADASTRO IMOBILIÁRIO	4
2.1 Conceitos Gerais	4
2.2 Modelos de Sistemas Cadastrais	5
2.3 Estrutura de Sistemas Cadastrais	7
3. AVALIAÇÃO DE TERRENOS URBANOS	10
3.1 Conceitos Gerais	10
3.2 Métodos de Avaliação	11
3.3 Avaliação por Modelos de Regressão	14
3.4 Dificuldades no Ajustamento dos Modelos de Regressão	21
4. AVALIAÇÃO DE TERRENOS NO CADASTRO IMOBILIÁRIO	24
4.1 Conceitos Gerais	24
4.2 A Planta de Valores Genéricos de Terrenos	26
4.3 O Problema de Descontinuidade da Avaliação no Cadastro	30
5. MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO	32
5.1 Conceitos Gerais	32
5.2 Análise por Superfície de Tendência	34
5.3 O Modelo TIN – Triangular Irregular Network	37

6. MODELO DE AVALIAÇÃO PROPOSTO	40
6.1 Conceitos Gerais	40
6.2 Pesquisa e Coleta de Dados	40
6.3 Análise Estatística dos Modelos	44
6.3.1 Análise de Modelos por Regressão Linear Múltipla	45
6.3.2 Análise por Regressão Linear Polinomial	49
6.4 Cálculo e Predição do Valor	53
6.4.1 Geração da Superfície de Valor	53
6.4.2 Definição dos Limites do Terreno	54
6.4.3 Estimativa de Valor Venal do Terreno	58
7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
ANEXOS	63
Anexo A – Área de Estudo	63
Anexo B – Matriz de Dados Pesquisados	
Anexo C – Matriz de Dados do Modelo TIN	69
Anexo D – Planilha Comparativa do Valor Venal	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de identificação do valor econômico das propriedades imobiliárias, de interesse do Poder Público Municipal, tem sua origem nos dispositivos da política tributária adotada no Brasil, previstos inicialmente nos artigos 145 e 156 da Constituição Federal, que estabelece autonomia para instituição de impostos sobre a propriedade imobiliária e para instituição da Contribuição de Melhoria.

O Estatuto da Cidade, Lei N^o 10.257 de 10 de julho de 2001, que regulamentou os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, reforçou esta necessidade com alguns instrumentos de política urbana, que prevê a desapropriação com pagamento em títulos da dívida pública para o imóvel que não cumpra com sua função social, o direito de preempção conferido ao Poder Público na aquisição de imóvel urbano, bem como a análise prévia da valorização imobiliária em estudos de impacto de vizinhança (EIV) para empreendimentos públicos ou privados.

A possibilidade de aplicação destas políticas de gestão visa garantir, sobretudo, o direito a cidades sustentáveis, utilizando como princípio maior uma perspectiva de recuperação dos investimentos públicos que tenham resultado na valorização dos imóveis urbanos. A dinâmica imobiliária pode provocar um processo de valorização diferenciado. Nas regiões urbanas que estão em desenvolvimento, os terrenos podem sofrer grandes valorizações, enquanto que em outras, estagnadas, podem sofrer desvalorizações.

A declaração da Federação Internacional de Geômetras – FIG (1996) enfatiza a importância do Cadastro como um sistema informativo do terreno, destacando principalmente a necessidade de atender aos propósitos da tributação imobiliária e também aos propósitos legais de garantia e transferência da propriedade, do planejamento do uso e ocupação do solo, bem como de viabilizar a proteção do meio ambiente.

O desenvolvimento da dissertação é apresentado a partir do Capítulo “Cadastro Imobiliário”, onde apresentamos uma abordagem sobre o cadastro fiscal e os sistemas cadastrais que visam garantir a precisão e integridade dos dados cadastrais, a partir da implantação do Sistema de Referência e Medição.

No Capítulo que trata da “Avaliação de Terrenos Urbanos”, realizamos uma revisão dos conceitos, métodos e critérios definidos pela norma brasileira para avaliação de imóveis urbanos, e uma análise sobre os problemas de ajuste dos modelos estocásticos de avaliação.

No Capítulo que trata da “Avaliação de Terrenos no Cadastro Imobiliário” apresentamos uma abordagem sobre a sistemática de aferição do valor venal de terrenos com o uso da Planta de Valores Genéricos e identificamos o problema da descontinuidade na estimativa do valor venal dos terrenos no cadastro imobiliário.

No Capítulo que trata dos “Modelos Digitais de Elevação” apresentamos os conceitos que permitem a análise por superfície de tendência e por rede irregular de triângulos, interpretando-se o comportamento de fenômenos sobre a superfície de projeção da Terra, a tendência de sua variação, o grau de dependência entre as observações e a continuidade de sua distribuição no espaço.

No Capítulo que trata do “Modelo Digital de Avaliação” apresentamos um estudo de caso onde o procedimento metodológico para avaliação de terrenos em massa, no ambiente do cadastro imobiliário, é desenvolvido a partir da incorporação das coordenadas plano-retangulares, no sistema de projeção UTM, ao conjunto das variáveis contidas na função de valor do terreno que explica sua variação no espaço urbano.

O objetivo geral do Modelo Digital de Avaliação apresentado se concentra em oferecer uma alternativa de solução ao problema de descontinuidade na avaliação de terrenos urbanos no cadastro imobiliário, que é ocasionado pela transformação da função de valor em atributo do espaço cartográfico. A definição do modelo está fundamentada nos princípios que norteiam a construção de Modelos Digitais de Terreno, sendo a hipótese da pesquisa, portanto, a concepção de um modelo de

avaliação que garanta a integração do espaço de valor com o espaço geodésico da amostra e com o espaço cadastral. A agregação do conceito de dimensionalidade dos espaços ao modelo de avaliação está vinculada à definição da posição das observações de valor no sistema geodésico de referência e sua manutenção é dependente da existência do Sistema de Referência e Medição no ambiente do cadastro imobiliário.

Os objetivos mais específicos da dissertação se concentram em subsidiar a análise comparativa entre as estimativas que são obtidas com o emprego das técnicas convencionais e com o emprego da concepção teórica apresentada no modelo proposto, para o ambiente do cadastro imobiliário:

- a) Apresentar um novo enfoque para aferição do valor unitário do terreno urbano no cadastro imobiliário, com origem no posicionamento geodésico;
- b) Analisar as diferenças de valor unitário do terreno urbano em função da sistemática de avaliação adotada no Cadastro Imobiliário;
- c) Apresentar uma nova abordagem para produção de mapas temáticos de valor, como o de curvas de nível e o de aspectos do seu comportamento na superfície de projeção, com uso e aplicação do modelo TIN;
- d) Estimar o valor de terreno a partir do cálculo do volume de superfícies como alternativa a aplicação de fatores de correção por situação do terreno, evitando o problema de descontinuidades na função de avaliação.

No Capítulo de “Conclusões e Considerações Finais”, apresentamos os resultados que foram obtidos no estudo de caso realizado a partir da aplicação do método comparativo de avaliação para imóveis urbanos, onde já na pesquisa de mercado utilizamos o recurso de integrar a cartografia digital com a base de dados descritiva com o apoio de equipamentos móveis de computação do tipo IPAQ, um novo enfoque para definição do valor do terreno, onde a interpolação entre o plano da superfície projetada de cada perímetro do terreno com o da superfície do modelo digital de avaliação permite calcular o volume e apropriar o valor de cada terreno, e, por fim, identificamos alguns cenários para continuidade da pesquisa.

2. CADASTRO IMOBILIÁRIO

2.1 Conceitos Gerais

O Cadastro de Napoleão, instituído pelos franceses no século XIX, configura como uma das primeiras concepções de modelo de cadastro fiscal adotada no mundo (SILVA, 1979), tendo como unidade de terra a parcela, que tinha suas informações geométricas obtidas por levantamento de campo, e tinha como finalidade maior, a cobrança de impostos.

No Brasil, o Cadastro Fiscal foi historicamente influenciado por ações do governo federal, inicialmente com o surgimento do conceito de Cadastro Técnico Municipal na década de 50, que foi difundido com a criação do SERFHAU – Serviço Federal de Habitação e Urbanismo, no início da década de 70, e consolidado como modelo a partir da execução do Projeto CIATA - Convênio de Incentivo ao Aperfeiçoamento Técnico e Administrativo das Municipalidades, no início da década de 80.

O Cadastro foi interpretado, nas ações dos respectivos projetos, como um instrumento da administração pública municipal que deveria estar voltado principalmente para a programação e execução da tributação imobiliária própria (IPTU e Contribuição de Melhoria) e para o planejamento físico e territorial do solo urbano, que, por sua vez, envolve o estudo e a localização de equipamentos sociais, do sistema viário e da infra-estrutura urbana, bem como o estudo e controle efetivo do uso do solo urbano e de áreas para fins especiais.

A implantação dos projetos permitiu difundir o então denominado CTM - Cadastro Técnico Municipal, que estruturalmente era composto por um sistema descritivo e por um sistema cartográfico. O sistema cartográfico era formado pelo conjunto de Plantas de Referência Cadastral, Plantas Básicas de Logradouros e de Plantas de Comprovante de Quadra, e o sistema descritivo pelo Boletim de Cadastro Imobiliário (BCI), que continha os dados relativos ao proprietário, características do imóvel e de sua localização, e pelo Boletim de Logradouros (BL), que continha os dados de infra-estrutura e serviços do logradouro.

A conceituação dos componentes da base cartográfica pode ser identificada em SILVA (1979), que define a Planta de Referência Cadastral como parte do sistema onde se referenciam as outras plantas de escala maior e a articulação das várias pranchas, funcionando como mapa índice da Planta Básica de Logradouros.

A Planta Básica de Logradouros, utilizada comumente no Cadastro Fiscal para registro e codificação de logradouros, registro e codificação das quadras e para representar a divisão política e administrativa do município, é articulada por um sistema de coordenadas cartesianas, enquanto que a Planta de Comprovante de Quadra ou Planta-Quadra, que é utilizada para registro e codificação da numeração dos lotes e das edificações, bem como para representação planimétrica de seus limites, não está referenciada a nenhum sistema de coordenadas.

Este produto cartográfico concebido tem sido normalmente obtido na Região Metropolitana do Recife por cobertura aerofotogramétrica, propiciando a obtenção da forma, limites, confrontantes, dimensões lineares e dimensões de área das propriedades públicas e privadas. Entretanto, a ausência de um padrão de acurácia dos dados cartográficos tem inviabilizado o seu uso para apoiar a aplicação de diversos instrumentos de política urbana, administrativa e jurídica.

A constituição do cadastro com múltiplas finalidades depende, fundamentalmente, de uma estruturação que garanta a integridade da base de dados, a qual deve ser definida por um sistema que permita a obtenção e atualização das informações geométricas e descritivas sobre o território, conforme está definido por PHILIPS (1996) “O Cadastro de Bens Imobiliários é o registro geométrico-técnico e a lista oficial de lotes e parcelas, com fé pública, para garantir tanto a integridade geométrica dos limites como também os direitos relacionados às propriedades imobiliárias”.

2.2 Modelos de Sistemas Cadastrais

Os Sistemas Cadastrais são concebidos para atender às funções e objetivos do Cadastro, devendo ser construídos como um sistema ‘aberto’, para múltiplos fins,

e com garantias à sociedade de acesso livre às informações dos seus elementos constituintes (PHILIPS, 1996).

A qualidade das informações contidas no sistema cadastral poderá ser analisada a partir da identificação do índice de completeza dos dados registrados com relação ao mundo real, da atualidade da informação, do registro histórico dos dados quanto aos processos de aquisição, da exatidão posicional dos objetos e da exatidão do atributo não espacial, quanto à sua descrição qualitativa ou quantitativa.

A exatidão posicional está definida como sendo o grau de aderência das observações em relação ao seu valor verdadeiro. Sendo o valor verdadeiro desconhecido, o valor a ser considerado como mais provável é o da média aritmética das observações (item 3.10 do cap. 3 – Definições, da **NBR 13.133 / 94**). A tolerância quanto à exatidão posicional constitui o erro máximo aceitável na posição dos pontos definidores do terreno levantado, que, por sua vez, dependerá da precisão da observação, considerando-se ainda a quantidade de repetições e a limitação instrumental.

Em CARNEIRO (2000), são apresentados alguns modelos teóricos de sistemas cadastrais, que estão sumarizados a partir dos elementos essenciais de composição do cadastro, das relações entre suas partes constituintes, dos processos relevantes e do ambiente no qual funcionam. Estes modelos sistematizam o cadastro inglês, o cadastro norte americano e o cadastro australiano.

O modelo que sistematiza o cadastro inglês apresenta uma abordagem conceitual que enfatiza a descrição de métodos e a especificação de critérios para os levantamentos cadastrais, objetivando fundamentalmente a descrição dos limites da parcela legal, que é reconhecida como a unidade territorial do cadastro. O alcance deste objetivo favorece a estimativa do valor da terra com maior precisão, naquilo que se refere às dimensões lineares, às dimensões de sua superfície, aos seus limites e aos seus confrontantes.

O modelo que corresponde ao contexto norte americano do cadastro de múltiplas finalidades enfatiza a sistemática de descrição geométrica das parcelas

cadastrais vinculada a uma rede de referência geodésica, principal componente do sistema, sendo sua operação definida a partir de mecanismos de ligação estabelecidos com os diversos registros identificados.

O modelo que corresponde aos sistemas cadastrais adotados na Austrália é constituído por dois componentes principais: o banco de dados cadastrais, contendo informações gráficas e descritivas das parcelas legais, e um Sistema de Informações Territoriais (SIT), cuja função é gerenciar os dados de registro territorial, do levantamento cadastral, do mapeamento de escalas grandes, e da avaliação de propriedades no ambiente de todo o sistema.

Em todos os modelos de sistema cadastral, observa-se uma ênfase quanto aos processos de obtenção das características geométricas do espaço no cadastro, numa estruturação que garanta a integridade da base de dados. A abordagem do posicionamento, neste contexto, está vinculada ao conceito de Sistema de Referência e Medição - SRM, definido como a entidade geométrica que referencia todas as medições geodésicas e topográficas, para fins de levantamentos e locações de pontos limite de propriedades, pontos limite de edificações, bem como das feições que caracterizam os aspectos naturais e artificiais da superfície (Romão, 1996).

No Brasil, o modelo do cadastro fiscal que tem sido amplamente utilizado nas administrações públicas municipais não apresenta em sua estruturação uma definição para o Sistema de Referência e Medição, acreditando-se, ser este, o motivo pelo qual o processo de atualização é substituído pelo que se apregoa de **projeto de recadastramento**, onde são levantadas as características geométricas e descritivas de todos os imóveis em cada projeto, normalmente precedido por uma cobertura aerofotogramétrica.

2.3 Estrutura de Sistemas Cadastrais

A estruturação do sistema cadastral está vinculada à definição do referencial terrestre de posicionamento, que permitirá estabelecer a posição de um ponto P na superfície física da terra e sua projeção P' sobre a superfície do modelo de

referência adotado, observando-se as diretrizes e bases do Sistema Geodésico Brasileiro – SGB.

O estabelecimento da RRCM deverá ser observado por instrumentos legais que a defina como única referência espacial, sendo obrigatório o seu uso para os órgãos geradores das informações sobre o território municipal (item 7.3.1 da NBR 14.166 / 98), sendo participantes:

- a) todos os órgãos da administração municipal;
- b) todas as entidades públicas e privadas, governamentais ou não, com atuação no território municipal;
- c) pessoas físicas, em geral, que realizem quaisquer dos serviços topográficos, desde que, o seu andamento ou os seus resultados estejam sujeitos à aprovação, verificação e acompanhamento de órgãos ou entidades da administração municipal.

A implantação da Rede de Referência Cadastral, objetiva, sobretudo, compatibilizar os procedimentos e estabelecer a infra-estrutura de apoio geodésico e topográfico nos trabalhos de levantamento, quer seja pelo método direto clássico, quer pelo método aerofotogramétrico, quer pelo método de posicionamento por satélites, ou outro que vier a ser desenvolvido.

Na aplicação indistinta dos métodos deverá ser observado o princípio da vizinhança como forma de garantir a precisão relativa entre pontos vizinhos (NBR - 13.133 / 94). A observância desse princípio pode ser estabelecida, dentre outras, com a aplicação da técnica da **intersecção** a pontos bem próximos (Figura 1), que é aquela onde o procedimento de medição é efetuado por visadas a pontos de coordenadas desconhecidas (**E_{cd}**) a partir de pontos com coordenadas conhecidas (**RR_{cc}**), enquanto que a aplicação da técnica da **ressecção** prevê o procedimento de medição efetuado por visadas a pontos de coordenadas conhecidas (**RR_{cc}**) a partir de estações com coordenadas desconhecidas (**E_{cd}**) (KAHMEN, 1998).

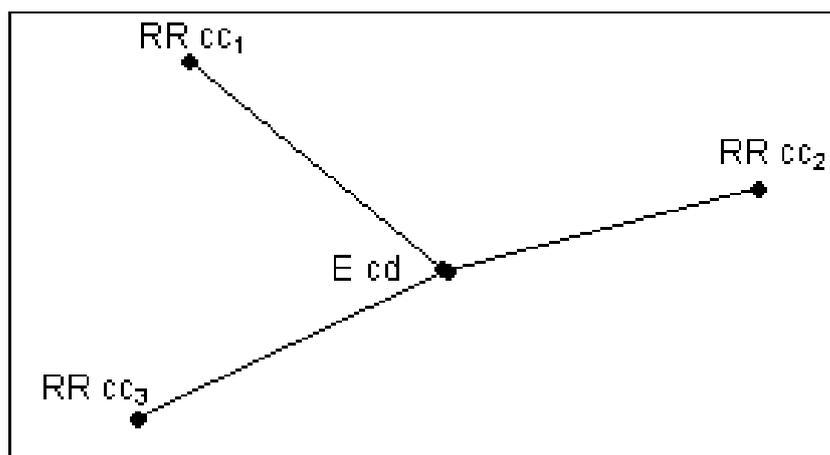


Figura 1 – Princípio da Vizinhança

A solução analítica obtida com a estimativa de mínimos quadrados se fundamenta, neste caso, com a aplicação do método paramétrico, onde as grandezas estimadas, denominadas de parâmetros e representadas pelo vetor \mathbf{X} se vinculam às observadas, representadas pelo vetor \mathbf{L} , por uma relação matemática linearizada de GAUSS-MARKOV (Equação 01), em que \mathbf{A} é a matriz das derivadas parciais e \mathbf{V} é o vetor dos resíduos (GEMAEL, 1994).

$$\mathbf{L} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{X} + \mathbf{V} \quad (\text{Equação 01})$$

O valor mais provável (\mathbf{X}_a) da grandeza estimada é obtido a partir da relação matemática estabelecida entre a matriz de peso (\mathbf{P}), a matriz das derivadas parciais (\mathbf{A}) e o vetor da grandeza observada \mathbf{L} , considerando-se que foram eliminados os erros grosseiros e sistemáticos da grandeza observada. (Equação 02).

$$\mathbf{X}_a = (\mathbf{A}^T \cdot \mathbf{P} \cdot \mathbf{A})^{-1} \cdot \mathbf{A}^T \cdot \mathbf{P} \cdot \mathbf{L} \quad (\text{Equação 02})$$

Os estimadores de mínimos quadrados do vetor (\mathbf{X}_a) são observados pela matriz simétrica $(\mathbf{A}^T \cdot \mathbf{P} \cdot \mathbf{A})$, sendo a estimativa de incerteza dos novos pontos definidores do limite da propriedade ou de feições de interesse do cadastro fiscal, de grande interesse para identificar o grau de exatidão da avaliação.

3. AVALIAÇÃO DE TERRENOS URBANOS

3.1 Conceitos Gerais

Os terrenos urbanos podem ser distinguidos em função de sua natureza econômica. Por um lado, são identificados como fator de produção na indústria da construção civil, e, por outro lado, como um ativo da economia que pode auferir rendimentos.

A metodologia mais adequada para realização de um trabalho de avaliação do terreno urbano é função, basicamente, da natureza do bem avaliando, da finalidade da avaliação e da disponibilidade, qualidade e quantidade de informações colhidas no mercado. A escolha do método deve ter o objetivo de retratar o comportamento do mercado por meio de modelos que suportem racionalmente o convencimento do valor (NBR 14653-1, Avaliação de Bens – Parte 1: Procedimentos Gerais).

Na impossibilidade da utilização de métodos previstos na norma brasileira de avaliação de bens, com o objetivo de identificar o seu valor, seus frutos e direitos, é facultado ao Engenheiro de Avaliações o emprego de outro procedimento, desde que seja devidamente justificado.

A análise de valor dos terrenos no espaço urbano pode ser interpretada como um fenômeno com características aleatórias, já que os valores observados podem variar de um ponto a outro, e com características espaciais, já que os valores observados podem ter alguma relação de dependência, e a sua variação ocorrer mais em uma direção do que em outra.

A especificação da análise de valor do terreno, no espaço urbano, decorre, inicialmente, do método selecionado em razão da confiabilidade, qualidade e quantidade dos dados amostrais disponíveis, e também da precisão do trabalho, quando for possível medir o grau de certeza e o nível de erro tolerável numa avaliação.

A precisão da análise comparativa pode ser circunstanciada, ao longo do tempo, com o uso de critérios analíticos, que comumente admitem uma relação matemática de ponderação dos atributos específicos de cada terreno com os seus respectivos preços, e com a análise probabilística do erro aleatório da amostra.

A desvantagem da utilização do tratamento por fatores reside na incapacidade do avaliador ter uma convicção do erro da estimativa, sendo o pressuposto deste procedimento a homogeneização com dados assemelhados com determinada abrangência espacial e temporal. Os procedimentos para sua utilização estão previstos no Anexo B da NBR 14653-1.

A análise probabilística diz respeito ao contexto da análise estatística clássica, que se considerada aplicada a uma amostra do mercado imobiliário de terrenos urbanos, permite modelar o valor $E(Y)$ do vetor Y , que contém os valores coletados de oferta e/ou transação (variável dependente), como uma combinação (Equação 03), de suas variáveis independentes ou explicativas (X_i) (CORDEIRO, 1986).

$$Y = f(\beta, X_i) + \varepsilon, \quad (\text{Equação 03})$$

O vetor de parâmetros (β) a ser estimado, permite inferir o peso de cada uma das variáveis explicativas sobre o comportamento da variável resposta (Y) e (ε) representa o erro aleatório da amostra para o modelo de regressão adotado.

A técnica de ajustamento dos dados, normalmente utilizada na análise probabilística é o método dos mínimos quadrados (MMQ), sendo admitido como pressuposto que o fenômeno de valor deva ter um comportamento inteiramente aleatório, não admitindo, por hipótese, a ocorrência de dependência entre as observações.

3.2 Métodos de Avaliação

Os métodos para identificar o valor de um bem, de seus frutos e direitos estão descritos no item 8.2 da NBR 14653-1, a seguir reproduzida:

8.2.1 Método comparativo direto de dados de mercado

Identifica o valor de mercado do bem por meio de tratamento técnico dos atributos dos elementos comparáveis, constituintes da amostra.

8.2.2 Método involutivo

Identifica o valor de mercado do bem, alicerçado no seu aproveitamento eficiente, baseado em modelo de estudo de viabilidade técnico e econômico, mediante hipotético empreendimento compatível com as características do bem e com as condições do mercado no qual está inserido, considerando-se cenários viáveis para execução e comercialização do produto.

8.2.3 Método evolutivo

Identifica o valor do bem pelo somatório dos valores de seus componentes. Caso a finalidade seja a identificação do valor de mercado, deve ser considerado o fator de comercialização.

8.2.4 Método da capitalização da renda

Identifica o valor do bem, com base na capitalização presente da sua renda líquida prevista, considerando-se cenários viáveis.

O procedimento usualmente adotado para avaliação de terrenos urbanos está vinculado à aplicação do método comparativo direto de dados de mercado, onde a amostra de uma região é estratificada quanto às suas características intrínsecas e extrínsecas, segundo um conjunto de variáveis quantitativas, que mensura o atributo, de variáveis qualitativas, que define o atributo por classe, e ainda de variáveis dicotômicas, que indica a existência ou não do atributo.

O enquadramento dos laudos de avaliação, com a aplicação do método comparativo direto de dados de mercado, no entendimento da NBR 14653-2, estar

vinculado ao grau de fundamentação do trabalho desenvolvido, que poderá refletir o empenho da ação, mas, não irá garantir nenhum grau de precisão a priori. Para atender as especificidades da norma, o trabalho de avaliação deverá ser fundamentado com base no disposto no item 9.4 da referida norma, segundo os seguintes elementos:

- a) Caracterização do imóvel avaliando – enquadramento do trabalho de avaliação a partir da descrição do imóvel em função das variáveis analisadas;
- b) Coleta de dados de mercado – enquadramento do trabalho de avaliação em função da autoria de levantamento das variáveis analisadas. Independente do nível de fundamentação deste item, há que se considerar um planejamento da pesquisa com vistas à composição de uma amostra representativa de dados de mercado de imóveis com características, tanto quanto possível, semelhantes às do avaliando, usando-se toda a evidencia possível;
- c) Quantidade mínima de dados de mercado, efetivamente utilizados, com base no número de variáveis independentes do modelo;
- d) Identificação dos dados de mercado, quanto ao maior ou menor detalhamento de sua descrição;
- e) Extrapolação das características de cada variável;
- f) Nível de significância α (somatório do valor das duas caudas) máximo para a rejeição da hipótese nula de cada parâmetro de regressão;
- g) Nível de significância máximo admitido nos demais testes estatísticos realizados;

O tratamento dos dados, previsto no item 8.2.1.4 da NBR 14653-2, pode ser distinguido, alternativamente e em função da qualidade e quantidade de dados e informações disponíveis, entre o uso de uma homogeneização por fatores e critérios ou o uso de método científico para a indução do comportamento do mercado.

3.3 Avaliação por Modelos de Regressão

A representação do valor dos terrenos no mercado imobiliário por modelos de regressão pressupõe uma combinação linear das variáveis independentes selecionadas com os respectivos parâmetros populacionais estimados, com o erro aleatório da amostra.

O erro aleatório admitido entre a estimativa e a observação decorre, num primeiro momento, de variáveis não incluídas no modelo e / ou de erros de mensuração apenas na variável dependente, e num segundo momento, pela existência de erros de mensuração das variáveis independentes (HOFFMANN, 1977).

A condição de homogeneidade necessária à formulação do modelo de regressão é verificada por seis hipóteses básicas (HOFFMANN, 1987):

1ª Hipótese: A variável dependente (Y_j) é função linear das variáveis independentes (X_{ij} , $i = 1, \dots, k$)

- O comportamento da variável dependente em relação a cada variável independente, em escala original, poderá ser analisado de forma gráfica e permitir ao avaliador a identificação de que transformação deve ser realizada para linearizar o modelo.

- Em DANTAS (1998), a definição da transformação mais adequada para a variável dependente é apresentada a partir da formulação estatística, conhecida como o teste de **TUKEY**, também conhecido como método das co-variáveis adicionais (CORDEIRO, 1986). Os procedimentos metodológicos para utilização do teste de **TUKEY** são os seguintes:

a) Ajustar os dados pesquisados;

b) Adicionar uma co-variável independente $Z_i = Y_a * Y_a$;

- c) Ajustar o modelo com a co-variável Z_i ;
- d) Testar a significância do parâmetro da co-variável pelo teste **t de STUDENT**;

d.1) $T_c = |b| / \sigma(\beta)$, onde $\sigma(\beta)$ é o desvio padrão de β

d.2) Comparar T_c com $T_{(1-\alpha; n-k)}$.

d.3) Se $T_c > T_{(1-\alpha; n-k)}$, o parâmetro β da co-variável é significativo ao nível α e alguma transformação na variável dependente será necessária

- e) Calcular o expoente (q) da transformação na variável dependente, onde: $q = 1 - 2 * \beta * Y_m$, e Y_m é a média da variável Y

i) Se $q = 0$, a transformação deve ser logarítmica

ii) Se $q = 1/2$, a transformação deve ser raiz quadrada

2ª Hipótese: Os valores da variável independente (X_{ij}) são fixados pelo pesquisador (engenheiro avaliador).

3ª Hipótese: O número de observações (n), efetivamente utilizado, deverá ser superior ao número de variáveis independentes (k), admitindo-se como condição geral, o disposto no anexo A..2.1 da NBR 14653-2, que estabelece $n \geq 3(k + 1)$.

4ª Hipótese: Os erros são variáveis aleatórias com valor esperado nulo e variância constante, ou seja, $E(\varepsilon_i) = 0$ e $Var(\varepsilon_i) = \sigma^2$, respectivamente, que caracterizam a homocedasticidade do modelo.

- O teste de verificação da homocedasticidade pode ser feito por uma análise gráfica dos resíduos versus valores ajustados, que, deverá apresentar uma disposição aleatória dos pontos (Anexo A.2.2.3.a da NBR 14653-2)

5ª Hipótese Os erros são variáveis aleatórias com distribuição normal

- A verificação da normalidade pode ser realizada, entre outras, por uma das seguintes formas: (Anexo A .2.2.2 da NBR 14653-2):

- a) Exame do gráfico histograma dos resíduos padronizados da amostra, com o objetivo de verificar se sua forma guarda semelhança com a da curva normal

- b) Análise do gráfico de resíduos padronizados versus valores ajustados, que deve apresentar pontos dispostos aleatoriamente, com a grande maioria situada no intervalo $[-2,+2]$

- c) Construir o gráfico de freqüência relativa dos resíduos padronizados da amostra, nos intervalos de $[-1,+1]$, $[-1,64,+1,64]$, e $[-1,96, +1,96]$, e compará-los com as probabilidades da distribuição normal padrão nos mesmos intervalos, ou seja, 68%, 90% e 95%.

- d) Análise do gráfico dos resíduos ordenados padronizados versus o quantil da distribuição normal padronizada, que deve se aproximar da bissetriz do primeiro quadrante

e) Realizar testes de aderência não-paramétricos, como por exemplo, o QUI-QUADRADO, o de KOLMOGOROV-SMIRNOV ajustado por STEPHENS e o de JARQUE-BERA

6ª Hipótese : Os erros são não-autocorrelacionados, isto é, são independentes sob a condição de normalidade : $E(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$, para todo i diferente de j

- A verificação da existência de autocorrelação no erro aleatório pode ser testada com o auxílio da razão de VON NEUMANN (Equação 6). A estatística d foi tabelada por DURBIN - WATSON para níveis de significância de 5%, 2,5%, e 1%, considerando ajustamentos de modelos para amostras de 15 a 100 observações, com até seis variáveis independentes, estabelecendo-se limites críticos d_L e d_U (Figura 2).

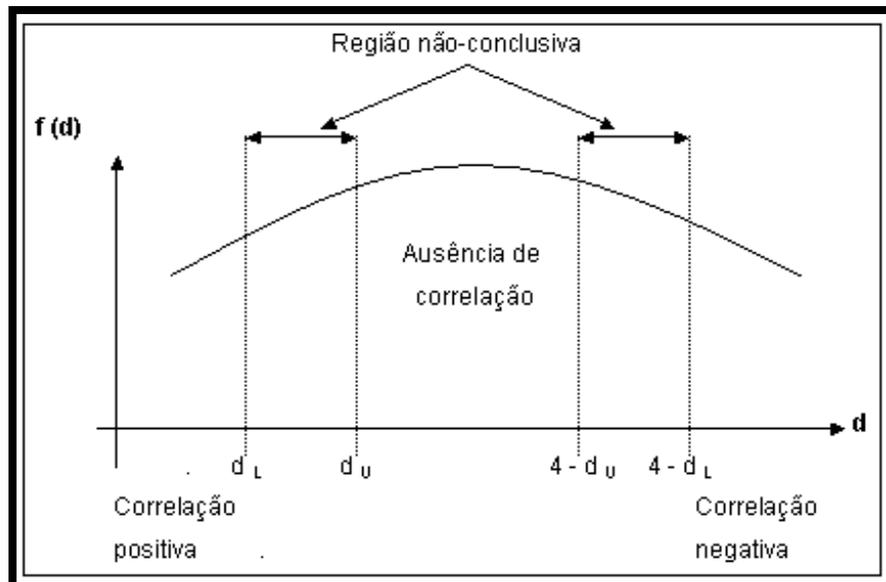


Figura 2 - Gráfico Indicador de Autocorrelação

- $d = \frac{\sum_{i=2}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}$,
(Equação 6), onde ε_i é o i -ésimo resíduo do modelo, ordenado crescentemente em relação aos valores ajustados da amostra.

- Para se testar a hipótese nula (H_0) de que os resíduos são correlacionados, calcula-se d e compara-se com os pontos críticos d_L , d_U . Se, $d_U < d < 4 - d_U$, rejeita-se (H_0), ou seja, rejeita-se a hipótese de que os resíduos sejam correlacionados, em favor da hipótese de que não exista autocorrelação para o nível de significância estabelecido.

As três primeiras hipóteses são necessárias para demonstrar que os parâmetros estimados pelo método de mínimos quadrados não são tendenciosos, enquanto que as cinco primeiras hipóteses permitem demonstrar que estes mesmos parâmetros são lineares e não tendenciosos de variância mínima (HOFFMANN, 1987).

Na análise da qualidade de ajustamento dos modelos de regressão, outros testes estatísticos deverão ser observados, tais como, o poder de explicação do modelo, teste de significância individual dos parâmetros do modelo, a significância do modelo e o campo de arbítrio da estimativa..

a) Poder de Explicação

- I) Coeficiente de Correlação do Modelo (r)
 - O valor numérico deste coeficiente (Equação 04) é calculado a partir do somatório das diferenças entre os valores observados (X_i, Y_i) e seus respectivos valores médios (X_m, Y_m), onde, $Y_m = Y_i / n$ e $X_m = X_i / n$

$$r = \frac{\sum (X_i - X_m)(Y_i - Y_m)}{[\sum (X_i - X_m)^2 * \sum (Y_i - Y_m)^2]^{1/2}} \quad \text{(Equação 04)}$$

- Em DANTAS (1999) é apresentada uma tabela que classifica o grau da correlação, em função do módulo do coeficiente de correlação (Tabela 1).

Coeficiente de Correlação	Grau de Correlação do Modelo
$ r = 0$	Nula
$0 < r \leq 0,30$	Fraca
$0,30 < r \leq 0,70$	Média
$0,70 < r \leq 0,90$	Forte
$0,90 < r \leq 0,99$	Fortíssima
$ r = 1,00$	Perfeita

Tabela 1 – Grau de Correlação do Modelo

- O grau de correlação pode ser interpretado ainda quanto ao seu valor absoluto: se o valor de r tiver uma variação entre -1 e 0, a correlação é dita inversa; b) se $r = 0$, a correlação é nula; c) se o valor de r tiver uma variação entre zero e +1, a correlação é dita direta.

- II) Coeficiente de Determinação do Modelo (R)

- O coeficiente de determinação do modelo é a razão entre a soma dos quadrados da regressão e a soma dos quadrados totais(SQR/SQT), também obtido pelo quadrado do coeficiente de correlação (r^2) . Segundo DANTAS (1999), a desvantagem deste coeficiente é que, para uma mesma amostra, ele cresce na medida em que aumentam o número de variáveis independentes incluídas no modelo, não levando em conta o número de graus de liberdade perdidos a cada parâmetro estimado.

Para corrigir esta deficiência é preferível utilizar o Coeficiente de Determinação Ajustado (Equação 05), considerado para um modelo com k variáveis independentes, ajustado a uma amostra de n elementos.

$$R = 1 - (1 - R_i) * (n - 1) / (n - k - 1) \quad (\text{Equação 05})$$

b) Testes de Significância Individual do parâmetro b_j

- A significância individual t_j^* , dos parâmetros das variáveis do modelo (Equação 06), é aceita, como importante para explicar o modelo, se este valor calculado for maior do que o valor tabelado da distribuição **t de STUDENT** com $(n - p)$ graus de liberdade. De acordo com o item 9.4 da NBR 14653-2, exige-se uma significância máxima de 10% para avaliações com grau de fundamentação igual a 3, 20% para avaliações com grau de fundamentação igual a 2, e 30% com grau de fundamentação igual a 1.

$$t_j^* = |b_j| / s(b_j); \quad (\text{Equação 06})$$

- O desvio padrão do parâmetro $s(b_j)$ (Equação 07), onde o denominador é definido pelo somatório das diferenças entre os valores observados (X_i) e seus respectivos valores médios (X_m)

$$s(b_j) = s * 1 / [\sum (X_i - X_m)^2]^{1/2} \quad (\text{Equação 07})$$

- A estimativa dos parâmetros (β) pelo método dos mínimos quadrados (MMQ), nos modelos de regressão, é obtida a partir da mínima soma dos quadrados dos resíduos, sendo expresso na forma matricial por $\beta = (X^t X)^{-1} * X^t * Y$, onde X^t é a matriz transposta de X . A matriz de variância e covariância das estimativas dos parâmetros é dada por $(X^t X)^{-1} * \sigma^2$.

c) Teste de Significância do Modelo

- A significância estatística do modelo de regressão pode ser testada a partir da razão entre a variância explicada e a

variância não explicada dos n preços observados. A hipótese de que o conjunto de parâmetros seja importante para explicar a variabilidade dos preços, é aceita, se o valor da variância explicada (Tabela 2).for maior do que o valor do ponto crítico da distribuição de SNEDECOR ($F_{(\alpha, : K : N - K - 1)}$), tabelado por Fischer para diferentes níveis de significância.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Variância
Regressão	$SQR = \Sigma (Y_a - Y_m)^2$	K=1	Explicada (QMR) = SQR / k
Resíduos	$SQE = \Sigma (Y_l - Y_a)^2$	n - k - 1	Não explicada QME = $SQE / (n - k - 1)$
Total	$SQTO = \Sigma (Y_l - Y_m)^2$	n - 1	Total (QMTO) = $SQTO / (n - 1)$

Tabela 2 – Análise de Variância (Adaptada de DANTAS,1999, pag. 119)

f) Campo de Arbítrio

- A norma brasileira para avaliação de imóveis urbanos considera uma semi-amplitude de 15% em torno da estimativa pontual (X_0, Y_0) (Equação 08).

$$I = Y_{(X_0, Y_0)} + (t_{1-\alpha/2; n-2}) * s(Y_{(X_0, Y_0)}) \quad (\text{Equação 08})$$

3.4 Dificuldades no Ajustamento dos Modelos de Regressão

A utilização da análise de regressão para avaliação de terrenos no cadastro imobiliário se fundamenta na perspectiva de realização de inferências sobre o modelo estocástico concebido de forma a refletir os preços absolutos e relativos praticados pelo mercado imobiliário.

As principais características do mercado de terrenos, a serem estabelecidas pelo conjunto de variáveis explicativas do modelo, estão relacionadas com sua

imobilidade, que pode ser caracterizada por sua posição geográfica, e por sua durabilidade, que pode ser caracterizada pelas variáveis que o identificam.

A seleção do conjunto de variáveis do modelo de avaliação considera, inicialmente, que deva haver uma ausência de dependência linear entre as variáveis explicativas do modelo, isto é, que deva ser investigado o grau de colinearidade ou de multicolinearidade entre elas. Na prática, observamos uma situação intermediária entre a colinearidade perfeita e a ausência total de colinearidade, podendo o avaliador investigar, a partir da matriz de correlações, até que ponto a dependência linear entre as variáveis é prejudicial ao modelo.

Diversos procedimentos podem ser utilizados para determinar o relacionamento (correlação) entre um grande número de variáveis, bem como se estas podem ser condensadas ou sumarizadas em um conjunto menor de componentes ou fatores, como, por exemplo, a Análise Fatorial (PHILIPS, 2002).

A influência de aspectos espaciais nos preços dos terrenos pode ser interpretada a partir da definição de sua vizinhança e de sua localização, que em geral é medida pelo padrão de ocupação da localidade e pela distância a um centro comercial ou pólo de atratividade, respectivamente. Entretanto, este procedimento poderá conduzir a uma abordagem, em que se verifica um comportamento isotrópico do valor, pouco observado no mercado de preços dos terrenos, tendo em vista que a variação do preço, em função da distância a um pólo atrativo, poderá ocorrer com padrão de intensidade distinto em função da orientação geográfica.

A estatística clássica interpreta a ocorrência de autocorrelação com o emprego da análise gráfica dos resíduos, que objetiva verificar a existência de concentração ou dispersão espacial dos erros. Se a representação gráfica dos resíduos (ε_i) versus os valores ajustados (Y_a) (Figura 3) apresentar uma distribuição aleatória de pontos em torno de uma reta horizontal que passa na origem, rejeita-se a hipótese de que haja correlação no modelo. No entanto, se a disposição gráfica apresentar alguma tendência, poderá existir autocorrelação (González, 1995).

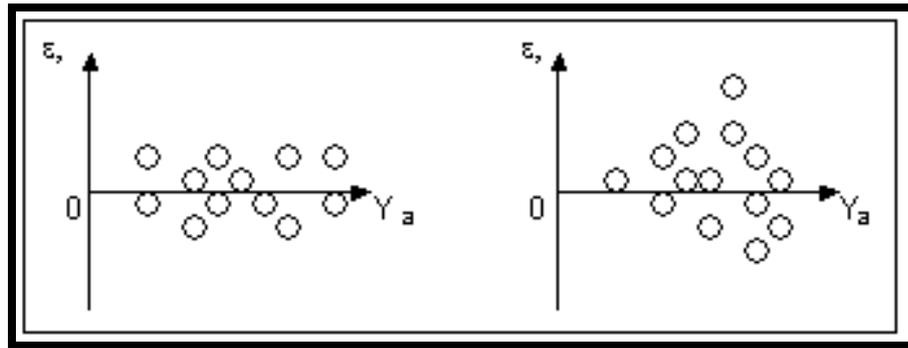


Figura 3 - Gráfico de Dispersão do Erro Aleatório

Esta análise gráfica dos resíduos poderá diagnosticar, também, que a estimativa de valor do terreno (Y) poderá ser decorrente da combinação de influências de variáveis independentes (X_k), o que torna necessário, nestas circunstâncias, a introdução de um fator de interação entre estas variáveis (DANTAS, 1998). A análise gráfica pode ser realizada com a construção do gráfico de resíduos versus variável independente.

Os pressupostos básicos já abordados são necessários para validar o modelo clássico de regressão com variância constante e distribuição normal do resíduo, e que servem de fundamentação dessa dissertação. Entretanto, segundo CORDEIRO (1986), apud NELDER e WEDDERBURN (1972), há ainda a classe dos Modelos Lineares Generalizados – MLG, definidos por uma função de distribuição de probabilidade, membro da função exponencial de distribuições, tais como a Normal, a Poisson, a Gama ou a Normal Inversa, que são definidos por uma estrutura linear constituída de um conjunto de variáveis independentes e por uma função de ligação estabelecida entre a média da variável resposta e a estrutura linear.

A referência aos MLG, visa estabelecer que a adequação de uma função distribuição de probabilidade é dependente da natureza dos dados observados, sendo razoável supor que para uma determinada amostra do mercado imobiliário de terrenos, a distribuição normal poderá não ser necessariamente adequada.

4 AVALIAÇÃO DE TERRENOS NO CADASTRO IMOBILIÁRIO

4.1 Conceitos Gerais

A demanda pela atividade de avaliação de terrenos, no cadastro imobiliário, é normalmente estimulada por interesses no lançamento de tributos, tais como o IPTU – Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana, o ITBI – Imposto sobre a Transmissão Inter Vivos de Bens Imóveis e a Contribuição de Melhoria.

O Art. 3 do Código Tributário Nacional (CTN) define o conceito de tributo, enquanto que o conceito de imposto está no Art 16 do mesmo diploma legal, e o conceito de contribuição de melhoria está no Art. 81, estabelecendo ainda que estes tributos só podem ser exigidos por lei :

Art. 3 – Tributo é toda prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor se possa exprimir, que não constitua sanção por ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada.

Art. 16 – Imposto é o tributo cuja obrigação tem por fato gerador uma situação independente de qualquer atividade específica, relativa ao contribuinte.

Art. 81 – A contribuição de melhoria cobrada pela união, pelos estados, pelo distrito federal ou pelos municípios, no âmbito de suas respectivas atribuições, é instituída para fazer face ao custo de obras públicas de que decorra valorização imobiliária, tendo como limite total a despesa realizada e como limite individual o acréscimo de valor que da obra resultar para cada imóvel beneficiado.

A promulgação da Lei 10.257/2001, Estatuto da Cidade, possibilitou a regulamentação os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelecendo as diretrizes gerais da política urbana, ampliando a necessidade de identificação do valor econômico do território para fins tributários, a partir do combate à especulação com terrenos ociosos (Art. 5, Art. 7, e Art. 8).

Art. 5 – Lei municipal específica, para área incluída no plano diretor, poderá determinar o parcelamento, a edificação ou a utilização compulsórios do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, devendo fixar as condições e os prazos para implementação da referida obrigação.

Art. 7 – Em caso de descumprimento das condições e dos prazos previstos na forma do caput do art. 5 ° desta Lei, ou não sendo cumpridas as etapas previstas no § 5° do art. 5° desta Lei, o Município procederá à aplicação do imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana (IPTU) progressivo no tempo, mediante a majoração da alíquota pelo prazo de cinco anos consecutivos

Art. 8 – Decorridos cinco anos da cobrança do IPTU progressivo sem que o proprietário tenha cumprido a obrigação de parcelamento, edificação ou utilização, o Município poderá proceder à desapropriação do imóvel com pagamento em títulos da dívida pública.

O Estatuto da Cidade estabelece ainda a previsão de participação da sociedade na aprovação de projetos que possam afetar sua qualidade de vida, exigindo a apresentação do EIV - Estudo de Impacto de Vizinhança (Art. 36 e Art. 37), onde a valorização imobiliária é uma das questões a abordar.

Art. 36 – Lei municipal definirá os empreendimentos e atividades privados ou públicos em área urbana que dependerão da elaboração do estudo prévio de impacto de vizinhança (EIV) para obter as licenças ou autorizações de construção, ampliação ou funcionamento a cargo do Poder Público municipal.

Art. 37 – O EIV será executado de forma a contemplar os efeitos positivos e negativos do empreendimento ou atividade, quanto à qualidade de vida da população residente na área e suas proximidades, incluindo na análise, no mínimo, as seguintes questões:

- I – adensamento populacional;
- II – equipamentos urbanos e comunitários;
- III – uso e ocupação do solo;

- IV – valorização imobiliária;
- V – geração de tráfego e demanda por transporte público;
- VI – ventilação e iluminação;
- VII – paisagem urbana e patrimônio natural e cultural.

Parágrafo único. Dar-se-á publicidade aos documentos integrantes do EIV, que ficarão disponíveis para consulta, no órgão competente do Poder público municipal, por qualquer interessado.

O Estatuto da Cidade assegura também a preferência ao poder público para aquisição de imóveis (Art. 25), ampliando a possibilidade de formação de estoques de terras públicas para projetos de interesse da sociedade, que antes só era possível por indenização ou desapropriação da propriedade privada.

Art. 25 – O direito de preempção confere, ao Poder Público municipal, preferência para aquisição de imóvel urbano, objeto de alienação onerosa entre particulares.

A aplicação de todos estes instrumentos de política urbana e tributária exige que o sistema cadastral esteja em constante processo de atualização, de forma a suportar os registros de direito dos terrenos bem como dos valores associados a ele.

4.2 A Planta de Valores Genéricos de Terrenos

A atividade de avaliação do terreno urbano, no ambiente do cadastro imobiliário, é geralmente realizada a partir da Planta de Valores Genéricos, que é um produto derivado da planta básica de logradouros e que objetiva garantir uma estimativa de valor que reflita a dinâmica da relatividade de preços praticada pelo mercado de imóveis, atendendo a critérios técnicos e uniformes.

Segundo Martins (1989), duas características básicas devem revestir uma Planta de Valores: a uniformidade e o dinamismo. A uniformidade de critérios e métodos, por permitir resguardar a justiça tributária, e o dinamismo como forma de refletir toda a variação econômica da região.

A organização e construção da Planta de Valores compreendem basicamente as atividades de levantamento e mapeamento do uso e ocupação do solo, dos equipamentos urbanos, da rede de serviços públicos, das características sócio-econômicas (zonas homogêneas) e das regiões de mesmo potencial de aproveitamento eficiente (zonas de avaliação), dentre outras.

A estimativa dos preços médios dos terrenos, no ambiente da Planta de Valores, envolve o estudo de sua variação espacial quanto aos aspectos de continuidade, a interpretação de seu comportamento, a estimação por simulação e a aferição do grau de incerteza, que é função do tratamento dispensado aos preços e às variáveis selecionadas.

A análise dos aspectos de continuidade deve ser abordada, inicialmente, quanto à disposição espacial dos dados coletados, identificando-se a concentração ou dispersão das observações em função de sua posição geográfica na região de estudo, o que poderá indicar a perspectiva de definição de modelos globais ou locais de avaliação no espaço cadastral.

A representação temática do valor, de uma forma geral, deverá ser expressa na maior escala disponível no sistema cartográfico do cadastro, podendo ser distinguida, segundo HOCHHEIM (1996), entre a Carta Temática de Notação, com uma representação do fenômeno na forma de cores ou de tonalidades, a Carta Temática Estatística, que representa a continuidade de variação dos valores do fenômeno, e a Carta Temática de Síntese, com uma representação global do fenômeno.

A representação temática da Planta de Valores (Figura 4), normalmente utilizada no cadastro imobiliário, é aquela onde cada face de quadra da planta básica de logradouros é identificada por um número composto pelo código da face (FF) e o código de valor genérico (V0).

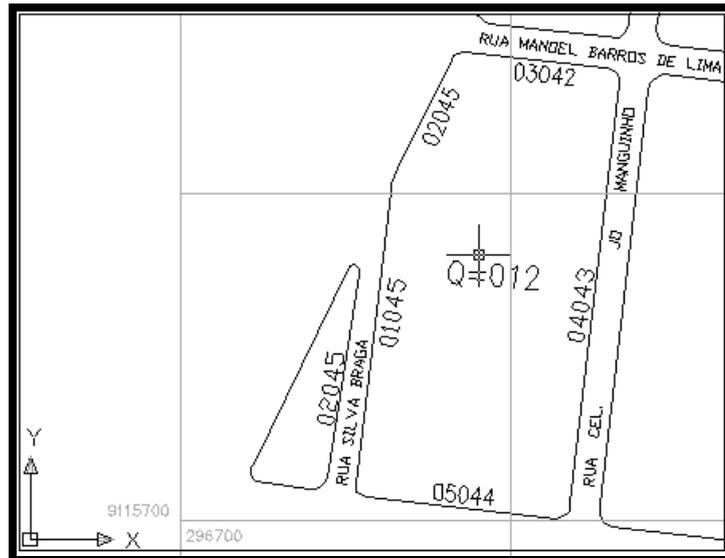


Figura 4 – Planta de Valores Genéricos por Face de Quadra

As novas tecnologias de análise espacial permitem a caracterização dos elementos do cadastro por níveis ou planos de informação, os quais, quando associados automaticamente a seus atributos, permitem diversas representações temáticas. Neste contexto, uma derivação da representação temática clássica da Planta de Valores poderia ser configurada a partir da associação da superfície de cada lote ao seu respectivo valor de face de quadra, configurando regiões de valor genérico uniforme no interior da quadra (Figura 5).

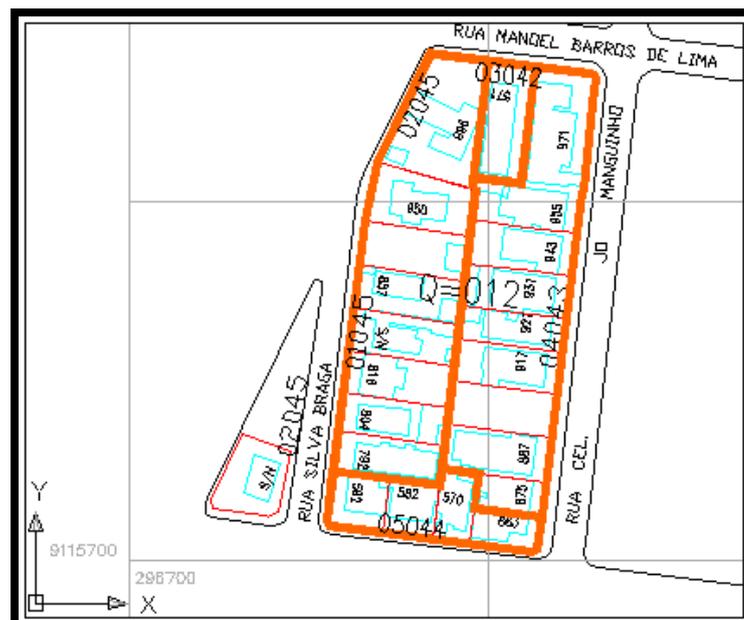


Figura 5 – Planta de Valores Genéricos por Lote

O procedimento de gestão da Planta de Valores Genéricos é dependente do modelo funcional do Sistema Cadastral, que na visão do cadastro fiscal do Projeto CIATA, é alimentado a partir da atualização do sistema informático de gestão dos logradouros por face de quadra e do sistema informático de gestão dos imóveis.

A atualização da Planta de Valores, neste sentido, dependerá dos processos de atualização do conjunto de dados do espaço urbano contido no cadastro de logradouros e de pesquisas de mercado que propiciará a formulação de modelos para estimativa do valor genérico. A definição do valor unitário do terreno é dependente do valor genérico contido na planta de valores e está normalmente vinculada a formulações matemáticas de uso consagrado no ambiente do cadastro (Figura 6).

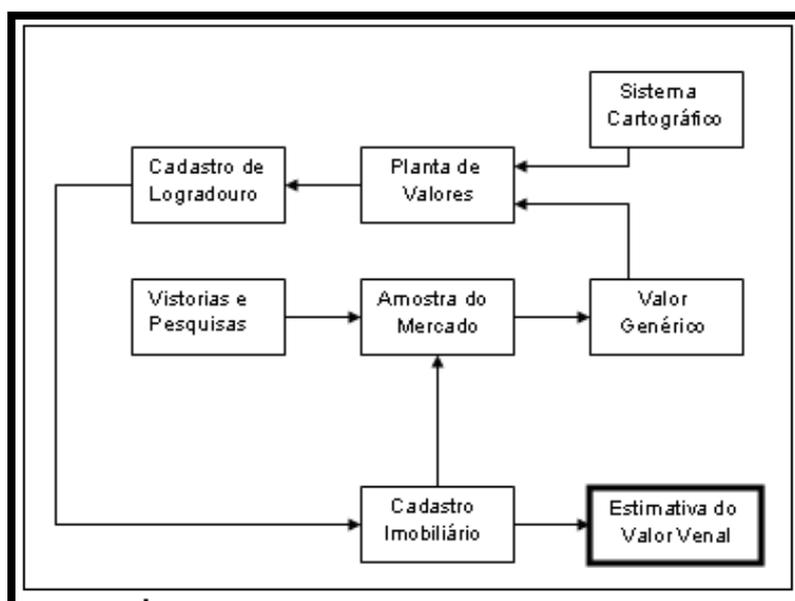


Figura 6 – Sistemática de Avaliação no Cadastro

Dentre as formulações consagradas para o cálculo da estimativa de valor do terreno, observa-se que os parâmetros de área da superfície do terreno (S), da testada principal do terreno (T) e da profundidade equivalente da região (P_e), são normalmente utilizados. A relação matemática de HARPER-BERRINE (Equação 09) associa estes parâmetros ao valor genérico (V_0) por metro quadrado, enquanto que a formulação de JERRET (Equação 10), faz associação com o valor genérico (V_0) por metro linear de testada, para definição do valor do terreno. A profundidade

equivalente é obtida pela razão entre a área e a testada de terreno do Lote Padrão da região.

$$V_t = V_0 * (S * T / P_e)^{1/2} \quad \text{(Equação 09)}$$

$$V_t = V_0 * 2 * S * T / (S + T * P) \quad \text{(Equação 10)}$$

4.3 – O Problema de Descontinuidade da Avaliação no Cadastro

A função que explica a intensidade e a variação do valor do terreno no espaço geodésico é referenciada ao espaço cartográfico do cadastro a partir da construção da Planta de Valores Genéricos, o que possibilita a delimitação do espaço cadastral de aplicação do modelo, ou seja, das unidades de referência geográfica que terão seus valores genéricos definidos por um determinado modelo de avaliação.

O modelo fiscal de cadastro, em suas várias versões, tem utilizado, normalmente, a face de quadra como unidade de referência geográfica do sistema cartográfico, que, por definição, representam de forma discreta os elementos do cadastro, imóvel e logradouro. Neste contexto, a utilização da face de quadra como elemento de referência do valor genérico dos terrenos transforma a função contínua do valor em um intervalo de classes de valor.

Este método de representação espacial, que consolidou a Planta de Valores Genéricos como o instrumento de associação entre o espaço de valor e o espaço cadastral, configurou também a face de quadra como uma unidade de referência similar aos elementos discretos dos mapas temáticos, como pôr exemplo o mapa de classificação do solo, o mapa de zoneamento, dentre outros. Nestas aplicações, as propriedades dos elementos contidas nos mapas são constantes e isotrópicas em seu interior, mudando bruscamente na fronteira entre os elementos do mapa.

Nesta analogia, o valor genérico do terreno pode ser alterado de uma face de quadra para outra, mas não admite variação em uma mesma face de quadra. Esta constatação caracteriza o problema de descontinuidade na sistemática de avaliação dos terrenos no cadastro imobiliário, podendo esta estratificação do valor sofrer

maiores variações em função da frente efetiva de cada terreno, ou seja, os terrenos contíguos poderão estar inseridos em regiões de distinto valor genérico pela definição da frente do imóvel (Figura 7).

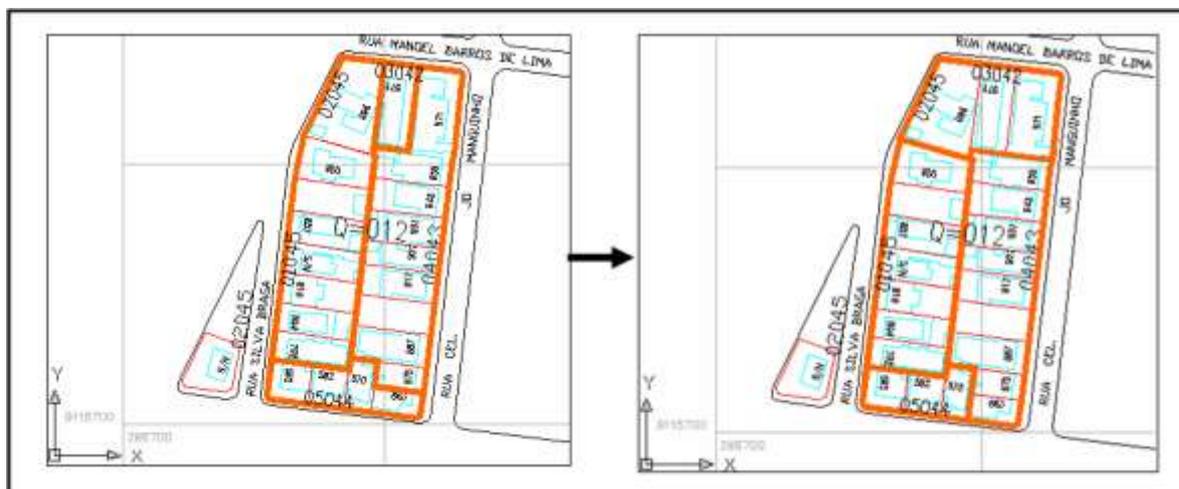


Figura 7 – O Problema de Descontinuidade da Avaliação no Cadastro

O efeito desta sistemática, na estimativa de valor dos terrenos, pode ser atenuado com o uso de fatores de correção pelo número de frentes do terreno, por exemplo, porém esta alternativa de solução é individualizada para os terrenos de esquina ou de meio de quadra com mais de uma frente. Na prática, esta alternativa conduz a um aumento na quantidade dos intervalos de classe de valor, mantendo, contudo, a mesma sistemática de avaliação com descontinuidades.

5. MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO

5.1 Conceitos Gerais

A modelagem digital de dados espaciais pode ser utilizada para caracterizar a intensidade e o comportamento de fenômenos na superfície terrestre, como também para expressar os padrões com que as relações espaciais podem ser estabelecidas, e isto pressupõe a conceituação destes fenômenos do mundo real em vários níveis de abstração. O procedimento metodológico da modelagem se inicia desde o momento em que distinguimos o fenômeno do mundo real até a sua implementação por algoritmos e estruturas de organização de dados.

A conceituação e estruturação dos dados poderão ocorrer em classes formais de objetos ou de campos, estando sua descrição semântica vinculada à análise espacial que se pretende realizar. Esta análise espacial poderá estar voltada para uma ação investigativa, para uma ação de visualização dos dados no espaço, ou ainda para uma ação que vise especificar o comportamento e relação do fenômeno em estudo com o seu ambiente (CAMARA, 1998).

A estrutura de dados em classes formais de objetos é associada a uma descrição vetorial dos objetos geográficos. Esta descrição se fundamenta em uma componente geométrica, que trata da forma dos elementos, em uma componente topológica, que identifica a consistência lógica das relações espaciais, e na componente não espacial, que reúne os atributos dos objetos.

A forma de um ponto é utilizada para analisar os fenômenos geográficos que possam ser representados por um par de coordenadas, como por exemplo, os postes da rede elétrica, os poços de visita da rede de esgoto, dentre outros. A forma de uma linha é utilizada para analisar os fenômenos geográficos que são definidos em função de sua localização, direção e sentido, sendo representados por um vetor que é definido por no mínimo dois pares de coordenadas (x,y) , como por exemplo o sistema viário e a orientação de seu tráfego. A forma de superfície é utilizada para analisar fenômenos geográficos que são definidos em função de sua localização, seus limites, dimensões e confrontantes, sendo formada por uma série de

segmentos de linhas que tem a coordenada inicial do primeiro segmento numericamente idêntica à coordenada final do último segmento, como por exemplo, a extensão geográfica de uma cidade, a extensão dos terrenos urbanos e rurais, dentre outros.

A estrutura de dados em classes formais de campos é definida como um conjunto de células, denominadas de elemento de imagem ou “pixels”, referenciado por índices de linha e coluna e identificado por um número representando o tipo ou valor do atributo mapeado, como por exemplo, uma imagem em tons de cinza, onde os valores da matriz representam os tons de cinza da imagem.

Estas estruturas fazem parte da tecnologia dos Sistemas de Informações Geográficas – SIG, que pode ser utilizada para investigações simples, que tratam da recuperação e sobreposição de dados, mas, fundamentalmente, permitem o desenvolvimento de investigações mais complexas, como os estudos de distribuição, localização e regionalização de eventos (MAGUIRE *et al.* 1991).

A descrição de eventos na forma de ponto é uma das estruturas que, apoiada na tecnologia de SIG, pode permitir a construção de modelos digitais de elevação, onde admitimos que as observações como sendo a dimensão vertical (z) com uma localização (x,y) dispostas espacialmente de forma regular ou irregular. A representação tridimensional pode ser realizada sob a hipótese de dependência entre as observações, ou, sob a hipótese de independência do erro da estimativa, onde fundamentalmente são empregados os princípios básicos da análise de variância, similar ao tratamento dos dados por análise de regressão linear múltipla.

As análises sobre os modelos digitais permitem uma nova forma de enfoque para a elaboração e implantação de projetos, simulações e tomadas de decisão, onde podemos efetuar o cálculo direto de volumes e áreas, a geração de imagens sombreadas ou em níveis de cinza, gerar mapas de declividade e aspecto, apresentar perspectivas tridimensionais, bem como integrar a amostra com os produtos temáticos derivados (Figura 8).

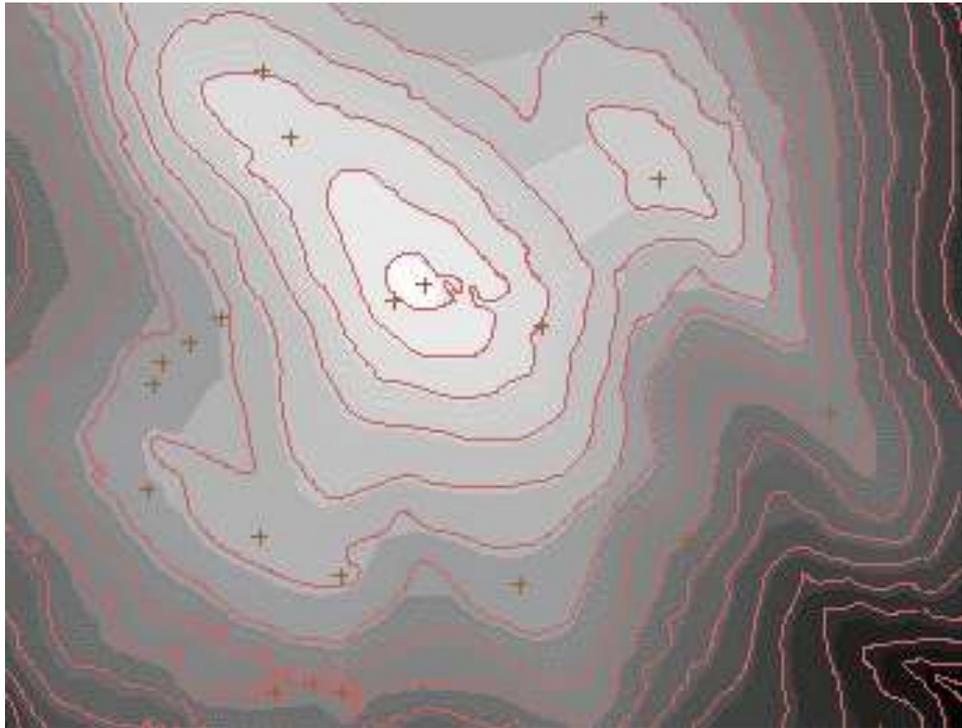


Figura 8 – Representação Temática do Modelo Digital de Elevação

5.2 Análise por Superfície de Tendência

Os modelos digitais de elevação, por superfície de tendência, podem ser formulados a partir de um conjunto de amostras, constituídas por pontos representados no espaço tridimensional, $P_i = (X_i, Y_i, Z_i)$, onde as projeções no plano X,Y podem ser identificadas por coordenadas planas, e a variável de interesse pela coordenada Z.

O problema central, na análise por superfície de tendência, consiste em construir uma superfície matemática, onde, a partir de observações (z_i) da variável de interesse numa posição do espaço (X_i, Y_i), seja possível estimar valores não conhecidos da variável de interesse para outra posição do espaço de amostra (X_a, Y_a) (Figura 9).

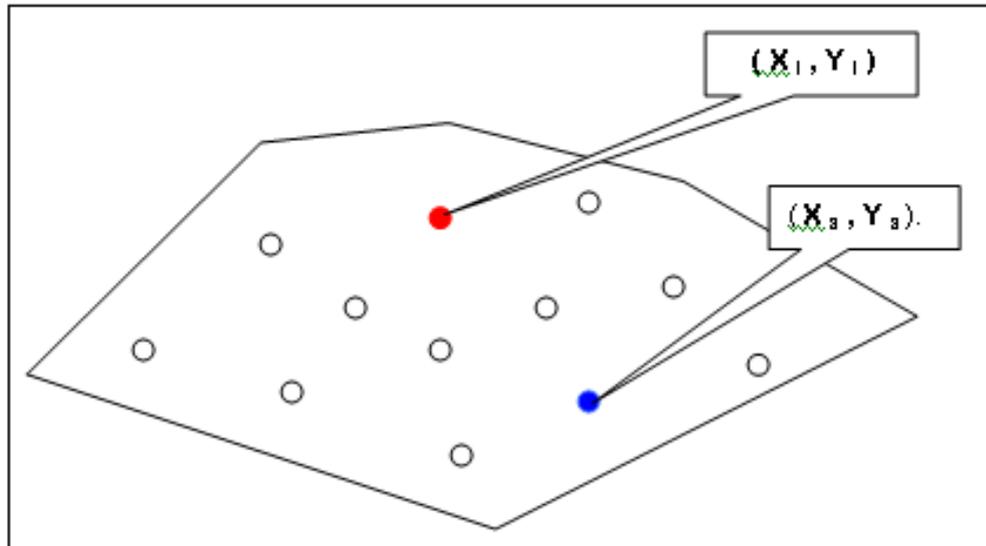


Figura 9 – Análise por Superfície de Tendência

A posição de cada amostra formará o conjunto de pontos objeto do modelo digital, sendo que, a precisão com que se obtém a posição não poderá ser negligenciada em favor da precisão com que se obtém a descrição das observações, pois a incorreção de qualquer das variáveis poderá comprometer a estimativa.

A representação matemática da superfície, onde a variável de interesse é admitida como variável dependente, é obtida a partir da combinação linear entre a variável de interesse e suas coordenadas espaciais, que são admitidas como sendo as variáveis explicativas do modelo ou independentes, sendo expressa na forma das seguintes equações polinomiais (BURROUGHS, 1986):

a) Equação Polinomial Linear: $Z^* = f(X, Y) = b_0 + b_1 \cdot X + b_2 \cdot Y$;

b) Equação Polinomial BiLinear: $Z^* = f(X, Y) = b_0 + b_1 \cdot X + b_2 \cdot Y + b_3 \cdot X \cdot Y$;

c) Equação Polinomial Quadrática: $Z^* = f(X, Y) = b_0 + b_1 \cdot X + b_2 \cdot Y + b_3 \cdot X^2 + b_4 \cdot X \cdot Y + b_5 \cdot Y^2$;

d) Equação Polinomial Cúbica: $Z^* = f(X, Y) = b_0 + b_1 \cdot X + b_2 \cdot Y + b_3 \cdot X^2 + b_4 \cdot X \cdot Y + b_5 \cdot Y^2 + b_6 \cdot X^3 + b_7 \cdot X^2 \cdot Y + b_8 \cdot X \cdot Y^2 + b_9 \cdot Y^3$.

Os dados observados (z_i) são considerados com distribuição de probabilidade aproximada pela curva normal, denominada distribuição de Gauss, ou seja, $z_i \sim N(\mu, \sigma)$, conforme a seguinte expressão analítica (Equação 11):

$$f(z) = [e^{-(z-\mu)^2 / 2\sigma^2}] * 1 / [\sigma * (2\pi)^{1/2}] \quad (\text{Equação 11})$$

Uma variação desta distribuição, necessário em aplicações para análise do mercado imobiliário, estar em admitir, por hipótese, que o logaritmo dos dados observados é aproximado pela curva normal, sendo neste caso denominada como distribuição LOG-NORMAL, conforme a seguinte expressão analítica (Equação 12).

$$f(z) = [e^{-(\ln z - \mu_{\ln z})^2 / 2\sigma_{\ln z}^2}] * 1 / [\sigma_{\ln z} * (2\pi)^{1/2}] \quad (\text{Equação 12})$$

O plano dos valores ajustados de uma variável de interesse (z^*) é definido, no espaço bidimensional, pela combinação linear dos resíduos das variáveis, ou seja :

$$z^*(X_a, Y_a) = b_0 + b_j \sum_{i=0}^N [(z(X_i, Y_i) - m_j)], \text{ onde, } j = 1, \dots, k, i = 1, \dots, n.$$

O termo (m_j) representa a média dos valores de cada uma das (k) variáveis explicativas, e $z(X_i, Y_i)$ é o valor de cada uma das observações da propriedade de interesse na posição (i) (WACKERNAGEL, 1995).

A significância estatística das superfícies poderá ser testada com o emprego da análise de variância do erro (Equação 13), similar ao ajustamento dos modelos de regressão, verificada a partir da diferença entre o valor verdadeiro e o valor estimado num ponto do espaço (X_a, Y_a) (Equação 14).

$$\varepsilon = Z^*(X_a, Y_a) - Z(X_a, Y_a) \quad (\text{Equação 13})$$

$$\sigma_\varepsilon^2 = \text{var} [Z^*(X_a, Y_a) - Z(X_a, Y_a)] \quad (\text{Equação 14})$$

A escolha do modelo mais adequado, no processo de ajuste da superfície de tendência, dependerá também de outros fatores que interferem na incerteza da

estimativa, tais como o número de amostras vizinhas, a proximidade das amostras, a distribuição espacial das amostras, e fundamentalmente da natureza do fenômeno.

5.3 O Modelo TIN

O modelo **TIN – TRIANGULATED IRREGULAR NETWORK** é freqüentemente utilizado para modelagem de superfícies matemáticas com base nos princípios da geometria plana computacional, onde a descrição da estrutura de dados e da qualidade do modelo de representação, comparado com a superfície real, dependem da distribuição e densidade dos pontos identificadores do evento em estudo, combinado com a seleção do algoritmo de triangulação (LISCHINSKI,1994).

A disposição geométrica dos pontos é necessária para que possamos definir qual a região de vizinhança inerente a cada observação no espaço, ou seja: “dado um conjunto (S) de pontos no plano, queremos determinar para cada ponto (p_i) do conjunto (S), qual é a região (V_{p_i}) no plano que está mais próxima de (p_i) do que de qualquer outro ponto (p_j) em S”, sendo o domínio de (p_i) sobre (p_j), dado por uma relação matemática (Equação 15).

$$V(p_i) = \{x \in R^2 \mid d[x, (p_i)] \leq d[x, (p_j)]\} \quad \text{Equação 15}$$

A região determinada no entorno de cada ponto, forma um conjunto de partições no plano, chamado *Diagrama de VORONOI*(Figura 10), cuja abordagem para expressar a relação espacial de eventos e suas regiões geográficas de abrangência foi verificada, inicialmente, por *THIESSEN* em 1911. Utilizando-se dos diagramas, conseguiu estimar as médias regionais de precipitação de chuva, denominando as regiões de *Polígono de THIESSEN* (AURENHAMMER, 1991).

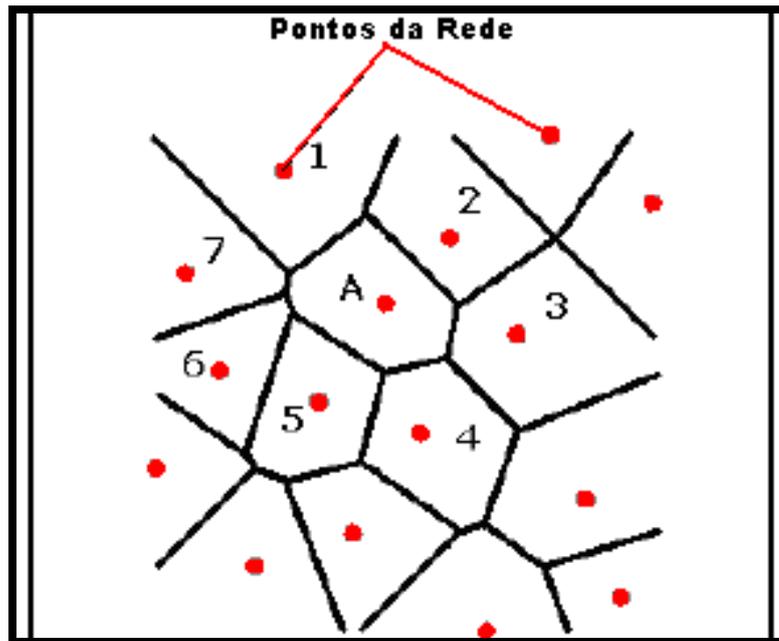


Figura 10 – Diagrama de VORONOI

A delimitação da região de abrangência permite a construção da triangulação entre polígonos adjacentes segundo o critério de *DELAUNAY*, o qual está baseado em dois elementos básicos: pontos com coordenadas (x,y,z) e os segmentos ligando estes pontos para formar os triângulos.

O critério de *DELAUNAY* estabelece que qualquer triângulo inserido num círculo desenhado a partir de seus três pontos, não deverá conter nenhum outro triângulo pertencente à triangulação neste círculo. Desta definição, conclui-se que se um triângulo é formado por três pontos, d_i , d_j , e d_k , onde z_c é o centróide do triângulo d_i , d_j , d_k e $(|z_c - d_i|)$ é o raio do círculo que circunscreve o triângulo, o mesmo será de *DELAUNAY*, se e somente se, não houver nenhum outro ponto d_m dentro do domínio D circunscrito.

A fronteira do domínio triangulado é sempre um polígono convexo e os nós de *DELAUNAY* na fronteira correspondem a polígonos de VORONOI abertos. Polígonos de VORONOI abertos contêm duas extremidades de VORONOI infinitas, que guarda uma característica dual na fronteira das extremidades de *DELAUNAY* (Figura 11).

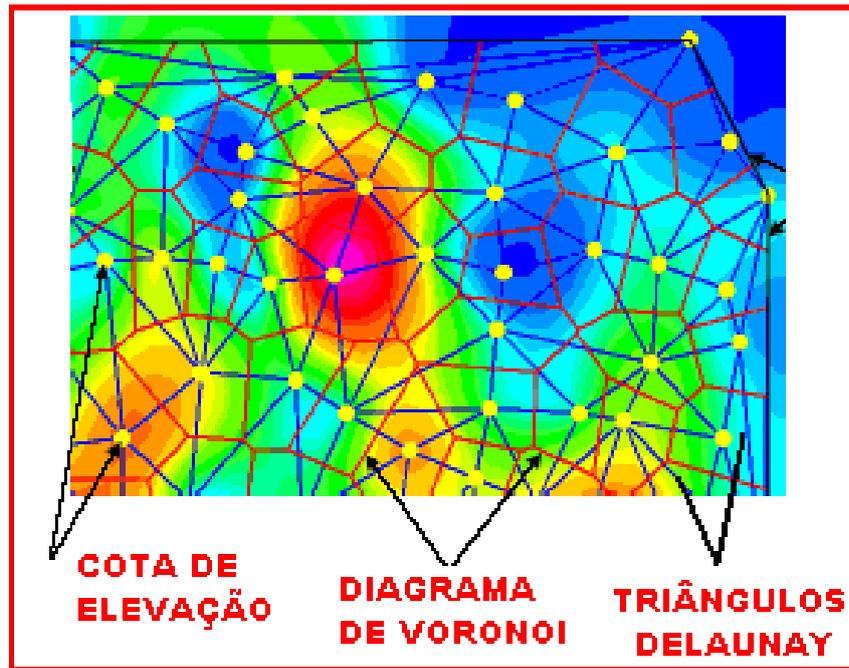


Figura 11 – Diagrama de VORONOI e correspondente Triangulação de DELAUNAY

O modelo TIN não garante, necessariamente, uma transição suave na fronteira entre as superfícies de triângulos vizinhos, tendo em vista que os parâmetros do polinômio são determinados a partir das coordenadas dos vértices de cada triângulo (Figura 12).

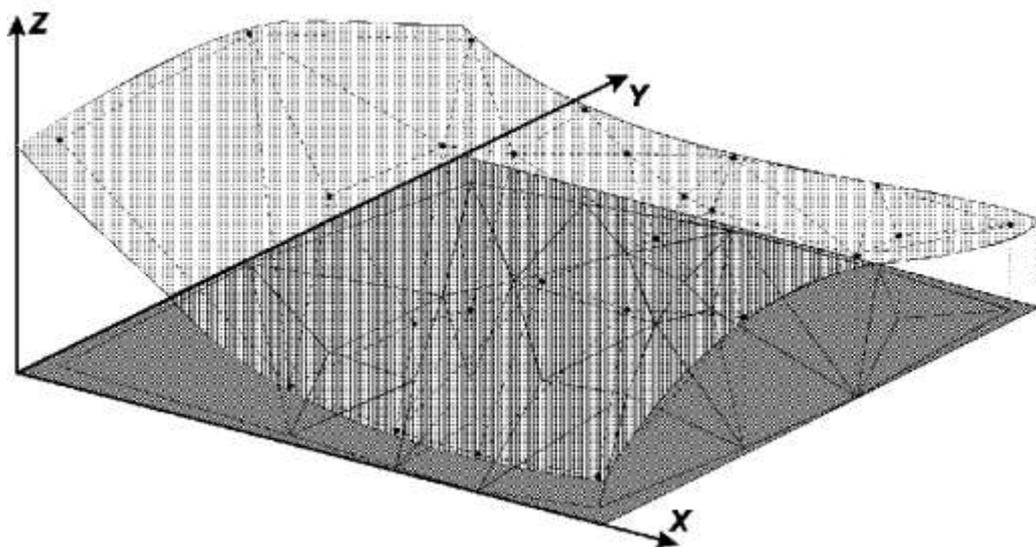


Figura 12 – Superfície Matemática do Modelo TIN

6 MODELO DE AVALIAÇÃO PROPOSTO

6.1 Conceitos Gerais

O Modelo de Avaliação Proposto é uma abordagem que visa expressar o valor absoluto do terreno urbano no ambiente do cadastro imobiliário, a partir de um conjunto de observações que tem sua posição definida pelas coordenadas planas projetadas (N,E) do ponto médio do segmento da face de quadra, vinculada ao sistema de referência do cadastro, e a coordenada Z de cada ponto, ao invés de corresponder à altitude, identifica o valor do metro quadrado.

A sistemática do modelo de avaliação proposto, independente do ambiente tecnológico, está estruturada de forma a definir o valor unitário de cada terreno a partir da interpolação entre a superfície plana do terreno e uma superfície TIN, que representa a variação de valor do metro quadrado dos terrenos, no espaço cartográfico do cadastro (Figura 13).

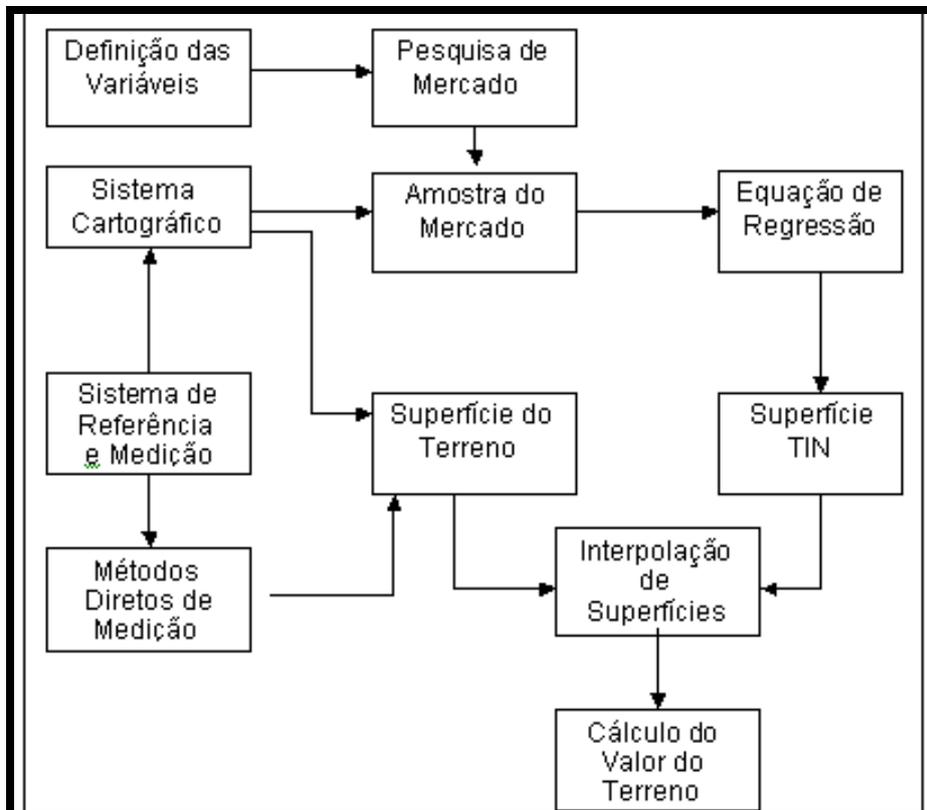


Figura 13 – Modelo Funcional Proposto

6.2 Pesquisa e Coleta de Dados

O universo da pesquisa englobou o conjunto de faces de quadra que compõem o Setor Fiscal 1050 do Cadastro de Logradouros da Prefeitura de Olinda, sendo os planos de informação digitalizados a partir de arquivos do Projeto UNIBASE (Agencia CONDEPE/FIDEM), contendo as plantas topográficas 916500, 916505, 916600, 916505, 916700, 917505, 917600, 917605, 917700, 917705, 917800 e 918800, todas georreferenciados ao sistema de referência SAD/69 com coordenadas no sistema de projeção UTM.

A atividade de edição das plantas topográficas foi realizada no ambiente do software AUTODESKMAP sendo gerado um arquivo com planos de informação que representam o espaço cartográfico (Tabela 4)

Plano de Informação	Fonte de Informação	Conteúdo
Quadra	Layer 5 UNIBASE	Alinhamento de Meio-fio
Terreno	Layer 8 UNIBASE	Perímetro do Terreno
Edificação	Layer 10 UNIBASE	Projeção da Coberta
Logradouro	Layer 86 UNIBASE	Nome do Logradouro
Texto do Imóvel	Layer 69 UNIBASE	Número do imóvel
Texto de Quadra	Planta Básica de Logradouros	Número da Quadra no Cadastro de Logradouros
Texto de Face de Quadra	Planta Básica de Logradouros	Número da Face de Quadra no Cadastro de Logradouros
Ponto Médio da Face	Planta Topográfica UNIBASE	Posição das observações de preços

Tabela 3 – Planos de Informação da Amostra

A matriz de atributos das observações foi estruturada a partir da categorização das variáveis explicativas enquanto variáveis quantitativas, dicotômicas e com código alocado, sendo assim definidas:

a) Variáveis Quantitativas

- VALOR UNITÁRIO (Z) – variável explicada que indica o valor unitário por metro quadrado de terreno na face de quadra pesquisada;
 - COORDN – coordenada definida no ponto médio da face de quadra pesquisada, referente ao eixo coordenado norte;
 - COORDE – coordenada definida no ponto médio da face de quadra pesquisada, referente ao eixo coordenado este;
 - FACE DE QUADRA – unidade de referência geográfica do cadastro composta pelo número identificador do Distrito Municipal (D), pelo número identificador da unidade espacial de referência metropolitana ou setor fiscal (SSSS), pelo número da quadra no setor fiscal (QQQ) e pelo número de ordem da face de quadra (FF);

b) Variável Dicotômica – é aquela utilizada para descrever a dois níveis de valor, sendo o nível 2, pela presença da propriedade que caracteriza a variável, e o nível 1, pela ausência da propriedade:

- PAV – variável explicativa que indica se a face de quadra do terreno pesquisado tem frente para logradouro provido de pavimentação;
- ELE – variável explicativa que indica se a face de quadra do terreno pesquisado tem frente para logradouro provido de rede de energia domiciliar;

- ESG – variável explicativa que indica se, a face de quadra do terreno pesquisado, tem frente para logradouro provido de sistema público de esgotamento sanitário;
- TEL – variável explicativa que indica se a face de quadra do terreno pesquisado tem frente para logradouro provido de rede de telefone;
- ILU – variável explicativa que indica se a face de quadra do terreno pesquisado tem frente para logradouro provido de rede de iluminação pública;
- LIX – variável explicativa que indica se a face de quadra do terreno pesquisado tem frente para logradouro provido de coleta de lixo;
- AGU – variável explicativa que indica se a face de quadra do terreno pesquisado tem frente para logradouro provido de rede de água;
- PRI – variável explicativa que indica se a face de quadra do terreno pesquisado tem frente para via principal;
- COL – variável explicativa que indica se a face de quadra do terreno pesquisado tem frente para via coletora;
- LOC – variável explicativa que indica se a face de quadra do terreno pesquisado tem frente para via local;

c) **Variável com Código Alocado** – variável explicativa que indica a fonte de informação da pesquisa.

- **FONTE = 1** : Planta de Valores Genéricos / IPTU

- **FONTE = 2** : Estimativas do ITBI
- **FONTE = 3** : Estimativas do Mercado de Transação
- **FONTE = 4** : Estimativa do Mercado de Oferta

Os registros das variáveis explicativas foram obtidos, inicialmente, por consulta aos dados do Sistema do Cadastro de Logradouros e do Sistema de Cadastro Imobiliário da Prefeitura de Olinda e por consulta à Gerência de Esgotos da Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA, considerando-se a contemporaneidade da base de dados estabelecida para o mês de janeiro de 2004, sendo estruturados e armazenados para validação de campo em equipamentos móveis, do tipo IPAQ, equipado com o software AUTODESK ON SITE VIEW para visualização da base gráfica e o MICROSOFT EXCELL para edição dos dados atributivos.

6.3 Análise Estatística do Modelo

O tratamento dos dados e ajuste da função de valor, que explica a variabilidade dos preços dos lotes urbanos pelo método comparativo, é obtido com a aplicação da teoria da análise por modelos de regressão linear múltipla.

O item **A.1.1, do Anexo A, da NBR 14.653-2/2004** define: "a técnica mais utilizada quando se deseja estudar o comportamento de uma variável dependente em relação a outras que são as responsáveis pela variabilidade observada nos preços é a análise de regressão".

A equação de regressão foi definida a partir de um procedimento iterativo de mínimos quadrados, admitindo-se, por hipótese, que a função de distribuição normal representa o padrão de comportamento das observações e a função identidade estabelece a relação entre os preços estimados e os registros das variáveis explicativas selecionadas (Figura 14).



Figura 14 – Formulação da Equação de Regressão

A estimação do vetor de parâmetros β foi realizada por um procedimento iterativo de mínimos quadrados, que admitiu, por hipótese, a escolha da função de distribuição normal como padrão de comportamento das observações e a função identidade como ligação, o que permitiu inferir o peso de cada uma das variáveis explicativas no comportamento do valor no espaço urbano.

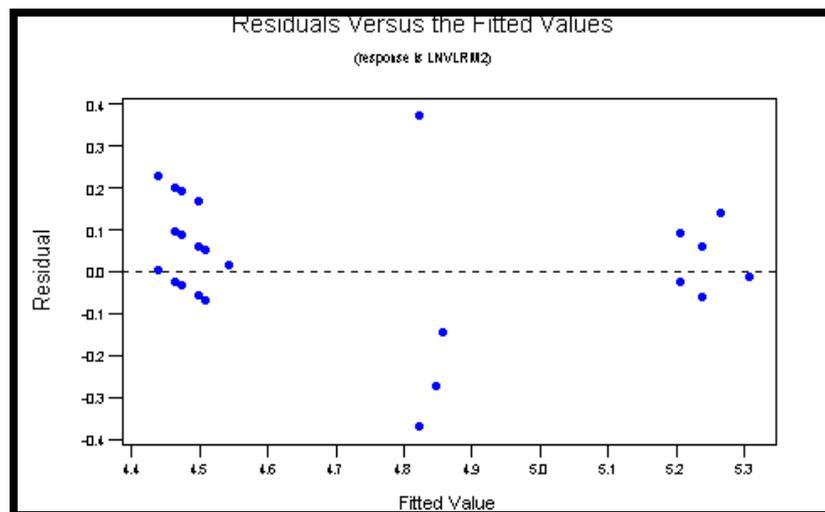
A escolha do melhor ocorreu no ambiente do software MINITAB, que permitiu analisar a melhor condição de ajuste dos pontos inferidos e de adequação da distribuição do modelo, considerando-se um modelo por regressão múltipla e um modelo por regressão polinomial, conforme especificado nos seguintes procedimentos de análise de cada um dos modelos ajustados.

6.3.1 Análise de Modelos por Regressão Linear Múltipla

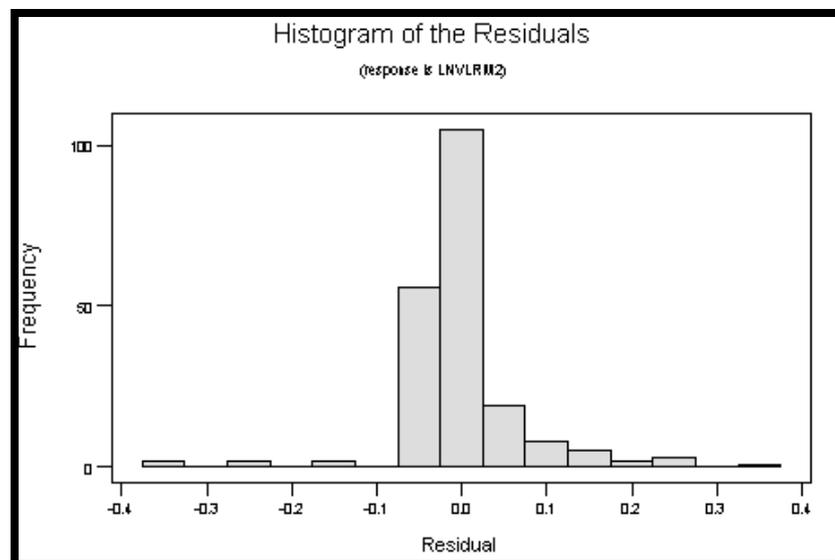
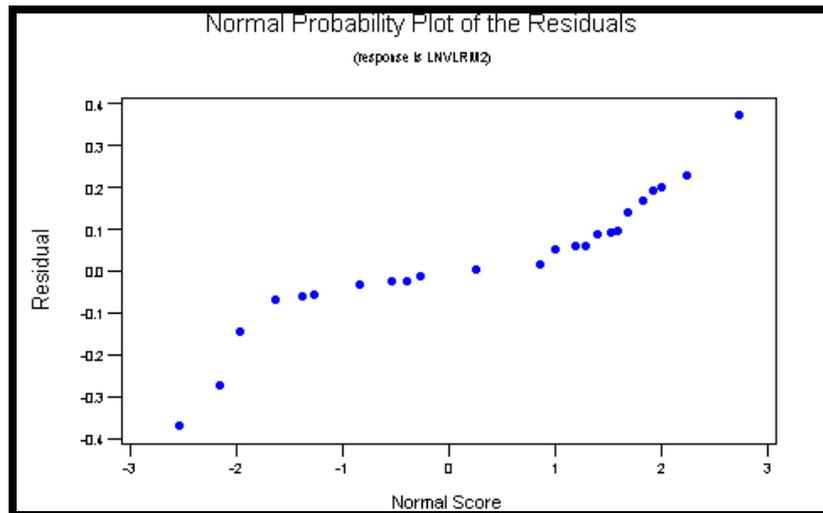
$$\text{LNVLRM2} = 4.20 + 0.383 * \text{FONTE} + 0.0340 * \text{REDESG1} - 0.0692 * \text{LOC} \\ - 0.0432 * \text{COL}$$

- a. Verificação das hipóteses básicas
 - i. Podemos afirmar que os dados imobiliários de preços são variáveis independentes e estão relacionados com as características de cada elemento tomado na amostra.

- ii. O número de elementos (**$n = 205$**) da amostra, considerando-se o número de variáveis independentes (**$k = 4$**), atende a quantidade mínima de dados do mercado, efetivamente utilizados, para enquadramento no **grau de fundamentação II da NBR 14.653-2/2004**, ou seja, **$n = 4*(k+1)$** . Desta forma, observamos que o número de **205 (duzentos e cinco) dados** é superior a quantidade mínima de **20(vinte) dados**.
- iii. A análise do gráfico (resíduos versus valores ajustados) demonstra uma disposição aleatória, sem padrão definido, conferindo a característica de **homocedasticidade** do modelo (**item A.2.2.3 da NBR 14.653-2/2004**).



- iv. A análise gráfica dos resíduos permite observar que a disposição dos pontos não está se aproximando da bissetriz do primeiro quadrante, condição necessária para que possamos aceitar a hipótese de normalidade da amostra (**item A.2.2.2 da NBR 14.653-2/2004**), muito embora, o histograma tenha semelhança com a curva da distribuição normal.



v. Os erros não são correlacionados, isto é, são independentes sob a condição de normalidade. A estatística que permite a análise de independência do erro está fundamentada na **razão (d)** de Von Neumann e tabelada por DURBIN-WATSON. Para o nível de significância de 5% (cinco por cento), aceita-se a hipótese de que os resíduos são correlacionados, pois, se $d = 1,50$ e $d_L = 1,59$ ($d < d_L$) há uma auto-regressão positiva.

b. Análise de Significância dos Parâmetros

A importância individual de cada variável que participa de um modelo de regressão é medida testando-se a hipótese nula de que seu respectivo

parâmetro (b_j) não é significativa, contra a hipótese alternativa de que o mesmo é significativa. Assim, para se fazer o teste bilateral a um nível de significância α , compara-se a estimativa (t^*_j), que é o módulo da razão entre b_j e $s(b_j)$, com a estimativa (t^*) de STUDENT com $(n-k-1)$ graus de liberdade.

Parâmetro (b_j)	Coeficientes	Desvio Padrão $s(b_j)$	t^*_j	$t^*(\alpha=5\%;$ $n-k-1=200)$
Constante	4,20333	0,04840	86,84	1,960
Fonte	0,383265	0,008827	43,42	0,000
ESG	0,03404	0,01170	2,91	0,004
LOC	-0,06920	0,01587	4,36	0,000
COL	-0,04318	0,01985	2,17	0,031

Tabela 4 – Análise de Significância dos Parâmetros na Regressão Linear Múltipla

c. Análise de Significância do Modelo

A significância estatística do modelo de regressão é testada com o emprego da técnica de análise de variância do erro, verificada a partir da diferença entre o valor verdadeiro e o valor estimado em um ponto do espaço amostrado.

A função de *distribuição de SNEDECOR* é a estatística utilizada para analisar se pelo menos uma das variáveis independentes incluídas no modelo é importante para explicar as variações dos preços observados no mercado. Para isto, constrói-se a tabela **ANOVA**, considerando-se a fonte de variação dos erros, os **graus de liberdade (GL)**, a **soma dos quadrados dos resíduos (SQ)** e a variância do modelo ou **erro médio quadrático (QM)**, conforme especificado abaixo:

Fonte	GL	SQ	QM
Regressão	4	12.7750	3.1938(QMR)
Erro	200	1.1749	0.0059(QME)
Total	204	13.9499	

O ponto crítico (F_c), tabelado por FISCHER, é comparado ao ponto crítico do modelo (F_{c_m}) definido em função do número de graus de liberdade da regressão (k) e do número de graus de liberdade do erro ($n-k-1$). Desta forma, observamos que: $F_c = (QMR/QME) = 543,66 > F_{c_m} = 2,37$. O modelo pode ser aceito para um nível de significância de 5% (cinco por cento), que permite especificar, conforme item 9.4.1 da NBR 14.653-2/2004 no **grau de fundamentação II**. Desta análise, conclui-se que F_c é muito maior do que F_{c_m} e que todos os parâmetros são importantes para explicar a variabilidade dos preços observados.

- d. O índice de ajuste do modelo ($R^2 = 0,916$; $R^2_{aj} = 0,914$) indica que **91,4%** (noventa e um virgula quatro por cento) dos preços coletados na amostra são explicados pelas variáveis selecionadas.

6.3.2 Análise por Regressão Linear Polinomial

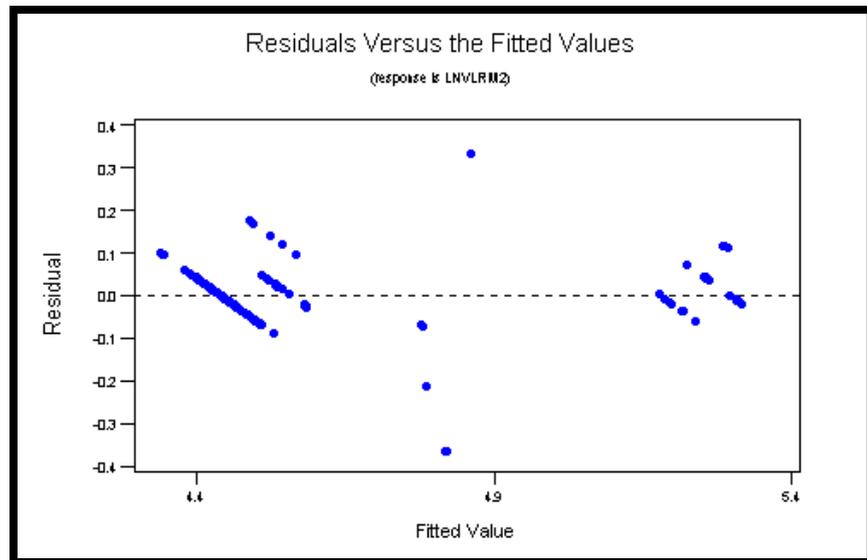
$$\text{LNVLRM2} = 298 + 0.3667 \cdot \text{FONTE} + 0.0252 \cdot \text{REDESG} - 0.0662 \cdot \text{LOC} \\ - 0.0423 \cdot \text{COL} + 0.000278 \cdot \text{COORDE} - 0.000041 \cdot \text{COORDN}$$

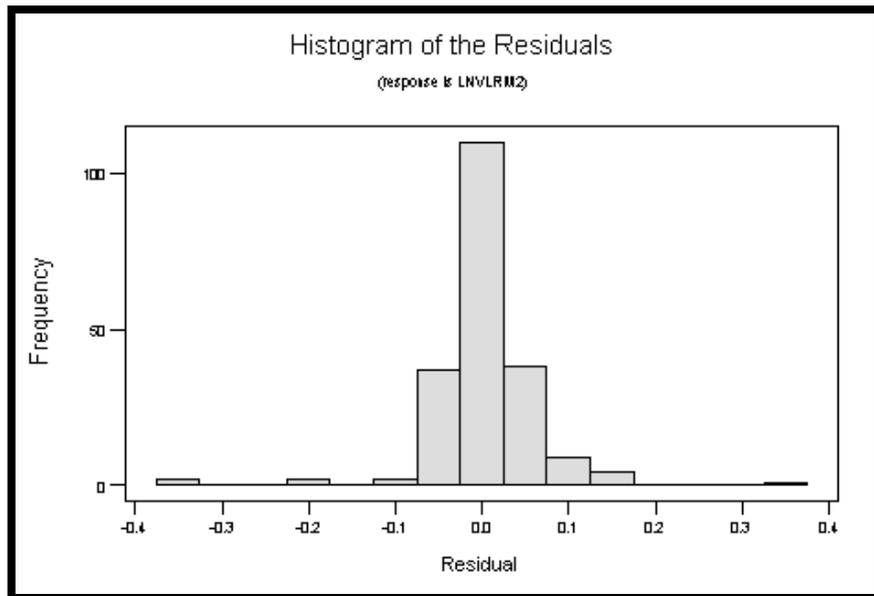
- a. Verificação das hipóteses básicas

i. Podemos afirmar que os dados imobiliários de preços são variáveis independentes e estão relacionados com as características de cada elemento tomado na amostra;

ii. O número de elementos ($n = 205$) da amostra, considerando-se o número de variáveis independentes ($k = 6$), atende a quantidade mínima de dados do mercado, efetivamente utilizados, para enquadramento no **grau de fundamentação II da NBR 14.653-2/2004**, ou seja, $n = 4 \cdot (k+1)$. Desta forma, observamos que o número de **205 (duzentos e cinco) dados** é superior a quantidade mínima de **28 (vinte e oito) dados**;

iii. A análise do gráfico (resíduos versus valores ajustados) demonstra uma disposição aleatória, sem padrão definido, conferindo a característica de **homocedasticidade** do modelo (item **A.2.2.3** da **NBR 14.653-2/2004**);





v. Os erros não são correlacionados, isto é, são independentes sob a condição de normalidade. A estatística que permite a análise de independência do erro está fundamentada na **razão (d)** de Von Neumann e tabelada por DURBIN-WATSON. Para o nível de significância de 5%(cinco por cento), **rejeita-se a hipótese** de que **haja autocorrelação** em favor da hipótese de que não haja autocorrelação dos resíduos ($d_u < d < 4 - d_u$), onde: $d_u = xxx$ e $(4 - d_u) = 1,78$ são os valores tabelados; $d = 1,87$ é o valor calculado.

b. Análise de Significância dos Parâmetros

A importância individual de cada variável que participa de um modelo de regressão é medida testando-se a hipótese nula de que seu respectivo parâmetro (b_j) não é significante, contra a hipótese alternativa de que o mesmo é significante. Assim, para se fazer o teste bilateral a um nível de significância α , compara-se a estimativa (t^*_j), que é o módulo da razão entre b_j e $s(b_j)$, com a estimativa (t^*) de STUDENT com $(n-k-1)$ graus de liberdade.

Parâmetro (b _j)	Coeficientes	Desvio Padrão s(b _j)	t* _j	t*(α=5%; n-k-1=200)
Constante	298,00	151,9	1,96	1,960
Fonte	0,36673	0,007903	46,40	1,960
ESG	0,02523	0,01382	1,83	1,960
LOC	-0,06624	0,01374	4,82	1,960
COL	-0,04232	0,01753	2,41	1,960
CoordE	0,00027845	0,00003483	7,99	1,960
CoordN	-0,00004131	0,00001724	2,40	1,960

Tabela 5 – Análise de Significância dos Parâmetros na Regressão Linear Polinomial

c. Análise de Significância do Modelo

A significância estatística do modelo de regressão é testada com o emprego da técnica de análise de variância do erro, verificada a partir da diferença entre o valor verdadeiro e o valor estimado em um ponto do espaço amostrado.

A função de *distribuição de SNEDECOR* é a estatística utilizada para analisar se pelo menos uma das variáveis independentes incluídas no modelo é importante para explicar as variações dos preços observados no mercado. Para isto, constrói-se a tabela **ANOVA**, considerando-se a fonte de variação dos erros, os **graus de liberdade (GL)**, a **soma dos quadrados dos resíduos (SQ)** e a variância do modelo ou **erro médio quadrático (QM)**, conforme especificado abaixo:

Fonte	GL	SQ	QM
Regressão	6	13.0778	2.1796(QMR)
Erro	198	0.8721	0.0044(QME)
Total	204	13.9499	

O ponto crítico (F_c), tabelado por FISCHER, é comparado ao ponto crítico do modelo (F_{c_m}) definido em função do número de graus de liberdade da regressão (k) e do número de graus de liberdade do erro (n-k-1). Desta forma, observamos que: **F_c=(QMR/QME)=494,87 > F_{c_m}= 3,67**. O modelo é

6.4.2 Definição dos Limites do Terreno

A poligonal que define cada terreno corresponde aos limites identificados no plano de informação 'TERRENO' (Tabela 4), que na hipótese de uma atualização sistemática e gradual, realizada na rotina contínua do cadastro, poderá ser utilizado a metodologia clássica de levantamento.

Os métodos diretos clássicos podem ser classificados de acordo com o procedimento da observação, distinguidos entre o método do alinhamento, o método ortogonal e o método polar (PHILIPS, 1998). Estes métodos são passíveis de serem utilizados no levantamento dos limites de propriedade assim como na atualização gradual do sistema cartográfico do cadastro.

O método polar - muito apropriado ao levantamento de pontos-objeto definidores de feições bi ou tridimensionais, os quais podem corresponder aos limites de propriedade ou outras feições complementares do interesse do sistema cartográfico do Cadastro Fiscal, é obtido normalmente a partir de uma estação de coordenadas conhecidas (X_E , Y_E) com incerteza aceitável por irradiações com medição angular horizontal/vertical e distância d medidos do centro geométrico do taqueômetro eletrônico ao ponto observado. A orientação do eixo primário do sistema cartesiano do taqueômetro é dada pelo azimuth, com incerteza aceitável, para o eixo X , que é o zero de contagem do ângulo azimutal A_z . As coordenadas do ponto novo n podem ser calculadas (equações 16 e 17) e estão sujeitas a propagação das incertezas das observações do azimuth e distância, além da incerteza das coordenadas da estação.

$$Y_n = Y_E + d \cdot \text{COS} (A_z) \quad \text{(Equação 16)}$$

$$X_n = X_E + d \cdot \text{SEN} (A_z) \quad \text{(Equação 17)}$$

A orientação do sistema cartesiano da estação taqueométrica pode ser obtida a partir do vetor definido pelos pontos: estação conhecida e ponto visado também conhecido, com incerteza aceitável, e assim dado pela equação 18.

Dispondo-se apenas de pontos não acessíveis à estação taqueométrica em número mínimo de dois, sendo três o número ideal, pode-se obter vetores compostos por estes pontos e a estação desconhecida tomados dois a dois, de modo que a interseção deles defina as coordenadas da estação, cuja solução é obtida com rotinas internas do taqueômetro pelo método dos mínimos quadrados.

O ângulo α entre dois alinhamentos **k-j** e **k-i** definidos por suas coordenadas pode ser calculado pela diferença de seus azimutes vistos a partir do vértice k (equação 19) . A confrontação de α calculado com um α medido por goniometria a partir de um teodolito ou estação total, pode dirimir muitas dúvidas sobre a identificação de pontos de limites de propriedade.

$$Az = \text{ARCTG} [(X_i - X_E) / (Y_i - Y_E)] \quad (\text{Equação 18})$$

$$\alpha = \text{ARCTG} (X_K - X_J) / (Y_K - Y_J) - \text{ARCTG} (X_K - X_I) / (Y_K - Y_I) \quad (\text{Equação 19})$$

Para efeito de atualização gradual do sistema cartográfico do cadastro por taqueometria eletrônica, foi realizado um ensaio no campus da UFPE (Figura 16), com taqueômetro eletrônico de precisão angular +- 5" e linear de (3mm + 2ppm). Utilizou-se as coordenadas de pontos inacessíveis digitalizadas das plantas de feições urbanas na escala 1:1000 pertencentes ao Sistema UNIBASE/Agência CONDEPE-FIDEM. Estas plantas podem ser utilizadas pelo Cadastro Fiscal do Município como complemento às plantas de loteamento e a outros elementos gráficos como croquis e fotografias aéreas de quarteirões urbanos.

As coordenadas da estação foram calculadas no próprio taqueômetro por interseção à ré (ressecção) obtida a partir das coordenadas de pontos de edificações presentes nas plantas, tais como encontro de muro alinhados, linhas de contorno de edificações, dentre outros. Os pontos inacessíveis foram visados por irradiação .

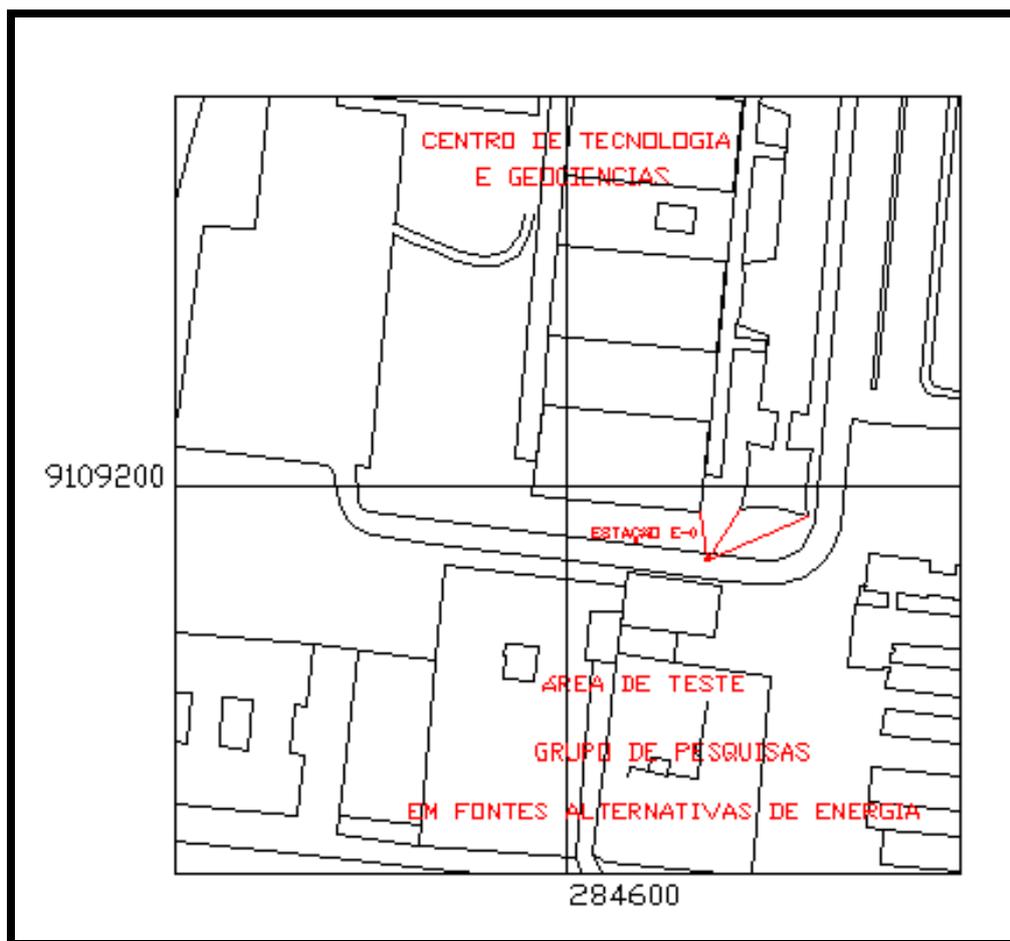


Figura 16 – Ensaio no Campus da UFPE

A técnica adotada para determinação das coordenadas da estação permite definir sua orientação e referenciá-la ao sistema de referência do cadastro, sendo sua exatidão dependente:

- a) Exatidão das coordenadas dos pontos inacessíveis (pontos visados que servem de referência para o cálculo das coordenadas da estação);
- b) Disposição espacial desses pontos;
- c) Precisão no processo taqueométrico de medição, onde, além do preparo do elemento humano para operacionalização do instrumental, do conjunto de procedimentos necessários à

eliminação de erros sistemáticos, dentre as quais, destacamos a instabilidade do sistema de eixos do taqueômetro eletrônico utilizado (Figura 17), seu ajuste e calibração do taqueômetro, observando-se que:

- O eixo principal (V) posto na vertical com incerteza padrão (+ / - 5");
- O eixo secundário (H) perpendicular ao eixo principal com incerteza padrão (+ / - 5");
- Eixo de visada (Z) perpendicular ao eixo secundário com incerteza padrão (+ / - 5");
- Toda a incerteza padrão calculada com 95% de confiança

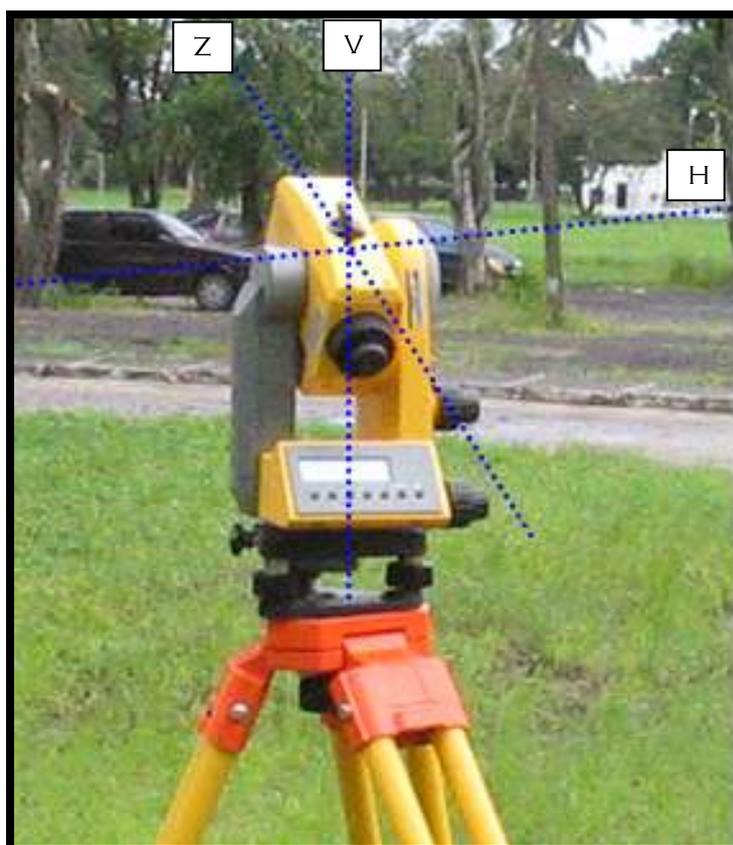


Figura 17 – Taqueômetro eletrônico utilizado

6.4.3 Estimativa do Valor Venal do Terreno

A figura base da superfície de referência para o modelo TIN adotado é o triângulo, e desta forma, o valor do terreno será obtido pela soma do volume de todos os prismas triangulares inseridos no limite do terreno (Figura 19), sendo a altura h , a diferença entre o plano de referência ($Z = 0$) e a superfície de valor escolhida para simular o cálculo (Figura 20) nos pontos definidores dos limites de cada terreno.

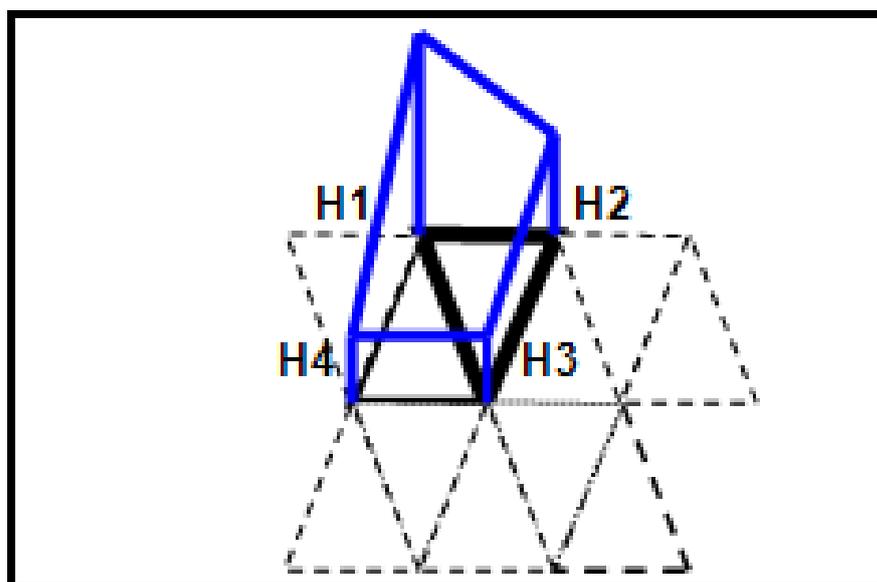


Figura 18 – Cálculo do Valor do Terreno

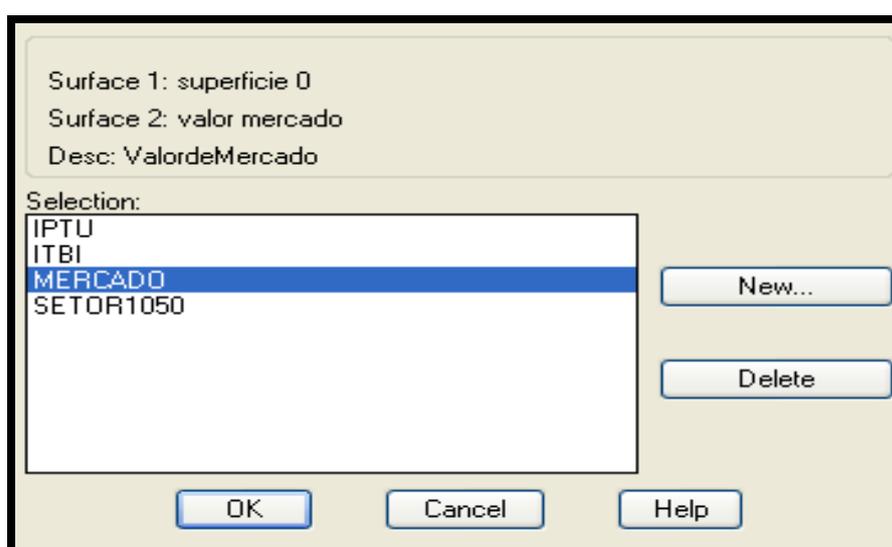


Figura 19 – Seleção da Superfície de Valor

Admitindo-se que a área do base do triângulo seja F (Equação 20), a formulação matemática que irá expressar o valor de seu volume V (Equação 21) pode ser definida pela relação entre a área e as diferenças de altura (KAHMEN, 1988).

$$F = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n E_i (N_{i-1} - N_{i+1}) \quad (\text{Equação 20})$$

$$V = F * (h_1 + h_2 + h_4) / 3 \quad (\text{Equação 21})$$

A incerteza no cálculo do valor do terreno (V), é dependente das incertezas das alturas que são obtidas com o modelo de avaliação para representar o valor do metro quadrado de terreno em cada ponto do espaço geodésico, bem como da incerteza no cálculo da área da base dos triângulos (F) que compõem o terreno, função da precisão que se pode obter com o método de levantamento conduzido.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A utilização do Cadastro como ferramenta para estimar o valor dos terrenos, subsidiando a execução de políticas urbanas e tributárias, requer da administração pública a garantia de que o trabalho de avaliação produzido conduza a equidade do valor tributado.

A utilização das coordenadas cartesianas (N, E), no conjunto das variáveis explicativas do Modelo de Avaliação Proposto, permitiu estabelecer uma integração entre o espaço geodésico da amostra, o espaço de valor e o espaço cadastral, e permitiu identificar o comportamento, de forma anisotrópica, da variação da intensidade do valor nesse espaço cadastral, sem descontinuidade no espaço de valor.

A proposição com a aplicação do modelo TIN poderá subsidiar a atividade de avaliação imobiliária no cadastro, independente do fato gerador da obrigação tributária, tendo em vista que o modelo oferece alternativas de cálculo do valor absoluto e incorpora elementos para aferição da valorização imobiliária decorrente de alterações na infraestrutura urbana, como por exemplo, a mensuração da incorporação do sistema público de esgotamento sanitário.

Na utilização do modelo TIN como alternativa de cálculo ao valor do terreno, estamos incorporando a exatidão posicional dos eventos de oferta/transação com a exatidão posicional dos limites do terreno ao modelo de avaliação, ao mesmo tempo que mantivemos o nível de fundamentação estabelecido na norma brasileira quanto à análise estatística do erro das estimativas e do método de interpolação de superfícies.

A automática incorporação da mensuração da dependência espacial do valor com a aplicação do modelo TIN, constitui uma alternativa tecnológica com amplas possibilidades de diminuição do nível de incerteza das estimativas de valor dos imóveis. Para este fim, é necessário que os sistemas de gestão do cadastro estejam concebidos de maneira a garantir a exatidão posicional das observações, e este pressuposto está vinculado à existência de Sistemas Cadastrais onde o Sistema de Referência e Medição, possa estar implantado. Esta condição permite também o

controle de qualidade da exatidão posicional de pontos limítrofes do terreno, essencial na precisão de cálculo do volume, que corresponde nesta modelagem ao valor do terreno.

O controle da exatidão posicional destes levantamentos, em situação não convencional, poderá ocorrer mesmo com a ausência da Rede de Referência Cadastral Municipal, conforme pudemos verificar no ensaio realizado no campus da UFPE, utilizando-se estes projetos para atualizar o sistema cartográfico municipal, assim como todos os outros serviços de engenharia contratados a terceiros.

A atualização e o controle dos limites do território, na maioria dos casos, não tem sido priorizado nas administrações municipais de forma sistemática, muito embora a produção de levantamentos topográficos pela sociedade, para fins de demarcação e parcelamento do solo, aconteça em larga escala e seja apresentado ao Poder Público Municipal para sua anuência.

Na análise comparativa, quanto ao modelo de avaliação convencionalmente adotado nos cadastros municipais e o modelo de avaliação proposto, pudemos observar que para áreas de terreno iguais aos do lote padrão, as maiores discrepâncias podem ocorrer na seleção do trecho de logradouro, para qual o terreno tenha frente (ITEM 3.2), comprovando a existência de discontinuidades na sistemática de avaliação convencional .

Por outro lado, para propriedades com áreas de terreno de grande dimensão como a da Parcela 33 (Anexo D), o cálculo efetivado com a formulação matemática de uso consagrado no cadastro fiscal (Fórmula de JERRET), pudemos observar que essa estimativa representa apenas 16,5% do valor que é obtido pelo modelo de avaliação proposto (ITEM 6)

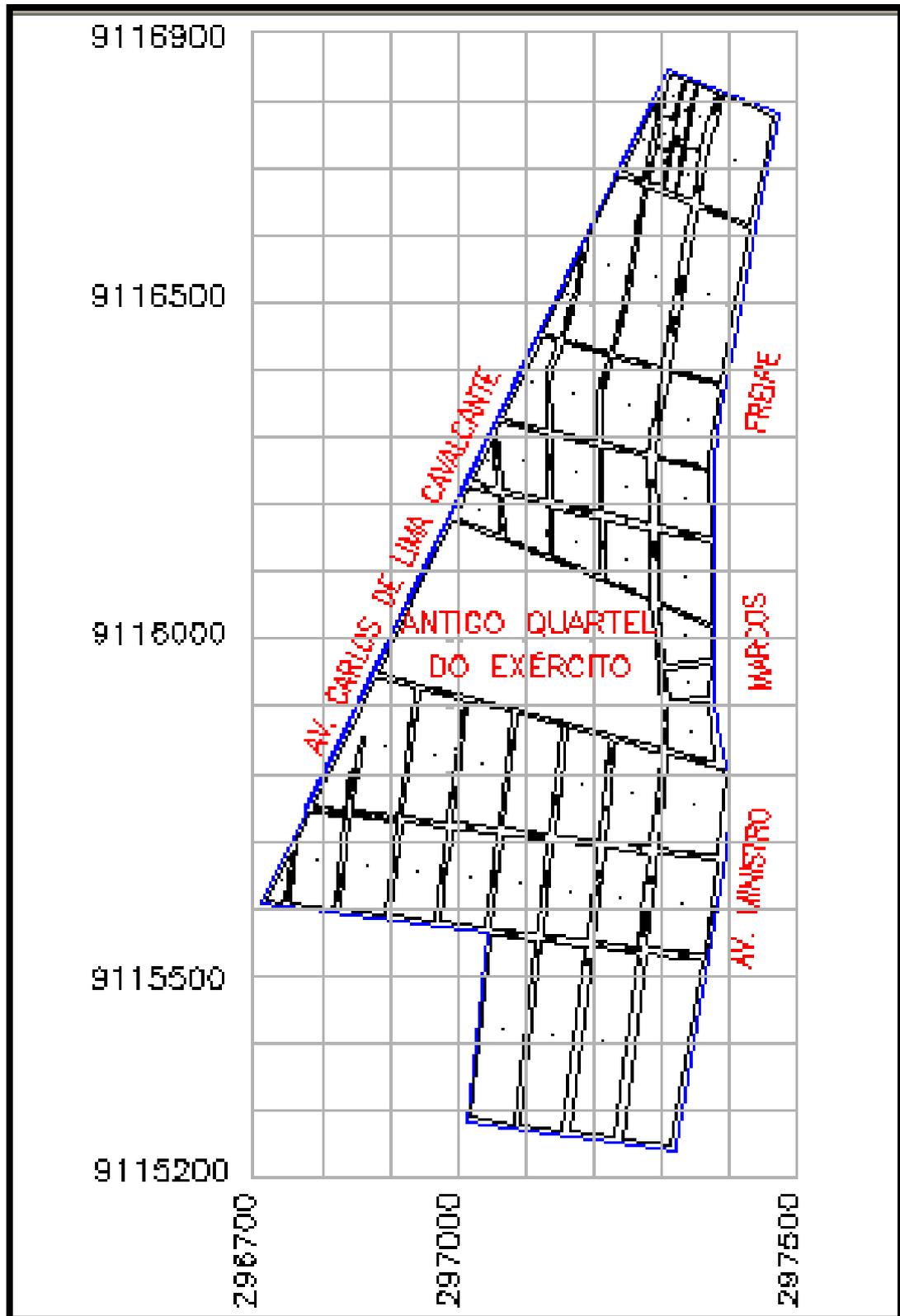
Os pressupostos básicos já abordados são necessários para validar o modelo clássico de regressão, com variância constante e distribuição normal do resíduo. Segundo CORDEIRO (1986), apud NELDER e WEDDERBURN (1972), foi desenvolvida a classe dos Modelos Lineares Generalizados – MLG, definida por uma função de distribuição de probabilidade, membro da família exponencial de distribuições, tais como a Normal, a Poisson, a Binomial, a Gama ou a Normal

Inversa, por uma estrutura linear constituída de um conjunto de variáveis independentes e por uma função de ligação estabelecida entre a média da variável resposta e a estrutura linear.

A referência aos MLG visa estabelecer que a adequação de uma função distribuição de probabilidade é dependente da natureza dos dados observados, sendo razoável supor que para uma determinada amostra do mercado imobiliário de terrenos, a distribuição normal poderá não ser necessariamente adequada.

ANEXOS

A – Área de Estudo



B – Matriz dos Dados Pesquisados

FACEQUADRA	COORDEN	COORDEN	VLR m ²	FONTE	RESG	PAV	LOC	COL	PRI
1105000101	297261,41	9115399,03	95,57	4	2	2	2	1	1
1105000102	297318,51	9115528,25	95,57	4	2	2	2	1	1
1105000103	297336,78	9115386,40	106,18	4	2	2	2	1	1
1105000104	297277,13	9115251,62	95,57	4	2	2	2	1	1
1105000202	297229,33	9115539,38	84,95	4	2	2	2	1	1
1105000201	297181,53	9115405,54	84,95	4	2	2	2	1	1
1105000203	297247,49	9115399,80	95,57	4	2	2	2	1	1
1105000204	297198,74	9115264,05	84,95	4	3	2	2	1	1
1105000301	297107,91	9115413,19	84,95	4	3	2	2	1	1
1105000302	297155,72	9115548,94	84,95	4	2	2	2	1	1
1105000303	297169,10	9115407,45	84,95	4	2	2	2	1	1
1105000304	297120,34	9115275,52	84,95	4	3	2	2	1	1
1105000401	297033,34	9115420,83	84,95	4	2	2	2	1	1
1105000402	297081,15	9115555,63	84,95	4	2	2	2	1	1
1105000403	297097,40	9115416,05	84,95	4	3	2	2	1	1
1105000404	297050,55	9115286,04	84,95	4	3	2	2	1	1
1105000501	297286,52	9115616,70	95,57	4	2	2	1	1	2
1105000502	297334,78	9115675,95	95,57	4	2	2	1	2	1
1105000503	297373,49	9115603,79	106,18	4	2	2	1	2	1
1105000504	297319,97	9115537,37	95,57	4	2	2	2	1	1
1105000601	297209,58	9115625,30	84,95	4	2	2	2	1	1
1105000602	297246,38	9115686,94	84,95	4	2	2	1	2	1
1105000603	297274,09	9115617,17	95,57	4	2	2	1	1	2
1105000604	297233,00	9115547,88	84,95	4	2	2	2	1	1
1105000701	297135,03	9115635,33	84,95	4	3	2	2	1	1
1105000702	297172,79	9115696,02	84,95	4	2	2	1	2	1
1105000703	297200,02	9115624,82	84,95	4	2	2	2	1	1
1105000704	297156,54	9115557,32	84,95	4	2	2	2	1	1
1105000801	297058,58	9115646,32	84,95	4	2	2	2	1	1
1105000802	297099,67	9115705,58	84,95	4	3	2	1	2	1
1105000803	297125,00	9115636,29	84,95	4	3	2	2	1	1
1105000804	297082,47	9115567,00	84,95	4	2	2	2	1	1
1105000901	296985,46	9115653,97	84,95	4	2	2	2	1	1
1105000902	297023,21	9115714,18	84,95	4	3	2	1	2	1
1105000903	297048,54	9115645,84	84,95	4	2	2	2	1	1
1105000904	297008,88	9115576,55	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001001	296910,44	9115659,22	111,11	3	2	2	2	1	1
1105001002	296949,62	9115723,74	97,22	3	3	2	1	2	1
1105001003	296974,95	9115654,92	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001004	296932,90	9115586,11	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001101	296833,98	9115669,74	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001102	296875,08	9115733,29	84,95	4	3	2	1	2	1
1105001103	296902,79	9115661,61	111,11	3	2	2	2	1	1
1105001104	296861,70	9115594,24	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001201	296758,48	9115653,01	84,95	4	3	2	2	1	1
1105001202	296775,20	9115726,60	84,95	4	3	2	1	1	2

FACEQUADRA	COORDEN	COORDEN	VLR m ²	FONTE	RESG	PAV	LOC	COL	PRI
1105001203	296805,79	9115740,94	84,95	4	3	2	1	2	1
1105001204	296824,90	9115668,30	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001205	296784,76	9115604,75	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001301	296733,63	9115641,07	84,95	4	3	2	1	1	2
1105001302	296747,97	9115640,59	84,95	4	3	2	2	1	1
1105001303	296732,20	9115610,48	84,95	4	3	2	2	1	1
1105001401	297303,24	9115759,58	95,57	4	2	2	1	1	2
1105001402	297351,03	9115017,40	200,00	2	2	2	2	1	1
1105001403	297389,26	9115747,15	106,18	4	2	2	1	2	1
1105001404	297337,65	9115685,03	95,57	4	2	2	1	2	1
1105001501	297226,78	9115780,12	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001502	297265,97	9115841,29	177,78	2	2	2	2	1	1
1105001503	297290,34	9115767,70	95,57	4	2	2	1	1	2
1105001504	297250,20	9115696,02	84,95	4	2	2	1	2	1
1105001601	297153,19	9115789,86	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001602	297192,09	9115860,21	177,78	2	2	2	2	1	1
1105001603	297214,93	9115779,09	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001604	297175,87	9115705,79	84,95	4	2	2	1	2	1
1105001701	297078,53	9115805,53	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001702	297120,59	9115878,83	177,78	2	2	2	2	1	1
1105001703	297142,22	9115795,92	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001704	297100,76	9115716,00	84,95	4	3	2	1	2	1
1105001801	297004,03	9115818,15	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001802	297048,49	9115898,06	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001803	297069,52	9115806,13	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001804	297026,26	9115724,41	84,95	4	3	2	1	2	1
1105001901	296933,73	9115838,58	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001902	296975,79	9115917,29	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001903	296995,01	9115821,75	84,95	4	2	2	2	1	1
1105001904	296950,55	9115734,03	97,22	3	3	2	1	2	1
1105002001	296837,89	9115857,28	84,95	4	3	2	1	1	2
1105002002	296906,99	9115934,64	84,95	4	2	2	2	1	1
1105002003	296924,26	9115840,75	84,95	4	2	2	2	1	1
1105002004	296877,70	9115742,37	84,95	4	3	2	1	2	1
1105002005	296861,93	9115854,27	84,95	4	2	2	2	1	1
1105002006	296810,85	9115751,38	84,95	4	3	2	1	2	1
1105002104	296943,98	9116075,06	84,95	4	3	2	1	1	2
1105002101	297066,00	9116145,22	84,95	4	3	2	2	1	1
1105002102	297290,91	9115951,26	200,00	2	2	2	1	1	2
1105002103	296981,32	9115925,55	84,95	4	2	2	2	1	1
1105002201	297310,12	9115868,89	200,00	2	2	2	1	1	2
1105002202	297338,65	9115903,88	200,00	2	2	2	2	1	1
1105002203	297374,66	9115867,87	222,22	2	2	2	1	2	1
1105002204	297344,77	9115826,09	200,00	2	2	2	2	1	1
1105002301	297308,76	9115934,11	200,00	2	2	2	1	1	2
1105002302	297336,61	9115958,23	200,00	2	2	2	2	1	1
1105002303	297371,94	9115939,55	222,22	2	2	2	1	2	1
1105002304	297338,31	9115912,37	200,00	2	2	2	2	1	1
1105002401	297301,28	9116004,77	200,00	2	2	2	1	1	2
1105002402	297334,24	9116033,31	200,00	2	3	2	2	1	1

FACEQUADRA	COORDEN	COORDEN	VLR m ²	FONTE	RESG	PAV	LOC	COL	PRI
1105002403	297371,94	9115995,26	222,22	2	2	2	1	2	1
1105002404	297336,61	9115967,41	200,00	2	2	2	2	1	1
1105002501	297295,34	9116107,75	95,57	4	3	2	1	1	2
1105002502	297333,98	9116150,64	95,57	4	3	2	1	2	1
1105002503	297373,90	9116092,46	106,18	4	3	2	1	2	1
1105002504	297334,83	9116040,23	200,00	2	3	2	2	1	1
1105002601	297216,78	9116132,38	86,11	3	3	2	2	1	1
1105002602	297247,36	9116168,90	84,95	4	3	2	1	2	1
1105002603	297282,18	9116117,52	95,57	4	3	2	1	1	2
1105002604	297249,48	9116077,18	177,78	2	3	2	2	1	1
1105002701	297142,05	9116157,01	84,95	4	3	2	2	1	1
1105002702	297173,89	9116187,16	84,95	4	3	2	1	2	1
1105002703	297208,29	9116140,45	86,11	3	3	2	2	1	1
1105002704	297174,32	9116108,60	177,78	2	3	2	2	1	1
1105002801	297071,13	9116178,24	84,95	4	3	2	2	1	1
1105002802	297100,43	9116205,84	84,95	4	3	2	1	2	1
1105002803	297133,13	9116164,65	84,95	4	3	2	2	1	1
1105002804	297100,43	9116138,75	84,95	4	3	2	2	1	1
1105002901	297007,01	9116204,57	84,95	4	3	2	1	1	2
1105002902	297039,28	9116219,85	84,95	4	3	2	1	2	1
1105002903	297062,21	9116187,58	84,95	4	3	2	2	1	1
1105002904	297029,52	9116168,47	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003001	297293,84	9116217,84	95,57	4	3	2	1	1	2
1105003002	297331,21	9116256,42	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003003	297371,01	9116205,25	180,18	3	3	2	2	1	1
1105003004	297331,62	9116160,97	84,95	4	3	2	1	2	1
1105003101	297215,45	9116235,30	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003102	297244,29	9116277,95	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003103	297280,03	9116228,40	95,57	4	3	2	1	1	2
1105003104	297248,35	9116179,66	84,95	4	3	2	1	2	1
1105003201	297139,50	9116253,99	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003202	297171,59	9116295,01	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003203	297206,92	9116243,02	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003204	297173,62	9116198,75	84,95	4	3	2	1	2	1
1105003301	297062,33	9116271,86	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003302	297097,26	9116312,88	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003303	297131,78	9116261,30	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003304	297098,48	9116217,02	84,95	4	3	2	1	2	1
1105004501	297037,15	9116266,58	84,95	4	3	2	1	1	2
1105003401	297301,65	9116334,55	95,57	4	3	2	1	1	2
1105004502	297055,90	9116263,48	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004503	297040,05	9116230,68	84,95	4	3	2	1	2	1
1105003402	297347,07	9116385,24	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003403	297375,29	9116319,08	106,18	4	3	2	2	1	1
1105003404	297329,55	9116264,59	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003501	297213,28	9116365,29	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003502	297264,36	9116408,11	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003503	297289,66	9116341,46	95,57	4	3	2	1	1	2
1105003504	297244,90	9116285,51	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003601	297137,87	9116379,40	84,95	4	3	2	2	1	1

FACEQUADRA	COORDEN	COORDEN	VLR m ²	FONTE	RESG	PAV	LOC	COL	PRI
1105003602	297187,01	9116429,03	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003603	297205,01	9116364,81	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003604	297170,47	9116302,54	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003701	297096,03	9116391,56	84,95	4	3	2	1	1	2
1105003702	297135,44	9116445,08	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003703	297130,09	9116382,81	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003704	297097,01	9116319,56	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003801	297336,61	9116527,47	95,57	4	3	2	1	1	2
1105003802	297391,22	9116624,24	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003803	297409,42	9116505,44	106,18	4	3	2	2	1	1
1105003804	297348,10	9116393,35	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003901	297258,05	9116544,72	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003902	297308,82	9116654,89	84,95	4	3	2	2	1	1
1105003903	297321,28	9116530,35	95,57	4	3	2	1	1	2
1105003904	297264,75	9116415,38	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004001	297151,53	9116507,53	84,95	4	3	2	1	1	2
1105004002	297167,87	9116502,63	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004003	297136,46	9116451,12	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004101	297191,08	9116596,67	84,95	4	3	2	1	1	2
1105004102	297254,93	9116679,60	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004103	297248,29	9116546,09	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004104	297188,59	9116437,46	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004201	297371,17	9116729,40	95,57	4	3	2	1	1	2
1105004202	297426,32	9116793,17	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004203	297449,30	9116701,25	106,18	4	3	2	2	1	1
1105004204	297390,70	9116634,60	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004301	297286,25	9116704,08	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004302	297300,65	9116725,63	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004303	297307,09	9116700,21	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004304	297292,01	9116674,62	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004401	297265,41	9116743,45	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004402	297284,12	9116736,10	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004403	297256,72	9116688,31	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004601	297294,60	9116754,39	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004602	297308,73	9116773,62	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004603	297316,13	9116751,60	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004604	297301,17	9116729,74	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004701	297303,87	9116806,62	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004702	297323,11	9116837,06	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004703	297327,55	9116804,30	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004704	297310,21	9116777,66	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004801	297310,83	9116703,99	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004802	297324,65	9116733,10	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004803	297326,54	9116699,80	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004804	297310,20	9116667,13	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004901	297326,92	9116788,48	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004902	297343,71	9116628,10	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004903	297341,87	9116784,81	84,95	4	3	2	2	1	1
1105004904	297325,87	9116744,66	84,95	4	3	2	2	1	1
1105005001	297329,49	9116697,14	84,95	4	3	2	2	1	1

FACEQUADRA	COORDENADA	COORDENADA	VLR m ²	FONTE	RESG	PAV	LOC	COL	PRI
1105005002	297346,06	9116725,26	84,95	4	3	2	2	1	1
1105005003	297351,08	9116692,36	95,57	4	3	2	1	1	2
1105005004	297332,00	9116658,47	84,95	4	3	2	2	1	1
1105005101	297345,86	9116779,63	84,95	4	3	2	2	1	1
1105005102	297367,36	9116818,08	84,95	4	3	2	2	1	1
1105005103	297369,31	9116773,12	95,57	4	3	2	1	1	2
1105005104	297347,48	9116730,11	84,95	4	3	2	2	1	1
1105002103	297190,61	9115870,44	177,78	2	2	2	2	1	1
1105002101	297210,66	9116084,09	177,78	2	3	2	2	1	1

C – Matriz de Dados do Modelo TIN

FACEQUADRA	COORDEN	COORDN	VLR AJ F2	VLR AJ F3	VLR AJ F4
1105000101	297261,41000	9115399,03000	187,56210	132,04067	92,95449
1105000102	297318,51000	9115528,25000	198,32954	139,62078	98,29076
1105000103	297336,78000	9115386,40000	203,34214	143,14957	100,77497
1105000104	297277,13000	9115251,62000	190,37580	134,02147	94,34894
1105000202	297229,33000	9115539,38000	182,37226	128,38711	90,38244
1105000201	297181,53000	9115405,54000	175,40542	123,48257	86,92972
1105000203	297247,49000	9115399,80000	185,13217	130,33004	91,75023
1105000204	297198,74000	9115264,05000	173,26115	121,97304	85,86704
1105000301	297107,91000	9115413,19000	164,34864	115,69877	81,45005
1105000302	297155,72000	9115548,94000	173,26635	121,97669	85,86961
1105000303	297169,10000	9115407,45000	173,88949	122,41538	86,17844
1105000304	297120,34000	9115275,52000	163,92352	115,39950	81,23937
1105000401	297033,34000	9115420,83000	162,92338	114,69541	80,74370
1105000402	297081,15000	9115555,63000	167,22998	117,72719	82,87803
1105000403	297097,40000	9115416,05000	163,53385	115,12517	81,04625
1105000404	297050,55000	9115286,04000	158,49769	111,57980	78,55036
1105000501	297286,52000	9115616,70000	199,27186	140,28415	98,75776
1105000502	297334,78000	9115675,95000	200,28072	140,99438	99,25775
1105000503	297373,49000	9115603,79000	210,13706	147,93308	104,14248
1105000504	297319,97000	9115537,37000	198,57562	139,79401	98,41271
1105000601	297209,58000	9115625,30000	179,66428	126,48073	89,04038
1105000602	297246,38000	9115686,94000	184,45951	129,85650	91,41687
1105000603	297274,09000	9115617,17000	196,99533	138,68151	97,62953
1105000604	297233,00000	9115547,88000	182,91471	128,76899	90,65127
1105000701	297135,03000	9115635,33000	168,33903	118,50794	83,42767
1105000702	297172,79000	9115696,02000	175,35807	123,44923	86,90625
1105000703	297200,02000	9115624,82000	178,46455	125,63615	88,44581
1105000704	297156,54000	9115557,32000	173,39288	122,06577	85,93232
1105000801	297058,58000	9115646,32000	166,94426	117,52605	82,73643
1105000802	297099,67000	9115705,58000	166,07342	116,91299	82,30485
1105000803	297125,00000	9115636,29000	167,53797	117,94401	83,03067
1105000804	297082,47000	9115567,00000	167,42576	117,86501	82,97505
1105000901	296985,46000	9115653,97000	165,10473	116,23105	81,82477
1105000902	297023,21000	9115714,18000	163,01301	114,75851	80,78813
1105000903	297048,54000	9115645,84000	166,51577	117,22439	82,52407
1105000904	297008,88000	9115576,55000	164,36507	115,71034	81,45820
1105001001	296910,44000	9115659,22000	165,90246	116,79263	82,22012
1105001002	296949,62000	9115723,74000	162,79146	114,60254	80,67833
1105001003	296974,95000	9115654,92000	165,05686	116,19735	81,80104
1105001004	296932,90000	9115586,11000	164,03831	115,48031	81,29626
1105001101	296833,98000	9115669,74000	169,77262	119,51716	84,13814
1105001102	296875,08000	9115733,29000	165,32612	116,38690	81,93449
1105001103	296902,79000	9115661,61000	166,17808	116,98667	82,35672
1105001104	296861,70000	9115594,24000	166,31108	117,08030	82,42263
1105001201	296758,48000	9115653,01000	172,30049	121,29675	85,39094
1105001202	296775,20000	9115726,60000	179,82245	126,59209	89,11877
1105001203	296805,79000	9115740,94000	170,19928	119,81753	84,34959
1105001204	296824,90000	9115668,30000	170,36616	119,93501	84,43230

FACEQUADRA	COORDE	COORDN	VLR AJ F2	VLR AJ F3	VLR AJ F4
1105001205	296784,76000	9115604,75000	171,76203	120,91768	85,12408
1105001301	296733,63000	9115641,07000	181,76052	127,95645	90,07926
1105001302	296747,97000	9115640,59000	173,02741	121,80848	85,75119
1105001303	296732,20000	9115610,48000	173,79214	122,34684	86,13019
1105001401	297303,24000	9115759,58000	201,22023	141,65578	99,72336
1105001402	297351,03000	9115017,40000	207,88603	146,34839	103,02689
1105001403	297389,26000	9115747,15000	211,81431	149,11383	104,97372
1105001404	297337,65000	9115685,03000	200,78607	141,35013	99,50819
1105001501	297226,78000	9115780,12000	181,54435	127,80428	89,97213
1105001502	297265,97000	9115841,29000	186,48671	131,28362	92,42153
1105001503	297290,34000	9115767,70000	198,79020	139,94507	98,51906
1105001504	297250,20000	9115696,02000	184,98597	130,22712	91,67778
1105001601	297153,19000	9115789,86000	173,79909	122,35174	86,13364
1105001602	297192,09000	9115860,21000	177,27461	124,79845	87,85608
1105001603	297214,93000	9115779,09000	180,08339	126,77578	89,24809
1105001604	297175,87000	9115705,79000	175,68278	123,67783	87,06718
1105001701	297078,53000	9115805,53000	169,10672	119,04838	83,80813
1105001702	297120,59000	9115878,83000	171,54232	120,76301	85,01519
1105001703	297142,22000	9115795,92000	172,92189	121,73420	85,69890
1105001704	297100,76000	9115716,00000	166,20135	117,00305	82,36825
1105001801	297004,03000	9115818,15000	167,35043	117,81198	82,93772
1105001802	297048,49000	9115898,06000	168,68617	118,75232	83,59971
1105001803	297069,52000	9115806,13000	168,73510	118,78677	83,62395
1105001804	297026,26000	9115724,41000	163,19405	114,88596	80,87785
1105001901	296933,73000	9115838,58000	168,42659	118,56958	83,47106
1105001902	296975,79000	9115917,29000	168,55296	118,65855	83,53369
1105001903	296995,01000	9115821,75000	167,35378	117,81434	82,93938
1105001904	296950,55000	9115734,03000	162,94130	114,70803	80,75259
1105002001	296837,89000	9115857,28000	177,42358	124,90332	87,92991
1105002002	296906,99000	9115934,64000	170,98742	120,37237	84,74019
1105002003	296924,26000	9115840,75000	168,76209	118,80577	83,63733
1105002004	296877,70000	9115742,37000	165,38565	116,42881	81,96399
1105002005	296861,93000	9115854,27000	172,15754	121,19611	85,32009
1105002006	296810,85000	9115751,38000	170,04107	119,70615	84,27119
1105002104	296943,98000	9116075,06000	174,54629	122,87776	86,50394
1105002101	297066,00000	9116145,22000	166,51743	117,22557	82,52489
1105002102	297290,91000	9115951,26000	196,75711	138,51381	97,51147
1105002103	296981,32000	9115925,55000	168,56982	118,67041	83,54204
1105002201	297310,12000	9115868,89000	201,13976	141,59912	99,68348
1105002202	297338,65000	9115903,88000	198,03425	139,41290	98,14441
1105002203	297374,66000	9115867,87000	206,02963	145,04151	102,10687
1105002204	297344,77000	9115826,09000	200,47709	141,13262	99,35507
1105002301	297308,76000	9115934,11000	199,98853	140,78867	99,11294
1105002302	297336,61000	9115958,23000	196,74530	138,50550	97,50562
1105002303	297371,94000	9115939,55000	204,02040	143,62705	101,11111
1105002304	297338,31000	9115912,37000	197,83038	139,26937	98,04338
1105002401	297301,28000	9116004,77000	197,67613	139,16079	97,96693
1105002402	297334,24000	9116033,31000	191,08340	134,51961	94,69962
1105002403	297371,94000	9115995,26000	202,86282	142,81213	100,53742
1105002404	297336,61000	9115967,41000	196,58797	138,39473	97,42765

FACEQUADRA	COORDE	COORDN	VLR AJ F2	VLR AJ F3	VLR AJ F4
1105002501	297295,34000	9116107,75000	191,24589	134,63400	94,78015
1105002502	297333,98000	9116150,64000	188,72105	132,85655	93,52886
1105002503	297373,90000	9116092,46000	197,11553	138,76613	97,68910
1105002504	297334,83000	9116040,23000	191,06239	134,50482	94,68920
1105002601	297216,78000	9116132,38000	174,38055	122,76108	86,42180
1105002602	297247,36000	9116168,90000	176,87973	124,52046	87,66038
1105002603	297282,18000	9116117,52000	189,23129	133,21575	93,78172
1105002604	297249,48000	9116077,18000	178,30936	125,52689	88,36889
1105002701	297142,05000	9116157,01000	168,93432	118,92702	83,72269
1105002702	297173,89000	9116187,16000	170,45136	119,99499	84,47452
1105002703	297208,29000	9116140,45000	173,54727	122,17446	86,00883
1105002704	297174,32000	9116108,60000	171,10202	120,45304	84,79699
1105002801	297071,13000	9116178,24000	166,60404	117,28654	82,56782
1105002802	297100,43000	9116205,84000	167,03110	117,58718	82,77946
1105002803	297133,13000	9116164,65000	168,47207	118,60160	83,49360
1105002804	297100,43000	9116138,75000	167,29187	117,77076	82,90870
1105002901	297007,01000	9116204,57000	173,57504	122,19401	86,02260
1105002902	297039,28000	9116219,85000	166,34601	117,10489	82,43994
1105002903	297062,21000	9116187,58000	166,50245	117,21502	82,51747
1105002904	297029,52000	9116168,47000	166,40923	117,14939	82,47127
1105003001	297293,84000	9116217,84000	189,14048	133,15182	93,73672
1105003002	297331,21000	9116256,42000	186,24816	131,11568	92,30331
1105003003	297371,01000	9116205,25000	194,02558	136,59086	96,15774
1105003004	297331,62000	9116160,97000	188,13692	132,44534	93,23936
1105003101	297215,45000	9116235,30000	173,20572	121,93401	85,83956
1105003102	297244,29000	9116277,95000	175,23712	123,36408	86,84631
1105003103	297280,03000	9116228,40000	187,15553	131,75445	92,75300
1105003104	297248,35000	9116179,66000	176,84612	124,49680	87,64372
1105003201	297139,50000	9116253,99000	168,29864	118,47951	83,40765
1105003202	297171,59000	9116295,01000	169,56053	119,36786	84,03304
1105003203	297206,92000	9116243,02000	172,43321	121,39018	85,45672
1105003204	297173,62000	9116198,75000	170,34742	119,92182	84,42301
1105003301	297062,33000	9116271,86000	166,47914	117,19861	82,50592
1105003302	297097,26000	9116312,88000	166,73738	117,38041	82,63390
1105003303	297131,78000	9116261,30000	167,94558	118,23096	83,23268
1105003304	297098,48000	9116217,02000	166,95261	117,53193	82,74057
1105004501	297037,15000	9116266,58000	173,30101	122,00109	85,88679
1105003401	297301,65000	9116334,55000	187,89626	132,27591	93,12009
1105004502	297055,90000	9116263,48000	166,47081	117,19275	82,50179
1105004503	297040,05000	9116230,68000	166,35599	117,11191	82,44488
1105003402	297347,07000	9116385,24000	185,61971	130,67326	91,99185
1105003403	297375,29000	9116319,08000	191,88956	135,08713	95,09915
1105003404	297329,55000	9116264,59000	185,82400	130,81708	92,09310
1105003501	297213,28000	9116365,29000	171,43085	120,68454	84,95995
1105003502	297264,36000	9116408,11000	175,05321	123,23462	86,75517
1105003503	297289,66000	9116341,46000	186,25189	131,11830	92,30516
1105003504	297244,90000	9116285,51000	175,18630	123,32831	86,82113
1105003601	297137,87000	9116379,40000	167,34876	117,81081	82,93689
1105003602	297187,01000	9116429,03000	168,95797	118,94367	83,73441
1105003603	297205,01000	9116364,81000	170,85923	120,28212	84,67666

FACEQUADRA	COORDE	COORDN	VLR AJ F2	VLR AJ F3	VLR AJ F4
1105003604	297170,47000	9116302,54000	169,43002	119,27598	83,96835
1105003701	297096,03000	9116391,56000	173,09490	121,85600	85,78464
1105003702	297135,44000	9116445,08000	166,71404	117,36397	82,62233
1105003703	297130,09000	9116382,81000	167,08288	117,62364	82,80513
1105003704	297097,01000	9116319,56000	166,70404	117,35693	82,61737
1105003801	297336,61000	9116527,47000	187,84366	132,23888	93,09402
1105003802	297391,22000	9116624,24000	185,35261	130,48522	91,85948
1105003803	297409,42000	9116505,44000	192,32180	135,39142	95,31336
1105003804	297348,10000	9116393,35000	185,56774	130,63668	91,96610
1105003901	297258,05000	9116544,72000	171,90294	121,01688	85,19391
1105003902	297308,82000	9116654,89000	174,03388	122,51703	86,25000
1105003903	297321,28000	9116530,35000	185,79613	130,79746	92,07929
1105003904	297264,75000	9116415,38000	174,95871	123,16809	86,70833
1105004001	297151,53000	9116507,53000	173,30101	122,00109	85,88679
1105004002	297167,87000	9116502,63000	167,16477	117,68129	82,84571
1105004003	297136,46000	9116451,12000	166,68570	117,34402	82,60829
1105004101	297191,08000	9116596,67000	173,58198	122,19889	86,02604
1105004102	297254,93000	9116679,60000	168,87858	118,88778	83,69506
1105004103	297248,29000	9116546,09000	171,10373	120,45425	84,79783
1105004104	297188,59000	9116437,46000	168,93770	118,92940	83,72436
1105004201	297371,17000	9116729,40000	186,33572	131,17732	92,34670
1105004202	297426,32000	9116793,17000	184,78260	130,08395	91,57699
1105004203	297449,30000	9116701,25000	192,38720	135,43746	95,34577
1105004204	297390,70000	9116634,60000	184,93049	130,18806	91,65028
1105004301	297286,25000	9116704,08000	170,71918	120,18353	84,60725
1105004302	297300,65000	9116725,63000	171,43085	120,68454	84,95995
1105004303	297307,09000	9116700,21000	172,69033	121,57119	85,58414
1105004304	297292,01000	9116674,62000	171,94076	121,04350	85,21266
1105004401	297265,41000	9116743,45000	168,17582	118,39305	83,34678
1105004402	297284,12000	9116736,10000	169,75734	119,50641	84,13057
1105004403	297256,72000	9116688,31000	168,81273	118,84142	83,66243
1105004601	297294,60000	9116754,39000	170,15844	119,78878	84,32935
1105004602	297308,73000	9116773,62000	170,88315	120,29896	84,68852
1105004603	297316,13000	9116751,60000	172,17820	121,21066	85,33033
1105004604	297301,17000	9116729,74000	171,37086	120,64230	84,93022
1105004701	297303,87000	9116806,62000	169,55545	119,36428	84,03051
1105004702	297323,11000	9116837,06000	170,40535	119,96260	84,45172
1105004703	297327,55000	9116804,30000	171,78952	120,93703	85,13770
1105004704	297310,21000	9116777,66000	170,90537	120,31460	84,69953
1105004801	297310,83000	9116703,99000	172,95302	121,75612	85,71433
1105004802	297324,65000	9116733,10000	173,54206	122,17079	86,00625
1105004803	297326,54000	9116699,80000	174,67027	122,96503	86,56538
1105004804	297310,20000	9116667,13000	173,85646	122,39212	86,16207
1105004901	297326,92000	9116788,48000	172,18853	121,21793	85,33545
1105004902	297343,71000	9116628,10000	178,66097	125,77442	88,54315
1105004903	297341,87000	9116784,81000	173,84429	122,38355	86,15603
1105004904	297325,87000	9116744,66000	173,34087	122,02916	85,90654
1105005001	297329,49000	9116697,14000	175,06197	123,24078	86,75951
1105005002	297346,06000	9116725,26000	176,10669	123,97625	87,27726
1105005003	297351,08000	9116692,36000	184,90090	130,16723	91,63561

FACEQUADRA	COORDE	COORDN	VLR AJ F2	VLR AJ F3	VLR AJ F4
1105005004	297332,00000	9116658,47000	176,42044	124,19712	87,43276
1105005101	297345,86000	9116779,63000	174,43811	122,80159	86,45033
1105005102	297367,36000	9116818,08000	175,68981	123,68277	87,07066
1105005103	297369,31000	9116773,12000	184,60714	129,96043	91,49003
1105005104	297347,48000	9116730,11000	176,12606	123,98989	87,28687
1105002103	297190,61000	9115870,44000	177,09565	124,67246	87,76739
1105002101	297210,66000	9116084,09000	174,23065	122,65555	86,34751

D – Planilha Comparativa do Valor Venal

Parcela: 1

Superfície: iptu	valor itbi	= R\$ 18091
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 25699
Superfície: Mercado	valor mercado	= R\$ 36504

Parcela: 2

Superfície: iptu	Valor iptu	= R\$ 20641
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 29322
Superfície: mercado	Valor mercado	= R\$ 41650

Parcela: 3

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 18528
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 26321
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 37387

Parcela: 4

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 17412
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 24735
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 35135

Parcela: 5

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 15560
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 22105
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 31399

Parcela: 6

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 15630
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 22203
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 31539

Parcela: 7

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 31159
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 44263
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 62874

Parcela: 8

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 29924
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 42509
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 60383

Parcela: 9

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 29955
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 42553
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 60445

Parcela: 10

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 23256
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 33036
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 46927

Parcela: 11

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 29462
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 41852
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 59449

Parcela: 12

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 30799
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 43751
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 62147

Parcela: 13

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 30109
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 42770
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 60754

Parcela: 14

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 47344
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 67253
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 95531

Parcela: 15

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 37153
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 52777
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 74968

Parcela: 16

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 64919
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 92216
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 130991

Parcela: 17

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 37404
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 53133
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 75473

Parcela: 18

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 31839
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 45227
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 64244

Parcela: 19

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 31235
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 44371
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 63027

Parcela: 20

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 30383
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 43160
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 61307

Parcela: 21

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 30383
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 43160
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 61307

Parcela: 22

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 29782
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 42308
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 60096

Parcela: 23

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 27947
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 39701
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 56393

Parcela: 24

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 70203
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 99720
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 141653
Formulação Jerret Valor Venal		= R\$ 118712

Parcela: 25

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 89182
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 126676
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 179946
Formulação Jerret Valor Venal		= R\$ 190774

Parcela: 26

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 38870
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 55212
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 78429
Formulação Jerret Valor Venal		= R\$ 80054

Parcela: 27

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 35880
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 50967
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 72398
Formulação Jerret Valor Venal		= R\$ 73782

Parcela: 28

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 40176
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 57069
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 81066
Formulação Jerret Valor Venal		= R\$ 105856

Parcela: 29

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 38811
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 55132
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 78314
Formulação Jerret Valor Venal		= R\$ 81378

Parcela: 30

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 38811
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 55132
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 78314
Formulação Jerret Valor Venal		= R\$ 82169

Parcela: 31

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 38651
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 54905
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 77991
Formulação Jerret Valor Venal		= R\$ 75805

Parcela: 32

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 40255
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 57184
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 81229
Formulação Jerret Valor Venal		= R\$ 110898

Parcela: 33

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 7093599
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 10076333
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 14313463
Formulação Jerret Valor Venal		= R\$ 2363865

SETOR 1050

Superfície: iptu	valor iptu	= R\$ 31691982
Superfície: itbi	valor itbi	= R\$ 45018135
Superfície: mercado	valor mercado	= R\$ 63947720

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994). **NBR 13.133 – Norma Brasileira para Execução de Levantamento Topográfico**

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997). **NBR 14.166 – Rede de Referência Cadastral Municipal - Procedimento**

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (1990). **NBR 14653.1, Norma Brasileira para Avaliação de Imóveis – Procedimentos Gerais**

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (1990). **NBR 14653.2, Norma Brasileira para Avaliação de Imóveis Urbanos.**

ARCINFO, User`s Guide. **Spatial Modeling - Surface Modeling with TIN**, Environmental System Research Institute, Inc., Redlands, CA USA, 1991

AURENHAMMER, F. **Voronoi Diagrams — A Survey of a Fundamental Geometric Data Structure**, v. 23, n. 3, pag. 345 – 405, ACM Press New York, NY, USA, 1991.

BRASIL, Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**, DF, Senado, 1988.

BRASIL, Código Tributário Nacional. **Lei N. 5172 de 25/10/1966, atualizada e acompanhada de Legislação Complementar**, Ed. Saraiva, São Paulo, 2000.

BURROUGHS, PA. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**, Oxford University, 1986, 315p

CAMARA, Gilberto. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**, INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, SP, 1998.

CARNEIRO, Andrea F. T. **Proposta de Reforma Cadastral visando a Vinculação entre Cadastro e Registro de Imóveis.** Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC. Florianópolis, 2000.

CIDADE, Estatuto. Lei nº 10.257/2001. **Estatuto da Cidade e os Novos Instrumentos da política Urbana. In Direito Imobiliário.**

CORDEIRO, G. M. **Modelos Lineares Generalizados, livro texto do VI Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística - SINAPE,** UNICAMP, Campinas, SP, 1986.

CORDEIRO, G. M. **Introdução a Teoria de Verossimilhança, 10º Simpósio Nacional de probabilidade e Estatística,** Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 1992.

DANTAS, Rubens Alves, **Engenharia de Avaliações. Uma Introdução à Metodologia Científica,** Ed. Pini, SP, 1998.

FIDEM, Projeto UNIBASE. **Definição dos Elementos Técnicos do Sistema UNIBASE,** Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife, 1994.

FIG. Statement on the cadastre. International Federation of Surveyors, FIG Bureau, Canberra, Australia. 1995. Disponível em:
<http://www.fig.net/commission7/reports/cadastre/statement_on_cadastre.html

GARCIA, Pedro Afonso. **Geoestatística Operacional,** Brasil, Ministério das Minas e Energia, Brasília, 1988.

GEMAEL, Camil. **Introdução ao Ajustamento de Observações, Aplicações Geodésicas,** Curitiba, UFPR, 1994.

GONZÁLEZ, M.A.S, FORMOSO, C.A, **Análise da Utilização de Dados do Imposto de Transmissão de Imóveis para Atualização das Plantas de Valores**. Anais do 1º Congresso Brasileiro de Avaliações para Fins Tributários – CONBRAFT

HOFFMANN, Rodolfo. **Análise de Regressão, Uma Introdução à Econometria**, 2ª Edição, Editora HUCITEC, 1987

IBGE. *Noções básicas de cartografia 1999*. Rio de Janeiro. IBGE, 130 p. (Manuais Técnicos em Geociências n.8).

KAHMEN, H. FAIG, W. **Surveying**, Walter de Gruyter, Berlim, New York, 1988.

LISCHINSKI, D.: **Incremental Delauny Triangulation**, article published in The Graphics Gems Series, Volume IV, pp. 47-59, AP Professional 1994.

MAGUIRE, D.; Goodchild, M.; Rhind, D., **Geographical Information Systems: Principles and Applications**, New York, John Wiley and Sons, 1991.

MARTINS, Fernando Guilherme. A contribuição da Engenharia de Avaliações à tributação municipal. VI COBREAP – Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, Belo Horizonte, 1990.

PHILIPS, J. **Os dez mandamentos para um cadastro moderno de bens imobiliários**. Anais, II Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - COBRAC. Florianópolis, 13 a 17 de outubro de 1996.

ROMÃO, Verônica Maria Costa et. al. **Rede de Referência Cadastral Municipal**. Uma Proposta do Grupo de Trabalho sobre Cadastro Municipal (GTCM) do DEPART - UFPE. 2º COBRAC, Florianópolis, SC outubro de 1996.

ROBINSON, Arthur H., MORRISON, Joel L., MUEHRCKE, Phillip C., KIMBERLING, Jon, GUPTILL, Stephen C. **Elements of Cartography**, John Wiley & Sons, Inc.

SILVA, T. F. **Um Conceito de Cadastro Metropolitano**, 1979, 192p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em GeoCiências, Universidade Federal do Paraná, 1979.

WACKERNAGEL, Hans, **Multivariate Geostatistics**. An Introduction with Applications, Springer, 1995.