

**CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE REGRESSÃO
PARA ESTIMAR O VALOR DOS LOTES URBANOS DO
SETOR 11 DE SANTA MARIA-RS**

Aier Tadeu Gabriel Morcelli

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO**

**CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE REGRESSÃO
PARA ESTIMAR O VALOR DOS LOTES URBANOS
DO SETOR 11 DE SANTA MARIA-RS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aier Tadeu Gabriel Morcelli

Santa Maria, RS, Brasil

2006

**CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE REGRESSÃO
PARA ESTIMAR O VALOR DOS LOTES URBANOS DO SETOR 11
DE SANTA MARIA-RS**

por

Aier Tadeu Gabriel Morcelli

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Área de Concentração em Qualidade e Produtividade, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia de Produção**

Orientador: Prof. Dr. Luis Felipe Dias Lopes

Santa Maria, RS, Brasil

2006

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE REGRESSÃO
PARA ESTIMAR O VALOR DOS LOTES URBANOS DO SETOR 11
DE SANTA MARIA-RS**

elaborada por

Aier Tadeu Gabriel Morcelli

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia de Produção

COMISSÃO EXAMINADORA

Luis Felipe Dias Lopes, Dr.
(Presidente/Orientador)

Adriano Mendonça Souza, Dr. (UFSM)

Angela Pellegrin Ansuj, Dra. (UFSM)

Santa Maria, 29 de setembro de 2006.

M833c Morcelli, Aier Tadeu Gabriel, 1960-

Construção de modelos de regressão para estimar o valor dos lotes urbanos do setor 11 de Santa Maria-RS / por Aier Tadeu Gabriel Morcelli ; orientador Luis Felipe Dias Lopes. - Santa Maria, 2006.

56 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, RS, 2006.

1. Engenharia de produção 2. Terreno urbano 3. Avaliação de imóveis 4. Lote urbano 5. Santa Maria-RS I. Lopes, Luis Felipe Dias, orient. II. Título

CDU: 658:332.721

Ficha catalográfica elaborada por
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

© 2006

Todos os direitos autorais reservados a Aier Tadeu Gabriel Morcelli. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Nº1, Parque Santa Lucia, 577, Camobi, Santa Maria, RS, 97110-650

Fone (0xx)55 3226-4283; End.Eletr: aier@smail.ufsm.br

Eu vivo,
não pela minha própria força
mas pela vida de Deus-pai
que permeia os céus e a terra

As minha obras,
não sou eu quem as realiza
Mas a força de Deus-pai
Que permeia os céus e a terra.

Masaharu Taniguchi

AGRADECIMENTOS

A Deus, aos meus antepassados, aos meus pais, minha esposa e filhos;

Aos professores Luis Felipe Dias Lopes e Adriano Mendonça de Souza pela orientação recebida.

Ao amigo Prof. Ivanor Müller por todo seu apoio e incentivo.

À professora Luciane Flores Jacob e ao Fábio Mariano Bayer pelas explicações gerais que me forneceram.

Ao Colégio Politécnico da UFSM que me permitiu mais esta oportunidade de estudar.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE REGRESSÃO PARA ESTIMAR O VALOR DOS LOTES URBANOS DO SETOR 11 DE SANTA MARIA-RS

Autor: Aier Tadeu Gabriel Morcelli
Orientador: Dr. Luis Felipe Dias Lopes
Data e Local de Defesa: Santa Maria, 29 de setembro de 2006.

Este trabalho consiste numa observação dos dados relativos a terrenos da cidade de Santa Maria, inicialmente a partir de 23 variáveis que ao longo do processo foram sendo deixadas de lado e efetivamente sendo utilizadas apenas 8. Estas variáveis foram sendo relacionadas entre si, visando encontrar equações para explicar o valor utilizado pela prefeitura como valor venal o qual é o determinante dos valores das diversas taxas a serem cobradas do contribuinte. Através da utilização do software PC GIVE, após muitas tentativas, conseguiu-se, obter equações para o valor dos lotes da planta de valores, para cada uma das orientações do setor 11 que se localiza no centro da cidade. Duas equações apresentam como variáveis de regressão a área do terreno e o valor do imposto, uma outra, a área e o valor por metro quadrado utilizado para cobrança de IPTU. A última das equações resultou em três variáveis, sendo a área, o valor por metro quadrado e uma variável criada a partir da observação da distribuição das zonas e subzonas e da sua relação com o valor por metro quadrado para efeitos de IPTU, chamada de SZ3. A obtenção das equações representa o início de observações sobre a planta de valores existente, da necessidade de sua compreensão e atualização a partir do conhecimento intrínseco de suas variáveis, da necessidade de liberação de mais variáveis relativas ao imóvel e rapidez no fornecimento por parte do setor encarregado. É um estudo que pode ser utilizado no estudo de uma determinação mais justa do valor dos impostos, como também para verificação de valores da massa de dados.

Palavras-chave: terrenos, avaliação, equação de regressão, lotes urbanos.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE REGRESSÃO PARA ESTIMAR O VALOR DOS LOTES URBANOS DO SETOR 11 DE SANTA MARIA-RS

(CONSTRUCTION OF MODELS OF REGRESSION TO ESTEEM THE VALUE OF
URBAN LOTS IN THE SECTION 11 OF SANTA MARIA-RS)

Author: Aier Tadeu Gabriel Morcelli

Advisor: Luis Felipe Dias Lopes

Dates and Place of Defense: Santa Maria, September 29, 2006.

This work consists of an observation of the relative data to lands of Santa Maria's city, initially starting from 23 variables that went along the process being left of side and indeed being only used 8. These varied went being related amongst themselves, seeking to find equations to explain the value used by the city hall as market value which is the determinant of the values of the several taxes the they be collected of the taxpayer. Through the use of the software PC GIVE, after a lot of attempts, it was gotten, to obtain equations for the value of the lots of the plant of values, for each one of the orientations of the section 11 that is located downtown. Two equations present as changeable of regression the area of the land and the value of the tax, another one, the area and the value for square meter used for collection of IPTU. The last of the equations resulted in three variables, being the area, the value for square meter and a variable maid starting from the observation of the distribution of the areas and sub zone and of her relationship with the value for square meter for effects of IPTU, call of SZ3. The obtaining of the equations represents the beginning of observations on the existent plant of values, of the need of his understanding and updating starting from the intrinsic knowledge of their variables, of the liberation need of more relative variables to the property and speed in the supply on the part of the entrusted section. It is a study that can be used in the study of a fairer determination of the value of the taxes, as well as for verification of values of the mass of data.

Key-words: lands, evaluation, regression equation, urban lots.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico do setor 11 orientação NE a partir das equações obtidas.....	39
Figura 2 – Gráfico do Setor 11 orientação NO a partir das equações obtidas.....	43
Figura 3 – Gráfico do Setor 11 orientação SE a partir das equações obtidas.....	48
Figura 4 – Gráfico do Setor 11 orientação SO a partir das equações obtidas.	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Variáveis inicialmente observadas e sua abreviação utilizada.	30
Quadro 2 - Dados que restaram para análise do setor 11.	31
Quadro 3 – Zona e subzona fiscal e respectivo valor por m ²	32
Quadro 4 – Valores zonas e subzonas Z, SZ e das criadas pelo autor SZ2 e SZ3.	33
Quadro 5 - Dados das ruas do setor 11, orientação NE.	35
Quadro 6 - Resultados obtidos, no PC GIVE, para o setor 11, orientação NE, com 23 dados.	36
Quadro 7 - Resultados de testes de verificação do modelo (obtidos no Summary test do PC GIVE).	36
Quadro 8 - Resultados obtidos do STATISTICA com os intervalos de predição de 95%, 90% e 85%.	36
Quadro 9 - Valores obtidos a partir das equações para limites de predição de 85, 90 e 95%.	38
Quadro 10 - Dados do Setor 11 Orientação NO.	40
Quadro 11- Resultados obtidos no PC GIVE para orientação a NO do setor 11.	40
Quadro 12 - Resultados obtidos no Test summary do PC GIVE.	41
Quadro 13 - Resultados do STATISTICA para intervalos de confiança de 95%, 90% e 85%.	41
Quadro 14 - Valores obtidos a partir das equações com os valores do Quadro 13.	42
Quadro 15 – Dados das ruas do Setor 11 Orientação SE, que foram utilizados no estudo de determinação da equação.	44
Quadro 16 – Resultados obtidos no PC GIVE para orientação SE do setor 11.	44
Quadro 17 – Resultados obtidos no Test summary do PC GIVE.	45
Quadro 18 – Dados do STATISTICA Setor 11 SE.	45
Quadro 19 – Valores obtidos a partir da equação e dos limites de predição do Quadro 18 para o setor 11 orientação SE.	46

Quadro 19 – Valores obtidos a partir da equação e dos limites de predição do	
Quadro 18 para o setor 11 orientação SE. Continuação.....	47
Quadro 20 – Dados utilizados do Setor 11 Orientação SO.	48
Quadro 21 – Dados utilizados do Setor 11 Orientação SO. Continuação.....	49
Quadro 22 - Resultados obtidos no PC GIVE para orientação SO do setor 11.....	49
Quadro 23 - Resultados obtidos no Test sumary do PC GIVE.	49
Quadro 24 - Intervalos de confiança de 95%, 90% e 85%.	49
Quadro 25 - Valores obtidos a partir da equação para a orientação SO.....	50
Quadro 26 – Equações dos modelos obtidos e respectivos valores de R^2	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A – Área do lote

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACT – Área Construída Total

ATE – Área Total Edificada

CDL – Coeficiente de Depreciação Linear

CEA – Custo Estimado Atual por m²

FL – Forma do Lote

I - Isenção

IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano

ITIVBI – Imposto de Transmissão “Inter Vivos” de Bens Imóveis

LQ – Lote na Quadra

LT – Lote

NE – Setor Norte-Este

NO – Setor Norte-Oeste

OR – Orientação

PAT – Patrimônio

PM – Profundidade Média

PV – Preço de Venda

QUA – Quadra

R – Redução

SE – Setor Sul-Este

SL - Sublote

SO – Setor Sul-Oeste

SZ – Subzona

SZ2 – Subzona criada para tentar entender os dados

SZ3 – Subzona criadas a partir do valor por metro quadrado

T – Testada

TI – Tipo de Imóvel

US – Uso do Solo

VI – Valor do Imposto

VLX – Valor da Taxa de Lixo

VPM2 – Valor Por Metro quadrado dado pela lei

VT – Valor do Terreno

VT mod – Valor do terreno pelo modelo estimado

VT mod -85% – Limite de confiança inferior de 85% do valor do terreno

VT mod 85%– Limite de confiança superior de 85% do valor do terreno

VT mod -90%– Limite de confiança inferior de 90% do valor do terreno

VT mod 90%– Limite de confiança superior de 90% do valor do terreno

VT mod -95%– Limite de confiança inferior de 95% do valor do terreno

VT mod 95%– Limite de confiança superior de 95% do valor do terreno

VT pref – Valor do Terreno fornecido pela Prefeitura

Z - Zona

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivos Específicos	15
1.2 Justificativa e importância do trabalho	16
1.3 Delimitação da pesquisa	17
1.4 Estrutura do trabalho	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Classificação dos Imóveis Urbanos, características e definições	19
2.1.1 Caracterização de terrenos	19
2.1.2 Definições relativas à imóveis	20
2.1.3 Classificação dos imóveis segundo o Cadastro Imobiliário da Prefeitura municipal de Santa Maria	20
2.2 Parcelamento do Solo	21
2.3 Análise de Regressão	22
2.3.1 Modelo linear geral de regressão	22
2.3.2 Verificação dos Pressupostos do Modelo	23
2.3.2.1 Homocedasticidade	23
2.3.2.2 Independência serial dos resíduos (não-autocorrelação)	24
2.3.2.3 Normalidade dos resíduos	24
2.3.2.4 Outliers	24
2.3.2.5 Colinearidade ou multicolinearidade	24
2.3.3 Parâmetros de seleção do melhor modelo	25
2.3.3.1 Poder de Explicação do Modelo	26
2.3.3.2 Erro padrão da estimativa	26
2.3.3.3 Análise de distribuição dos resíduos	27
2.3.3.4 Resíduo médio em porcentagem	27

2.3.3.5 Raiz quadrada do resíduo médio em percentagem	28
2.3.3.6 Resíduo médio absoluto em percentagem	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Roteiro dos procedimentos efetuados usando-se o software PC GIVE e STATISTICA	33
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	35
4.1 Estudo do Setor 11, orientação NE	35
4.2 Estudo do Setor 11, orientação NO	40
4.3 Estudo do Setor 11, orientação SE	44
4.4 Estudo do Setor 11, orientação SO	48
4.5 Estudo das relações entre os modelos do Setor 11	51
5 CONCLUSÕES, RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES.....	53
5.1 Conclusões	53
5.2 Recomendações para trabalhos futuros	53
5.3 Sugestões à Prefeitura	54
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1 INTRODUÇÃO

Neste estudo desenvolveram-se equações de regressão que tentam explicar o valor de lotes urbanos, sem área construída, localizados em ruas do setor 11 da cidade de Santa Maria em função de variáveis comuns aos imóveis, tais como: área, testada, profundidade média, valor do imposto, zona, subzona, valor da taxa de lixo, etc.

Buscou-se também encontrar equações dos valores dos lotes, em função de suas variáveis, utilizando-se os softwares de regressão linear múltipla PC GIVE e STATISTICA, a partir do banco de dados dos terrenos de Santa Maria, obtidos em dezembro de 2005. A planta de valores dos lotes necessita de estudos a fim de conhecer suas peculiaridades, suas variáveis e suas relações a fim de buscarem-se soluções para sua atualização e adequação à realidade do mercado.

Os resultados obtidos mostram que para o setor 11 conseguiu-se encontrar equações para cada uma das orientações (SE, SO, NE e NO) e que as mesmas trazem alguma utilidade ao setor de cadastro imobiliário, principalmente na questão de gestão da massa de dados e de estudos de valores de impostos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

- Construir equações de regressão linear múltipla para determinação do valor de lotes urbanos do setor 11 de Santa Maria, em função de suas variáveis.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Determinar as equações que possibilitem estimar o valor de lotes urbanos, a partir das variáveis oferecidas pelo cadastro imobiliário;
- Identificar as variáveis a serem utilizadas;
- Verificar a utilidade do modelo.

1.2 Justificativa e importância do trabalho

A estimação do valor de imóveis urbanos é uma constante na atividade do corretor de imóveis, engenheiros avaliadores e das pessoas envolvidas nas atividades de avaliação de imóveis.

Uma recomendação básica, mas não suficiente, é a pesquisa de mercado com comparação de dados históricos pois cada imóvel possui na sua particularidade elementos que devem ser levados em conta.

A avaliação de imóveis se faz necessária, também, nos financiamentos de imóveis usados, quando um proprietário deseja colocar seu imóvel à venda como também em laudos para o poder judiciário.

O método utilizado pelo autor, para a avaliação de imóveis segue o seguinte raciocínio:

$$PV = (ACT \times CEA \times CDL) + VT \quad (1.1)$$

onde:

PV = Preço de Venda¹;

ACT = Área Construída Total;

CEA = Custo Estimado Atual por m²;

CDL = Coeficiente de Depreciação Linear;

VT = Valor do Terreno.;

A NBR 14653-2 através de seu item 8.2.4, Método Evolutivo sugere que o valor de um imóvel (VI) é dado pela multiplicação do fator de comercialização (FC) pela soma do valor da benfeitoria (VB) com o valor do terreno (VT) que por sua vez deve ser obtido pelo método comparativo de dados de mercado.

A determinação das equações para cada um dos setores justifica-se: pela diferença que cada um possui; pelas variáveis que os caracterizam; pela possibilidade de verificação da massa de dados e identificação de valores conflitantes, tais como lotes com valores de imposto ou taxas muito baixas ou inexistentes, identificação de falta de dados importantes.

A importância deste trabalho pode resumir-se como “numa primeira tentativa de explicação dos valores adotados para os lotes pelo setor de cadastro da Prefeitura Municipal de Santa Maria”.

¹Após a determinação do valor (PV), faz-se comparação com o valor de imóveis de mesmas características já vendidos. Por este raciocínio pode-se observar que a determinação do valor de um terreno é parte importante na avaliação de um imóvel.

1.3 Delimitação da pesquisa

Esta pesquisa se constitui na determinação de equações de regressão múltipla para o setor 11 da cidade de Santa Maria, com as orientações norte-este (NE), norte-oeste (NO), sudeste (SE) e sul-oeste (SO).

1.4 Estrutura do trabalho

Para atender aos objetivos propostos, a estrutura deste trabalho está organizada em cinco capítulos.

No Capítulo 1, apresenta-se a introdução onde é mostrada a relevância do tema investigado, definindo-se os objetivos e as justificativas para a sua execução, bem como a estrutura da dissertação.

No Capítulo 2, Revisão de literatura, onde se apresenta o referencial teórico sobre a pesquisa, abrangendo os assuntos referentes à avaliação de imóveis e à análise de regressão.

No Capítulo 3, Material e Métodos, descrevem-se as etapas, bem como a ordem de desenvolvimento, desde a concepção da idéia, procedimentos de análise dos dados até a consecução de pesquisa.

No Capítulo 4, Análise e discussão dos resultados têm-se a identificação e apresentação dos dados coletados, bem como, o desenvolvimento de sua análise e interpretação.

No Capítulo 5-Conclusões e recomendações, apresentam-se as considerações finais a respeito da pesquisa proposta, e verifica-se o atendimento aos objetivos estabelecidos. Indicam-se novas oportunidades de pesquisa que poderão complementar e aprimorar o presente trabalho.

As Referências Bibliográficas encerram o presente trabalho, apresentando as obras bibliográficas que foram referenciadas ou serviram de subsídios para a realização do mesmo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) instituiu a NBR 14.653-2: 2004 que trata da avaliação de imóveis urbanos, visando aperfeiçoar e normatizar a engenharia de avaliações nos trabalhos para o setor privado e público.

Os métodos avaliatórios pertencem a dois grupos, por vezes conjugados, os métodos diretos e os indiretos. Considera-se um método como sendo direto quando o valor resultado da avaliação não depende de outros. Por outro lado, o método indireto sempre necessita de resultados de algum método direto (Dantas, 1998).

Para Nadal (2003) apud GAZOLA (2002), um trabalho de avaliação imobiliária constitui-se de uma seqüência de operações que resultam no que poderia ser chamado de uma “formação de juízo” sobre o valor de um imóvel ou um direito sobre ele.

A engenharia de avaliações não é uma ciência exata, mas sim a arte de estimar os valores de propriedades específicas onde o conhecimento do profissional de engenharia e o bom julgamento são condições especiais. (Moreira, 1984).

Avaliar consiste em formular um juízo do valor provável de um determinado bem econômico. A formulação “juízo sobre o valor provável de um bem econômico”, quando esse bem é um imóvel, resulta na aplicação de processos ou métodos avaliativos regidos por normas especiais, mediante as quais se estima o valor e preço da coisa avaliada. (Vegni-Neri, 1979).

Gazola (2002), em sua dissertação de mestrado na UFSC, construiu um modelo de regressão para avaliação de imóveis, utilizando dados da cidade de Criciúma-SC levantados e estudados por Zancan (1995). As variáveis independentes quantitativas foram: área total, consumo de energia, distância da escola, acessibilidade, idade, dormitórios, meio ambiente. As variáveis independentes qualitativas foram: região homogênea, zona fiscal, padrão de entrada, classificação quanto ao padrão construtivo, conservação, garagem, suíte, dependência de empregada, elevador e pólos de valorização.

O mercado imobiliário é a instância de determinação dos preços de imóveis urbanos que, como quaisquer outras mercadorias, passam pelo crivo da oferta e da demanda (Moscovitch, 1997, apud Gazola, 2002). Porém Alves (2005) descreve que a base de cálculo que estima os

valores dos imóveis, seja para venda, ou para cálculo de impostos, é feita de forma subjetiva, ou seja, sem nenhum procedimento científico.

Uma lei quase tão importante quanto à lei da gravidade é a Lei da Oferta e da Procura. A procura é determinada pela quantidade e pela qualidade dos empregos em determinada região. Se os grandes empregadores de uma cidade fechar suas portas, haverá dificuldades no mercado imobiliário. Ao contrário, se novas empresas chegarem à região, oferecendo bons empregos, haverá aquecimento nas vendas e locações (Halfeld, 2002 apud Gazola, 2002).

De um modo geral, pode-se dizer que a análise de regressão é o estudo de uma variável (a variável dependente) em função de uma ou mais variáveis (as variáveis independentes), com o objetivo de estimar e/ou prever a média populacional ou valor médio da variável dependente, utilizando valores observados por amostragem das variáveis independentes (Gujarati, 2000).

Para Alves (2005), avaliar um lote urbano deve-se levar em conta algumas variáveis tais como: a dimensão de testada, a profundidade, a área total, a localização, o uso do solo, as posturas municipais, o zoneamento urbano, as distâncias a pólos que os valorizem ou os desvalorizem, a taxa de ocupação, a topografia, a suscetibilidade a enchentes ou a danos ambientais, o padrão de construções na vizinhança, a infra-estrutura urbana, a paisagem visual a partir do imóvel. Estas e outras variáveis permitem ao final a determinação do valor unitário do terreno pesquisado com relação à sua área total.

2.1 Classificação dos Imóveis Urbanos, características e definições

Segundo a Norma ABNT NBR- 14653-2: 2004, os imóveis são classificados quanto ao uso em residencial, comercial, industrial, institucional e misto.

Quanto ao tipo, os imóveis são classificados em: terreno (lote ou gleba), apartamento, casa, escritório (sala ou andar corrido), loja, galpão, vaga de garagem, misto, hotéis e motéis, hospitais, escolas, cinemas e teatros, clubes recreativos, prédios institucionais.

Quanto ao agrupamento os imóveis são classificados em: loteamento, condomínio de casas, prédio de apartamentos, conjunto habitacional (casas, prédios ou mistos), conjunto de salas comerciais, prédio comercial, conjunto de prédios comerciais, conjunto de unidades comerciais, complexo industrial.

2.1.1 Caracterização de terrenos

- Localização: situação na região e via pública, com indicação de limites e confrontações;
- Utilização atual e vocação, em confronto com a legislação em vigor;

- Aspectos físicos: dimensões, forma, topografia, superfície, solo;
- Infra-estrutura urbana disponível;
- Restrições físicas e legais ao aproveitamento.

2.1.2 Definições relativas à imóveis

- Imóvel paradigma - imóvel hipotético cujas características são adotadas como padrão representativo da região ou referencial de avaliação.

- Lote - porção de terreno resultante de parcelamento do solo.

- Outlier - ponto atípico, identificado como estranho à massa de dados, que ao ser retirado, melhora a qualidade de ajustamento do modelo analisado;

- Planta de valores - representação gráfica ou listagem de valores genéricos de metro quadrado de terreno ou do imóvel numa mesma data.

- Pólo de influência - local que, por suas características, influencia os valores dos imóveis, na medida de sua proximidade.

- Ponto influenciante - ponto atípico que, quando retirado da amostra, altera significativamente os parâmetros estimados ou a estrutura linear do modelo.

- Profundidade equivalente – ou profundidade média (utilizada pela prefeitura de Santa Maria): resultado numérico da divisão da área de um lote pela sua frente projetada principal.

- Testada - medida da frente do imóvel.

- Variáveis-chave - variáveis que, a priori e tradicionalmente, são importantes para a formação do valor do imóvel.

- Variáveis independentes - variáveis que dão conteúdo lógico à formação do valor do imóvel objeto da avaliação.

2.1.3 Classificação dos imóveis segundo o Cadastro Imobiliário da Prefeitura municipal de Santa Maria

O código e a classificação quanto ao patrimônio são: 1-Federal, 2-Estadual, 3-Municipal, 4-Mun Aforado, 5-Particular e 6-Sociedade. Recreativa e Cultural.

Para o uso do solo, têm-se os códigos e classificações a seguir: 1-Residencial, 2-Comercial, 3-Industrial, 4-Serviços, 5-Utilidade Pública, 6-Agricultura, 7-Extração, 8-Atividades Culturais e diversões, 9-Área verde, 10-Sem ocupação, 11-Hospital, quartel, hotel, 12-Área pública invadida, 13-Área pertencente a Invasão, 14-Loteamento clandestino, 15-Box.

Quanto à isenção de tributos, os códigos e a classificação são: 1-Sem isenção, 2-Templos, 3-Leis de incentivo, 4-Vago, 5-Entidades Educacionais sem fins lucrativos, 6-Entidades Sindicais de Trabalhadores, 7-Valor venal menor de R\$80,00, 8-Vago, 9-Templos, 10-Exclusão lógica.

A Classificação quanto ao tipo de imóvel é: 1-Casa, 2-Apartamento, 3-Sala, 4-Loja, 5-Escritório, 6-Conjunto, 7-Box, 8-Garagem, 9-Estacionamento, 10-Terraço, 11-Galpão, 12-Pavilhão, 13-Popular, 14-Industrial, 15-Sem edificação. Este trabalho é orientado para terrenos sem edificação.

2.2 Parcelamento do Solo

O parcelamento dos solos urbanos é regidos pela Lei federal 6766/79, com alterações feitas pela Lei Federal 9785/99. Os parcelamentos do solo são realizados em áreas urbanas ou de expansão urbana pelo Estado ou por particulares, sob as formas de loteamento e desmembramento. Para serem implantados devem, primeiramente, ter seus projetos aprovados pelo Município, ou pelo Distrito Federal. Após a aprovação, deve ser registrado no Cartório de Registro de Imóveis e a execução das obras se dará segundo a respectiva aprovação.

O parágrafo 1º desta lei define loteamento como a subdivisão da gleba em lotes destinados à edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes e o parágrafo 2º define desmembramento como a subdivisão de gleba em lotes destinados à edificação, com o aproveitamento do sistema viário existente, desde que não implique na abertura de novas vias e logradouros públicos, nem no prolongamento, modificação ou ampliação das já existentes.

A lei tem como objetivo as diferentes atividades urbanas, com a concentração equilibrada destas atividades e de pessoas no município, estimulando e orientando o desenvolvimento urbano, rural e industrial no município, mediante controle do uso e aproveitamento do solo. No seu bojo, deixa claro que o loteador é obrigado pela na implantação de obras de infra-estrutura, salvo alguma negociação com a prefeitura.

A atuação da prefeitura municipal, após a aprovação do projeto de um parcelamento, se restringe ao exercício da atividade fiscalizadora, impedindo o início da implantação do parcelamento ilegal e a aplicação de medidas administrativas e judiciais com o intuito de coibir o prosseguimento da implantação irregular ou clandestina.

O Professor Mario Barreiros, quanto à estruturação das cidades enumera alguns desejos comuns em relação à cidade que os cidadãos esperam ter, entre eles: facilidade e rapidez de transporte, boas condições de habitabilidade para todos; segurança, educação, cultura, saúde, entretenimento, lazer, ar puro, baixo nível de ruído, córregos limpos, ruas limpas,, alto nível de arborização e conexão em tempo real com o mundo.

2.3 Análise de Regressão

A Análise de Regressão é uma técnica estatística para estudar o relacionamento entre variáveis (dependente e independente). Existem várias aplicações desta técnica em quase todos os campos científicos.

Modelo para n observações,

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i. \quad (2.1)$$

Como há mais de uma variável dependente, esse modelo é conhecido com regressão múltipla.

2.3.1. Modelo linear geral de regressão

O modelo acima com n observações pode ser colocado na forma matricial. Então se tem-se:

$$\begin{aligned} Y_1 &= \beta_1 + \beta_2 X_{21} + \beta_3 X_{31} + \dots + \beta_k X_{k1} + \varepsilon_1 \\ Y_2 &= \beta_1 + \beta_2 X_{22} + \beta_3 X_{32} + \dots + \beta_k X_{k2} + \varepsilon_2 \\ &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ Y_n &= \beta_1 + \beta_2 X_{2n} + \beta_3 X_{3n} + \dots + \beta_k X_{kn} + \varepsilon_n. \end{aligned} \quad (2.2)$$

Essas n equações escritas de forma de matricial, tem-se:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_n \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 1 & X_{21} & X_{31} & \dots & X_{k1} \\ 1 & X_{22} & X_{32} & \dots & X_{k2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & X_{2n} & X_{3n} & \dots & X_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \dots \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \dots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}, \quad (2.3) \\ (n \times 1) & \quad (n \times k) \quad (k \times 1) \quad (n \times 1) \end{aligned}$$

e de uma forma simplificada, tem-se:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\beta + \varepsilon \quad (2.4)$$

onde \mathbf{Y} é o vetor aleatório que as observações da variável dependente, β é o vetor de coeficientes e \mathbf{X} uma matriz que inclui as diversas observações das variáveis independentes e ε é o vetor de erros.

A aplicação completa do modelo de regressão múltipla é condicionada a:

- 1º. $E(\varepsilon_i)=0$ (erros têm média zero);
- 2º. Erros são normalmente distribuídos;
- 3º. Os x_i são fixos (não estocásticos);
- 4º. $\text{Var}(\varepsilon_i)=\sigma^2$ (constante);
- 5º. $E(\varepsilon_i \varepsilon_j)=0, i \neq j$ (erros não são autocorrelacionados);
- 6º. Cada variável X_i não pode ser combinação linear das demais.

Em notação matricial, as hipóteses 4 e 5 podem ser sintetizadas como;

$$\text{Var}(e)=\sigma^2 I \quad (2.5)$$

A matriz definida por $\text{Var}(\varepsilon_i)$ é também chamada de matriz de variância e covariância dos erros

2.3.2 Verificação dos Pressupostos do Modelo

2.3.2.1 Homocedasticidade

Segundo Sartoris (2003) a homocedasticidade é uma propriedade importante e deve ser garantida, sob pena de invalidar toda a análise estatística. Ocorre quando se tem variância constante dos resíduos. Os erros devem ser aleatórios, ou seja, não devem ser relacionados. A ausência de homocedasticidade origina a heterocedasticidade. As conseqüências da heterocedasticidade são que as estimativas dos parâmetros da regressão ($\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{p-1}$) não são tendenciosas, mas são ineficientes e as estimativas das variâncias são tendenciosas. Os testes “t” e F tendem a dar resultados incorretos. Neste caso, os resultados não são confiáveis, ou seja, o modelo pode parecer bom, mas ele não é adequado aos dados.

A homocedasticidade pode ser verificada através dos gráficos de resíduos (erros). Se os pontos estão distribuídos aleatoriamente em uma faixa, sem demonstrar um comportamento definido, há homocedasticidade. No entanto, se existe alguma tendência (crescimento, decréscimo ou oscilação), então há heterocedasticidade. Havendo heterocedasticidade, podem ser feitas transformações nas variáveis (geralmente logarítmicas) ou outras soluções mais complexas. O modelo então, deve ser modificado.

2.3.2.2 Independência serial dos resíduos (não-autocorrelação)

De acordo com Levine et al. , a autocorrelação ocorre quando os erros são correlacionados com os valores anteriores ou posteriores na série. Este fenômeno é chamado de correlação serial. Pode ocorrer quando da especificação incorreta do modelo da regressão, por causa de erros na forma do modelo ou ainda, por exclusão de variáveis independentes importantes. Existindo autocorrelação, os estimadores ordinários de mínimos quadrados não são mais os melhores estimadores lineares não-tendenciosos. Neste caso, existirão outros métodos que produzem menor variância amostral nos estimadores. Além disso, em presença de correlação serial, os testes de significância (t e F) e de construção de intervalos de confiança dos coeficientes da regressão também oferecem conclusões incorretas, isto é, as regiões de aceitação e os intervalos de confiança podem ser mais largos ou mais estreitos do que os calculados, dependendo da tendência ser positiva ou negativa. A verificação da autocorrelação pode ser realizada pela análise do gráfico dos resíduos comparados com os valores preditos, onde este deve apresentar pontos dispersos aleatoriamente, sem nenhum padrão definido ou pelo teste de Durbin-Watson.

2.3.2.3 Normalidade dos resíduos

A Análise de Regressão, segundo Levine (2005), baseia-se na hipótese de que os erros seguem uma distribuição Normal (distribuição de Gauss). Em presença de falta de Gaussianidade, os estimadores são não-tendenciosos, mas os testes não têm validade, principalmente em amostras pequenas. Entretanto, pequenas fugas da Gaussianidade não causam grandes problemas. A causa da não-normalidade dos resíduos pode ser pela heterocedasticidade ou pela escolha de um modelo incorreto para a equação.

2.3.2.4 Outliers

Segundo Hair (2005) controlar os *outliers* é uma necessidade, porque de acordo com a estimação da equação, um grande erro modifica significativamente seus somatórios, alterando os coeficientes da equação. A existência de *outliers* deve sempre ser interpretada como um sinal de problema na amostra.

2.3.2.5 Colinearidade ou multicolinearidade

Segundo Malhotra (2006), multicolinearidade ocorre quando há relações lineares entre as variáveis “independentes”, de tal forma correlacionada umas com as outras, tornando-se difícil ou impossível isolarem suas influências separadas e obter uma estimativa precisa de

seus efeitos relativos. Raramente encontram-se variáveis independentes que são perfeitamente relacionadas. Esse caso não traz problemas, pois é facilmente detectado e pode ser resolvido simplesmente eliminando uma ou mais variáveis independentes do modelo. O interesse no que se refere à multicolinearidade está nos casos em que ela ocorre com alto grau, isto é, quando duas variáveis independentes estão significativamente correlacionadas ou quando há uma combinação linear entre um conjunto de variáveis independentes.

O fato de muitas funções e regressões diferentes proporcionarem bons ajustes para um mesmo conjunto de dados é porque os coeficientes de regressão atendem várias amostras onde as variáveis independentes são altamente correlacionadas. “Assim, os coeficientes de regressão estimados variam de uma amostra para outra quando as variáveis independentes estão altamente correlacionadas. Isso leva a informações imprecisas a respeito dos coeficientes verdadeiros” (Neter & Wasserman, 1974). Geralmente, a multicolinearidade é causada pela própria natureza dos dados, principalmente nas áreas de economia com variáveis que representam valores de mercado. Pode também ocorrer devido à amostragem inadequada. Em *Análise de Regressão Linear Múltipla*, existe um freqüente interesse com relação à natureza e significância das relações entre as variáveis independentes e a variável dependente. “Em muitas aplicações de administração e economia, freqüentemente encontram-se variáveis independentes que estão correlacionadas entre elas mesmas e, também, com outras variáveis que não estão incluídas no modelo, mas estão relacionadas à variável dependente” (Neter e Wasserman). A existência de multicolinearidade tendo sido detectada e considerada prejudicial, indicando que o pesquisador deve procurar soluções para suavizar seus efeitos nocivos. Várias medidas corretivas têm sido propostas, desde medidas simples às mais complexas, para suavizar os efeitos provocados pela multicolinearidade (Elian, 1988; Judge et al., 1980).

2.3.3 Parâmetros de seleção do melhor modelo

A determinação e seleção de equações de regressão, normalmente são realizadas em três fases distintas segundo Loetsch *et al.* (1973):

- a) seleção de dados amostrais suficientes e representativas;
- b) medição das variáveis dependentes e independentes;
- c) seleção da melhor equação, mediante certos critérios estatísticos.

A escolha da melhor equação deve ser feita com a utilização dos seguintes critérios de ajuste e de erros:

2.3.3.1 Poder de Explicação do Modelo

Segundo Levine et al (2005) para se medir o poder explicativo ou coeficiente de determinação de um modelo, ou simplesmente R^2 utiliza-se a razão entre a Soma de Quadrados da Regressão com a Soma de Quadrados Total, conforme a fórmula abaixo:

$$R^2 = \frac{SQE}{SQT} \quad (2.6)$$

Quando o ajuste é bom, o modelo explica boa parte da variação total e, consequentemente, o valor de R^2 é próximo de 1. A estatística R^2 indica a qualidade do ajuste do modelo adotado.

A soma dos quadrados dos resíduos ou erros (SQE) nunca será maior que a soma dos quadrados totais (SQT) e, como se trata de uma soma de quadrados, ela não pode ser negativa. Então, em qualquer regressão, $0 \leq R^2 \leq 1$, sendo válido expressá-lo como um percentual.

2.3.3.2 Erro padrão da estimativa

Segundo Schneider (1998), o erro padrão da estimativa é uma medida de dispersão entre os valores observados e estimados pela regressão. Quanto menor o seu valor, melhor. Portanto na comparação entre equações, por esse critério, a melhor equação é aquela que apresentar o menor valor de erro padrão da estimativa.

Essa estatística só pode ser usada como comparativa entre várias equações com variáveis dependentes de mesma unidade. Meyer (1938), na comparação de equações com variáveis dependentes de diferentes unidades, apresenta o erro padrão em porcentagem.

O erro padrão da estimativa e o erro padrão em porcentagem são obtidos através das fórmulas:

$$S_{xy} = \sqrt{QM_{resíduo}} \quad (2.7)$$

$$S_{xy} \% = \frac{S_{xy}}{\bar{Y}} \cdot 100 \quad (2.8)$$

onde:

S_{xy} = Erro padrão da estimativa;

$S_{xy} \%$ = Erro padrão em porcentagem;

\bar{Y} = Média aritmética da variável dependente;

$QM_{resíduo}$ = Quadrado médio do resíduo, obtido na análise de variância.

2.3.3.3 Análise de distribuição dos resíduos

Segundo Schneider (1998) a análise gráfica da distribuição dos resíduos entre a variável dependente observada e a estimada, é de grande importância na seleção de modelos, por possibilitar a verificação do ajuste da equação ao longo de toda a amplitude dos dados observados.

Essa análise permite detectar possíveis tendências de ajuste ao longo da linha de regressão para a tomada de decisão quanto à utilização ou não do modelo.

Os resíduos são obtidos pela expressão:

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i, \quad (2.9)$$

onde:

e_i = Resíduo da i ésima observação;

Y_i = Variável dependente observada;

\hat{Y}_i = Variável dependente estimada pela regressão.

Esses resíduos, quando plotados geram, a dispersão ao longo da amplitude de dados observados.

Em adição a esta análise convencional, os desvios e a precisão das equações serão avaliados pelo cálculo do Resíduo Médio em percentagem (MRES%), da Raiz Quadrada do Resíduo Médio em percentagem (RMSE%) e do Resíduo Médio Absoluto em percentagem (AMRES%), conforme metodologia empregada por Palahí *et al.* (2002), como segue:

2.3.3.4 Resíduo médio em percentagem

O resíduo médio em percentagem, conforme Schneider (1998), é obtido pela expressão:

$$MRES\% = \frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i) / n}{\sum \hat{Y}_i / n} \cdot 100 \quad (2.10)$$

onde:

Y_i = Variável dependente observada;

\hat{Y}_i = Variável dependente estimada pela regressão;
 n = Número de observações.

2.3.3.5 Raiz quadrada do resíduo médio em percentagem

A raiz quadrada do resíduo médio em percentagem, proposta por Schneider (1998) é obtida pela expressão:

$$RMSE\% = \frac{\sqrt{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 / n - 1}}{\sum \hat{Y}_i / n} \cdot 100 \quad (2.11)$$

onde:

Y_i = Variável dependente observada;

\hat{Y}_i = Variável dependente estimada pela regressão;

n = Número de observações.

2.3.3.6 Resíduo médio absoluto em percentagem

O resíduo médio absoluto em percentagem é obtido pela expressão:

$$AMRES\% = \frac{\sum |Y_i - \hat{Y}_i| / n}{\sum \hat{Y}_i / n} \cdot 100 \quad (2.12)$$

onde: Y_i = Variável dependente observada;

\hat{Y}_i = Variável dependente estimada pela regressão;

n = Número de observações.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram iniciados a partir de um banco de dados da prefeitura municipal de Santa Maria com 11597 terrenos com 23 variáveis, obtido em dezembro de 2005. São elas: orientação, setor, quadra, lote, sublote, patrimônio, uso do solo, isenção, redutor, tipo de imóvel, valor do terreno, valor venal, valor do imposto, valor do lixo, área total de edificação, área do lote, testada, lote na quadra, profundidade média, forma do lote, zona fiscal, subzona fiscal e nome da rua. Estão descritas no Quadro 1.

O reconhecimento dos dados, isto é, a compreensão das suas variáveis, suas características e limitações a fim de dar início às análises e à aplicação da teoria com o fim de encontrar as equações de regressão.

Através da aplicação dos softwares PC GIVE versão 10 e STATISTICA versão 7, determinaram-se as equações, tendo como variável dependente o valor do terreno constante do banco de dados da prefeitura (VT pref) e como possíveis variáveis regressoras: área (A), valor do Lixo (VLX), valor do imposto (VI), testada (T), profundidade média (PM), valor por metro quadrado (VPM2), e uma variável artificial que foi chamada de subzona 3 (SZ3)

Nas análises, muitos lotes tiveram que ser excluídos. Eles tinham as seguintes características:

1. Terrenos que possuíam alguma área construída, variável ATE;
2. Terrenos cujo valor de qualquer variável era zero ou vazio;
3. Terrenos de frente para estradas, travessas, becos;

Após as várias análises, optou-se por lotes com as seguintes características:

1. Quanto ao patrimônio – código 5 – particular;
2. Quanto ao uso do solo – código 10 : sem ocupação
3. Quanto à isenção – código 1 – sem isenção;
4. Quanto ao tipo de imóvel – código 15 – sem edificação

Quadro 1 – Variáveis inicialmente observadas e sua abreviação utilizada.

Variável	Descrição
RUA	RUA
OR	Orientação
SE	Setor
QUA	Quadra
LT	Lote
SL	Sublote
PAT	Patrimônio
US	Uso do solo
I	Isenção
R	Redução
TI	Tipo de Imóvel
VT	Valor do Terreno
VI	Valor do Imposto
VLX	Valor do Lixo
ATE	Área Total Edificada
A	Area
T	Testada
LQ	Lote na quadra
PM	Profundidade Média
FL	Forma do Lote
Z	Zona
SZ	Subzona
SZ2	Subzona criada para tentar entender os dados
SZ3	Subzona criadas a partir do valor por metro quadrado
VPM2	Valor por metro quadrado dado pela lei

Foram selecionados apenas os terrenos com área maior ou igual a 200 m² e menores ou iguais a 1000 m². O valor para as testadas dos terrenos foi de no mínimo 8m. Após esta filtragem restaram 6.119 terrenos, dos quais 111 são do setor 11.

Após observar os dados dos setores 11, 12 e 21 com as orientações SE, SO, NO e NE, constatou-se que apenas o setor 11 permitia a determinação de equações de regressão (Quadro 2).

Quadro 2 - Dados que restaram para análise do setor 11.

Orientação	Nº de dados após filtragem	Nº de dados após equações	Percentual (%)
NE	25	23	22,5%
NO	30	26	25,5%
SE	31	31	30,4%
SO	25	22	21,6%
Total	111	102	100,0%

Para melhor interpretar os dados, realizou-se uma transformação conforme o Quadro 3, do “Decreto executivo Nº 391/04 de 20 de dezembro de 2004, que dispõe sobre o cálculo e arrecadação dos tributos municipais para o exercício de 2005 e dá outras providências”.

Quadro 3 – Zona e subzona fiscal e respectivo valor por m².

Zona Fiscal	Subzona	Valor do m ² em reais
1	1	1170,18
1	2	877,63
1	3	585,08
1	20	487,57
1	24	351,06
1	25	253,54
1	26	195,02
1	27	156,02
1	28	117,01
1	29	107,26
1	30	97,52
1	31	87,74
2	4	78,01
2	5,1	68,25
2	23	58,5
3	6,7	38,99
3	8,9,21	29,26
4	11,12,22	13,65
5	13,14,15,16	13,65
5	17,18, 19	5,86

Os dados relativos a zoneamento e subzoneamento não tiveram utilidade. Fez-se uma nova associação chamada de SZ2, onde se procurou dar uma ordem de crescimento para as zonas, numerando-as de um a vinte, também não surtiu efeito nas análises, porém inspirou a criação de SZ3. SZ3 resulta da divisão do maior valor, ou seja, 1170,18, pelos outros valores do metro quadrado. Após a divisão fez-se o arredondamento, conforme se pode ver no Quadro 4.

Quadro 4 – Valores zonas e subzonas Z, SZ e das criadas pelo autor SZ2 e SZ3.

Zona Fiscal – Z	Subzona - SZ	SZ2	SZ3 calculado	SZ3	Valor do m ²
1	1	1	1,0	1	1170,18
1	2	2	1,3	1	877,63
1	3	3	2,0	2	585,08
1	20	4	2,4	2	487,57
1	24	5	3,3	3	351,06
1	25	6	4,6	5	253,54
1	26	7	6,0	6	195,02
1	27	8	7,5	8	156,02
1	28	9	10,0	10	117,01
1	29	10	10,9	11	107,26
1	30	11	12,0	12	97,52
1	31	12	13,3	13	87,74
2	4	13	15,0	15	78,01
2	5,1	14	17,1	17	68,25
2	23	15	20,0	20	58,5
3	6,7	16	30,0	30	38,99
3	8,9,21	17	40,0	40	29,26
4	11,12,22	18	85,7	86	13,65
5	13,14,15,16	19	85,7	86	13,65
5	17,18, 19	20	199,7	200	5,86

3.1 Roteiro dos procedimentos efetuados usando-se o software PC GIVE e STATISTICA.

Os procedimentos para determinação dos modelos foram os seguintes:

- 1º) Escolher as variáveis-chave: VT pref em função: A, VI, VLX, T, PM, Z, SZ SZ2 e SZ3;
- 2º) Ao rodar o software, observar nas tabelas de saída se as probabilidades de t para cada uma das variáveis resultavam em zero ou próximo de zero;

- 3º) Aquelas cujo valor da probabilidade de t fosse diferentes de zero deveriam ser excluídas uma a uma, começando-se pelos maiores valores observados;
- 4º) Não conseguindo obter um modelo desta forma, volta-se ao conjunto de dados em estudo e tiram-se os outliers (aqueles dados muito discrepantes). Após repete-se os procedimentos a, b e c;
- 5º) Ao conseguir-se um modelo com todas as probabilidades de t próximos ou iguais a zero, parte-se para os testes de verificação, em número de seis, na ferramenta “Sumary test” do PC GIVE;
- 6º) O resultado esperado para o modelo obtido é que nenhum teste indique rejeição, a qual é denotada na tabela por * ou **; Neste caso ainda é admissível que o teste de normalidade dos resíduos apresente **;
- 7º) Obtido o modelo, utiliza-se o software STATISTICA para confirmar a equação obtida e determinar os limites de predição para 95, 90 e 85% de confiança.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, apresentam-se os resultados obtidos pelas das análises realizadas com a pesquisa e relaciona-se com a fundamentação teórica.

4.1 Estudo do Setor 11, orientação NE

Este setor está localizado no centro da cidade no quadrante norte - este.

O número de dados que foram utilizados para obtenção da equação, conforme Quadro 5, são 23.

Quadro 5 - Dados das ruas do setor 11, orientação NE.

RUA	VT pref	VI	VLX	A	T	PM	SZ3	VPM2
Senador Florêncio	12.360,00	98,88	111,01	300,0000	10,00	30,00	30	38,99
Becker Pinto	13.090,51	104,72	111,01	338,2005	9,95	33,99	30	38,99
Jerônimo Gomes	13.133,48	315,20	111,01	342,4900	9,89	34,63	30	38,99
Cel Aníbal G.Barão	13.231,55	317,56	111,01	343,8000	10,00	34,38	30	38,99
Becker Pinto	13.292,98	319,03	111,01	347,0000	10,00	34,70	30	38,99
Cel Aníbal G.Barão	13.614,97	326,76	111,01	350,3500	10,39	33,72	30	38,99
Carlos Baron	13.698,61	328,77	111,01	368,5000	10,00	36,85	30	38,99
Senador Cassiano	14.813,61	355,53	111,01	393,5430	10,95	35,94	30	38,99
Silva Jardim	20.031,97	510,82	222,01	350,0000	10,00	35,00	20	58,25
Mal Gomes Carneiro	22.409,74	56,02	222,20	362,5000	14,50	25,00	20	58,25
Silva Jardim	24.232,20	617,92	222,01	391,9800	13,90	28,20	20	58,25
Cel Aníbal G. Barão.	24.472,80	624,06	111,01	495,0000	22,50	22,00	30	38,99
Silva Jardim	28.563,52	728,37	222,01	480,8200	14,80	32,49	20	58,25
Major Duarte	40.065,55	1.021,67	222,01	525,0000	15,00	35,00	15	78,01
Comissário Justo	41.408,17	1.759,85	235,68	267,9100	9,95	26,93	6	195,02
Vale Machado	61.670,72	1.572,60	222,01	369,3900	8,50	43,46	5	253,54
Vale Machado	62.693,28	1.598,68	222,01	312,0000	12,00	26,00	5	253,54
Silva Jardim	63.347,96	2.692,29	235,68	409,8600	20,20	20,29	6	195,02
Doutor Pantaleão	71.747,56	3.049,27	235,68	384,5900	11,05	34,80	5	253,54
Doutor Pantaleão	77.468,93	658,49	235,68	409,4640	12,10	33,84	5	253,54
Silva Jardim	81.495,15	3.463,54	235,68	609,2100	9,00	67,69	5	253,54
Venâncio Aires	92.805,36	3.944,23	235,68	597,5100	11,90	50,21	5	253,54
Tuiuti	94.972,28	4.036,32	235,68	472,6400	16,85	28,05	5	253,54

Quadro 6 - Resultados obtidos, no PC GIVE, para o setor 11, orientação NE, com 23 dados.

	Coefficiente	D.Padrão	Valor de t	Prob t	R ²
A	40,1654	10,45	3,84	0,001	0,4131
VI	18,7988	2,420	7,77	0,000	0,7419

A equação obtida é: $VT_{mod} = 40,1654 \cdot A + 18,7988 \cdot VI$ para um coeficiente de explicação $R^2=0,93$. O valor encontrado mostra que os valores de terrenos desta região podem ser explicados por sua área e pelo valor do imposto pago. Com isso, a prefeitura pode tomá-la como base para aferir os valores dos impostos recebidos em função dos valores dos terrenos recentemente transacionados em que o valor informado pelo contribuinte foi maior que o valor constante na planta de valores (VT pref).

A equação obtida também pode servir na verificação do cálculo do valor do imposto, ou seja, todo aquele valor determinado pelo modelo e que é muito diferente do valor adotado, convém ser analisado.

Quadro 7 - Resultados de testes de verificação do modelo (obtidos no Sumary test do PC GIVE).

Teste	Função	Valor de p
AR 1-2 test:	$F(2,19) = 0,0075169$	0,9925
ARCH 1-1 test:	$F(1,19) = 0,054169$	0,8185
Normality test:	$\text{Chi}^2(2) = 44,127$	0,0000 **
Hetero test:	$F(4,16) = 0,28697$	0,8821
Hetero-X test:6]	$F(5,15) = 0,38595$	0,8507
RESET test:	$F(1,20) = 2,0455$	0,1681

Observando-se no Quadro 7, apenas o teste de normalidade dos resíduos é que não aprovou a equação obtida (marcada por **), o que para este caso é admissível.

Para ter maior segurança nos valores estimados pelo modelo obtido, calcularam-se a partir do software STATISTICA, três limites acima e abaixo do valor estimado com níveis de confiança de 95, 90 e 85%.

Quadro 8 - Resultados obtidos do STATISTICA com os intervalos de predição de 95%, 90% e 85%.

Variáveis e Limites	Coefficiente do modelo	Coefficiente do intervalo
VI(Valor do Imposto)	18.79884	0.0
A(área do lote)	40.16536	0.0
-95,0%PL		-27294.1
+95,0%PL		27294.1
-90,0%PL		-22584.1
+90,0%PL		22584.1
-85,0%PL		-19610.7
+85,0%PL		19610.7

A partir dos limites obtidos no Quadro 8, através do software Excel, calculou-se o Quadro 9 que traz o valor do lote constante na planta de valores (VT pref), o valor estimado pelo modelo obtido (VT mod), assim como os valores deste mesmo lote com os limites de confiança (VT mod -85%, VT mod -90%, VT mod -95%, VT mod 95%, VT mod 90% e VT mod 85%).

Quadro 9 - Valores obtidos a partir das equações para limites de predição de 85, 90 e 95%.

RUA	VT pref	VT mod - 85%	VT mod - 90%	VT mod - 95%	VT mod	VT mod 95%	VT mod 90%	VT mod 85%
Senador Florêncio	12.360,00	-5.702,25	-8.675,65	-13.385,65	13.908,45	41.202,55	36.492,55	33.519,15
Becker Pinto	13.090,51	-4.058,13	-7.031,53	-11.741,53	15.552,57	42.846,67	38.136,67	35.163,27
Jerônimo Gomes	13.133,48	70,93	-2.902,47	-7.612,47	19.681,63	46.975,73	42.265,73	39.292,33
Cel Aníbal G. Barão	13.231,55	167,91	-2.805,49	-7.515,49	19.778,61	47.072,71	42.362,71	39.389,31
Becker Pinto	13.292,98	324,07	-2.649,33	-7.359,33	19.934,77	47.228,87	42.518,87	39.545,47
Cel Aníbal G. Barão	13.614,97	603,94	-2.369,46	-7.079,46	20.214,64	47.508,74	42.798,74	39.825,34
Carlos Baron	13.698,61	1.370,73	-1.602,67	-6.312,67	20.981,43	48.275,53	43.565,53	40.592,13
Senador Cassiano	14.813,61	2.879,65	-93,75	-4.803,75	22.490,35	49.784,45	45.074,45	42.101,05
Silva Jardim	20.031,97	4.049,99	1.076,59	-3.633,41	23.660,69	50.954,79	46.244,79	43.271,39
Mal Man. Gomes carneiro	22.409,74	-3.997,63	-6.971,03	-11.681,03	13.908,45	42.907,17	38.197,17	35.223,77
Silva Jardim	24.232,20	7.749,49	4.776,09	66,09	27.360,19	54.654,29	49.944,29	46.970,89
Cel Aníbal G. Barão	24.472,80	12.002,75	9.029,35	4.319,35	31.613,45	58.907,55	54.197,55	51.224,15
Silva Jardim	28.563,52	13.394,11	10.420,71	5.710,71	33.004,81	60.298,91	55.588,91	52.615,51
Major Duarte	40.065,55	20.682,30	17.708,90	12.998,90	40.293,00	67.587,10	62.877,10	59.903,70
Comissário Justo	41.408,17	24.233,08	21.259,68	16.549,68	43.843,78	71.137,88	66.427,88	63.454,48
Vale Machado	61.670,72	24.788,99	21.815,59	17.105,59	44.399,69	71.693,79	66.983,79	64.010,39
Vale Machado	62.693,28	22.974,17	20.000,77	15.290,77	42.584,87	69.878,97	65.168,97	62.195,57
Silva Jardim	63.347,96	47.463,31	44.489,91	39.779,91	67.074,01	94.368,11	89.658,11	86.684,71
Doutor Pantaleão	71.747,56	53.159,13	50.185,73	45.475,73	72.769,83	100.063,93	95.353,93	92.380,53
Doutor Pantaleão	77.468,93	9.214,41	6.241,01	1.531,01	28.825,11	56.119,21	51.409,21	48.435,81
Silva Jardim	81.495,15	69.968,86	66.995,46	62.285,46	89.579,56	116.873,66	112.163,66	109.190,26
Venâncio Aires	92.805,36	78.535,32	75.561,92	70.851,92	98.146,02	125.440,12	120.730,12	117.756,72
Tuiuti	94.972,28	75.251,05	72.277,65	67.567,65	94.861,75	122.155,85	117.445,85	114.472,45

Observa-se que para valores de VT pref menores que R\$ 24.000,00, ocorrem predições negativas, o que é impossível quando se trata de valores de imóveis.

Para este setor, o modelo obtido mostra-se útil para valores de lotes (VT pref) maiores que R\$ 24.000,00.

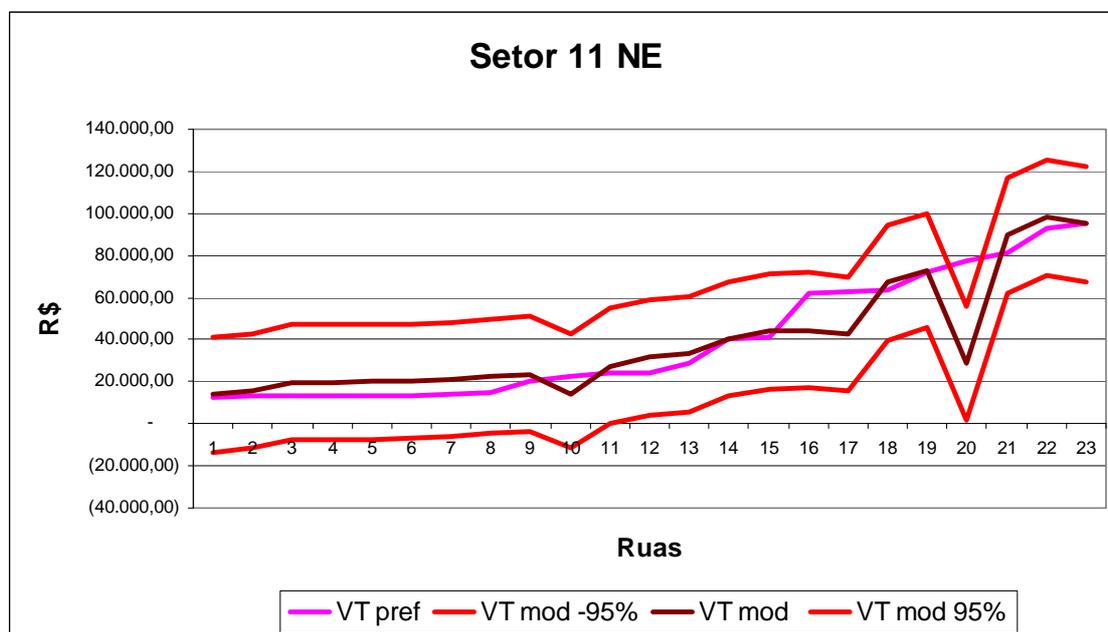


Figura 1 – Gráfico do setor 11 orientação NE a partir das equações obtidas.

Na Figura 1 pode-se observar valores discrepantes, como é o que ocorre com a linha marcada no Quadro 9, onde um lote na Rua Doutor Pantaleão é estimado por R\$ 28.825,11 e cujo VT pref vale R\$ 77.468,93. Este é um exemplo de que o modelo serve para assinalar possíveis problemas de avaliação de imóveis.

4.2 Estudo do Setor 11, orientação NO

Este setor está localizado no centro da cidade no quadrante norte-oeste. O número de dados que foram utilizados para obtenção da equação, conforme Quadro 10, são 26.

Quadro 10 - Dados do Setor 11 Orientação NO.

Rua	VT pref	VI	VLX	A	T	PM	SZ3	VPM2
Fernandes Vieira	9.548,69	114,58	111,01	353,2200	9,00	39,25	40	29,26
Fernandes Vieira	10.801,42	129,62	111,01	380,1700	10,70	35,53	40	29,26
Barão do Triunfo	12.054,59	289,31	111,01	378,3200	9,30	40,68	40	29,26
Bartolomeu de Gusmão	17.579,25	448,27	222,01	243,7500	33,50	7,28	17	68,25
Fernandes Vieira	20.001,52	510,04	111,01	646,8800	27,80	23,27	40	29,26
São Francisco	21.817,87	556,36	222,01	314,5000	9,70	32,42	17	68,25
Cel. Ernesto Beck	22.066,64	187,57	222,01	254,9760	19,20	13,28	17	68,25
São Francisco	22.904,20	584,06	222,01	336,2000	10,00	33,62	17	68,25
Dona Luiza	24.241,14	618,15	222,01	347,0915	10,85	31,99	17	68,25
Dona Luiza	24.636,61	628,23	222,01	353,6200	11,00	32,15	17	68,25
Octavio Silvestre de Oliveira	25.114,99	213,48	222,01	203,1300	9,00	22,57	10	117,01
Manoel Ribas	26.004,86	663,12	222,01	476,2500	9,10	52,34	17	68,25
Jose de Alencar	27.270,57	695,40	222,01	483,8600	9,85	49,12	17	68,25
Bartolomeu de Gusmão	28.577,73	728,73	222,01	467,3100	11,20	41,72	17	68,25
Dona Luiza	31.195,05	77,99	222,20	270,3000	10,60	25,50	8	156,02
Dona Luiza	32.164,20	820,19	222,01	278,6975	10,25	27,19	8	156,02
Manoel Ribas	34.556,91	881,20	222,01	299,4300	10,92	27,42	8	156,02
Linha da Fronteira	35.464,95	0,00	111,01	860,8000	35,00	24,59	30	38,99
Conde de Irajá	40.137,57	341,17	222,01	349,5400	10,05	34,78	10	117,01
Dona Luiza	45.009,51	1.147,74	222,01	390,0000	13,00	30,00	8	156,02
São Francisco	47.174,84	1.202,96	222,01	381,5500	15,00	25,44	10	117,01
Marechal Floriano Peixoto	52.643,66	1.342,41	222,01	630,5200	11,00	57,32	8	156,02
Dona Luiza	55.234,39	1.408,48	222,01	795,3300	9,60	82,85	8	156,02
Conde de Porto Alegre	64.776,37	550,60	222,01	694,7175	13,17	52,75	10	117,01
Vale Machado	67.094,31	570,30	222,01	379,2200	9,80	38,50	5	253,54
Floriano Peixoto	71.516,62	1.823,67	222,01	935,6800	9,50	98,49	8	156,02

Quadro 11- Resultados obtidos no PC GIVE para orientação a NO do setor 11.

Variável	Coefficiente	Desvio Padrão	Valor de t	Prob t	Part R ²
A	48,3685	5,211	9,28	0,000	0,7893
SZ3	-339,7190	84,56	-4,02	0,001	0,4124
VPM2	178,9600	16,22	11,00	0,000	0,8410

Equação obtida para esse setor é, $VT_{mod} = 48,3685 \cdot A - 339,7190 \cdot SZ3 + 178,9600 \cdot VPM2$ com um $R^2=0,98$ demonstrando que os valores de terreno desta região podem ser explicados pela área, pela variável artificial SZ3 e pelo valor por metro quadrado VPM2 que é publicado por lei e dá as bases para o cálculo do IPTU.

Quadro 12 - Resultados obtidos no Test summary do PC GIVE.

Teste	Função	Valor de p
AR 1-2 test:	$F(2,21) = 0,40520$	0,6719
ARCH 1-1 test:	$F(1,21) = 0,64887$	0,4295
Normality test:	$\text{Chi}^2(2) = 4,3282$	0,1149
Hetero test:	$F(4,16) = 1,8878$	0,1450
Hetero-X test:	$F(9,13) = 2,3731$	0,0764
RESET test:	$F(1,22) = 0,0060736$	0,9386

Pelo Quadro 12, nota-se que todos os testes confirmam a equação obtida.

Quadro 13 - Resultados do STATISTICA para intervalos de confiança de 95%, 90% e 85%.

Variáveis e Limites	Coefficiente do modelo	Coefficiente do intervalo
A	48,369	0,0
SZ3	-339,719	0,0
VPM2	178,960	0,0
-95,0%PL		-10834,90
+95,0%PL		10834,90
-90,0%PL		-8976,64
+90,0%PL		8976,64
-85,0%PL		-7800,29
+85,0%PL		7800,29

Quadro 14 - Valores obtidos a partir das equações com os valores do Quadro 13.

Rua	VT pref	VT mod - 85%	VT mod - 90%	VT mod - 95%	VT mod	VT mod +95%	VT mod +90%	VT mod +85%
Fernandes Vieira	9.548,69	932,04	-244,31	-2.102,57	8.732,33	19.567,23	17.708,97	16.532,62
Fernandes Vieira	10.801,42	2.235,57	1.059,22	-799,04	10.035,86	20.870,76	19.012,50	17.836,15
Barão do Triunfo	12.054,59	2.146,09	969,74	-888,52	9.946,38	20.781,28	18.923,02	17.746,67
Bartolomeu de Gusmão	17.579,25	10.428,33	9.251,98	7.393,72	18.228,62	29.063,52	27.205,26	26.028,91
Fernandes Vieira	20.001,52	15.135,93	13.959,58	12.101,32	22.936,22	33.771,12	31.912,86	30.736,51
São Francisco	21.817,87	13.850,40	12.674,05	10.815,79	21.650,69	32.485,59	30.627,33	29.450,98
Cel Ernesto Beck	22.066,64	10.971,31	9.794,96	7.936,70	18.771,60	29.606,50	27.748,24	26.571,89
São Francisco	22.904,20	14.900,00	13.723,65	11.865,39	22.700,29	33.535,19	31.676,93	30.500,58
Dona Luiza	24.241,14	15.426,80	14.250,45	12.392,19	23.227,09	34.061,99	32.203,73	31.027,38
Dona Luiza	24.636,61	15.742,58	14.566,23	12.707,97	23.542,87	34.377,77	32.519,51	31.343,16
Octavio Silv. de Oliveira	25.114,99	19.567,72	18.391,37	16.533,11	27.368,01	38.202,91	36.344,65	35.168,30
Manoel Ribas	26.004,86	21.674,01	20.497,66	18.639,40	29.474,30	40.309,20	38.450,94	37.274,59
Jose de Alencar	27.270,57	22.042,09	20.865,74	19.007,48	29.842,38	40.677,28	38.819,02	37.642,67
Bartolomeu de Gusmão	28.577,73	21.241,59	20.065,24	18.206,98	29.041,88	39.876,78	38.018,52	36.842,17
Dona Luiza	31.195,05	30.477,30	29.300,95	27.442,69	38.277,59	49.112,49	47.254,23	46.077,88
Dona Luiza	32.164,20	30.883,48	29.707,13	27.848,87	38.683,77	49.518,67	47.660,41	46.484,06
Manoel Ribas	34.556,91	31.886,28	30.709,93	28.851,67	39.686,57	50.521,47	48.663,21	47.486,86
Linha da Fronteira	35.464,95	30.621,40	29.445,05	27.586,79	38.421,69	49.256,59	47.398,33	46.221,98
Conde de Irajá	40.137,57	26.649,36	25.473,01	23.614,75	34.449,65	45.284,55	43.426,29	42.249,94
Dona Luiza	45.009,51	36.267,01	35.090,66	33.232,40	44.067,30	54.902,20	53.043,94	51.867,59
São Francisco	47.174,84	28.197,63	27.021,28	25.163,02	35.997,92	46.832,82	44.974,56	43.798,21
Floriano Peixoto	52.643,66	47.900,60	46.724,25	44.865,99	55.700,89	66.535,79	64.677,53	63.501,18
Dona Luiza	55.234,39	55.872,22	54.695,87	52.837,61	63.672,51	74.507,41	72.649,15	71.472,80
Conde de Porto Alegre	64.776,37	43.345,07	42.168,72	40.310,46	51.145,36	61.980,26	60.122,00	58.945,65
Vale Machado	67.094,31	54.216,94	53.040,59	51.182,33	62.017,23	72.852,13	70.993,87	69.817,52
Floriano Peixoto	71.516,62	62.660,74	61.484,39	59.626,13	70.461,03	81.295,93	79.437,67	78.261,32

No Quadro 14, dados em negrito, encontram-se dados sem que o VT pref esteja fora dos limites calculados, podendo significar que precisam ser conferidos e até reclassificados em uma outra subzona com outro valor por metro quadrado.

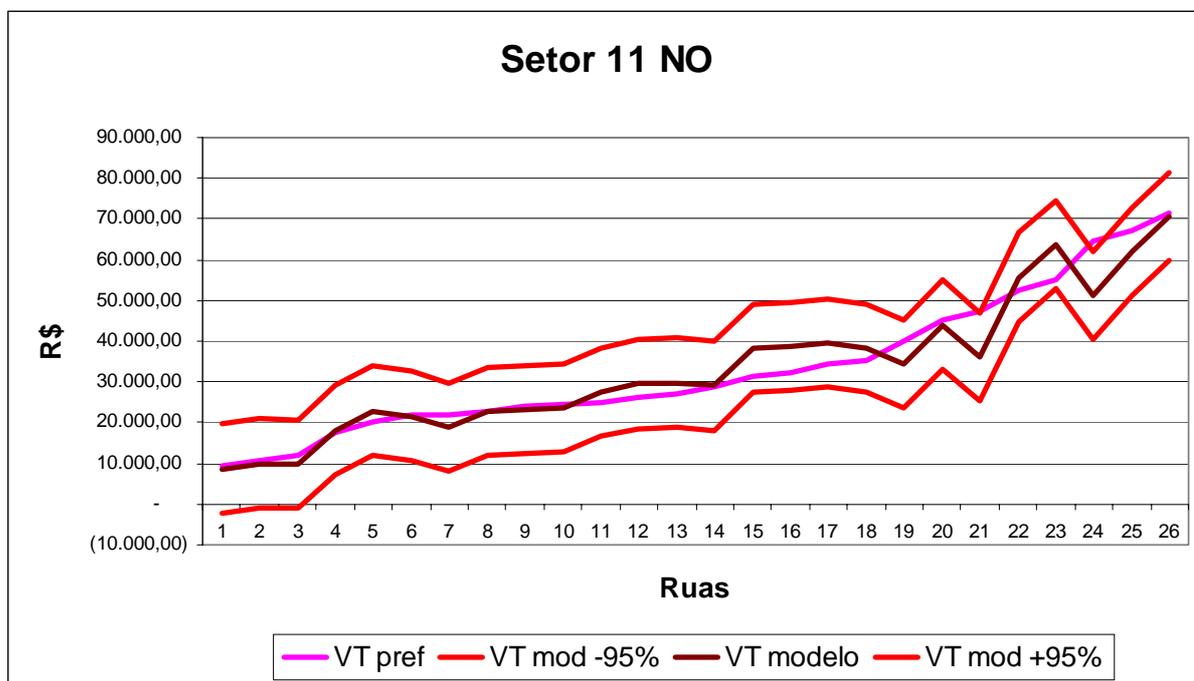


Figura 2 – Gráfico do Setor 11 orientação NO a partir das equações obtidas.

Pela Figura 2, percebe-se um excelente desempenho já denotado pelo R^2 calculado. Apenas 3 valores apresentam-se diferentes em relação ao conjunto.

4.3 Estudo do Setor 11, orientação SE

Este setor está localizado no centro da cidade, no quadrante sul - este e é representado por 31 dados.

Quadro 15 – Dados das ruas do Setor 11 Orientação SE, que foram utilizados no estudo de determinação da equação.

Rua	Vtpref	VI	VLX	A	T	PM	SZ3	VPM2
Machado de Assis	10.980,62	263,53	111,01	222,1000	12,52	17,74	30	38,99
Ricardo Schimidt	18.530,92	157,51	222,01	224,8080	11,40	19,72	15	78,01
Guilherme Cassel Sobr.	24.753,73	631,22	222,01	300,3000	11,00	27,30	15	78,01
Nelson Durand	25.431,30	648,50	222,01	257,1000	12,90	19,93	15	78,01
Sgto. Ricardo S. Marques	32.490,80	828,52	222,01	470,8000	11,00	42,80	15	78,01
Mal. M. Gomes Carneiro	34.443,46	878,31	222,01	949,3100	10,90	87,09	20	58,5
Sgto Ricardo S. Marques	37.227,53	949,30	222,01	522,9900	13,00	40,23	15	78,01
Jorge Pedro Abelin	37.603,49	958,89	222,01	348,6500	10,15	34,35	8	156,02
Jorge Pedro Abelin	38.451,01	980,50	222,01	355,7800	10,40	34,21	8	156,02
Conrado Hoffman	39.116,75	997,48	222,01	364,7000	10,50	34,73	8	156,02
Conrado Hoffman	39.557,93	1.008,73	222,01	351,2300	11,15	31,50	8	156,02
Conrado Hoffman	39.557,93	1.008,73	222,01	351,2300	11,15	31,50	8	156,02
Conrado Hoffman	39.557,93	1.008,73	222,01	351,2300	11,15	31,50	8	156,02
Conrado Hoffman	42.008,87	1.071,23	222,01	364,0000	20,00	18,20	8	156,02
Conrado Hoffman	47.469,51	1.210,47	222,01	351,2300	11,15	31,50	8	156,02
Jorge Pedro Abelin	49.146,92	1.253,25	222,01	425,8500	15,00	28,39	8	156,02
Rad.Jarbas Begueristain	50.201,72	1.280,14	222,01	525,6000	12,00	43,80	8	156,02
Jorge Pedro Abelin	51.155,04	1.304,45	222,01	443,2500	15,00	29,55	8	156,02
Paraíba	51.294,43	1.308,01	222,01	522,6000	12,60	41,48	8	156,02
Jorge Pedro Abelin	53.695,89	1.369,25	222,01	481,0500	15,00	32,07	8	156,02
Bento Gonçalves	55.759,06	1.421,86	222,01	360,7600	12,25	29,45	6	195,02
Jorge Pedro Abelin	57.036,10	1.454,42	222,01	542,7600	15,00	36,18	8	156,02
Luiz Antonio Maffini	84.049,62	2.143,27	222,01	432,0000	13,50	32,00	5	253,54
General Neto	88.027,82	2.244,71	222,01	994,5000	19,50	51,00	8	156,02
Paraíba	92.740,41	788,29	222,01	904,4000	23,80	38,00	8	156,02
Tuiuti	95.744,53	813,83	235,68	488,2500	15,50	31,50	5	253,54
Tuiuti	96.658,98	4.108,01	235,68	676,5900	11,40	59,35	5	253,54
Luiz Antonio Maffini	98.735,88	2.517,77	222,01	491,3700	16,50	29,78	5	253,54
Bento Gonçalves	106.822,03	2.723,96	222,01	895,0149	17,79	50,31	6	195,02
Gaspar Martins	145.639,33	3.713,80	222,01	788,7700	22,20	35,53	5	253,54
Dr Astrogildo Azevedo	305.565,02	12.986,51	235,68	828,9500	22,10	37,51	2	487,52

Quadro 16 – Resultados obtidos no PC GIVE para orientação SE do setor 11.

Variável	Coeficiente	D.Padrão	Valor de t	Prob t	Part R ²
A	56,1822	7,364	7,63	0,000	0,6675
VI	20,2398	1,423	14,20	0,000	0,8745

A equação obtida foi, portanto: $VT \text{ mod} = 56,1822 A + 20,2398 VI$ para um $R^2=0,96$. Ela demonstra que os valores de terrenos da prefeitura (VT pref) podem ser explicados por sua área e o valor do imposto.

Quadro 17 – Resultados obtidos no Test summary do PC GIVE.

Teste	Função	Valor de p
AR 1-2 test:	$F(2,27) = 0,37976$	0,6876
ARCH 1-1 test:	$F(1,27) = 2,1739$	0,1519
Normality test:	$\text{Chi}^2(2) = 12,164$	0,0023 **
Hetero test:	$F(4,24) = 1,4612$	0,2450
Hetero-X test:	$F(5,23) = 1,1293$	0,3730
RESET test:	$F(1,28) = 0,85765$	0,3623

Pelo Quadro 17, pode-se ver que o modelo apenas não satisfaz a normalidade dos resíduos.

Quadro 18 – Dados do STATISTICA Setor 11 SE.

Variáveis e Limites	Coefficiente do modelo	Coefficiente do intervalo
VI	20,23983	0,0
A	56,18222	0,0
-95,0%PL		-32465,8
+95,0%PL		32465,8
-90,0%PL		-26971,8
+90,0%PL		26971,8
-85,0%PL		-23472,8
+85,0%PL		23472,8

Através dos limites calculados no Quadro 18, determinou-se o Quadro 19 a fim de poder-se comparar os VT pref com os parâmetros determinados pelo modelo obtido.

Quadro 19 – Valores obtidos a partir da equação e dos limites de predição do Quadro 18 para o setor 11 orientação SE.

Rua	Vtpref	VT mod - 85%	VT mod – 90%	VT mod - 95%	VT mod	VT mod +95%	VT mod +90%	VT mod +85%
Machado de Assis	10.980.62	-5.660.94	-9.159.94	-14.653.94	17.811.86	50.277.66	44.783.66	41.284.66
Ricardo Schimidt	18.530.92	-7.654.62	-11.153.62	-16.647.62	15.818.18	48.283.98	42.789.98	39.290.98
Guilherme Cassel Sobrinho	24.753.73	6.174.48	2.675.48	-2.818.52	29.647.28	62.113.08	56.619.08	53.120.08
Nelson Durand	25.431.30	4.097.15	598.15	-4.895.85	27.569.95	60.035.75	54.541.75	51.042.75
Sgto Ricardo S. Marques	32.490.80	19.746.86	16.247.86	10.753.86	43.219.66	75.685.46	70.191.46	66.692.46
Mal.Gomes Carneiro	34.443.46	47.638.34	44.139.34	38.645.34	71.111.14	103.576.94	98.082.94	94.583.94
Sgto Ricardo S.Marques	37.227.53	25.123.57	21.624.57	16.130.57	48.596.37	81.062.17	75.568.17	72.069.17
Jorge Pedro Abelin	37.603.49	15.522.87	12.023.87	6.529.87	38.995.67	71.461.47	65.967.47	62.468.47
Jorge Pedro Abelin	38.451.01	16.360.83	12.861.83	7.367.83	39.833.63	72.299.43	66.805.43	63.306.43
Conrado Hoffman	39.116.75	17.205.64	13.706.64	8.212.64	40.678.44	73.144.24	67.650.24	64.151.24
Conrado Hoffman	39.557.93	16.676.57	13.177.57	7.683.57	40.149.37	72.615.17	67.121.17	63.622.17
Conrado Hoffman	39.557.93	16.676.57	13.177.57	7.683.57	40.149.37	72.615.17	67.121.17	63.622.17
Conrado Hoffman	39.557.93	16.676.57	13.177.57	7.683.57	40.149.37	72.615.17	67.121.17	63.622.17
Conrado Hoffman	42.008.87	18.659.00	15.160.00	9.666.00	42.131.80	74.597.60	69.103.60	65.604.60
Conrado Hoffman	47.469.51	20.759.74	17.260.74	11.766.74	44.232.54	76.698.34	71.204.34	67.705.34
Jorge Pedro Abelin	49.146.92	25.817.92	22.318.92	16.824.92	49.290.72	81.756.52	76.262.52	72.763.52
Rad. Jarbas Begueristain	50.201.72	31.966.34	28.467.34	22.973.34	55.439.14	87.904.94	82.410.94	78.911.94
Jorge Pedro Abelin	51.155.04	27.831.77	24.332.77	18.838.77	51.304.57	83.770.37	78.276.37	74.777.37
Paraíba	51.294.43	32.361.88	28.862.88	23.368.88	55.834.68	88.300.48	82.806.48	79.307.48
Jorge Pedro Abelin	53.695.89	31.266.99	27.767.99	22.273.99	54.739.79	87.205.59	81.711.59	78.212.59
Bento Gonçalves	55.759.06	25.573.65	22.074.65	16.580.65	49.046.45	81.512.25	76.018.25	72.519.25
Jorge Pedro Abelin	57.036.10	36.457.82	32.958.82	27.464.82	59.930.62	92.396.42	86.902.42	83.403.42
Luiz Antonio Maffini	84.049.62	44.177.27	40.678.27	35.184.27	67.650.07	100.115.87	94.621.87	91.122.87
General Neto	88.027.82	77.832.88	74.333.88	68.839.88	101.305.68	133.771.48	128.277.48	124.778.48
Paraíba	92.740.41	43.293.21	39.794.21	34.300.21	66.766.01	99.231.81	93.737.81	90.238.81
Tuiuti	95.744.53	20.429.92	16.930.92	11.436.92	43.902.72	76.368.52	70.874.52	67.375.52
Tuiuti	96.658.98	97.684.82	94.185.82	88.691.82	121.157.62	153.623.42	148.129.42	144.630.42
Luiz Antonio Maffini	98735,88	55092,61	51593,61	46099,61	78565,41	111031,21	105537,21	102038,21

Quadro 20 – Valores obtidos a partir da equação e dos limites de predição do Quadro 18 para o setor 11 orientação SE. Continuação...

Rua	Vtpref	VT mod - 85%	VT mod – 90%	VT mod - 95%	VT mod	VT mod +95%	VT mod +90%	VT mod +85%
Bento Goncalves	106822,03	81943,51	78444,51	72950,51	105416,31	137882,11	132388,11	128889,11
Gaspar Martins	145639,33	96008,60	92509,60	87015,60	119481,40	151947,20	146453,20	142954,20
Dr Astrogildo de Azevedo	305565,02	285943,80	282444,80	276950,80	309416,60	341882,40	336388,40	332889,40

Pelos resultados obtidos, verifica-se que o modelo se aplica melhor para valores de VT pref entre R\$ 37.603,49 e R\$ 57.036,10 os quais apresentam-se em negrito no Quadro 19.

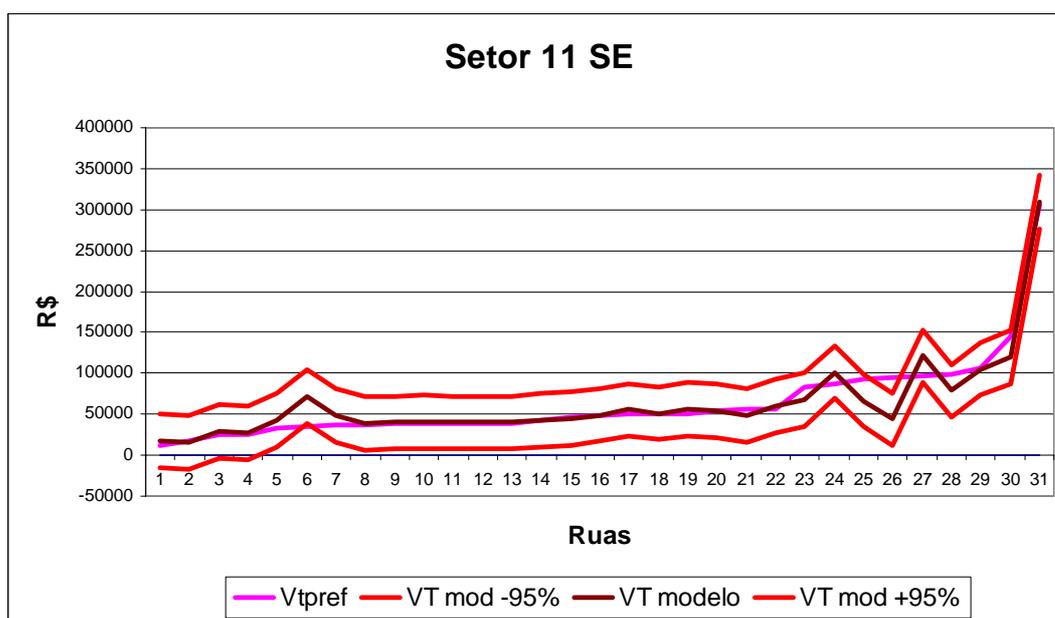


Figura 3 – Gráfico do Setor 11 orientação SE a partir das equações obtidas.

4.4 Estudo do Setor 11, orientação SO

Este setor está localizado no centro da cidade, no quadrante sul-oeste e é representado por 22 dados.

Quadro 21 – Dados utilizados do Setor 11 Orientação SO.

Rua	Vt pref	VI	VLX	A	T	PM	VPM2
Duque de Caxias	33.888,66	864,16	222,01	299,0000	18,50	16,16	107,26
Olavo Bilac	34.952,11	1.485,46	235,68	317,0000	10,00	31,70	107,26
Barão do Triunfo	35.315,15	1.500,89	235,68	306,0000	12,00	25,50	156,02
Olavo Bilac	42.055,33	1.787,35	235,68	209,2930	10,15	20,62	253,54
Cel Niederauer	42.385,77	1.801,40	235,68	285,6800	8,00	35,71	117,01
Cel Niederauer	44.492,05	133,48	29,03	365,8000	11,80	31,00	117,01
Floriano Peixoto	44.532,02	1.135,57	222,01	496,3000	10,00	49,63	156,02
Visconde de Pelotas	46.040,81	391,35	235,68	530,5000	10,00	53,05	156,02
Tuiuti	47.371,60	402,66	235,68	235,7500	11,10	21,24	253,54
Poeta Felipe de Oliveira	50.602,14	430,12	222,01	409,2700	15,00	27,28	117,01
Francisco Manoel	51.406,88	1.310,88	222,01	588,0000	9,80	60,00	117,01
Poeta Felipe de Oliveira	51.441,87	1.311,77	222,01	454,3500	12,70	35,78	117,01
Poeta Felipe de Oliveira	51.511,57	1.313,54	222,01	450,2640	12,85	35,04	117,01
Francisco Manoel	52.805,16	1.346,53	222,01	519,6700	11,70	44,42	117,01
Cel Niederauer	54.386,19	2.311,41	235,68	639,6000	12,00	53,30	107,26
Floriano Peixoto	54.420,01	1.387,71	222,01	617,6400	12,00	51,47	156,02
Poeta Felipe de Oliveira	58.104,60	1.481,67	222,01	559,8300	13,15	42,57	117,01
Visconde de Pelotas	67.786,96	2.880,95	235,68	871,2000	13,20	66,00	156,02
Dr Bozano	74.690,50	634,87	235,68	661,1100	18,40	35,93	117,01

Quadro 22 – Dados utilizados do Setor 11 Orientação SO. Continuação...

Rua	Vt pref	VI	VLX	A	T	PM	VPM2
Visconde de Pelotas	78.533,25	3.337,66	235,68	735,0000	21,00	35,00	156,02
Olavo Bilac	90.094,54	3.829,02	235,68	690,8300	9,70	71,22	253,54
Duque de Caxias	109.624,30	4.659,03	235,68	718,9200	13,80	52,10	253,54

Quadro 23 - Resultados obtidos no PC GIVE para orientação SO do setor 11.

Variável	Coefficiente	D.Padrão	Valor de t	Prob t	Part R ²
A	70.9007	8.457	8.38	0.000	0.7785
VPM2	134.5930	28.010	4.81	0.000	0.5359

Equação obtida é, portanto $VT \text{ mod} = 70,9007 A + 134,5933 VPM2$ para $R^2=0,97$. Ela demonstra que os valores VT pref do Quadro 20 podem ser explicados por sua área e pelo valor do metro quadrado.

O valor por metro quadrado será a variável a ser acompanhada pelo avaliador, para esta região do setor 11, podendo sugerir uma maior subdivisão em subzonas e/ou adequação do Vt pref às condições da região.

Quadro 24 - Resultados obtidos no Test summary do PC GIVE.

Teste	Função	Valor de p
AR 1-2 test:	$F(2,18) = 0.30289$	0.7424
ARCH 1-1 test:	$F(1,18) = 0.051887$	0.8224
Normality test:	$\text{Chi}^2(2) = 3.3594$	0.1864
Hetero test:	$F(4,15) = 2.6377$	0.0754
Hetero-X test:	$F(5,14) = 2.9000$	0.0531
RESET test:	$F(1,19) = 1.3271$	0.2636

No Quadro 22, pode-se observar que os seis testes tornam aceitáveis a equação de regressão obtida.

Quadro 25 - Intervalos de confiança de 95%, 90% e 85%.

Variável e limites	Coefficiente do modelo	Coefficiente do intervalo
A	70,9007	0,0
VPM2	134,5933	0,0
-95,0%PL		-19538,3
+95,0%PL		19538,3
-90,0%PL		-16154,6
+90,0%PL		16154,6
-85,0%PL		-14022,0
+85,0%PL		14022,0

Pelo Quadro 23, têm-se os coeficientes do modelo assim como seus limites de confiança calculados, conforme Quadro 24.

Quadro 26 - Valores obtidos a partir da equação para a orientação SO.

Rua	Vtpref	VT mod -85%	VT mod -90%	VT mod -95%	VT mod	VT mod +95%	VT mod +90%	VT mod +85%
Duque de Caxias	33.888,66	21.613,79	19.481,19	16.097,49	35.635,79	55.174,09	51.790,39	49.657,79
Olavo Bilac	34.952,11	22.890,00	20.757,40	17.373,70	36.912,00	56.450,30	53.066,60	50.934,00
Barão do Triunfo	35.315,15	28.672,86	26.540,26	23.156,56	42.694,86	62.233,16	58.849,46	56.716,86
Olavo Bilac	42.055,33	34.941,81	32.809,21	29.425,51	48.963,81	68.502,11	65.118,41	62.985,81
Cel Niederauer	42.385,77	21.981,67	19.849,07	16.465,37	36.003,67	55.541,97	52.158,27	50.025,67
Cel Niederauer	44.492,05	27.662,24	25.529,64	22.145,94	41.684,24	61.222,54	57.838,84	55.706,24
Floriano Peixoto	44.532,02	42.165,26	40.032,66	36.648,96	56.187,26	75.725,56	72.341,86	70.209,26
Visconde de Pelotas	46.040,81	44.590,07	42.457,47	39.073,77	58.612,07	78.150,37	74.766,67	72.634,07
Tuiuti	47.371,60	36.817,63	34.685,03	31.301,33	50.839,63	70.377,93	66.994,23	64.861,63
Poeta Felipe de Oliveira	50.602,14	30.744,29	28.611,69	25.227,99	44.766,29	64.304,59	60.920,89	58.788,29
Francisco Manoel	51.406,88	43.416,37	41.283,77	37.900,07	57.438,37	76.976,67	73.592,97	71.460,37
Poeta Felipe de Oliveira	51.441,87	33.940,50	31.807,90	28.424,20	47.962,50	67.500,80	64.117,10	61.984,50
Poeta Felipe de Oliveira	51.511,57	33.650,79	31.518,19	28.134,49	47.672,79	67.211,09	63.827,39	61.694,79
Francisco Manoel	52.805,16	38.571,73	36.439,13	33.055,43	52.593,73	72.132,03	68.748,33	66.615,73
Cel Niederauer	54.386,19	45.762,57	43.629,97	40.246,27	59.784,57	79.322,87	75.939,17	73.806,57
Floriano Peixoto	54.420,01	50.768,36	48.635,76	45.252,06	64.790,36	84.328,66	80.944,96	78.812,36
Poeta Felipe de Oliveira	58.104,60	41.419,10	39.286,50	35.902,80	55.441,10	74.979,40	71.595,70	69.463,10
Visconde de Pelotas	67.786,96	68.745,94	66.613,34	63.229,64	82.767,94	102.306,24	98.922,54	96.789,94
Dr Bozano	74.690,50	48.599,92	46.467,32	43.083,62	62.621,92	82.160,22	78.776,52	76.643,92
Visconde de Pelotas	78.533,25	59.089,26	56.956,66	53.572,96	73.111,26	92.649,56	89.265,86	87.133,26
Olavo Bilac	90.094,54	69.083,12	66.950,52	63.566,82	83.105,12	102.643,42	99.259,72	97.127,12
Duque de Caxias	109.624,30	71.074,72	68.942,12	65.558,42	85.096,72	104.635,02	101.251,32	99.118,72

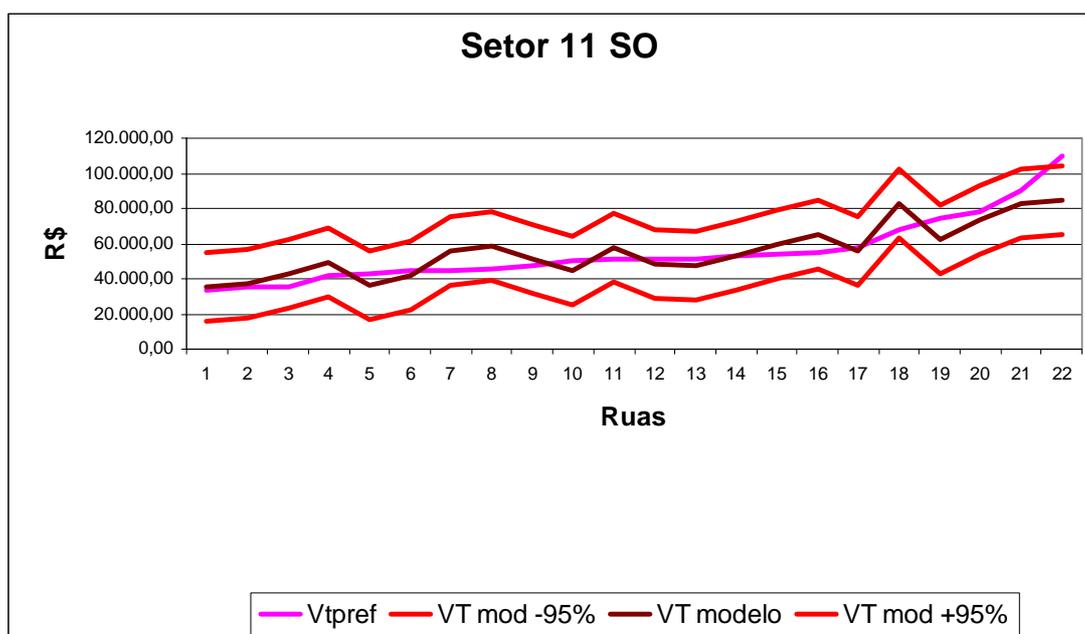


Figura 4 – Gráfico do Setor 11 orientação SO a partir das equações obtidas.

Pela Figura 4 pode-se verificar que apenas um VT pref foi maior que todos os valores calculados. Quando se verificar que o Vt pref é maior que o valor do modelo e também dos limites, fica a sugestão de diminuí-lo para VT mod 95% (em negrito no Quadro 24).

4.5 Estudo das relações entre os modelos do Setor 11

Através dos modelos obtidos conforme Quadro 25, podemos observar que a área do terreno é fator preponderante na determinação de seu valor pela prefeitura. No princípio do estudo espera-se que também a testada fosse importante, pois a partir dela se pode decidir muito sobre a disposição das peças projeto arquitetônico, sendo que em todas as tentativas de modelagem, esta variável sempre se mostrou desajustada para o que se pretendia.

Quadro 27 – Equações dos modelos obtidos e respectivos valores de R².

Orientação	Equação	R ²
NE	VT mod = 40,1654 . A + 18,7988 . VI	0,93
SE	VT mod = 56,1822 A + 20,2398 VI	0,96
SO	VT mod = 70,9007 A + 134,5933 VPM2	0,97
NO	VT mod = 48,3685 . A – 339,7190 . SZ3 + 178,9600.VPM2	0,98

Observando-se as equações para o lado leste (NE e SE), verifica-se que elas estão em função da área (A) e do valor do imposto (VI). Portanto, os valores dos terrenos que a prefeitura tem na sua planta de valores nesta região, podem ser determinados pela sua área e pelo

valor do imposto cobrado. Isolando-se o valor do imposto em função da área e do valor do terreno (VT pref), pode-se testar os valores da planta de valores, analisar e buscar corrigir as discrepâncias que possam estar ocorrendo e que numa massa de dados não se pode observar.

Já para os setores NO e SO as equações obtidas são caracterizadas principalmente pela área (A) pelo valor por metro quadrado (VPM2). O ponto positivo das mesmas são também seus coeficientes de determinação que estão muito próximos de 1, dando uma boa segurança ao estudo. Elas podem auxiliar a prefeitura no estudo por metro quadrado destes setores.

5 CONCLUSÕES, RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

Neste capítulo, apresenta-se uma síntese do que foi mais significativo no estudo realizado, recomendações para trabalhos futuros e sugestões para a prefeitura municipal a fim de dar andamento aos estudos de atualização da planta de valores dos imóveis do perímetro urbano.

5.1 Conclusões

Este estudo serviu para identificar as variáveis que devem ser levadas em conta quando do desejo de aplicação de equações de regressão à planta de valores, bem como da necessidade de o pesquisador ter a totalidade das variáveis representativas dos imóveis.

A prefeitura pode desenvolver um estudo semelhante para aferir os valores dos impostos recebidos em função dos valores dos terrenos recentemente transacionados em que o valor informado pelo contribuinte foi maior que o valor constante na planta de valores (VT pref).

As equações determinadas ajudaram a identificar as variáveis representativas por orientação de setor, podendo ser utilizadas para o estudo de determinação dos valores por metro quadrado para efeitos de IPTU, possibilitando uma determinação mais justa do valor dos impostos, como também serem utilizadas para verificação de valores da massa de dados. Assim como podem servir para a verificação do cálculo do valor do imposto, ou seja, todo aquele valor determinado pelo modelo e que é muito diferente do valor VT pref, teoricamente, deveria ser analisado.

5.2 Recomendações para trabalhos futuros

Após a conclusão deste estudo, sugerem-se a outros pesquisadores, os seguintes trabalhos de pesquisa:

- construção de uma metodologias de auto-correção da planta de valores a partir dos dados obtidos nas guias do ITIVBI;

- repetição desta metodologia com a utilização de dados de geoposicionamento dos lotes;
- repetição desta metodologia com a utilização de dados de lotes transacionados em algum intervalo de poucos anos, cujos valores informados pelo contribuinte foram maiores que o da planta de valores.

5.3 Sugestões à Prefeitura

- Fazer um estudo por setor e orientação do valor por metro quadrado real dos terrenos e aplicar nos cálculos de IPTU;
- Conferir através da metodologia apresentada os valores dos terrenos do setor estudado;
- Proceder um trabalho de eliminação de dados incompletos;
- Fornecer a pesquisadores o banco de dados dos imóveis a fim de desenvolverem estudos;
- Transformar os setores em regiões de valorização;
- Monitoramento do valor por metro quadrado e valor por metro linear de testada dos lotes transacionados a partir das guias de ITIVBI cujo valor informado pelo contribuinte for maior que o constante na planta de valores.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **Avaliação de imóveis urbanos: NBR 14653-2:2004.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ALVES, V. **Avaliação de imóveis urbanos baseada em métodos estatísticos multivariados.** 2005. 115 f. Dissertação (mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005

BRASIL. Leis, etc. **Lei federal 6766/79, com alterações feitas pela Lei Federal 9785/99.** Brasília, 1999.

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

_____. **Engenharia de avaliações uma introdução à metodologia científica.** São Paulo: Pini, 2000.

GAZOLA, S. **Construção de um Modelo de Regressão para Avaliação de Imóveis.** 2002. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica.** São Paulo: Makron Books, 2000.

HAIR Jr, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAN, R. L.; e BLACK, W. C. **Análise Multivariada de Dados.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005

HENDRY, D. F.; DOORNICK, J. A. **Empirical Econometric Modelling: Using PcGIVE for Windows.**

LEVINE, D. M.; BERENSON, M. L.; STEPHAN, D. **Estatística** : Teoria e Aplicações usando Microsoft Excel em Português. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000.

LOETSCH, F.; ZOEHRER, F.; HALLER, K. E. **Forest inventory**. München: BLV, 1973. 469 p.. v. 2.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de Marketing**: Uma orientação aplicada. 4. ed. Porto Alegre: Bookman 2006, 720 p.

MOREIRA, A. L. **Princípios de engenharia de avaliações**. São Paulo: Pini, 1997.

MOREIRA FILHO, I. I.; FRAINER, J. I.; MOREIRA, R. M. I. **Avaliação de bens por estatística inferencial e regressões múltiplas**. Porto Alegre: Avalien, 1993.

NETER, J.; WASSERMAN, W. **Applied linear statistical models**. Illinois: Richard D. Irwin, 1974.

SARTORIS, A. **Estatística e Introdução à Econometria**. São Paulo : Saraiva, 2003.

SCHNEIDER, P. R. **Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1998. 236 p.

VASCONCELLOS, M. A. S.; ALVES, D. **Manual de Econometria**. São Paulo: Atlas, 2000.

ZANCAN, E. C. Metodologia para Avaliação em Massa de Imóveis para Efeito de Cobrança de Tributos Municipais – Caso de Apartamentos da Cidade de Criciúma, Santa Catarina. 1995.121f Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.