

Plinio Seidler

**A FORMAÇÃO DO VALOR DO SOLO URBANO
NO BAIRRO PRESIDENTE MEDICE NA CIDADE
DE CHAPECO-SC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção da Universidade
Federal de Santa Catarina como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção

Orientador: Newton Carneiro Affonso da Costa Jr, Dr.

**FLORIANÓPOLIS
2002**

Ficha catalográfica

Seidler, Plinio

**A formação do valor do solo urbano no bairro
Presidente Medice na cidade de Chapecó-SC.**

2002. 124 p. Dissertação – Programa de Pós –
Graduação em Engenharia de Produção,
Universidade Federal de Santa Catarina,
Florianópolis.

Plinio Seidler

**A FORMAÇÃO DO VALOR DO SOLO URBANO NO BAIRRO
PRESIDENTE MEDICE NA CIDADE DE CHAPECO-SC**

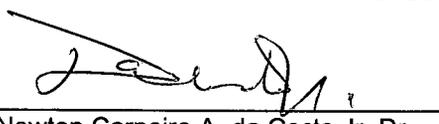
Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de **Mestre em Engenharia de Produção** no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina

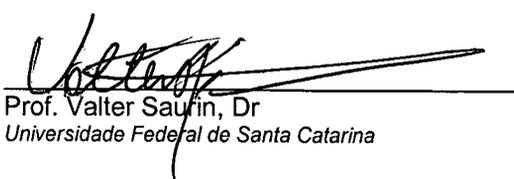
Florianópolis, 17, de maio de 2002

Prof Ricardo Miranda Barcia, Ph. D.
Coordenador do Programa

BANCA EXAMINADORA


Prof. João Serafim Tusi da Silveira, Dr
Universidade Federal de Santa Catarina


Prof. Newton Carneiro A. da Costa Jr, Dr
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientador


Prof. Valter Saufin, Dr
Universidade Federal de Santa Catarina

À minha esposa, Maria Helena
pelo apoio constante.
Aos meus filhos Cesar, Vanessa e Vinícius.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Santa Catarina.
À Coordenação de Aperfeiçoamento
de Pessoal de Nível Superior- CAPES
Ao Orientador Prof. Newton Carneiro Affonso da Costa Junior,
Pelo acompanhamento pontual e competente.
Aos professores do Curso de Pós – Graduação.
Ao professor Norberto Hochheim.
Aos professores da Banca Examinadora

A todos os que direta ou indiretamente
contribuíram para a realização
desta pesquisa.

**“Não pretendemos ensinar aos homens
mais do que já sabem, mas talvez possamos
lhes oferecer uma oportunidade para meditar.”**

Sir William Temple

RESUMO

SEIDLER, Plinio. **A formação do valor do solo urbano no bairro Presidente Médice na cidade de Chapecó – SC.** 2002. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

Este trabalho constitui-se em um estudo do comportamento do mercado de terrenos na cidade de Chapecó, especificamente no Bairro Presidente Médice, através de modelos estatísticos de múltiplas variáveis, que procuram explicar a formação de valor do terreno. A principal hipótese é verificar a existência de um modelo único para o bairro.

Busca-se contribuir também para o entendimento dos procedimentos estatísticos empregados na avaliação de terrenos e detalha-se os critérios adotados na amostragem e análise de regressão realizados.

Os modelos analisados baseiam-se em amostra de 42 terrenos do bairro Presidente Médice comercializados no ano de 1999.

Várias variáveis são testadas para verificar a influência das mesmas na formação do valor do terreno. Os modelos são compilados com *software* estatístico, usado normalmente na Engenharia de Avaliações, onde se tem um cuidado especial na análise dos resíduos e da colinearidade entre variáveis. Os resultados mostram que a variável infraestrutura e frente se mostram significativos para a formação do valor dos terrenos no Bairro Presidente Médice na cidade de Chapecó.

Palavras-chave:

1.Engenharia de Avaliação 2.Valor do solo urbano 3.Regressão múltipla.

ABSTRACT

SEIDLER, Plinio. A formação do valor do solo urbano no bairro Presidente Médice na cidade de Chapecó – SC. 2002. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

This work is about real estate valuation in the city of Chapecó more specifically at Presidente Médice district, through statistical models of multiple variables, that explain land price formation.

The models analysed were based on a sample of forty two terrains at Presidente Médice district commercialized at 1999.

Some variables are tested to verify their influence at terrains formation price.

The models were compiled with a statistical package normally used at Valuation Engineering. The results show that the variables “structure” and “front” are the most important for land valuation process at Presidente Médice district in the city of Chapecó.

Key-words:

1.Valuation Engineering 2.Urban land Valuation 3.Multiple regression

SUMÁRIO

Lista de Figuras	12
Lista de Quadros.....	13
Lista de tabelas	14
CAPITULO 1	15
1.1- INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	15
1.2- OBJETIVOS.....	18
1.3- METODOLOGIA	18
1.4- ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	18
CAPITULO 2 – MERCADO IMOBILIÁRIO.....	21
2.1- CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MERCADO.....	21
2.2- LOCALIZAÇÃO.....	22
2.3- CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO E DA CIDADE.....	23
2.3- CARACTERÍSTICAS DA HABITAÇÃO	24
2.4- HABITAÇÃO VERSUS SITUAÇÃO ECONÔMICA.....	25
2.5- CONCEITOS DE VALOR E DE PREÇO.....	25
2.6- MÉTODOS PARA SE AVALIAR UM BEM IMOBILIARIO.....	26
2.7- MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE BENS IMOBILIÁRIOS.....	26
2.7.1- MÉTODO COMPARATIVO DIRETO DE DADOS DE MERCADO.....	26
2.7.2- MÉTODO COMPARATIVO DE CUSTO DE REPRODUÇÃO.....	28
2.7.3- MÉTODO DA RENDA.....	29
2.7.4- MÉTODO INVOLUTIVO.....	30
2.7.5- MÉTODO RESIDUAL.....	30
2.7.6- CONJUGAÇÃO DE MÉTODOS.....	30
2.8- NÍVEL DE RIGOR SEGUNDO A NB-502/89.....	31
2.8.1- AVALIAÇÃO EXPEDITA.....	31
2.8.2- AVALIAÇÃO NORMAL.....	31
2.8.3- AVALIAÇÃO RIGOROSA.....	32
2.8.4- AVALIAÇÃO RIGOROSA ESPECIAL.....	33
CAPITULO 3-ESTATÍSTICA APLICADA À ENG. DE AVALIAÇÕES.....	35
3.1- CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES.....	35
3.2- REGRESSÃO SIMPLES.....	36
3.2.1- MODELO LINEAR.....	36
3.2.2- O MODELO ECONOMÉTRICO.....	37
3.2.3- CURVA DOS MÍNIMOS QUADRADOS.....	42
3.2.4- CÁLCULO DO COEFICIENTE LINEAR E ANGULAR.....	43
3.2.5- PONTOS ATÍPICOS.....	44
3.2.5.1-OUTLIER.....	44
3.2.5.2-PONTOS INFLUENCIANTES.....	45

3.2.6- COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO.....	46
3.3.7- COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO.....	49
3.2.8- ERRO PADRÃO DA EQUAÇÃO DE REGRESSÃO.....	51
3.2.9- COEFICIENTE DE VARIAÇÃO.....	52
3.2.10-INFERÊNCIA ESTATÍSTICA.....	52
3.2.10.1-CONCEITOS.....	52
3.2.10.2-PROPRIEDADES DOS ESTIMADORES.....	54
3.2.11-TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DO COEF. ANGULAR.....	56
3.2.12-ANÁLISE DE REGRESSÃO DO PONTO DE VISTA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA).....	58
3.2.13-INTERVALO DE CONFIANÇA PARA O VALOR ESTIMADO.....	60
3.2.13.1-INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A MÉDIA.....	61
3.2.13.2- INTERVALO PARA UM Y INDIVIDUAL.....	62
3.2.14-INTERPOLAÇÃO E EXTRAPOLAÇÃO DE VALORES	62
3.2.15-ESCOLHA DE UMA FORMA FUNCIONAL.....	63
3.2.15.1- TIPO RECÍPROCO.....	64
3.2.15.2- TIPO LOG-LOG.....	64
3.2.15.3- TIPO LOG-LINEAR.....	65
3.2.15.4- TIPO LINEAR-LOG (SEMI LOG).....	66
3.2.15.5- TIPO LOG-INVERSO.....	66
3.3.REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA.....	67
3.3.1-INTRODUÇÃO.....	67
3.3.2-MODELO LINEAR GERAL.....	68
3.3.3-SIGNIFICÂNCIA GLOBAL DO MODELO	70
3.3.4-SIGNIFICÂNCIA INDIVIDUAL DE UM PARÂMETRO.....	71
3.3.5-MULTICOLINEARIDADE.....	72
3.3.6-HOMOCEDASTICIDADE.....	73
3.3.7-AUTOCORRELAÇÃO.....	76
3.3.8-NORMALIDADE DOS RESÍDUOS.....	77
3.3.9-INTERVALO DE CONFIANÇA.....	77
3.4.AMOSTRAGEM.....	79
3.4.1-TERMINOLOGIA.....	79
3.4.2-MÉTODOS DE AMOSTRAGEM.....	81
3.4.2.1-AMOSTRAGEM ALEATÓRIA SIMPLES.....	81
3.4.2.2-AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA.....	82
3.4.2.3-AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA.....	82
3.4.2.4-AMOSTRAGEM POR AGRUPAMENTO.....	83
3.4.2.5- AMOSTRAGEM EM VÁRIOS ESTÁGIOS.....	83
3.4.2.6-DUPLA AMOSTRAGEM.....	83
3.4.2.7-AMOSTRAGEM COM PROBABILIDADES DESIGUAIS.....	83
CAPÍTULO 4 –ESPECIFICAÇÃO DOS MODELOS DE AVALIAÇÃO.....	85
CAPITULO 5 -.ESTIMAÇÃO E TESTES DOS MODELOS.....	89
5.1- RESULTADOS.....	90
5.1.1-MODELO 1.....	90
5.1.2.- MODELO 2	94

5.1.3- MODELO 3	97
5.1.4- MODELO 4	99
5.1.5- MODELO 5	102
CAPITULO 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	106
6.1 – CONCLUSÕES.....	106
6.2 – RECOMENDAÇÕES.....	107
REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA.....	108
ANEXOS.....	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Reta de regressão linear.....	37
Figura 3.2: Distribuição condicional das perturbações	38
Figura 3.3: Homocedasticidade.....	38
Figura 3.4: Correlação zero.....	39
Figura 3.5: Teste de auto-correlação.....	40
Figura 3.6: Função densidade de probabilidade padronizada	41
Figura 3.7: Distância vertical do ponto pesquisado à reta de regressão	43
Figura 3.8: Gráfico de Outlier.....	44
Figura 3.9: Gráfico de Outlier.....	45
Figura 3.10: Ponto influenciante	45
Figura 3.11: Relação linear.....	47
Figura 3.12: Relação não linear	48
Figura 3.13: Amostra insuficiente	48
Figura 3.14: A visão de Ballentine	50
Figura 3.15: Desvio total explicado e não explicado	50
Figura 3.16: Intervalo de confiança	53
Figura 3.17: Não tendenciosidade de um estimador	54
Figura 3.18: Eficiência de estimador	55
Figura 3.19: Consistência de um estimador	55
Figura 3.20: Teste de hipótese para o coeficiente de regressão “b”.....	56
Figura 3.21: Representação do erro padrão de “b ₂ ”	57
Figura 3.22: Teste de hipótese para “F”	59
Figura 3.23: Intervalo de confiança para valores de Y médio e individual..	62
Figura 3.24: Extrapolação	62
Figura 3.25: Modelo recíproco	64
Figura 3.26 Modelo Log-Log	64
Figura 3.27: Modelo Log-Log.....	65
Figura 3.28: Modelo Log-Linear	65
Figura 3.29: Modelo Linear-Log	66
Figura 3.30: Modelo Log-Inverso	66
Figura 3.31: Plano de regressão múltipla.....	67
Figura 3.32: Gráfico do resíduo versus variável	72
Figura 3.33: Homocedasticidade	73
Figura 3.34: Heterocedasticidade.....	74
Figura 3.35: Padrões hipotéticos dos resíduos ao quadrado estimados...	75
Figura 3.36: Padrões de autocorrelação.....	76
Figura 1: Gráfico dos resíduos da variável Valor do Terreno do Modelo1.	116
Figura 2: Gráfico dos resíduos da variável Valor do Terreno do Modelo2.	118
Figura 3: Gráfico dos resíduos da variável Valor do Terreno do Modelo3.	120
Figura 4: Gráfico dos resíduos da variável Valor do Terreno do Modelo4.	122
Figura 5: Gráfico dos resíduos da variável Valor do Terreno do Modelo5.	124

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Tipos de erro	54
Quadro 3.2: Análise da variância	60
Quadro 4.1: Variáveis empregadas no estudo	85
Quadro 4.2: Modelos analisados.....	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Matriz das correlações isoladas do modelo 1.....	90
Tabela 4.2: Matriz das correlações com influência do modelo 1	91
Tabela 4.3: Matriz das correlações isoladas do modelo 2.....	94
Tabela 4.4: Matriz das correlações com influência do modelo 2	95
Tabela 4.5: Matriz das correlações isoladas do modelo 3.....	97
Tabela 4.6: Matriz das correlações com influência do modelo 3	97
Tabela 4.7: Matriz das correlações isoladas do modelo 4.....	100
Tabela 4.8: Matriz das correlações com influência do modelo 4	100
Tabela 4.9: Matriz das correlações isoladas do modelo 5.....	102
Tabela 4.10: Matriz das correlações com influência do modelo 5.....	103
Tabela 1: Amostra do bairro Presidente Medice	111
Tabela 2: Resíduos da variável Valor do Terreno do modelo1	116
Tabela 3: Resíduos da variável Valor do Terreno do modelo2	117
Tabela 4: Resíduos da variável Valor do Terreno do modelo3	119
Tabela 5: Resíduos da variável Valor do Terreno do modelo4	121
Tabela 6: Resíduos da variável Valor do Terreno do modelo5	123

CAPITULO 1

1.1. Introdução e justificativa

Frequentemente o valor do solo urbano é definido de modo empírico pelo mercado imobiliário. Via de regra este valor é influenciado pela oferta e procura. É intuitivo que quanto maior a área de um lote maior será o seu valor, mas esta afirmação perde validade quando se considera fatores como infraestrutura, equipamentos, distintas tipologias de uso do solo, aspectos topográficos e a tipologia arquitetônica das construções adjacentes.

A Engenharia de Avaliações, no seu contexto moderno, apresenta uma gama de campos de atuação dentro da sociedade atual extremamente útil à solução de diversos tipos de problemas encontrados.

A Avaliação apresenta um significado amplo, resumida pelo conjunto de operações através das quais podemos formar juízo sobre o valor de um determinado bem, sendo, no caso de bens imóveis, o valor de uma propriedade ou de um direito a ela relativo.

Destacam-se neste campo as avaliações empresariais, o estudo no setor imobiliário, privatizações, assessorias periciais e tributações, onde a atuação do profissional da área é extremamente requisitada.

Para que seja feita uma boa avaliação, o profissional deve conhecer não só as ferramentas matemáticas envolvidas no cálculo, mas também o funcionamento do mercado onde se situa o imóvel. Os procedimentos e critérios a serem cumpridos nas avaliações encontra-se na **NB- 502**, Norma Brasileira de Avaliação de Imóveis Urbanos (ABNT , 1989).

A aplicação da estatística, principalmente na área inferencial, possibilitou o surgimento de procedimentos de avaliação de valores de imóveis com maior precisão não encontradas nos métodos anteriores, que empregavam grande dose de subjetividade, embora baseados em técnicas consagradas no meio profissional.

Para se atingir tais características científicas é necessário o uso de estatística avançada, com equações de regressão definidas a partir de amostras da população de imóveis em estudo. A citada Norma de Avaliação de Imóveis Urbanos, NB-502 (ABNT, 1989), exige estas técnicas para os níveis mais altos de rigor. Antigamente, o principal obstáculo para a disseminação dos procedimentos era a complexidade dos cálculos exigidos para a determinação das equações de regressão (normalmente com múltiplas variáveis), que possibilitam a inferência de valores. Com o emprego de computadores pessoais e de “softwares” estatísticos poderosos, esse tipo de análise tornou-se efetivamente acessível aos profissionais habilitados para o exercício profissional na área.

Muitas vezes os técnicos são deficientes na formação em avaliação de imóveis e estatística avançada obtida nas universidades. É fundamental conhecer o comportamento do mercado imobiliário da cidade, no caso Chapecó, para que se possa adotar procedimentos adequados à realidade local. Existem aspectos importantes na interferência no mercado, que devem ser cuidadosamente analisados, que são forças que podem criar, manter, modificar ou até destruir o valor de mercado de um bem imóvel. Tais forças são motivadas às vezes por normas sociais, ajustes e alterações econômicas, regulamentações políticas e até mesmo por situações físicas ou materiais, são estas que irão definir o modelo das variáveis que afetam o custo, o preço e o valor de um bem imóvel, que podem ser exemplificadas : (CÂMARA BRASILEIRA DO LIVRO, 1998, 15-16)

- *De Características Físicas e Naturais:*
 - *clima e topografia;*
 - *fertilidade do solo;*
 - *recursos minerais;*
 - *fatores comunitários, como o transporte, as escolas, as igrejas, os parques e as áreas de lazer;*
 - *controle das enchentes e conservação do solo;*
 - *características do solo e do subsolo;*

- *avanços tecnológicos que afetam o uso da terra.*

- *De Características Sociais:*
 - *crescimento e declínio populacional;*
 - *alterações na densidade populacional;*
 - *modificações no tamanho das famílias;*
 - *distribuição geográfica de grupos compatíveis;*
 - *atitudes relativas às atividades educacionais e sociais;*
 - *atitudes relativas ao projeto arquitetônico e sua utilidade;*
 - *outros fatores emergentes dos ideais e desejos sociais do homem.*

- *De Características Econômicas:*
 - *recursos naturais: suas quantidades, qualidades, localização e taxas de esgotamento;*
 - *tendências comerciais e industriais;*
 - *tendências de emprego e níveis salariais;*
 - *disponibilidade de dinheiro e crédito;*
 - *níveis de preço, taxas de juros e carga tributária;*
 - *todos os demais fatores que têm efeito direto ou indireto sobre o poder aquisitivo.*

- *Com Características Definidas por Regras Governamentais:*
 - *leis de uso e ocupação do solo;*
 - *códigos de edificação;*
 - *regulamentações policiais e de incêndio;*
 - *controles de aluguéis, medidas de segurança nacional, prioridades, demarcações, permissões para usos especiais e controles de crédito;*
 - *programas oficiais de habitação e empréstimos hipotecários;*

- *programas monetários que afetam a liberdade de uso dos imóveis, incluindo todas as formas de tributação.*

Desta forma, propõe-se um estudo detalhado de alguns elementos que interrelacionam-se e influenciam o valor do solo urbano, cuja área em questão é o Bairro Presidente Medice da cidade de Chapecó . Procura-se através de uma metodologia específica identificar os fatores que intervem na valoração.

A importância do trabalho é de contribuir para os setores da sociedade seja ele imobiliário, tributário, judicial e bancário.

1.2. Objetivo

O objetivo geral do trabalho é contribuir para o conhecimento do mercado imobiliário, mais precisamente com relação à valoração do lote urbano na cidade de Chapecó, mais especificamente no Bairro Presidente Médice. Pretende-se para a análise do valor, abordar os métodos usados na engenharia de avaliações .

O objetivo específico do trabalho é estimar e testar modelos estatísticos que expliquem a formação de valor do m² do solo urbano no Bairro Presidente Médice, da cidade de Chapecó.

1.3. Metodologia

O trabalho de pesquisa realiza-se no bairro Presidente Médice , da cidade de Chapecó. Utiliza-se uma amostra de 42 terrenos vendidos pelas imobiliárias da cidade. Os dados são extraídos dos contratos de venda e compilados em formulário. Após a coleta dos dados definem-se as variáveis que intervem no processo de regressão via *software* e obtém-se assim a equação de regressão do modelo que mais se adapta à amostra tendo-se um cuidado especial na análise dos resíduos e da colinearidade entre as variáveis independentes.

Segundo a NB-502/1989 no ítem 7.6.8 " O valor final da avaliação, a ser indicado pelo engenheiro de avaliações em função do tratamento estatístico adotado, tem de estar contido em um intervalo de confiança fechado e máximo

de 80%. O trabalho pode ser enquadrado nestes níveis se testadas as hipóteses nulas de não haver regressão da equação e dos respectivos coeficientes, elas forem rejeitadas ao nível de significância máxima de 5%.”

Segundo Silva e Zeni (1998), quando a avaliação não requer o nível de precisão acima mencionada, pode-se tolerar valores de até 30%. Ainda segundo Silva e Zeni (1998), as correlações isoladas não apresentam um teste conclusivo para o modelo, as correlações com influência dão uma análise mais consistente, indica a correlação entre duas variáveis na presença das demais variáveis do modelo. Como sugestão para a análise, correlação entre duas variáveis pode ser aceita até 70% e correlações entre mais de duas até 40%.

1.4. Estrutura da dissertação

A dissertação está estruturada em seis capítulos. No primeiro capítulo faz-se a introdução do trabalho e discute-se a justificativa da pesquisa, os objetivos e as hipóteses. Em seguida no capítulo 2, apresenta-se uma síntese explicativa sobre o mercado imobiliário e principais características, a partir dos quais são escolhidas as variáveis medidas e testadas na formação do valor. Aborda-se a dinâmica existente neste setor da economia, em função da constante transformação das áreas urbanas e conseqüente alteração de valor. Apresenta-se ainda os conceitos de valor e preço e os métodos avaliatórios, os níveis de rigor constantes na NB-502 e os conceitos e métodos de amostragem. No capítulo 3 é apresentada a estatística aplicada à engenharia de avaliações e mostra-se como foi determinada a amostra de trabalho e fazendo-se uma exposição sobre os tipos de variáveis existentes e as variáveis empregadas no trabalho.

No capítulo 4 especifica-se os modelos de avaliação e a modelagem dos modelos.

No capítulo 5 é feita a estimação e teste dos modelos apresentados. Através de “*software*” estatístico obtem-se um modelo matemático de melhor ajuste eliminando-se pontos atípicos e variáveis independentes correlacionadas.

O último capítulo consiste na síntese e análise dos resultados obtidos quanto à hipóteses formuladas e variáveis testadas, ressaltando-se as que demonstram importância na formação de valor nos terrenos do Bairro Presidente Medice, da cidade de Chapecó.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização geral do mercado

Para desenvolver trabalhos de análise do mercado de imóveis é preciso conhecer o comportamento do mercado, principalmente com relação às variáveis admitidas como relevantes na formação do valor.

Há uma considerável variedade de produtos dentro do mercado imobiliário. Existem também grandes variações de preço entre imóveis semelhantes, dependendo de sua localização. A explicação mais comum para isso é a variação de valor dos terrenos onde as habitações são construídas, mas há outros fatores que contribuem para a diferenciação de preços (Lavender, 1990).

Algumas características especiais dos imóveis são a imobilidade do produto, a longa vida útil (pelo menos 50 anos), os investimentos financeiros relativamente altos e a interdependência entre terras públicas e privadas. A imobilidade faz com que cada imóvel seja diferente de todos os outros. Por exemplo, dois terrenos vagos, lado à lado, poderiam ser considerados diferentes. As construções, por sua vez, diferem em estilo, materiais, distância de transporte, existência de locais de emprego, existência de centros sociais e cívicos etc (Weimer e Hoyt, 1948).

Os imóveis, como outras mercadorias, são valorizados proporcionalmente à sua utilidade e escassez. Por exemplo, em locais de exploração de minérios, o valor da terra residencial eleva-se rapidamente no início da exploração, podendo perder quase totalmente o seu valor quando os recursos minerais se exaurem. Os valores modificam-se no tempo à medida que a sociedade se transforma. Padrões de consumo, conhecimento técnico e organização social variam, alterando a procura por determinadas características e, conseqüentemente, seu valor (Weimer e Hoyt, 1948).

Conforme Seeley (1976), existem diversos fatores que influenciam a demanda por imóveis, tais como:

- a) Prosperidade geral do país: em tempos de prosperidade, a demanda por imóveis aumenta, enquanto que em períodos de recessão acontece o inverso;
- b) Movimentos de população: em áreas com crescentes oportunidades de emprego, tende a aumentar a demanda por imóveis;
- c) Melhoramento dos transportes: a criação de novas estradas ou metrô cria novos locais de desenvolvimento e
- d) Mudanças no caráter da demanda: melhorias nos padrões de vida e trabalho podem criar demanda por novas habitações.

2.2 Localização

O valor de um imóvel depende diretamente das características do entorno, tais como: tipos de imóveis existentes, ruas, utilidades, conveniências. Mais que com o entorno imediato, o imóvel relaciona-se com a cidade inteira. Todavia, nem o crescimento nem o declínio econômico de uma cidade afetam as suas partes igualmente (Weimer e Hoyt, 1948).

O processo de urbanização acelerada das cidades produz profundas distorções na distribuição das infra-estruturas urbanas. A localização destas benfeitorias é produtora de gratuidades, incorporadas pelos bens imóveis através da elevação de seus preços. Como as benfeitorias não estão homogeneamente distribuídas no espaço urbano, a elevação dos preços imobiliários não é uniforme, mas diferenciada por áreas (Campos, 1988).

Melhoramentos nos transportes podem produzir descentralização urbana ou um maior crescimento relativo em algumas regiões da cidade, à medida que esses melhoramentos reduzam o tempo ou o custo de acesso ao centro urbano. Para uma mesma distância do centro, as regiões servidas por melhores sistemas de transporte (avenidas, trens) tendem a ter valores mais altos e de

declínio mais lento com a distância, do que aquelas não servidas por estas facilidades (Muth, 1975).

Balchin e Kieve (1986) apresentam a hipótese de que, quando o custo de transporte é nulo ou muito pequeno, os preços das habitações tendem a ser mais elevados. Por este mecanismo, os ricos viveriam perto do centro e os pobres, longe. Mas a situação oposta eventualmente ocorre: trabalhadores com baixos salários vivem perto do seu local de trabalho, para diminuir seus custos de transporte. Em regiões com densidades de habitação altas, à medida em que aumenta a renda, existe uma tendência das pessoas viverem mais distantes do seu trabalho, em locais de menor densidade, em imóveis maiores.

Pode-se concluir, então, que o transporte tem influência significativa nos preços das habitações. Porém, se for considerado o caso geral, em que o acesso a diversas regiões da cidade (universidades, hospitais, grandes centros de compras) pode ser de interesse para grande número de pessoas, a análise do fenômeno se complica e as alterações de preço dos imóveis não terão uma relação linear com as alterações do transporte (Lucena, 1985).

2.3 Crescimento da população e da cidade

O crescimento da população, ou de sua renda média, aumenta a demanda por habitação em uma cidade. No primeiro caso, o aumento na demanda resulta simplesmente da necessidade de habitação para um número maior de pessoas. No segundo, a quantidade média de serviços de habitação por pessoa ou os desejos de consumo devem aumentar. Em ambos, o aumento na demanda leva a um aumento nos preços por unidade de habitação. A curto prazo, os aumentos de preço levam a uma ocupação mais densa do estoque de habitações.

Por outro lado, a longo prazo, a quantidade de imóveis ofertados aumenta, baixando relativamente os preços. Ocorre transformação de terra de uso agrícola em áreas urbanas e um uso mais denso de áreas já urbanizadas, com a substituição de velhos imóveis por outros que proporcionam ocupação

maior do solo. Pode ser esperada uma mudança geral na forma da cidade (Muth, 1975).

À medida em que a cidade cresce, a distância dos locais periféricos ao centro histórico tende a ser cada vez maior, o que faz com que os custos de transporte dos indivíduos como um todo tenda a crescer proporcionalmente. Pode-se esperar que, a partir de determinado ponto, surjam condições ao aparecimento de um comércio mais sofisticado em determinadas localizações que originalmente dispunham de um comércio de caráter estritamente local. Com o contínuo crescimento da cidade, estes pequenos centros tendem a aumentar sua importância relativa dentro do contexto urbano, até atingir um status de centro polarizador dentro da metrópole (Lucena, 1985).

Por outro lado, quanto maior a cidade, maior tende a ser a diversificação de atividades e tendem a crescer as diferenças sócio-econômicas entre os residentes. A maior diferenciação dos indivíduos pode causar a estratificação espacial, resultando na existência de áreas específicas para localização de cada classe sócio-econômica (Lucena, 1985).

2.4 Características da habitação

Existem grandes diferenças no padrão de uso de diferentes áreas urbanas, tais como variações de características topográficas e climáticas, costumes sociais e religiosos (antigos ou atuais), demanda por bens e serviços, preferências dos consumidores, política do estado na oferta de utilidades públicas e serviços sociais (Balchin e Kieve, 1986).

Os indivíduos valorizam os diversos atributos da habitação de forma diferenciada e que, de modo geral, os preços implícitos de cada característica ou serviço da habitação tendem a variar diretamente com a oferta dos mesmos (Lucena, 1985)

Tal constatação realça o papel do estado, nos seus diversos níveis, como fornecedor de infra-estrutura urbana, pois, dependendo da forma pela qual os recursos disponíveis são gastos, ocorrem diferentes impactos sobre o preço da habitação nas diversas localizações. O estado dispõe de elevado

poder de influência sobre os preços dos imóveis urbanos através da oferta de serviços pelos quais é responsável, como, por exemplo, estradas e rodovias, que podem alterar significativamente o padrão de preços de imóveis.

2.5 Habitação versus situação econômica

Segundo Balchin e Kieve (1986) os melhores anos da construção residencial são quando há expansão da economia, baixas taxas de juros e crédito fácil. Quando há uma queda no nível econômico e quando o crédito é caro, há também uma estagnação do mercado.

Segundo Lavender (1990) o aumento da atividade econômica em regiões já estabilizadas frequentemente gera novos empregos. Em geral existe uma relação entre o mercado de habitações e o estado global da economia.

2.6 Conceitos de Valor e de Preço

“Avaliar é pôr medida às coisas vendáveis”.

Existem duas correntes, a que admite a existência de muitos tipos de valor, plurivalente. A outra, partindo de conceito diferente, estabelece, para um dado momento que o valor é único, que pode ser chamado de univalente.

Entre os adeptos de plurivalente está Stanley McMichael que em seu livro “Appraising Manual” alinha mais de 40 tipos de valor, tais como valor de mercado, de prejuízo, de contabilidade, de liquidação, de especulação, físico, tributário, de expropriação, de renda, etc. A corrente plurivalente liga o conceito de valor à finalidade para o qual ele é determinado.

A escola univalente se baseia em que a avaliação é independente de sua finalidade. Embora admitindo que o valor não seja uma propriedade intrínseca da coisa avaliada, é uma característica do mercado, resultante da oferta e procura.

Na polêmica entre as duas escolas, objeto de debates em congressos, livros, palestras, acabou por prevalecer a idéia univalente, referenciada na NB-502/89 (Norma Brasileira para Avaliações de Imóveis Urbanos) da ABNT, com a seguinte definição:

“O valor a ser determinado correspondente sempre àquele que, num dado instante, é único, qualquer que seja a finalidade da avaliação. Esse valor corresponde também ao preço que se definiria em um mercado de concorrência perfeita, caracterizado pelas seguintes premissas:

- a) homogeneidade dos bens levados a mercado.*
- b) Número elevado de proprietários e compradores, de tal sorte que não possam individualmente, ou em grupos, alterar o mercado.*
- c) Inexistência de influências externas.*
- d) Racionalidade dos participantes e conhecimento absoluto de todos sobre o bem, o mercado e as tendências deste.*
- e) Perfeita mobilidade de fatores e de participantes, oferecendo liquidez com liberdade plena de entrada e saída de mercado.”*

Uma vez estabelecido o conceito de valor, tem-se também o conceito de preço, que segundo o engenheiro Hélio de Caires:

“Admite-se normalmente que o preço é a quantia em dinheiro pela qual uma determinada quantidade de mercadoria possa ser trocada ou cedida”.(Caires, 1978)

2.7 Métodos de avaliação de bens imobiliários

Os métodos segundo a NB-502/89 item 6.2, podem ser:

- diretos: comparativo de dados do mercado e comparativo de custo de reprodução de benfeitorias e
- indiretos: da renda, involutivo e residual.

2.7.1 Método comparativo direto de dados de mercado

“Identifica o valor de mercado do bem por meio do tratamento técnico dos atributos dos elementos comparáveis constituintes da amostra” (ABNT apud Fiker, 1985)

É assim chamado porque o avaliador formula e emite juízo sobre o valor, comparando os valores ou preços do mercado de imóveis comparáveis.

Para se obter o valor de um imóvel por este método, é preciso que existam dados de transações com imóveis semelhantes, em número e especificação razoáveis para permitir a obtenção de resultados com confiabilidade. À partir da amostra do mercado, dois métodos podem ser adotados: a homogeneização de valores ou a inferência estatística.

A homogeneização é um procedimento mais antigo, largamente empregado no país. Os valores de mercado geralmente se apresentam com as características mais diversas em relação à forma de pagamento, à data, às medidas, à topografia à situação e outras. Para se obter dados homogêneos usa-se coeficientes corretivos (Moreira, 1984).

A coleta de dados de mercado para a avaliação sempre envolve imóveis heterogêneos, distintos daquele que está sendo avaliado, por causa das particularidades de cada unidade. Em função disto, o avaliador necessita transformar (homogeneizar) os valores, para poder comparar estes imóveis (Moreira, 1984).

Por este processo, os elementos da amostra são homogeneizados de modo a torná-los mais semelhantes. Como já foi dito, há coeficientes para forma de pagamento, dimensões e forma do terreno, posição no quarteirão, topografia, localização, disponibilidade de serviços públicos, existência de calçamento e para qualquer outras características julgadas importantes.

A deficiência do método reside justamente na sua síntese: a obtenção dos fatores. Na bibliografia encontra-se diversas tabelas e fórmulas para calcular os fatores de homogeneização. Tais tabelas foram obtidas pela experiência dos profissionais ou por comparação de uma determinada amostra. Porém, não se pode afirmar que o comportamento do mercado de uma região se repita em outras regiões, de características distintas. Ao contrário, tudo leva a crer que existem modificações substanciais de um local para outro. As transformações constantes das cidades e da economia também tornam estas tabelas inadequadas. Portanto, a interferência do avaliador é fundamental para obter-se o valor, tendo os critérios e considerações adotados muita influência no resultado final.

A inferência estatística, por sua vez, consiste em calcular o valor do imóvel com base em equações obtidas por regressão. Conforme verificado anteriormente, o desenvolvimento da estatística e da informática aplicadas à avaliação de imóveis tornou acessível aos profissionais este método científico. Neste caso, para determinar o valor de um imóvel empregam-se modelos estatísticos, considerando diversas variáveis. Os coeficientes obtidos na análise de regressão, representam os pesos implícitos das referidas variáveis.

Assim, a avaliação de imóveis utiliza modelos microeconômicos para encontrar o valor de mercado em um determinado instante. Os modelos servem para fornecer estimativas do valor do imóvel, através da definição das características particulares do imóvel no modelo desenvolvido (Franchi, 1991; Lucena, 1985).

2.7.2 Método comparativo do custo de reprodução

O método do custo de reprodução compõe-se do cálculo do custo de aquisição do terreno e cálculo do custo de construção da edificação. O método fundamenta-se na premissa de que um comprador bem informado não pagará mais que o necessário para construir uma propriedade substituta, com a mesma utilidade daquela que está comprando (Moreira, 1984).

A base deste método é a consideração de que o valor de um imóvel é equivalente ao custo de execução da construção mais o custo do terreno. Este método é imperfeito, pois o valor da propriedade não é determinado pelo custo para construir, mas pelas relações entre compradores e vendedores. É usado para construções que raramente mudam de dono, como hospitais e escolas, para os quais existe pouca ou nenhuma evidência em forma de preços de venda, ou para prédios comerciais e industriais. É um método também largamente utilizado para cálculo de impostos prediais (Seeley, 1976).

O avaliador pode trabalhar sob várias abordagens de cálculo, como orçamento detalhado do imóvel, custo de grandes elementos, custo por unidade de área ou de volume ou ainda comparação com outro imóvel, de custo conhecido, fazendo-se ajustes nos elementos distintos (Weimer e Hoyt, 1948).

Quando se aplica este método, é necessário levar em conta a depreciação em construções antigas. Algumas construções podem ter acabamentos excessivamente caros e o valor da propriedade pode não ser necessariamente aumentado na proporção dos custos extras. Da mesma forma, uma residência projetada para necessidades específicas dos ocupantes pode não encontrar compradores (Seeley, 1976).

O cálculo do custo de execução é determinado para um imóvel semelhante, mas com materiais de uso corrente no momento da avaliação. Consideram-se todos os custos, como aquisição de terreno, projetos, lucro do construtor, impostos depreciação física e funcional, e ainda um elemento conhecido como “fator de comercialização” ou “vantagem da coisa feita” do imóvel avaliado, uma vez que este está pronto para uso (ABNT, 1989).

2.7.3 Método da renda

O valor do imóvel é obtido pela capitalização de sua renda real ou prevista, a uma taxa de juros compatível com o mercado, representado pelo valor atual dos benefícios futuros que resultam do direito de propriedade (Fiker, 1985; Moreira, 1984). É usado quando o valor depende essencialmente da capacidade de gerar lucros, como no caso de hotéis e cinemas. A abordagem usual é estimar o rendimento bruto e deduzir dele os custos de trabalho, juros sobre o capital e remuneração dos inquilinos. O balanço representa a quantidade que é possível para o pagamento de aluguel (Seeley, 1976).

Conforme Weimer e Hoyt (1948), determina-se a renda e os custos de uso do imóvel baseados nas informações do passado, e a diferença entre eles é projetada para a vida útil restante. Devido à depreciação das construções, os autores recomendam que se avalie separadamente a renda da terra – não afetada pela depreciação – e a renda das construções. Afirmam que só se pode usar as informações do passado se existirem razões para acreditar que a tendência verificada se manterá. Se forem percebidas alterações, devem ser feitos ajustes nos valores. Franchi (1991) afirma que os aspectos fundamentais

do método situam-se na escolha da taxa e na determinação do período de capitalização.

2.7.4. Método involutivo

Conforme o nome já sugere o valor é estimado através de um processo de involução. É muito usado na avaliação em glebas urbanizáveis onde o empreendimento considerado é um loteamento. Entretanto pode ser usado na avaliação de qualquer terreno. O processo considera a receita provável da comercialização de unidades hipotéticas baseado em preços obtidos em pesquisas levando em conta todas as despesas inerentes à transformação, no caso de terreno no empreendimento previsto. Considera lucro líquido, despesas de comercialização e remuneração do capital. O desenvolvimento desse método é um caso particular do método da renda.

2.7.5. Método residual

Neste método para estimar o valor de um terreno, subtrai-se do valor do imóvel o valor das benfeitorias. O valor destas poderão ser obtidos através da conjugação de métodos, a partir do valor do terreno, da reprodução das benfeitorias e o fator de comercialização.

Valor do imóvel = (valor do terreno + custo das benfeitorias) x fator de comercialização.

2.7.6. Conjugação de métodos

Segundo a Norma Brasileira (NB-502/89), quando da necessidade da conjugação de métodos, exige que:

- a) calcular o valor do terreno usando o método comparativo de dados de mercado e na impraticabilidade deste, usar o método involutivo.
- b) apropriar o custo das benfeitorias pelo método comparativo de custo de reprodução.

c) considerar o fator de comercialização, pois dependendo da época ou da conjuntura econômica, este poderá ser maior ou menor que a unidade.

Em zonas de alta densidade urbana onde o aproveitamento é eficiente, deve-se analisar a adequação das benfeitorias cujos cálculos deverão estar explícitos no laudo.

2.8 O nível de rigor segundo a NB-502/89

O nível de rigor de uma avaliação é função direta das informações que podem ser obtidas do mercado através das amostras. O rigor está condicionado à abrangência da pesquisa, à confiabilidade e à adequação dos dados coletados, à qualidade do tratamento aplicado ao processo avaliatório, ao menor grau de subjetividade, entre outro.

Um trabalho avaliatório pode ser classificado, de acordo com os níveis alcançados em: expedito, normal e rigoroso. No item 7.6.10 da NB-502/89 prevê o nível rigoroso especial desde que atenda aos requisitos exigidos

2.8.1. Avaliação expedita.

Este nível é tolerado quando se dispensa a apresentação de comprovações matemáticas onde prepondera a subjetividade. A avaliação expedita é usada em casos onde o tempo é muito exíguo mas não dispensando as demais disposições da norma em particular ao disposto do item 1.2.

2.8.2. Avaliação normal

A avaliação normal está descrita no item 7.5 da NB-502/89. Apesar de neste nível ser usado metodologia adequada prevalece ainda uma certa subjetividade.

Para se fazer uma boa avaliação é necessário ter uma amostra de qualidade que é assegurada pela idoneidade das fontes de informação, pela sua atualidade, pela semelhança dos dados com o imóvel objeto da avaliação e pelo número de elementos efetivamente usados no cálculo sendo no mínimo

igual ou maior a cinco. Através da estatística descritiva faz-se o tratamento dos dados para serem usados na formação do valor, faz-se a homogeneização dos dados e usa-se métodos estatísticos para eliminar elementos da amostra supostamente discrepantes.

Nos casos de pagamento à prazo transforma-se os dados em à vista usando uma taxa de desconto, efetiva, líquida praticada pelo mercado financeiro respeitando a data deste elemento. No caso de dados não contemporâneos atualiza-se os dados lançando mão de índices econômicos oficiais.

Admite-se a homogeneização através de fatores empíricos consagrados em bibliografia específica. O universo amostral deve contemplar a característica do bem avaliado e quando isto não for possível o avaliador deve justificar a medida adotada .

2.8.3. Avaliação rigorosa

Segundo a NB-502/89, neste nível usa-se processos de inferência estatística que permitam obter estimativas não tendenciosas de valor e estabelecendo intervalos de confiança além de submetê-las a testes de hipóteses , cujos resultados devem satisfazer às exigências do nível de rigor.

O conjunto da amostra deve ser o mais aleatório possível onde cada elemento está expressamente caracterizado. A qualidade dos dados deve estar assegurada quanto à idoneidade e com a completa identificação das fontes de informação , quanto à sua atualidade, ao detalhamento da descrição de suas características, semelhança com o imóvel a ser avaliado,

O número de dados da amostra efetivamente utilizados (N) no tratamento inferencial deve ser igual ou superior à soma do número (K) de variáveis(explicada e explicativas) , mais 5 graus de liberdade no mínimo:

$$N \geq K + 5$$

Os preços com pagamento à prazo devem ser transformados em à vista adotando-se uma taxa de desconto efetiva, líquida e praticada pelo mercado financeiro à data correspondente a este elemento.

O intervalo amostral deve contemplar todas as características do bem avaliando, sendo admitidas diferenças de, no máximo, 10% do valor inferido na fronteira amostral da mesma característica.

Na atualização de preços dos valores antecedentes deve levar em conta a desvalorização da moeda e a valorização real dos imóveis, inferidas e justificadas pela equação por regressão.

O valor final da avaliação deve estar contido em um intervalo de confiança fechado e máximo de 80%.

Para enquadrar o trabalho no nível rigoroso, deve-se testar a hipótese nula de não haver regressão da equação e dos respectivos coeficientes devem ser rejeitadas ao nível de significância máxima de 5%.

2.8.4. Avaliação rigorosa especial

Segundo a NB-502/89 em seu capítulo 7 item 6.10, o modelo estatístico na avaliação rigorosa especial deve ser o mais abrangente possível onde estejam inclusas o maior número de características que influenciam o valor do imóvel.

Para que a equação não seja tendenciosa e seja eficiente, devem ser rejeitadas as hipóteses nulas da equação de regressão ao nível de significância máximo de 1%, e dos respectivos regressores, ao nível de significância máximo de 10% unicaudal ou 5% em cada ramo do teste bicaudal.

Deve ser verificada a condição de independência entre as variáveis, bem como as condições básicas referentes aos resíduos não explicados: normalidade, homocedasticidade e não auto-regressão, além de independência entre as variáveis.

Estabelece-se para o campo de arbítrio do avaliador um intervalo de confiança fechado e máximo de 80% e de menor amplitude, estabelecido para cada um dos regressores. Se houver multicolinearidade entre as variáveis deve-

ser satisfeito para os resíduos as condições básicas de normalidade, homocedasticidade e não auto-regressão.

Neste nível é rejeitada qualquer extrapolação. As características do bem avaliado devem estar contidas nos elementos de referência que compõe a amostra.

Para o tratamento inferencial é necessário um número (N) mínimo de dados expressa pela equação

$$N \geq 2K + 5 \quad \text{e} \quad N \geq 3K$$

Sendo: N- número de dados de mesma natureza

K- número de variáveis (explicada e explicativas)

- CAPÍTULO 3 – ESTATÍSTICA APLICADA À ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES

3.1 Considerações preliminares

O valor de um bem ou do direito de uso deste bem é decorrente de sua utilidade e/ou de seu potencial para o desenvolvimento de atividades econômicas. Os processos avaliatórios constituem-se de procedimentos estatístico-matemáticos que permitem ao Engenheiro de Avaliações estudar e explicar o valor de um imóvel ou de um direito sobre ele.

Os modelos de regressão obtidos através de procedimentos estatístico-matemáticos permitem determinar o valor de um bem ou de um direito sobre ele. Através do estudo das características intrínsecas e extrínsecas do bem em questão, são um instrumental técnico que nos permite estudar como o valor está relacionado aos outros atributos do bem.

A título de exemplo, podemos dizer que o valor de um terreno na maioria das situações está relacionado à sua dimensão, frente, profundidade, topografia, localização no contexto urbano e ao coeficiente de aproveitamento em face da legislação que regula o uso do solo, dentre outros atributos formadores de valor. Já os principais formadores de valor de uma loja são: frente, área, localização no contexto urbano e forma.

A estatística inferencial nos permite determinar e explicar o valor de mercado através do conhecimento das variáveis que influenciam na sua formação e da relação matemática existente entre estas últimas e o valor de mercado.

A solução da questão passa por duas etapas, a saber:

- 1) obtenção da curva representativa da relação entre o valor e os atributos formadores de valor;
- 2) obtenção de uma equação matemática capaz de expressar quantitativamente a relação existente.

A variável que se procura conhecer, no caso de avaliação o valor de mercado, é denominada “dependente” ou “explicada” e as formadoras de valor, que são as variáveis conhecidas, são denominadas “independentes” ou “explicativas”. Estas considerações foram extraídas dos autores Ficker (2001) e Dantas (1998).

A seguir apresenta-se os principais conceitos estatísticos usados pela Engenharia de Avaliações. Esses conceitos foram resumidos de Dantas (1998), Gujarati(2000), Hill (2000), Kmenta (1978).

3.2 Regressão simples

3.2.1-Modelo linear:

Quando a variável dependente ou explicada é determinada apenas por uma variável conhecida, temos uma regressão simples. Quando esta relação é linear, temos uma regressão linear simples.

A relação é representada pela equação da reta:

$$Y = b_1 + b_2X \quad (3.1)$$

Onde,

Y = variável desconhecida – dependente ou explicada.

X = variável conhecida – independente ou explicativa.

b_1 = intercepto, define o ponto em que a reta intercepta o eixo dos Y,

b_2 = é o coeficiente angular da reta e define a sua direção, mensura ainda, a variação de Y quando o valor de X é aumentado de uma unidade – também chamado coeficiente de regressão.

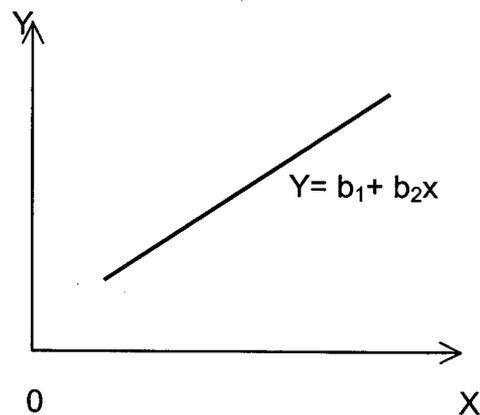


Figura 3.1 *Reta de regressão linear*

A equação de regressão linear simples do tipo $Y = b_1 + b_2X$ é representativa da reta de regressão de Y sobre X .

No caso específico da Engenharia de Avaliações, a variável “ Y ” desconhecida representa o valor de mercado, por exemplo, de um terreno, e a variável conhecida “ X ” pode representar a distância a um ponto importante na região. Nesta situação estamos considerando que o valor de mercado é função apenas da distância a um ponto importante na região, por exemplo, um centro comercial.

3.2.2 O modelo econométrico ou estatístico de regressão linear simples

Um modelo econométrico ou estatístico é expresso pela equação:

$$y_i = \beta_1 + \beta_2 x_i + \varepsilon_1 \quad (3.2)$$

onde β_1, β_2 são parâmetros da população.

Pressupostos do modelo de regressão linear simples

1. o valor médio de Y para cada valor de X é dado pela regressão linear

$$y_i = \beta_1 + \beta_2 x_i + \varepsilon_1$$

2. Para cada valor de X , os valores de y se distribuem em torno de seu valor médio, segundo distribuições de probabilidade que têm todas a mesma variância.

3. Os valores de Y são todos não-correlacionados e tem covariância zero, não tendo associação linear entre eles, ou seja, os valores de y sejam todos estatisticamente independentes. Tecnicamente o valor médio do erro é zero.

$$E(\varepsilon_i / X_i) = 0$$

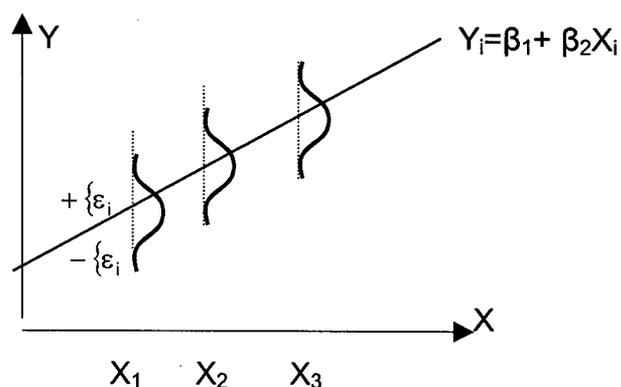


Fig 3.2 Distribuição condicional das perturbações ou erros

Fonte: Gujarati (2000, p. 51)

4. Homocedasticidade ou variância dos erros constante

$$\text{Var}(\varepsilon) = \sigma^2 \quad (3.2)$$

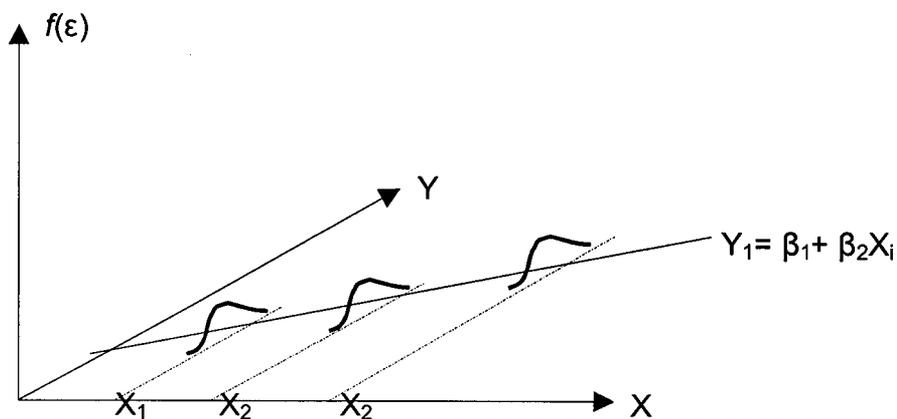


Fig 3.3 Homocedasticidade

Fonte: Gujarati (2000, p.52)

5. Nenhuma autocorrelação entre as perturbações. O erro de duas observações não correlacionadas. Pode-se dizer que os erros são independentes sob a condição de normalidade.

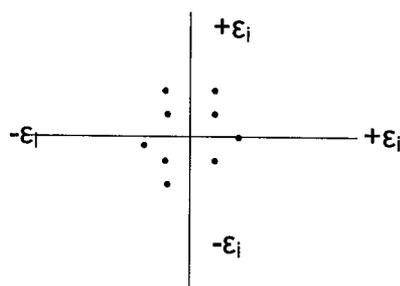


Fig 3.4 – Correlação zero

Dizer que os dados de mercado são independentes é afirmar que as transações ocorram independentemente da outra. A autocorrelação ou correlação serial pode ser detectada pela razão de Von Neumann (Dantas, 1998) ,

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2} \quad (3.3)$$

O valor de d , conhecido como estatística d foi desenvolvida e tabelada pelos estatísticos Durbin e Watson para os níveis de significância de 5%, 2,5% e 1%.

Nota-se que no numerador da estatística d perde-se uma observação quando se calculam as diversas diferenças.

As hipóteses que fundamentam a estatística d são: (Gujarati, 2000)

- o modelo de regressão inclui um termo de intercepto
- as variáveis explicativas, são não-estocásticas, ou fixadas em amostragem repetida.
- as perturbações e_t são geradas pelo esquema auto-regressivo de primeira ordem
- o modelo de regressão não inclui valores defasados da variável dependente como uma das variáveis explicativas.

- não há observações que estejam faltando nos dados.

Durbin e Watson fixaram um limite inferior (d_i) e um limite superior (d_s) de tal maneira que, se o d calculado se encontrar fora desses valores críticos, pode-se tomar uma decisão e admitir a presença de correlação serial positiva ou negativa. Estes limites dependem do número de observações n e do número de variáveis explicativas. Demonstra-se que para n muito grande $d=2(1-\rho)$, onde ρ representa o coeficiente de correlação entre e_t e e_{t-1}

Temos que:

$$-1 \leq \rho \leq 1 \quad (3.4)$$

isto implica : $0 \leq d \leq 4 \quad (3.5)$

Fica evidente que quando $\rho=0$, $d=2$ podemos presumir que não há autocorrelação nem positiva e nem negativa. Se $\rho=1$, $d=0$ tem-se autocorrelação positiva que ocorre quando os e_t s vão se juntar e, portanto, suas diferenças tenderão a ser pequenas. Matematicamente a soma dos quadrados no numerador será menor que a soma dos quadrados no denominador, que é um valor único para qualquer dada regressão. Se $\rho=-1$, ou seja, se houver correlação negativa perfeita entre os sucessivos resíduos, $d=4$. Quanto mais próximo de 4 estiver d , maior o indício de correlação negativa. Observando a equação (4.6) vemos que o numerador de d será relativamente maior que o denominador.

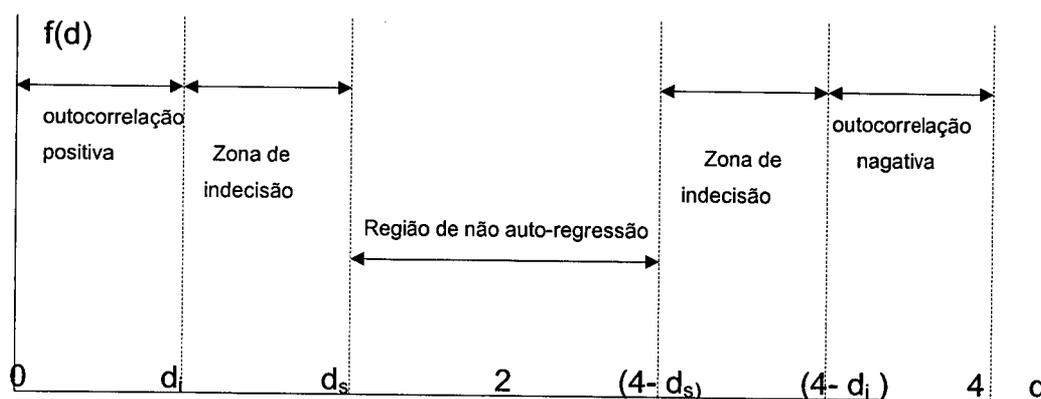


Figura 3.5 Teste de auto-correlação

Fonte: Gujarati (2000, p.424)

6.Os erros possuem distribuição normal

$$\varepsilon_i \approx N(0, \sigma^2) \quad (3.6)$$

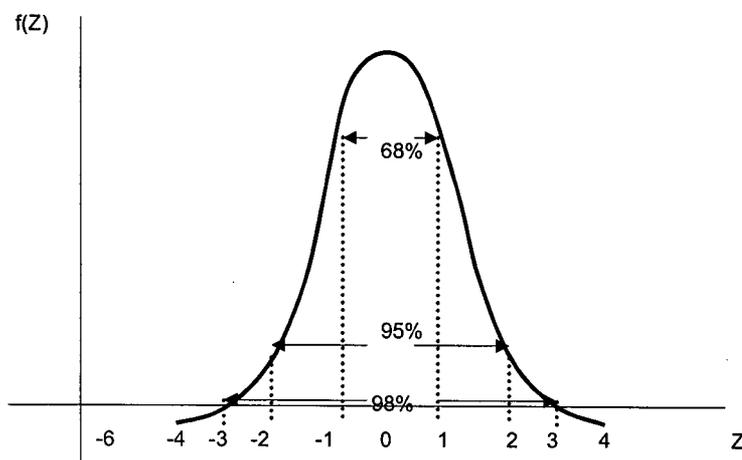


Fig 3.6 Função densidade de probabilidade padronizada

Fonte: Hill (2000, p.35)

A figura mostra a função densidade de probabilidade normal padronizada onde vemos que para que tenhamos uma distribuição normal ve-se que há 68,2% de probabilidade que o erro está a menos de um desvio padrão (de cada lado) da média zero; 95,4% de probabilidade de estar a menos de dois desvios padrão e 99,7% de probabilidade de estar a menos de tres desvios padrão.

Nos procedimentos avaliatórios o Engenheiro especializado utiliza-se de uma amostra de dados pesquisados em mercado. Através da análise da amostra vai estimar o valor da avaliação, ou seja, o da variável explicada “Y”, que representa o valor de mercado. A amostra permite ao avaliador fazer estimativas sobre a população, ou seja, realizar inferências.

Evidentemente, o verdadeiro valor de “Y” só pode ser obtido se conhecemos toda a população. Logo, existe uma diferença entre o real valor de “Y” e o valor para Y_{est} , estimado através da amostragem pela equação de regressão da amostra.

A equação:

$$Y_{\text{est}} = b_1 + b_2X + e \text{ evidencia esta diferença}$$

Y_{est} = estimativa do valor de “Y”

b_1 = parâmetro estimado para o intercepto

b_2 = valor estimado para o coeficiente de regressão ou coeficiente de inclinação

X = variável independente – regressor

e = erro total da regressão da amostra relativo é real equação de regressão de toda a população.

O erro deve ser analisado, pois nos leva a importantes conclusões sobre a regressão. Quando estamos procurando uma equação matemática através de uma amostra de dados coletados em mercado que explique e nos permita estimar o valor de um bem, devemos procurar aquela que tenha o menor erro em relação à verdadeira equação de regressão da população. O método dos mínimos quadrados nos permite obter uma estimativa da reta de regressão com erro mínimo.

3.2.3 Curva dos mínimos quadrados

A representação gráfica de uma equação matemática, seja ela uma curva ou reta explicativa de um determinado valor de mercado, em conjunto com a representação dos pontos X, Y, coletados em mercado, nos mostra que a maioria dos pontos está fora da curva ou da reta, demonstrando que na prática existe uma relação imperfeita entre as variáveis.

A curva ou reta, cuja soma dos quadrados das distâncias ou erros dos diversos dados de mercado em relação a ela é mínima, é denominada de “curva dos mínimos quadrados”. No caso de uma reta, temos a “reta dos mínimos quadrados”.

Esta curva ou reta é de melhor ajustamento para a amostra pesquisada, ou seja, aquela que permite melhor estimativa do valor de “ Y_{est} ” considerando a amostra disponível.

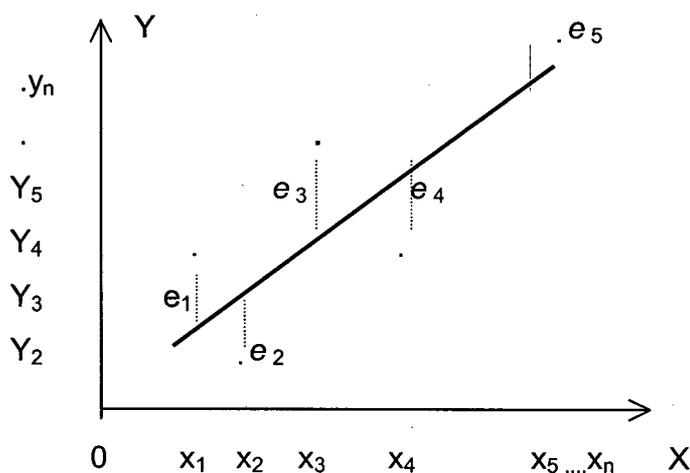


Figura 3.7. Distância vertical ou erro do ponto pesquisado à reta de regressão

Fonte: Mendonça (1998, p.39)

A equação é denominada de modelo ajustado e é do tipo:

$$Y_{\text{est}} = b_1 + b_2X + e \quad (4.7)$$

Sendo “ b_1 ” e “ b_2 ” coeficientes que devem ser calculados, também denominados estimadores de regressão.

3.2.4 Cálculo de “ b_1 ” e “ b_2 ”

Considerando que pela condição dos mínimos quadrados devem ter:

$$\Sigma (Y - Y_{\text{est}}) = \text{mínimo}$$

Considerando ainda que a minimização da equação implica:

$$\delta Y / \delta a = 0 \text{ e } \delta Y / \delta b = 0$$

Realizando as operações de derivação e os cálculos matemáticos, chegamos às equações que se seguem:

$$\Sigma Y = a \cdot n + b \cdot \Sigma X$$

$$\Sigma XY = a \Sigma X + b \Sigma X^2$$

Resolvendo o sistema, temos que:

$$b_1 = \frac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma XY}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} = Y_{\text{med}} - b_2 X_{\text{med}} \quad (\text{coeficiente linear}) \quad (3.8)$$

$$b_2 = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{\sum (X - X_{med})(Y - Y_{med})}{\sum (X - X_{med})^2} \quad (\text{coeficiente angular}) \quad (4.9)$$

Exceto as hipóteses básicas deve ser verificado a presença de dados discrepantes ou atípicos como também o coeficiente de correlação, coeficiente de determinação, o erro padrão da equação e o coeficiente de variação.

3.2.5. Pontos atípicos

Dados discrepantes nas amostras modificam a inclinação da reta de regressão. O ponto atípico deve ser analisado à parte. Pode-se dividir os pontos atípicos em outliers em pontos influenciantes.

3.2.5.1. Outlier

Pode-se detectar facilmente um outlier através de plotagem gráfica dos resíduos (e_i) versus valores ajustados (Y_{est}) onde se identifica um outlier pelo grande resíduo que o mesmo possui em relação aos demais da amostra.

As vezes pode-se ter amostras com grande dispersão com resíduos fora do campo de dois desvios padrão, mas que não representam outliers conforme se mostra na figura 4.6. e também pode-se ter um outlier sem que esteja fora do intervalo de dois desvio padrão como indicado na figura 4.7.

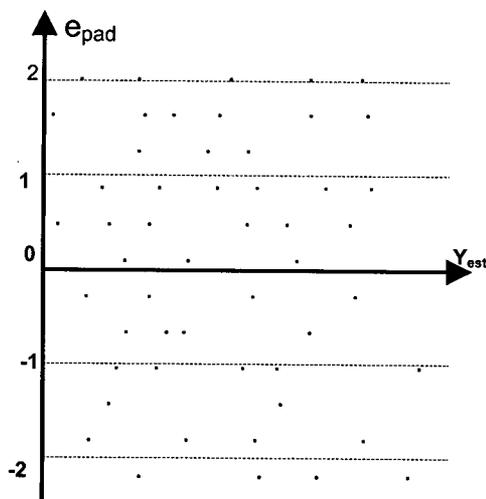


Fig 3.8 - Gráfico de outliers

Fonte: Dantas (1998, p.113)

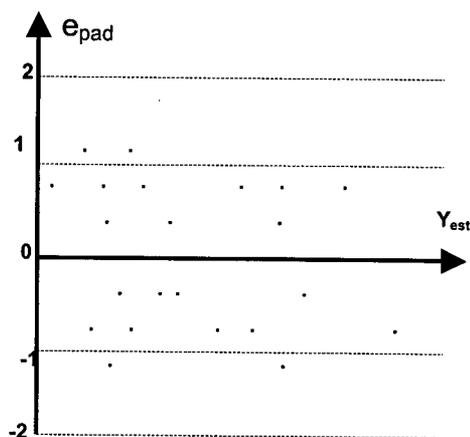


Fig 3.9 - Gráfico de outliers

Fonte: Dantas (1998, p.113)

3.2.5.2. Pontos influenciantes

São pontos que se distanciam da massa de dados as vezes com pequenos resíduos mas que podem alterar o comportamento natural mercadológico. Um método simples de detectar o problema através da plotagem da variável dependente ou dos resíduos em relação a cada variável explicativa. Existem também métodos estatísticos para detectar pontos influenciantes como o de Cook cuja idéia básica é verificar a dependência do modelo estatístico sobre as várias observações ajustadas.

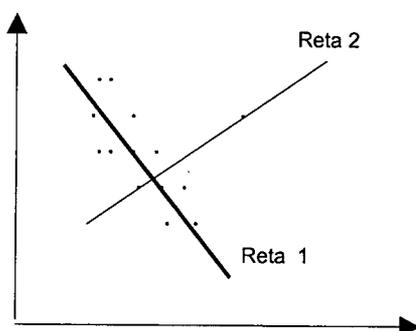


Fig 3.10 – Ponto influenciante

Fonte: Dantas (1998, p.114)

Na figura 3.10 mostra-se a presença de um ponto influenciante considerando a reta 1 ajustada. Segundo a reta 2 o ponto teria resíduo zero, contudo degenera completamente o modelo.

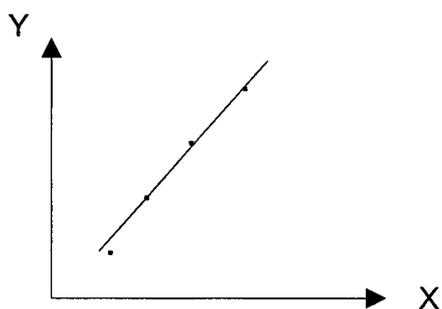
3.2.6. Coeficiente de correlação.

O coeficiente de correlação, foi introduzido por Karl Pearson, traduz numericamente o quanto as variáveis estão relacionadas entre si, é variável entre -1 e $+1$ e representado pela letra "r". Logo $-1 \leq r \leq +1$.

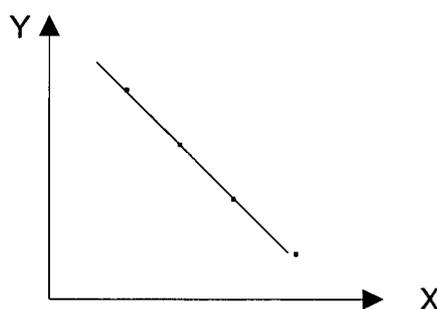
Quando o sinal de "r" é positivo, as variáveis variam no mesmo sentido, ou seja, um incremento positivo na variável explicativa implica um incremento positivo na variável explicada. O sinal negativo implica variação oposta e o valor nulo significa que não existe correlação entre as variáveis.

A bibliografia técnica especializada traz a seguinte tabela de interpretação da correlação:

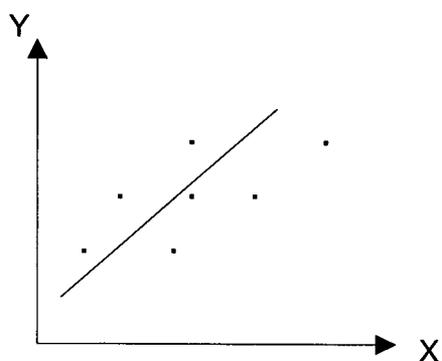
$R=0$	nula
$0 < r \leq 0,30$	fraca
$0,30 < r \leq 0,60$	média
$0,60 < r \leq 0,90$	forte
$0,90 < r \leq 0,99$	fortíssima
$r=1$	perfeita



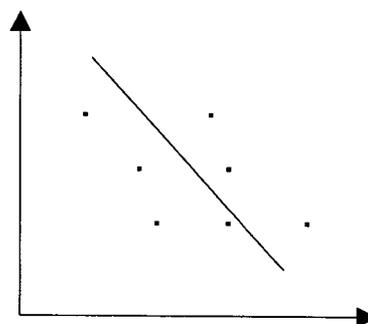
a) Relação linear perfeita
 $r=1$



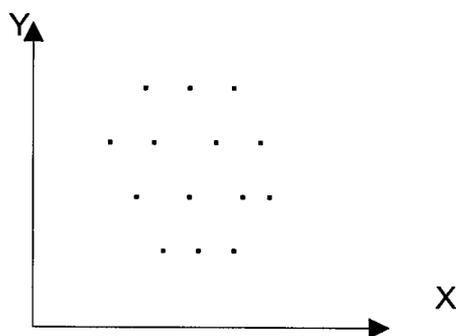
b) Relação linear perfeita
 $r=-1$



c) Relação positiva forte
 $r > 0$



d) Relação negativa forte
 $r < 0$



e) Nenhuma relação
 $r = 0$

Fig 3.11 Relação linear

Fonte: Mendonça (1998, p.44)

Muitas vezes pode não existir correlação linear mas poderá existir uma correlação não linear.

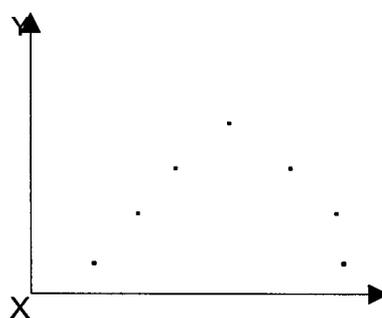


Fig 3.12 Relação não linear $r=0$

Fonte:Stevenson (1986) apud Hochheim (2000)

Pode-se ter uma amostra as vezes reduzida dando a impressão que não existir relação entre as variáveis.

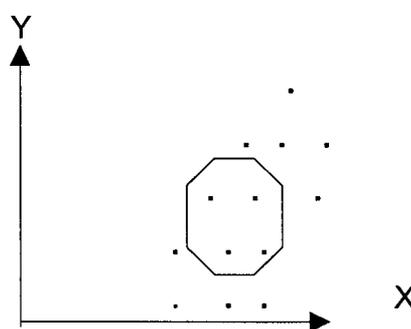


Fig 3.13 Amostra insuficiente $r \approx 0$

Fonte:Stevenson (1986) apud Hochheim (2000)

O coeficiente de correlação é definido como sendo a raiz quadrada da relação entre a variação explicada e a variação total observada na amostra.

$$r = \frac{\sum (X - X_{med})(Y - Y_{med})}{\sqrt{\sum (X - X_{med})^2 \sum (Y - Y_{med})^2}} \quad (3.10) \quad \text{ou} \quad r = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{S_x S_y} \quad (3.11)$$

Onde,

X_{med} = média aritmética dos valores de X

Y_{med} = média aritmética dos valores de Y

S_x = desvio padrão da variável X

S_y = desvio padrão da variável Y

A equação também pode ser escrita sob outra forma forma, fazendo:

$$X - X_{med} = x \text{ e } Y - Y_{med} = y \quad (3.12)$$

Temos então que:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} \quad (3.13)$$

Fazendo o desenvolvimento da fórmula (4.13) obtem-se:
(Costa, 1998 pg 223)

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (3.14)$$

Natureza do coeficiente de correlação:

(Costa, 1998)

- o coeficiente de correlação linear é desprovido de unidades
- o coeficiente de correlação não se altera quando se soma ou subtrai uma constante a cada valor da variável X e Y.
- o coeficiente não se altera multiplicando ou dividindo por uma constante a variável X e Y ou ambas.

3.2.7. Coeficiente de Determinação.

O coeficiente de determinação é uma medida sintética que diz quão bem a reta de regressão da amostra se ajusta aos dados. Mede a proporção ou porcentagem da variação total em Y explicada pelo modelo de regressão. (Gujarati, 2000)

Uma explicação heurística de r^2 , sob o aspecto de um artifício gráfico, pode ser dado pelo conhecido diagrama de Venn ou Ballantine. (Gujarati, 2000)

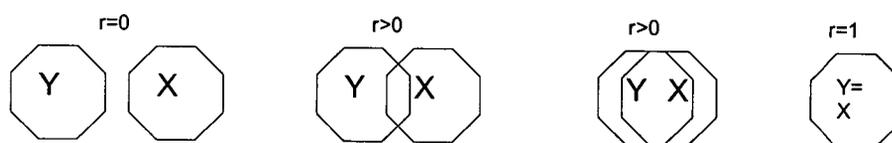


Fig 3.14 A visão Ballentine

Fonte:Gujarati (2000, p.65)

O círculo Y representa a variação na variável dependente Y e o círculo X representa a variação na variável explicativa X. A sobreposição indica até que ponto a variação em Y é explicada pela variação em X. O r^2 é simplesmente uma medida numérica dessa sobreposição. Quando não há sobreposição r^2 é zero. Quando a sobreposição é completa, r^2 é igual a 1 (um), ou seja, 100% da variação em Y é explicada por X.

O quociente da variação explicada pela variação total é denominado coeficiente de determinação. (Spiegel, 1985)

$$r^2 = \frac{\text{variação explicada}}{\text{variação total}} = \frac{\sum (Y_{\text{est}} - Y_{\text{med}})^2}{\sum (Y - Y_{\text{med}})^2} \quad (3.15)$$

Geométricamente temos:

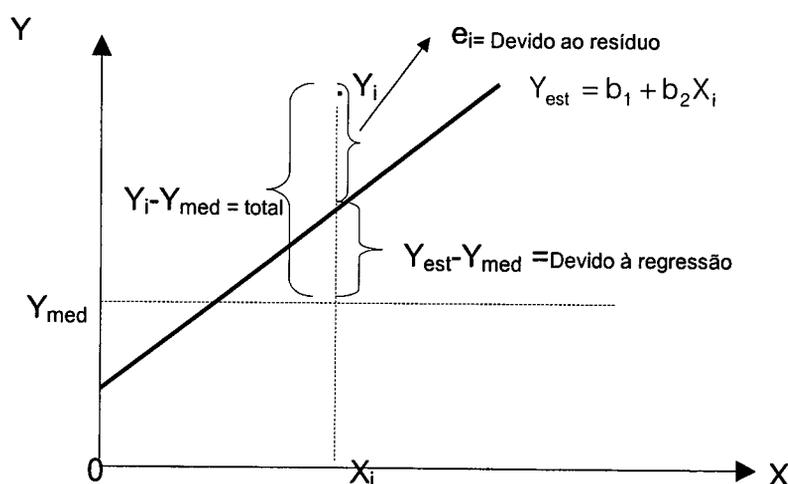


Fig 3.15 Desvio total, explicado e não explicado

Gujarati(2000, p.66)

O coeficiente é variável de 0 a 1 e sua notação é a letra “r” elevada ao quadrado “r²”, logo $0 \leq r^2 \leq 1$

O desvio total é a distância do ponto em relação a sua média (Y_{med}). Resíduo é a distância do ponto em relação a reta regressão também chamado de desvio não explicado. Desvio explicado é a diferença destes dois desvios. O complemento do coeficiente de regressão ($1-r^2$) representa a parcela não explicada pela variável X cabendo a outras variáveis não inclusas na equação. No caso limite de o número de dados forem igual ao número de variáveis r^2 é igual a 1. Segundo Surrey, 1979, apud Hochheim (2000).

Tendo em vista o acima exposto o coeficiente é ajustado em relação ao número de graus de liberdade, sendo portanto:

$$r^2 = 1 - \frac{(n-1)}{(n-k-1)} \cdot (1-r^2) \quad (3.16)$$

onde: n = número de observações

k = número de variáveis independentes

$n-k-1$ = número de graus de liberdade

Para valores diferentes de $r^2=1$, tem-se $r^2_{ajust} < r^2$, podendo r^2_{ajust} assumir inclusive valor negativo.

3.2.8. Erro padrão da equação de regressão.

É evidente que as estimativas por mínimos quadrados são uma função dos dados da amostra, que variam de amostra para amostra, logo aquelas também variam. O que se necessita é de alguma medida de precisão. Na estatística, a precisão de uma estimativa é medida por seu erro padrão que é expresso pela equação:

$$s_e = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_{est})^2}{n - k - 1}} \quad (3.17)$$

onde

s_e é desvio padrão dos resíduos.

A equação (4.17) mede o desvio padrão dos valores de Y em relação à reta de regressão estimada.

3.2.9. Coeficiente de variação

O coeficiente de variação mede a dispersão relativa das observações, que é obtido através da equação:

$$CV = \frac{S_e}{Y_{med}} \quad (3.18)$$

Quanto menor for o coeficiente de variação tanto melhor.

3.2.10. A inferência estatística

3.2.10.1. Conceitos

Usa-se para tirar conclusões sobre os parâmetros populacionais que pode ser através de estimativa ou testes de hipótese. (Dantas,1998)

a) estimativa: por exemplo ,obter a média ou a variância da população através de uma amostra é conhecido como o problema de estimativa.É o procedimento estatístico que permite prever, com certa probabilidade o valor de um parâmetro desconhecido populacional a partir de informações colhidas em amostras. A estimativa pode ser pontual ou por intervalo.

Estimativa de ponto: é aquele estimador que fornece apenas uma única estimativa, como por exemplo a média populacional.

Estimativa de intervalo:o conceito-chave da estimativa de intervalo é a noção de distribuição de probabilidade, ou amostragem, de um estimador.

b) testes de hipóteses: são usados para testar-se valores de certos parâmetros da população, ou natureza da população que podem ser:

a) paramétricos: formula-se a hipótese do valor de um parâmetro populacional;

b) aderência: formula-se a hipótese a respeito da natureza da distribuição da população.

Intervalo de confiança.

É o intervalo dentro do qual pode-se afirmar que o provável parâmetro da população está nele contido. A probabilidade é denominada de nível de confiança e o seu complemento de significância e simbolizada a probabilidade de erro.



Fig 3.16 Intervalo de confiança

Testes de hipótese.

Hipótese é uma conjectura, uma resposta provisória que, de acordo com certos critérios, será rejeitada ou não rejeitada. (Costa, 1998)

O experimento, por exemplo, é uma situação criada, construída pelo pesquisador, com o objetivo de testar uma hipótese. A natureza não é determinista, por isso, em lugar de aceitar o pesquisador prefere ser mais cauteloso e dizer não rejeitar, associando a essa última expressão uma probabilidade. A lógica da natureza não se confunde com a lógica formal. Esta trabalha com certezas, aquela, com probabilidades.

A hipótese que vai ser testada chama-se em estatística, hipótese nula e designa-se por H_0 e por H_1 a hipótese alternativa que poderá ficar no lugar da H_0 , caso ela seja rejeitada. A hipótese alternativa geralmente expressa a suposição que pretende-se provar.

Dois tipos de erros podem ser cometidos num teste de hipótese, designados por erro de 1ª espécie ou tipo I e erro de 2ª espécie ou tipo II.

Rejeitar ou não a hipótese nula depende decisivamente de α (nível de significância do teste) a probabilidade de cometer um erro do tipo I - a probabilidade de rejeitar a hipótese verdadeira..

O erro do tipo II consiste em se aceitar a hipótese nula (H_0) quando ela é falsa. A probabilidade de se cometer este tipo de erro é designada por β (intervalo de confiança). Habitualmente o α é fixado em 1%, 5% ou 10% que é uma decisão estatística.

Quadro 3.1 – Tipos de erro

Decisão \ Hipótese	Verdadeira	Falsa
Rejeitar a hipótese	Erro I	Certo
Não rejeitar a hipótese	Certo	Erro II

3.2.10.2. Propriedades dos estimadores:

As qualidades dos estimadores são: não – tendenciosidade, eficiência e consistência (Dantas,1998).

Não tendenciosidade

Se θ for o valor de um parâmetro representando a média da população θ_{est} é um estimador não tendencioso quando for igual a θ .

θ_{est} é um estimador não tendencioso de θ se $E(\theta_{est})=\theta$.

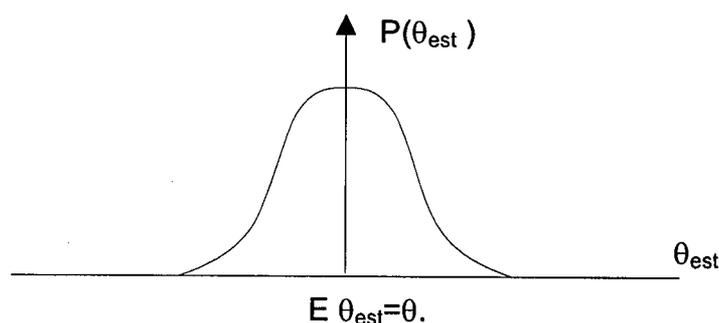


Figura 3.17 - Não tendenciosidade de um estimador

Fonte: Dantas (1998, p92)

Eficiência

Admite-se de dois estimadores não tendenciosos que aquele de menor variância ser denominado de estimador eficiente.

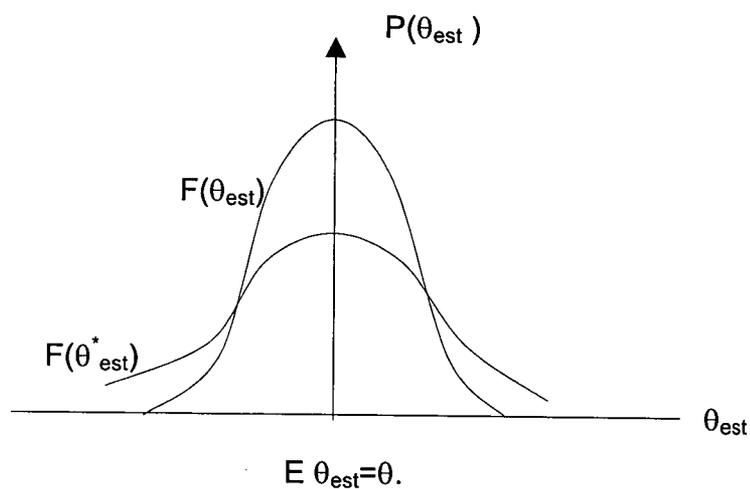


Figura 3.18 - Eficiência de um estimador

Fonte: Dantas (1998, p92)

Consistência

Se na medida em que a amostra crescer o parâmetro tender para o valor do parâmetro, pode-se afirmar que o mesmo é consistente.

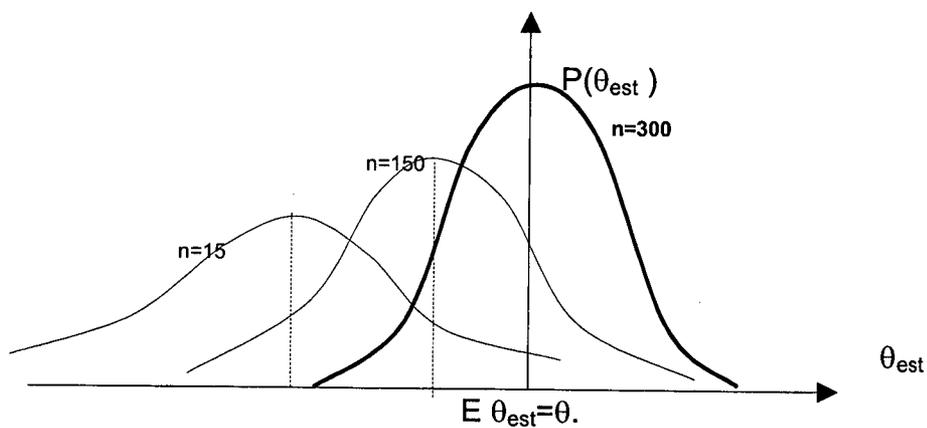


Figura 3.19 - Consistência de um estimador

Fonte: Dantas (1998, p93)

3.2.11. Teste de significância do coeficiente angular(b_2)

O teste de significância é um procedimento pelo qual os resultados da amostra são usados para verificar a validade ou falsidade de uma hipótese nula. A idéia-chave por trás dos testes de significância é a de uma estatística de teste (estimador) e a distribuição de amostragem dessa estatística conforme a hipótese nula.

$$H_0: b=0$$

$$H_1: b \neq 0$$

A decisão de aceitar ou rejeitar H_0 é tomada com base no valor da estatística de teste obtida com os dados disponíveis. Uma vez aceita a tendência de normalidade dos resíduos, a estatística de teste é:

$$t_{\text{observado}} = \frac{\text{valor amostral} - \text{valor esperado}}{\text{desvio padrão}} = \frac{b_2 - 0}{s_b} = \frac{b_2}{s_b} \quad (3.19)$$

onde: s_b = desvio padrão correspondente ao parâmetro estimado b_2 .

Para se testar a hipótese nula, a um nível de significância α , compara-se com:

$$\text{Se } |t_{\text{obs}}| > t_{\text{tab}}$$

rejeita-se a hipótese $b_2=0$ e aceita-se a hipótese alternativa, de b_2 ser diferente de zero , ao nível de significância testado, concluindo-se que a variável X é importante na formação do valor de Y.

O teste é bilateral e é visualizado na figura 3.17.

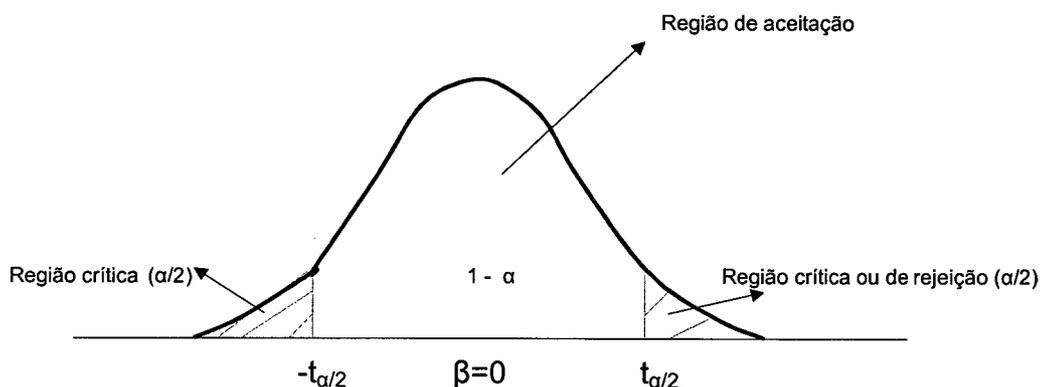


Fig 3.20 - Teste de hipótese para o coeficiente de regressão (b)

Fonte: Dantas (1998, p139)

A norma para avaliação de imóveis urbanos NB-502/89 determina em seu item 7.6.8 que os testes de hipótese para os coeficientes da reta de regressão devem ser feitos ao nível de significância máximo de 5% para as avaliações de nível rigoroso; e no item 7.6.10.a e ao nível de significância máximo de 10% unicaudal ou 5% em cada ramo do teste bicaudal para uma avaliação de nível rigoroso especial.

O desvio padrão da população (s_b) é a raiz quadrada da variância:

$$s_{b2} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{\sum X^2}} = \frac{\sigma}{\sqrt{\sum X^2}} \quad (3.20)$$

onde x é uma variável independente X medida a partir de sua média:

$$x = X - X_{med} \quad \text{ou} \quad \sum x^2 = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

A representação geométrica s_{b2} é:

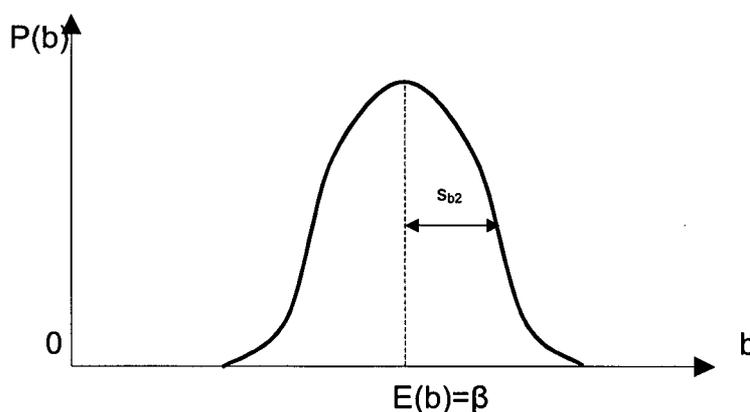


Fig 3.21 – Representação do erro padrão de b_2

Fonte: Wonnacott e Wonacott (1976) apud Hochheim(2000)

Na prática não se dispõe do valor de σ (população), ele é obtido das observações colhidas a partir da amostra. Então:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_{est})^2}{n - k - 1}} \quad (3.21)$$

O erro padrão estimado de b_2 passa a ser:

$$s_b = \frac{s}{\sqrt{\sum x^2}} \quad (3.22)$$

Pela análise da equação vê-se que o erro padrão é função inversa de x . Para termos um ajustamento mais confiável, a pesquisa deve ser feita com valores da variável X bem diferenciados entre si.

O que na verdade se quer é obter um valor de β o mais confiável possível, para isso estipula-se um intervalo de confiança. O teste de hipótese pode indicar se o verdadeiro valor de β não é zero.

$$b - t \cdot s_b \leq \beta \leq b + t \cdot s_b \quad (3.23)$$

3.2.12. Análise de regressão do ponto de vista da análise de variância (ANOVA)

Na figura 4.17 vê-se que a soma dos quadrados totais (SQT) é igual a soma dos quadrados explicados (SQE) mais a soma dos quadrados dos resíduos (SQR), um estudo destes componentes da SQT é conhecido como análise de variância (ANOVA) do ponto de vista da regressão. Pode-se então dizer que ela estuda o comportamento das variações totais, explicadas e residuais.

Faz-se a análise de variância utilizando-se a distribuição de Snedecor, cuja distribuição, conforme figura 4.19 e representa a distribuição amostral do quociente entre a variância de duas amostras independentes. Sendo a variância s^2_1 com n graus de liberdade e s^2_2 com p graus de liberdade, deve-se testar a hipótese :

$H_0 : s^2_1 = s^2_2 \longrightarrow$ é dizer que o mercado deve ser explicado por uma reta horizontal (Y_{med})

$H_1 : s^2_1 > s^2_2 \longrightarrow$ é dizer que o mercado deve ser explicado por uma reta inclinada (Y_{est}).

Demonstra-se que $\Sigma(Y - Y_{med})^2 = \Sigma(Y_{est} - Y_{med})^2 + \Sigma(Y - Y_{est})^2$

O teste é feito usando-se a expressão:

$$F_{calc} = \frac{s^2_1}{s^2_2} = \frac{\Sigma(Y_{est} - Y_{med})^2}{\Sigma(Y - Y_{est})^2} \times \frac{(n-2)}{1} = \frac{\text{var explicada}}{\text{var não explicada}} \quad (3.24)$$

Para rejeitar a hipótese nula de não haver regressão ao nível de α é necessário que F_{calc} seja maior que F_{tab} . Caso aconteça que F_{calc} seja menor, há indícios que a média explica melhor que a reta inclinada.

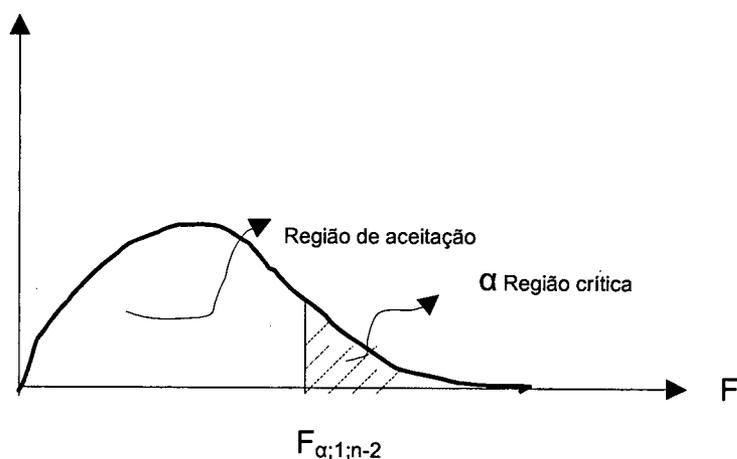


Figura 3.22 - Teste de hipótese para "F"

Fonte: Hochheim (2000, p 51)

Em avaliações deseja-se que a variância explicada seja grande e a não explicada seja pequena, toma-se para isso a primeira como s^2_1 e a segunda como s^2_2 .

Se $F_{obs} > F_{tab}$, rejeita-se a hipótese nula e aceita-se a hipótese alternativa, concluindo-se que existe regressão.

A norma para avaliação de imóveis NB-502/89 define que o teste de hipótese para a existência de regressão deve ser feito ao nível de significância máximo de 5% para as avaliações de nível rigoroso; e ao nível de significância máximo de 1% para uma avaliação de nível rigoroso especial.

Quadro 3.2 Análise de Variância

<i>variação</i>	<i>Soma dos quadrados</i>	<i>Graus de liberdade</i>	<i>Variância</i>	<i>Equação da Função F de Snedecor</i>
<i>Explicada</i>	$\Sigma(Y_{est} - Y_{med})^2$	<i>K</i>	$\Sigma(Y_{est} - Y_{med})^2/k$	$F_{obs} = \frac{\Sigma(Y_{est} - Y_{med})^2/k}{\Sigma(Y - Y_{est})^2/(n-k-1)}$
<i>Não explicada</i>	$\Sigma(Y - Y_{est})^2$	<i>n-k-1</i>	$\Sigma(Y - Y_{est})^2/(n-k-1)$	
<i>Total</i>	$\Sigma(Y - Y_{med})^2$	<i>n-1</i>	$\Sigma(Y - Y_{med})^2/(n-1)$	

3.2.13. Intervalo de confiança para o valor estimado (Y_{EST})

Uma das aplicações da equação de regressão é para prever o valor de Y, para um valor específico de X. Existem duas espécies de previsão: (1) previsão do valor médio condicional de Y correspondente a um X escolhido sobre a reta de regressão; (2) previsão de um valor Y individual correspondente a X. Estas duas previsões são chamadas de previsão da média e previsão individual.

Analisando a figura 4.20 nota-se que o intervalo de confiança para valores individuais de Y para um dado X é maior que o intervalo de confiança para o valor médio de Y.

3.2.13.1. Intervalo de confiança para a média

A NB 502/89 exige o cálculo do intervalo de confiança para Y, uma vez que o valor estimado de (Y_{est}) não é determinístico e sim probabilístico. Este intervalo em torno do valor estimado é chamado de campo de arbítrio do avaliador, determinado com a probabilidade estabelecida em norma de 80%. O intervalo de confiança a um nível (1-α) para a estimativa do valor de um bem, em torno de um ponto sobre a reta de regressão, é determinado pela relação:

$$Y = Y_{est} \pm t_{(\alpha/2; n-k-1)} s_e \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X_0 - X_{med})^2}{\sum (X - X_{med})^2}} \quad (3.25)$$

onde $s_e = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_{est})^2}{n - k - 1}}$ (3.26) desvio padrão dos resíduos

Analisando a figura 4.20 vê-se que a menor amplitude do intervalo ocorre quando o bem avaliando tem características idênticas à média das características da amostra. As amplitudes são maiores nos limites do campo amostral. A avaliação mais precisa ocorre para avaliações próximas que possuem características idênticas à média amostral.

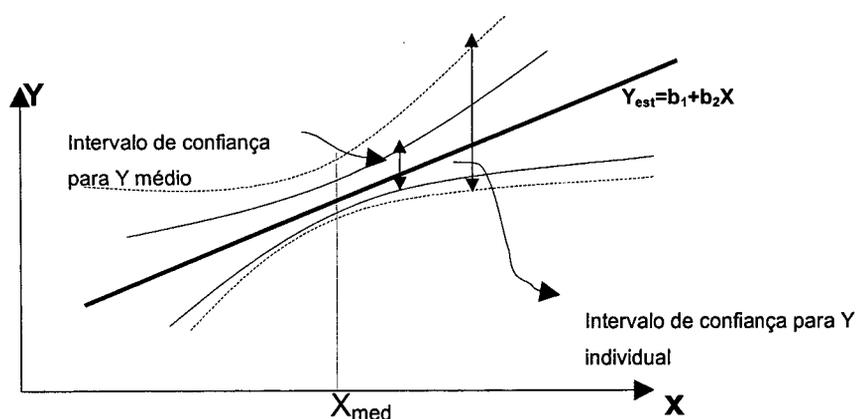


Figura 3.23 - Intervalos de confiança para valores de Y médio e individual

Fonte: Gujarati (2000,p.128)

3.2.13.2. Intervalo de confiança para um Y_0 individual

Para prever um valor Y individual, Y_0 , correspondente a um dado valor X_0 é dado pela equação: Gujarati,2000)

$$Y = Y_{est} \pm t_{(\alpha/2; n-k-1)} s_e \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X_0 - X_{med})^2}{\sum (X - X_{med})^2} + 1} \quad (3.27)$$

3.2.14. Interpolação e extrapolação de valores

Na interpolação os valores de X estão compreendidos no intervalo da amostra. Na extapolação o valor de X está fora do campo amostral gerando um valor de Y distorcido.

Uma vez que é a reta de regressão é definida com base amostral, fora dela nada pode-se afirmar.

Na figura 4.21 se mostra o comportamento do valor unitário de terrenos em função da distância do polo desvalorizante. Como a reta foi determinada em função dos valores de X da amostra, um $X_{extrapolado}$ estima o valor $Y_{extrapolado}$ que se distancia bastante do valor real (Y_{real}), conforme se pode ver na figura abaixo.

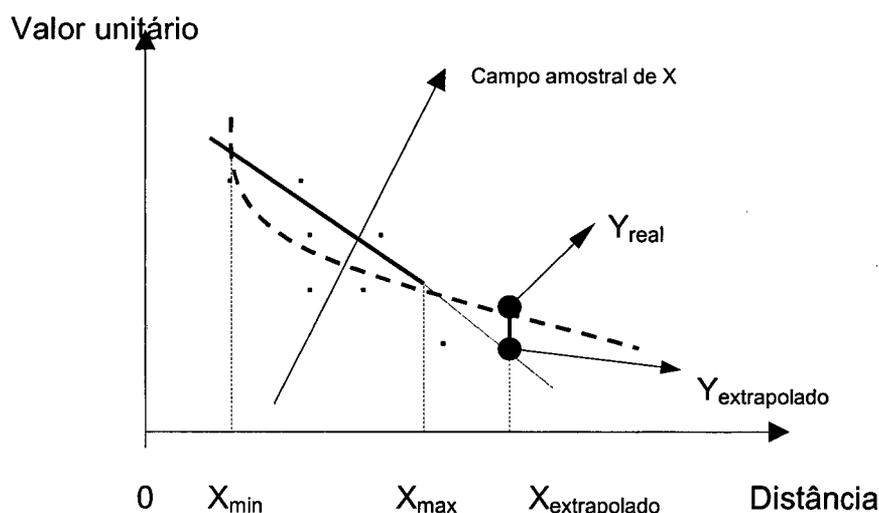


Figura 3.24. Extrapolação

Fonte: Hochheim (2000, p

A NB 502/89 no item 7.6.7. regulamenta a extrapolação para avaliações rigorosas:” *Todas as características do imóvel avaliando devem estar necessariamente contidas no intervalo amostral correspondente. E, se além da fronteira, obrigatoriamente se impõe a discussão da inelasticidade da função estimativa naquele ponto; neste caso, a característica assintótica é explicada, admitindo-se uma diferença de valor do bem avaliando de, no máximo, 10% do valor inferido na fronteira amostral da mesma característica.*”

Para avaliações rigorosas especiais a norma em seu item 7.6.10.b tem a seguinte redação:” as características do bem avaliando devem estar contidas no intervalo dos atributos de mesma natureza dos elementos de referência, sendo rejeitadas as extrapolações.

3.2.1.5- Escolha de uma forma funcional

A relação entre a variável independente e dependente não se dá necessariamente de uma forma linear. Na grande maioria dos casos esta relação é não linear podendo porém estas relações serem transformadas em lineares. O termo linear no modelo de regressão linear simples não significa uma relação linear entre as variáveis, mas um modelo em que os parâmetros compõem em forma linear, ou seja, o modelo é linear nos parâmetros, mas não necessariamente linear nas variáveis. A expressão linear nos parâmetros significa que os parâmetros não são multiplicados entre si, nem divididos, nem elevados ao quadrado etc. Todavia as variáveis podem ser transformadas de qualquer forma conveniente, desde que o modelo resultante satisfaça as hipóteses do modelo de regressão linear. Algumas formas algébricas que podem ser usadas nas transformações das variáveis são o logaritmo natural e a inversa. Utilizando essas duas transformações algébricas, pode-se representar uma imensa variedade de formas. Vê-se a seguir alguns modelos que empregam as variáveis Y e X , suas transformações logarítmicas, suas transformações recíprocas ou a combinação delas.

Algumas formas funcionais usuais são:

3.2.15.1 Tipo recíproco:

Modelo estadístico: $y = \beta_1 + \beta_2 \frac{1}{x} + e$

Coefficiente angular: $-\beta_2 \frac{1}{x^2}$

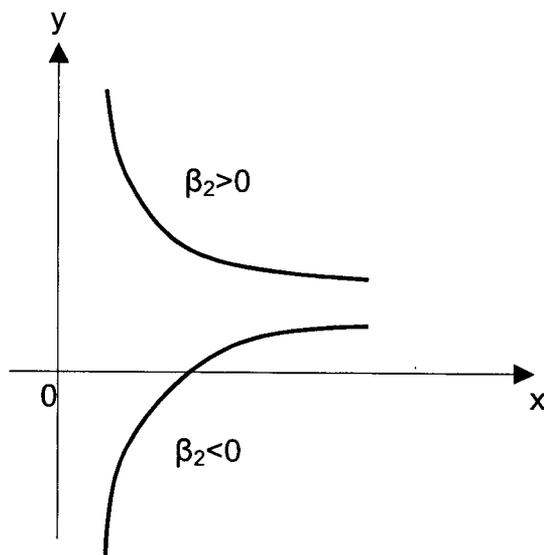


Fig 3.25 – Modelo recíproco

Fonte: Hill (2000, p.136)

3.2.15.2 Tipo Log-Log

Modelo estadístico: $\ln(y) = \beta_1 + \beta_2 \cdot \ln(x) + e$

Coefficiente angular: $\beta_2 \frac{y}{x}$

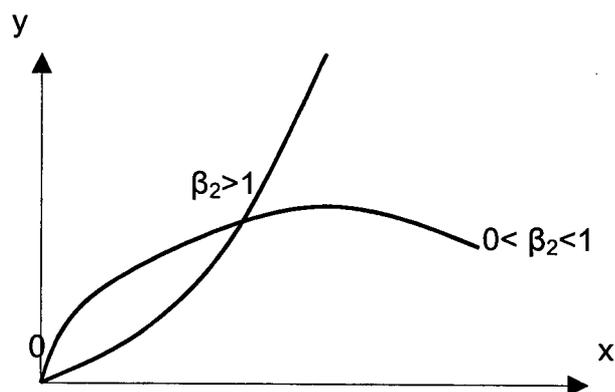


Fig 3.26 – Modelo Log-Log

Fonte: Hill (2000, p.136)

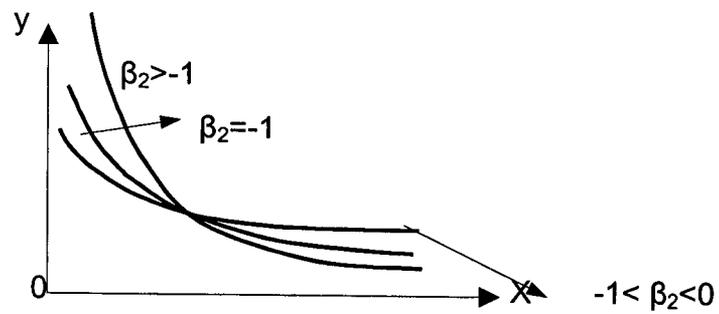


Fig 3.27 – Modelo Log-Log

Fonte: Hill (2000, p.136)

3.2.15.3. Tipo Log-Linear:

Modelo estatístico (exponencial): $\ln(y) = \beta_1 + \beta_2 x + e$

Coefficiente angular: $\beta_2 y$

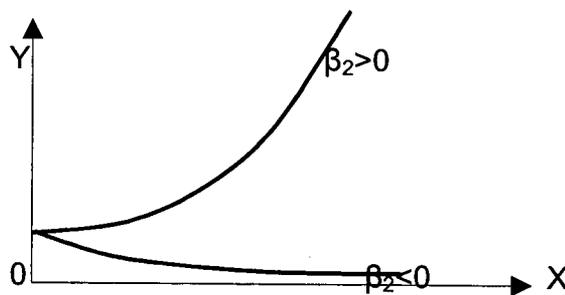


Fig 3.28 – Modelo Log-Linear

Fonte: Hill (2000, p.136)

3.2.15.4. Tipo :Linear -Log (Semi – log)

Modelo estatístico: $\ln(y) = \beta_1 + \beta_2 \ln x + e$

Coefficiente angular: $\beta_2 \frac{1}{x}$

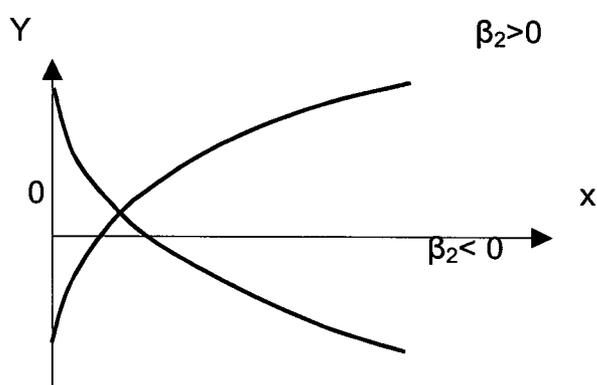


Fig 3.29 – Modelo Linear – Log

Fonte: Hill (2000, p.136)

3.2.15.5. Tipo Log-Inverso:

Modelo estatístico: $\ln y = \beta_1 - \beta_2 \frac{1}{x} + e$

Coefficiente angular: $\beta_2 \frac{y}{x_2}$

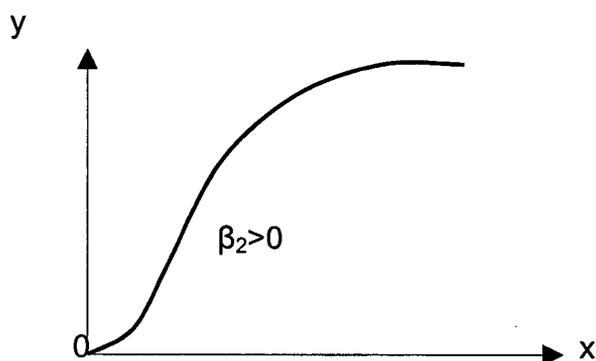


Fig 3.30 – Modelo Log- Inverso

Fonte: Hill (2000, p.136)

3.3. REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

3.3.1.-Introdução

A apresentação e o desenvolvimento do trabalho foi extraído dos autores Dantas (1998), Gujarati(2000), Hochheim (2000), Silva (2000).

Usa-se o modelo de regressão linear múltipla quando são necessárias mais de uma variável para explicar a variabilidade dos preços praticados no mercado.

Em Engenharia de Avaliações normalmente trabalha-se com modelos de regressão múltipla, tendo em vista a variedade de fatores que interferem nos preços de um bem. Como foi mostrado anteriormente, a representação gráfica de um modelo de regressão linear simples é uma reta. Isto é, a reta que passa mais próxima aos pontos observados, dispostos em um plano formado por dois eixos cartesianos: um para a variável dependente e outro para a variável independente. Quando o modelo é composto por duas variáveis independentes, os pontos estão, dispostos no espaço, formado por três eixos cartesianos: um para a variável dependente e um para cada variável independente. Supondo por exemplo, que se tivesse verificado a variabilidade dos preços (P) em função da áreas (A) e das distancias (D) de um imóvel, poderíamos plotar os pontos (A,D,P) nos eixos cartesianos, conforme figura e seguir:

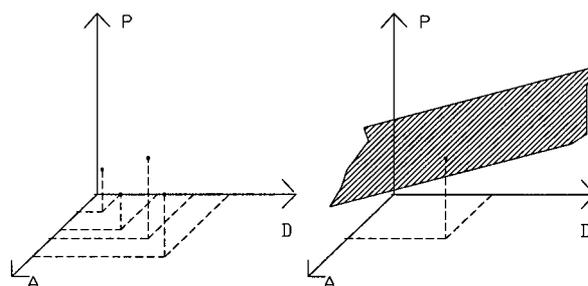


Figura 3.31 – Plano de regressão múltipla

Fonte: Dantas (1998, p.125)

Podemos ver que os pontos estão dispostos no espaço. O modelo de regressão linear será representado pelo plano que passar mais próximo de todos estes pontos. A equação deste plano, que representa a média estimada para os preços de mercado, será do tipo:

$$P = b_0 + b_1.A + b_2.D.$$

Cada variável independente que participa do modelo correspondente a um eixo, isto é, um vetor. A situação ideal é que estes vetores sejam independentes, ou seja, tenham produto interno nulo. Quando isto ocorre, os eixos são perpendiculares, sendo o ângulo entre eles 90° . Isto significa que cada variável influenciante deve contribuir para a explicação da variabilidade dos preços de forma independente. Uma situação oposta seria aquela onde existe uma dependência linear perfeita entre as duas variáveis independentes, o que implicaria colinearidade dos dois eixos correspondentes a estas variáveis. Neste caso, haveria a perda de uma dimensão do espaço, tornando-se impossível a estimação dos parâmetros. Na prática ocorre sempre uma situação intermediária entre uma colinearidade perfeita e ausência total de colinearidade, cabendo ao avaliador investigar até que ponto esta interferência, entre as variáveis independentes, torna-se prejudicial ao modelo. De um modo geral, quando n variáveis participam do modelo, os pontos estarão dispostos no espaço R^n e são ajustados a eles hiperplanos.

3.3.2. Modelo linear geral.

Quando se pretende explicar o comportamento do mercado imobiliário, com base em uma população de m preços nele praticados (Y_i), considerando-se k características influenciantes (X_{ij} , $j=1,\dots,k$), utiliza-se o modelo de regressão linear geral, que consiste de uma função linear do tipo

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad (4.28)$$

$i=1, 2, \dots, m$ e mais seis hipóteses básicas.

Onde:

$Y_1, \dots, Y_m \Rightarrow$ chama-se variável dependente, variável explicada ou variável resposta;

$X_{i1}, \dots, X_{ik} \Rightarrow$ são chamadas de variáveis independentes, variáveis explicativas ou ainda covariáveis;

$\beta_0, \dots, \beta_k \Rightarrow$ são denominadas de parâmetros da população

$\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n \Rightarrow$ são os erros aleatórios do modelo.

Quanto às hipóteses básicas, se resumem basicamente em normalidade, não auto correlação e homocedasticidade dos resíduos e mais uma sexta hipótese: que não deva existir nenhuma relação linear exata entre quaisquer variáveis independentes.

Para a verificação desta hipótese deve-se analisar a matriz das correlações que reflete as dependências lineares de primeira ordem entre as variáveis explicativas no modelo.

Se temos duas variáveis explicativas X_m e X_n o coeficiente de correlação é dado pela fórmula:

$$r_{mn} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{mi} - X_{mi_{med}})(X_{ni} - X_{ni_{med}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{mi} - X_{mi_{med}})^2 \sum_{i=1}^n (X_{ni} - X_{ni_{med}})^2}} \quad (3.29)$$

se $r_{mn} = 0$ tem-se que os vetores X_{mi} e X_{ni} são ortogonais e quando $|r_{mn}| = 1$ há colinearidade perfeita os vetores são coincidentes. Quando uma variável está correlacionada com mais de uma variável do modelo, temos a multicolinearidade, que gera degeneração no modelo e limita sua utilização. Em diversos casos a multicolinearidade é característico da amostra. Por exemplo se existir uma amostra de chácaras de áreas grandes, estas provavelmente se localizam mais distantes do centro. Pode ocorrer uma dependência linear entre as variáveis área e distância. Neste caso, o modelo só se presta para avaliar chácaras com áreas grandes distantes do centro urbano ou chácaras pequenas próximas do centro.

.Os valores médios de mercado para cada nível de X_{ij} ($j=1, \dots, k$), são estimados pela componente sistemática do modelo, que é representada por

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{i1} + \hat{\beta}_2 X_{i2} + \dots + \hat{\beta}_k X_{ik}, i = 1, \dots, m \quad (3.30)$$

Como é inviável o levantamento de todos os dados de mercado de uma população, na prática se trabalha com um subconjunto de n elementos desta população, denominado amostra, através da qual, utilizando-se a inferência estatística, estimam-se os parâmetros populacionais. A equação do modelo inferido dada por

$$Y_i = b_0 + b_1 X_{i1} + b_2 X_{i2} + \dots + b_k X_{ik} + e_i \quad i=1, \dots, m \quad (3.31)$$

Onde:

$b_0, \dots, b_k \Rightarrow$ são parâmetros estimados correspondentes a β_0, \dots, β_k

$e_1, \dots, e_n \Rightarrow$ são os respectivos estimadores de $\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n$, também denominados resíduos do modelo.

A estimativa do valor médio de mercado é dada, então, por

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_{i1} + b_2 X_{i2} + \dots + b_k X_{ik} \quad i=1, \dots, n \quad (3.32)$$

3.3.3. Significância global do modelo

Para este teste utiliza-se o teste F , que leva em conta a razão entre a variância explicada e a não explicada do modelo, conforme quadro 4.1 na análise de variância processada na regressão simples. O quadro 4.1 de análise da variância é conhecido como tabela de ANOVA.

Demonstra-se que F_{calc} , sob hipótese H_0 , tem distribuição de Snedecor com k grau de liberdade no numerador e $(n-k-1)$ no denominador. Esta distribuição foi tabelado por Fischer, por isso leva a letra F . A hipótese nula considera que nenhuma variável do modelo é importante para explicar a variabilidade dos preços observados. A hipótese alternativa admite que pelo menos uma das variáveis escolhidas contribui de maneira significativa para explicar a variação dos preços na amostra. Assim, para se rejeitar a hipótese H_0 , de não haver regressão ao nível α , é necessário que $F_{\text{calc}} > F_{\text{tabelado}}$.

3.3.4. Significância individual de um parâmetro

Desja-se testar se um parâmetro individual é não significativo, contra a hipótese alternativa de que o mesmo é significativo, a um determinado nível considerado. A hipótese a ser testada é:

$H_0 : \beta_j = 0$, contra

$H_1 : \beta_j \neq 0$

Uma vez comprovada a normalidade do erro aleatório, demonstra-se que t possui distribuição Student com $n-k-1$ graus de liberdade.

A estatística teste é a mesma de (3.19).

$$t_{\text{observado}} = \frac{\text{valor amostral} - \text{valor esperado}}{\text{desvio padrão}} = \frac{b_j - 0}{s_{b_j}} = \frac{b_j}{s_{b_j}}$$

onde: s_{b_j} = desvio padrão correspondente ao parâmetro estimado b_j .

Para se testar a hipótese nula, a um nível de significância α , compara-se com:

Se $|t_{\text{obs}}| > t_{\text{tab}}$

O teste é bilateral e é visualizado na figura 3.17.

Nota-se que pela equação (4.19) que a probabilidade de rejeitar H_0 é tanto maior quanto maior for o valor de t_{obs} . Pode acontecer que diante de um valor grande do parâmetro estimado, o teste t se poder mostrar fraco em função de o desvio padrão ser grande.

Pode-se também estimar intervalos de confiança ao nível $(1-\alpha)$ para os parâmetros b_j conforme (3.23)

3.3.5. Multicolinearidade

O termo multicolinearidade foi cunhado por Ragnar Frish e significava originalmente a existência de uma perfeita ou exata relação linear entre algumas ou todas as variáveis explicativas de um modelo de regressão.

Um dos pressupostos do modelo de regressão linear exige que nenhuma das variáveis esteja perfeitamente correlacionada com qualquer outra variável independente ou com qualquer combinação linear de variáveis independentes.

A multicolinearidade pode ser observada pelo coeficiente de correlação simples entre as variáveis independentes, analisadas duas a duas conforme equação (4.29). Caso o coeficiente seja reduzido até cerca de 0,40, o modelo

pode ser aceito. Cumpre ressaltar ainda que nem sempre uma correlação alta significa relação exata entre as variáveis. Pode ser uma situação casual, pois na maioria dos casos as correlações são parciais ou imperfeitas. A análise gráfica é outra forma de verificar as correlações através do comportamento dos resíduos do modelo versus a variável em questão.

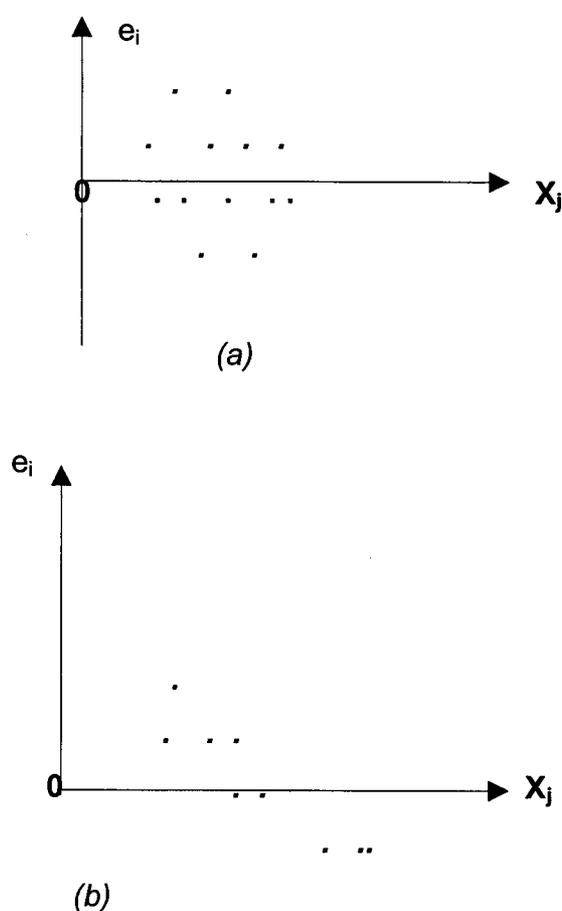


Figura 3.32 - Gráfico do resíduo versus variável

Fonte: Hochheim (2000)

No gráfico (a) os resíduos se distribuem forma aleatória, não mostrando nenhuma tendência, indicando a inexistência de multicolinearidade. No gráfico (b) verifica-se uma tendência no comportamento dos resíduos, caracterizando multicolinearidade.

Embora não haja nenhum método infalível para detectar a colinearidade há alguns indicadores, que são: (Gujarati,2000)

- a) R^2 alto, mas nenhum dos coeficientes de regressão é estatisticamente significativo segundo o teste t convencional.
- b) correlação alta em modelos com duas variáveis explicativas
- c) se R^2 é alto mas as correlações parciais forem baixas

3.3.6. Homocedasticidade

A homocedasticidade é outra importante hipótese do modelo clássico de regressão linear. É necessário verificar-se a hipótese de variância constante dos erros, pois esta é uma das condições fundamentais da teoria das regressões.

A situação em que a variância não é constante, heterocedasticidade, faz com que os coeficientes de regressão, b_1, b_2, \dots, b_k , sejam afetados pelos valores extremos das variáveis explicativas, acarretando perturbações nas estimativas de Y . A homocedasticidade pode ser verificada graficamente, através da observação do gráfico da regressão plotando-se os resíduos contra os valores estimados pela reta de regressão (Y_{est}). Se os erros se distribuírem aleatoriamente tem-se um modelo homocedástico. Se a variância aumenta com o aumento de Y_{est} tem-se um modelo heterocedástico.

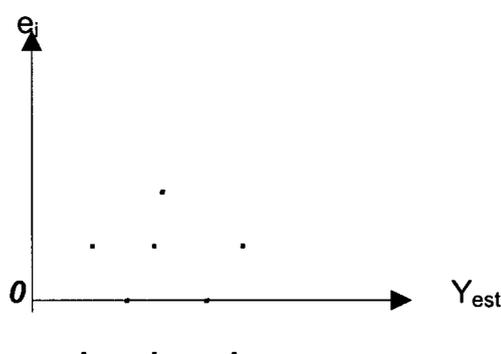
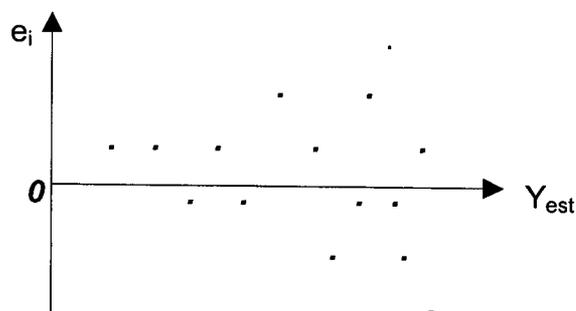


Figura 3.33 - Homocedasticidade

Fonte: Hochheim (2000)



Heterocedasticidade

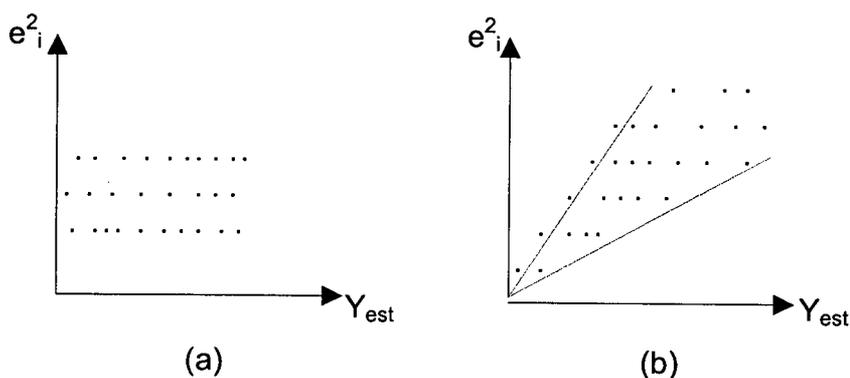
Figura 3.34 - Gráfico do resíduo versus reta de regressão

Fonte: Hochheim (2000)

Na figura 5.4 temos um comportamento aleatório dos resíduos em relação aos valores estimados (Y_{est}) de Y , o que significa variância constante ou modelo homocedástico.

Na figura 5.5 denota-se uma tendência no comportamento dos resíduos em relação à reta horizontal, indicativa de que a variância não é constante, ou seja, modelo heterocedástico.

Pode-se também plotar o quadrado dos resíduos (valores positivos) contra o modelo da reta de regressão (Y_{est}):



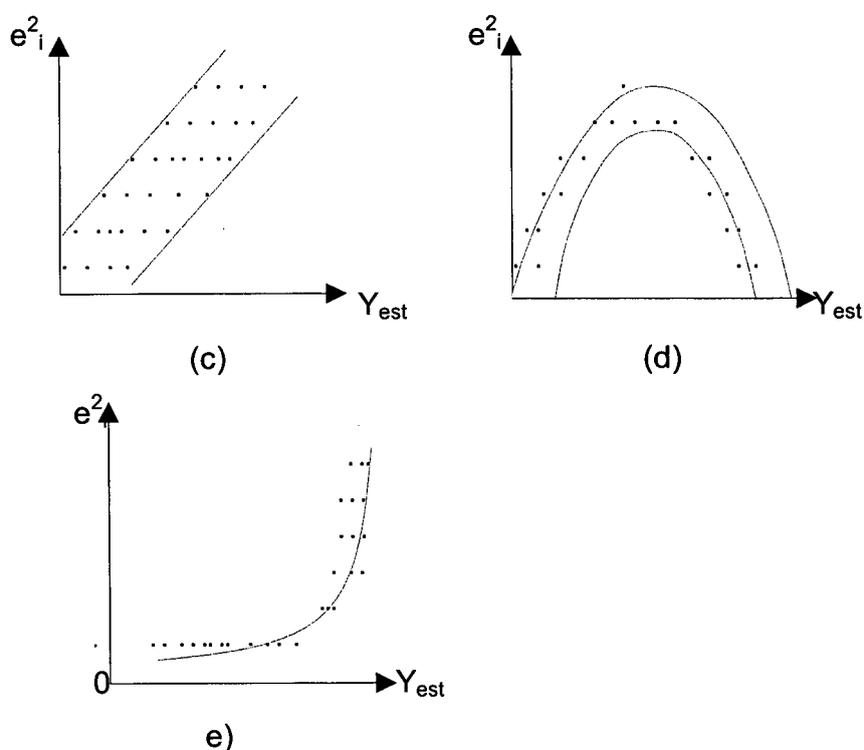


Figura 3.35 - Padrões hipotéticos dos resíduos ao quadrado estimados

Fonte: Gujarati (2000, p.368)

Na figura 3.40a vê-se que não existe nenhum padrão sistemático entre as duas variáveis, sugere que talvez nenhuma heteroscedasticidade esteja presente nos dados. Nas figuras 3.40b à 3.40e nota-se padrões definidos. A figura 3.40c por exemplo sugere uma relação linear, enquanto que as figuras 3.40d e 3.40e indicam uma relação quadrática entre e_i^2 e Y_{est} .

3.3.7. Autocorrelação

O termo autocorrelação poder ser definido como correlação entre membros de séries de observações ordenadas no tempo como uma série temporal ou no espaço. O modelo clássico de regressão linear supõe que não existe tal autocorrelação nas perturbações e_i . Na figura 5.7 visualiza-se alguns padrões de autocorrelação e da ausência de autocorrelação.

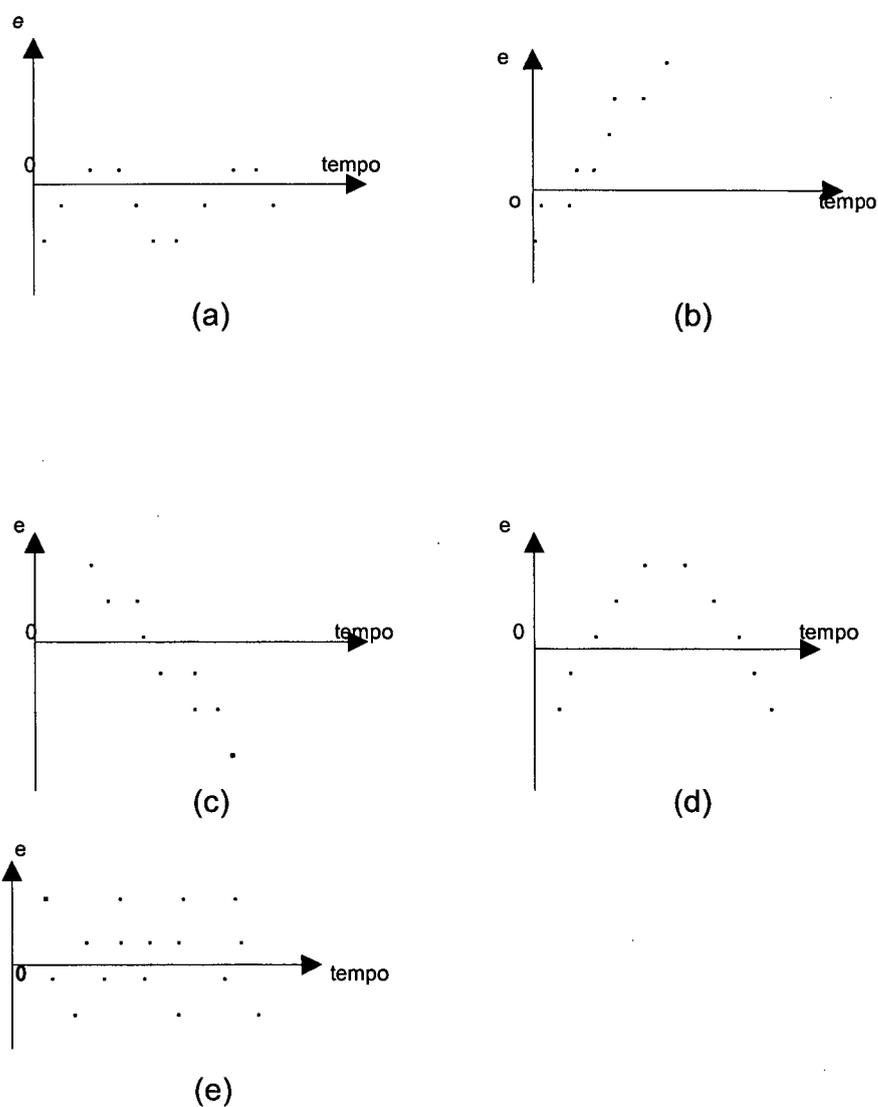


Figura 3.36 - Padrões de autocorrelação

Fonte: Gujarati (2000, p 403)

O ideal é quando uma transação é independente de outra, ou seja, o conhecimento do preço e condições de uma não interfere na outra (Dantas, 1998).

Para verificar a existência de autocorrelação entre os resíduos faz-se verificação através do teste de Durbin-Watson, conforme (4.3) descrito em 4.22 tem 5.

3.3.8. Normalidade dos resíduos.

A verificação da normalidade dos resíduos dá-se através da comparação da distribuição dos resíduos com a distribuição de uma curva normal padrão. Dividimos o resíduo de cada dado de pesquisa pelo desvio padrão dos resíduos da amostra pesquisada: $\frac{e_i}{S_i}$, e em seguida comparamos esta distribuição com a distribuição da curva normal (4..2.2 tem 6.)

3.3.9. Intervalo de confiança.

O intervalo de confiança para uma regressão múltipla é aquele de menor amplitude dentre os intervalos calculados para cada regressor. Calcula-se os limites inferiores (Li) e os superiores (Ls) para cada regressor b_i ($b_1, b_2...b_k$) e adota-se o de menor amplitude entre os intervalos calculados.

Calcula-se o intervalo o intervalo de confiança pela equação :

$$Y_{est} - t_{(a/2;n-k-1)} s(Y_{est}) \leq Y \leq Y_{est} + t_{(a/2;n-k-1)} s(Y_{est}) \quad (3.33)$$

A equação abaixo calcula o desvio padrão de Y_{est} :

$$s(Y_{est}) = s_e \sqrt{\frac{S_i^2}{n} + \sum (X_j - X_{medj})^2 b_j + 2 \sum_{ij} (X_j - X_{medj})(X_i - X_{medj}) \text{cov}(b_j, b_i)} \quad (3.34)$$

$i, j = 1, \dots, k ; i < j$

$\text{cov}(b_j, b_i)$ – covariância entre b_j e b_i

O desvio padrão resíduos é calculado:

$$s_e = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_{est})^2}{n - k - 1}} \quad (3.35)$$

Na NB 502/89 no item 7.6.10.c tem-se a seguinte redação sobre o intervalo de confiança :

“o campo de arbítrio do engenheiro de avaliações é correspondente ao intervalo de confiança máximo de 80% e de menor amplitude, estabelecido para cada um dos regressores de per si, ou para um subconjunto deles, caso haja evidência de multicolinearidade entre as variáveis relevantes ao modelo e, para os resíduos, sejam satisfeitas as condições básicas de normalidade, homocedasticidade e não auto-regressão”.

Roteiro de cálculo :

- a) Calcula-se o intervalo de confiança para cada b :

$$b_{i \text{ inf}} = b_i - t(t_{a/2;n-k-1}) s_{b1}$$

$$b_{i \text{ sup}} = b_i + t(t_{a/2;n-k-1}) s_{b1}$$

- b) Define-se o intervalo de confiança para Y , usando-se os valores de b calculados em a.
- c) Usa-se a menor amplitude para Y , dos cálculos efetuados.

3.4. Amostragem

O principal objetivo na amostragem é obter uma miniatura da população em estudo, possibilitando que as conclusões possam ser estendidas ao todo, com um certo nível de precisão. Para tanto, a amostra deve ser semelhante ao universo, ou seja, deve ter as mesmas características que este.

3.4.1. Terminologia

Para um perfeito entendimento do trabalho, apresenta-se a definição de alguns termos empregados adiante:

População: é um grupo de objetos , como pessoas, empresas ou imóveis. A população é finita se o número de objetos ou unidades

contidas é limitado, o que é o caso da maioria das populações. A população é constituída de unidades elementares, que não podem ser decompostas (Raj, 1972; Yamane, 1967);

“População é qualquer conjunto de informações que tenham, entre si, uma característica comum.”(Costa, 1998)

- Grupo: é a junção de diversos elementos unitários. Por exemplo, uma cidade pode ser considerada um grupo de imóveis (Raj, 1972);
- Unidade amostral: é a menor unidade que participa da amostra.
- Fração amostral: é a parcela da população que é selecionada em uma amostra. (Raj, 1972);
- Amostra aleatória: é a amostra em que cada elemento tem a mesma possibilidade de ser selecionado (Raj,1972);
- Reposição: na seleção da amostra, os elementos selecionados podem ser recolocados na população, com a possibilidade de serem novamente selecionados (Raj, 1972). A reposição torna a amostra virtualmente infinita.
- Tendência: é a não –aleatoriedade dos dados. Existe um comportamento identificável dos dados (apresentando aumento ou decréscimo constantes ou cíclicos) (Raj, 1972).
- Probabilidade: é a proporção de vezes que um determinado evento ocorre em repetidas tentativas de um experimento.(Gujarati, 2000)
- Variável aleatória: é denomina-se de variável aleatória toda variável cujo valor se obtem pelo resultado de um esperimento ao acaso. A variável aleatória pode ser discreta ou contínua.
- Variável aleatória discreta: é variavel aleatória assume somente números finitos. Ex: 0,1,2....
- Variável aleatória contínua: é aquela que pode assumir qualquer valor em algum intervalo de valores.

- Valor esperado: de variável discreta X , indicado por $E(X)$, é definido como:
$$E(X) = \sum_x x.f(x)$$

- Variância: Se X é uma variável aleatória e $E(X)=e$, a dispersão dos valores X em torno do valor esperado pode ser medida pela variância, definida como:

$$\text{var}(X) = s_x^2 = E(X - X_{\text{med}})^2$$

- Covariância: X e Y são duas variáveis aleatórias discretas com médias X_{med} e Y_{med} , respectivamente, define-se como covariância

$$\text{cov}(X, Y) = E\{(X - X_{\text{med}})(Y - Y_{\text{med}})\}$$

- Inferência estatística: é tirar conclusões sobre parâmetros populacionais, com base nas estatísticas amostrais, podendo ser por estimação ou testes de hipóteses.

3.4.2. Métodos de amostragem

Alguns procedimentos amostrais dependem de julgamento de especialista. Neste caso, a probabilidade de seleção de cada elemento da população pode não ser igual, ou seja, a precisão da amostra é desconhecida. São as amostras julgadas ou não probabilísticas. A opção contrária é a amostragem onde todos os elementos tem a mesma chance de serem selecionados, sendo a amostra conhecida como aleatória ou probabilística. Nestas, os erros podem ser controlados e calculados. (Yamane, 1967)

As amostras aleatórias tem a vantagem de prescindir de especialistas e de permitir a avaliação dos resultados com precisão. Nestas amostras, cada unidade da população tem uma chance conhecida e diferente de zero de ser escolhida. (Raj, 1972). Por outro lado, as amostras julgadas, obtidas com a interferência de especialistas, não são, em princípio, maus procedimentos (Yamane, 1967).

Existem várias formas e processos de amostragem, fartamente documentados e utilizados. É preciso verificar qual o mais indicado, de forma a

obter uma amostra adequada aos propósitos da análise. A seguir, apresenta-se uma breve descrição dos métodos e processos disponíveis para o tipo de estudo que se deseja realizar.

3.4.2.1. Amostragem aleatória simples

É o processo de seleção de elementos onde todos tem a mesma probabilidade de serem selecionados diretamente. A seleção é usualmente feita com números aleatórios. Porém, pode ser muito caro ou difícil elaborar listagens completas da população para a seleção, ou então a variabilidade pode ser muito alta, o que aumenta o tamanho da amostra. Nestes casos, é conveniente empregar outros métodos, que reduzem o custo ou a variabilidade. No caso de imóveis, a variabilidade é alta e existe dificuldade de obter listas com a totalidade dos elementos (Cochram, 1965; Raj, 1972).

3.4.2.2. Amostragem sistemática

Neste tipo de amostragem é preparada uma listagem numerada dos elementos, e selecionado um elemento a cada k elementos. Por exemplo, em uma relação de 1000 pessoas, deseja-se tomar uma amostra de 50. Seleciona-se aleatoriamente um número entre 1 e 20, que será o primeiro elemento da amostra – por exemplo, 13 – e seleciona-se uma a cada 20 pessoas (33,53,73, etc). A escolha aleatória do primeiro garante que todos terão a mesma probabilidade de serem selecionados (Raj, 1972). O inconveniente deste tipo de amostragem, além da necessidade de enumeração, é quando há alguma característica da população que varie periodicamente: o intervalo tomado pode ser o mesmo da variação desta característica, introduzindo tendências na análise. Para pesquisas com imóveis, a dificuldade é a mesma que para as amostras aleatórias simples, ou seja, a não existência de uma listagem organizada (Raj, 1972).

3.4.2.3. Amostragem estratificada

Este método usa informações auxiliares para aumentar a precisão. A população é dividida em classes ou estratos, os quais são relativamente homogêneos internamente, ou seja, os elementos de cada estrato são semelhantes entre si. Após, são tomadas amostras de todos os estratos. O aumento de homogeneidade permite cálculos mais precisos dentro de cada estrato, que podem fornecer resultados finais melhores (Raj, 1972). Além disso, é um procedimento conveniente quando se deseja estudar cada estrato separadamente, além do todo. A distribuição das unidades em cada estrato deve ser inequívoca, ou seja, um elemento só pode ser alocado em um único estrato. A população de cada estrato pode ser analisada separadamente. Se a fração amostral é constante para todos os estratos, diz-se que é uma amostragem de alocação proporcional (Cochram, 1965).

3.4.2.4. Amostragem por agrupamento

O processo de agrupamento é semelhante ao de estratificação. Porém, na amostragem por grupos, os elementos de cada grupo podem ser não-similares. Assim, cada grupo pode ser uma miniatura do universo. (Raj, 1972). Além disso, são escolhidos alguns grupos, dos quais serão extraídas amostras, ao contrário da estratificação, na qual são tomadas amostras, necessariamente, em todos os estratos(Konijn, 1973).

A amostragem em um estágio envolve a divisão das unidades elementares em grupos e a seleção desses grupos através de amostragem aleatória simples. Quando se usa dois estágios, as unidades primárias são selecionadas por amostragem aleatória simples, com posterior extração de frações constantes de cada um dos grupos selecionados (Hansen, 1953).

3.4.2.5. Amostragem em vários estágios

Quando é selecionada uma amostra e desta é extraída outra amostra, diz-se que a amostra é efetuada em dois estágios. Se há repetição do procedimento, é chamada de múltiplos estágios. Por exemplo, selecionam-se

bairros de uma cidade. Dos bairros, seleciona-se alguns quarteirões. Destes, alguns imóveis, cujas famílias residentes serão entrevistadas. Este processo é utilizado para reduzir custos, diminuindo a amostra (Raj, 1972).

3.4.2.6. Dupla amostragem

Quando não se conhece bem a população a ser estudada, ou não se tem dados sobre ela, é realizada uma amostra para se obter estas informações, executando-se outra amostragem em uma segunda fase, com as informações obtidas (Raj, 1972).

3.4.2.7. Amostragem com probabilidades desiguais

Quando as unidades amostrais variam consideravelmente em tamanho, amostras aleatórias ou sistemáticas das unidades não produzem boas estimativas devido ao alto grau de variabilidade das unidades em estudo. Nestes casos, a probabilidade de seleção deve ser maior para as unidades maiores. Há diversos métodos de seleção de amostras de probabilidades proporcionais ao tamanho . Geralmente as unidades são divididas em grupos ou estratos e ao menos duas unidades são selecionadas de cada estrato (Raj, 1972).

CAPÍTULO 4 – ESPECIFICAÇÃO DOS MODELOS DE AVALIAÇÃO

A análise do mercado imobiliário é dificultada pela influência de inúmeras variáveis externas, como política econômica, crescimento demográfico, inflação e mudanças na renda média da população.

As alterações no mercado imobiliário podem fazer variar os preços relativos, através de mudanças nas condições de financiamento, mudança no perfil dos novos imóveis lançados, número e tipo de agentes imobiliários. Da mesma forma, as transformações que ocorrem na cidade, pelo crescimento diferenciado das regiões, deslocamento da ação dos agentes imobiliários e alterações de acessibilidade, entre outros fatores, alteram as relações de preços dos imóveis situados em diferentes regiões (Campos, 1988; Rovatti, 1990).

A comparação de imóveis transacionados em épocas distintas inclui inúmeras variáveis que são de difícil controle. Por esta razão a norma de avaliações recomenda a contemporaneidade de dados (ABNT, 1989).

Em vista disto, para fins de simplificação, imprime-se a este trabalho um caráter exploratório e busca-se construir um modelo para estimação do valor do imóvel sob avaliação, a partir de observações referentes a um período de tempo relativamente curto.

Dentre as alternativas existentes, optou-se por realizar um levantamento junto às imobiliárias, uma vez que não existe planta de valores na Prefeitura Municipal de Chapecó e os valores consignados no cartório de registro de imóveis não são fidedignos.

Assim, os dados para a análise são referentes a 42 imóveis (terrenos) transacionados no ano de 1999 no Bairro Presidente Médice da cidade de Chapecó. Foi escolhido este bairro pelo fato de o mesmo apresentar maior número de lotes comercializados no período analisado em comparação com os outros bairros adjacentes ao centro da cidade.

As variáveis empregadas neste trabalho são identificadas e reunidas conforme o tipo de informação que representam. A escolha das mesmas (variáveis independentes) dá-se pela suposta influência que possam ter na formação do valor do solo urbano em questão.

Quadro 4.1 - Variáveis empregadas no estudo

VARIÁVEL	UNIDADE DE MEDIDA	FONTE	OBSERVAÇÕES
Valor do terreno	R\$	Imobiliárias	
Área do terreno	M ²	Prefeitura	
Distância da Av. Getúlio Vargas	M	Prefeitura	
Infraestrutura	-	Prefeitura	Valor 01 (um) quando existe; e zero, quando não existe
Índice de aproveitamento	-	Prefeitura	
Distância da Rua 7 de Setembro	M	Prefeitura	
Testada	M	Prefeitura	
Profundidade	M	Prefeitura	
Topografia	-	Prefeitura	Cota
Esquina		Prefeitura	Valor 01 (um) quando existe; e zero, quando não existe

Neste trabalho começa-se com um modelo com o máximo de variáveis independentes (*backward*) quais sejam: distância da avenida Getúlio Vargas, infraestrutura, índice de aproveitamento, distância da rua Sete de Setembro,

testada, profundidade, topografia e esquina. Obtém-se deste primeiro modelo as primeiras informações estatísticas quanto ao comportamento das variáveis, quanto a tendência, significância e multicolinearidade.

Retira-se as variáveis do modelo de investigação de significância alta, de pouca importância, de tendência contrária à prevista e retira-se as variáveis que geram multicolinearidade, ou seja, que dão a mesma informação.

Além do processo adotado encontra-se em Cardoso (1986) apud Dantas (1998), considerações sobre a seleção de outros modelos como segue:

No procedimento chamado "*forward*" inicia-se com um modelo com apenas uma variável, aquela que possui a maior correlação simples com a variável dependente. A seguir calcula-se as correlações parciais com cada variável não incluída, adotando a de maior coeficiente de correlação. O procedimento segue enquanto o coeficiente de determinação continuar crescendo ou enquanto o valor de F para a variável não incluída estiver acima de um limite estabelecido. (Maddala, 1977; Nie, 1975)

É fundamental que no processo de modelagem não se deve ficar restrito a um único modelo e desprezar os outros. Métodos estatísticos adequados, como o método das covariáveis adicionais e o *Stepwise* podem ajudar na escolha das variáveis independentes.

Outro método é a combinação de todos os conjuntos e sub-conjuntos de variáveis explicativas.

Um processo simples é o processo onde se adiciona ou elimina covariáveis a partir de um modelo original até que se obtenha um bom modelo.

Os métodos sequenciais ("*stepwise methods*") devido aos recentes avanços da estatística computacional foram substituídos por procedimentos ótimos de busca de modelos.

O objetivo é selecionar um modelo cujos valores ajustados explicam os dados. Um modelo com grande número de variáveis, igual ao número de dados, atribui toda a variação dos dados à componente sistemática. O modelo nulo é aquele que tem apenas um parâmetro dando um valor comum para todos os dados.

Seleciona-se o modelo que não cria discrepâncias locais. Analisa-se o gráfico dos resíduos padronizados versus valores ajustados, se não tiver tendência o modelo é satisfatório. Analisa-se também os resíduos versus covariáveis, se não tiver nenhuma tendência, indica que nenhuma outra covariável é necessária.

Aceita-se o modelo depois de analisar os resíduos quanto a homocedasticidade, não auto-regressão, normalidade e analisa-se a matriz das correlações para detectar a presença de multicolinearidade entres as variáveis independentes

Para a análise dos dados foram feitas regressões múltiplas e optou-se por cinco modelos, que estão resumidos na tabela a seguir:

Quadro 4.2 – Modelos analisados

ODELO	VARIÁVEL DEPENDENTE	OBSERVAÇÕES	VARIÁVEIS INDEPENDENTES
1	Valor do terreno	42	Área ;distância da Av. G. V.; distância da Av. 07 Set; Infraestrutura; Índice de aproveitamento; frente; profundidade; esquina; cota topográfica
2	Valor do terreno	41	Área ;distância da Av. G. V.; distância da Av. 07 Set; ; frente; profundidade; esquina; cota topográfica
3	Valor do terreno	41	Distância da Av. 07 Set; índice de aproveitamento; frente; profundidade;
4	Valor do terreno	39	Infraestrutura;índice de aproveitamento; frente;
5	Valor do terreno	36	Infraestrutura; frente;

CAPÍTULO 5 – ESTIMAÇÃO E TESTE DOS MODELOS

Como regra, as variáveis independentes que demonstram ser relacionadas, as de menor significância (menor valor no teste T) excluem-se. Também eliminam-se as variáveis que representam a agregação de outras. Eliminam-se os *outliers* da amostra ao longo da análise, o que melhora o modelo matemático.

Apresentam-se os resultados das análises efetuadas ao longo do estudo de caso. Para cada modelo ajustado, indicam-se as variáveis consideradas e o número de dados da amostra considerados. Mostram-se : o coeficiente de correlação , o coeficiente de determinação, o “F” calculado, a significância no teste de hipótese (comparação do “F” observado com o “F” tabelado), o valor calculado no teste de Durbin- Watson (verifica-se a existência de auto correlação nos resíduos, com a indicação da conclusão do teste), a normalidade dos resíduos (indicando a distribuição percentual dos resíduos padronizados, onde o primeiro valor significa percentagem destes resíduos entre -1 e $+1$ desvios padrão, o segundo, entre $-1,64$ e $+1,64$ desvios padrão e o terceiro, entre $-1,96$ e $+1,96$ desvios padrão) e o número de *outliers* (Resíduo dividido pelo desvio padrão do modelo, maior que 2) da Equação de regressão.

Lista-se a equação de regressão com a visualização gráfica de como se comporta a variável dependente diante da variação de cada variável independente. Na tabela mostra-se o valor médio, o t observado no cálculo do “t” de Student das variáveis independentes, o valor dos coeficientes da equação, a forma de como a variável foi considerada no cálculo do modelo, se “X” – direta; se “1/X” – inversa e se “lnX” – logaritmo. É mostrado também ,nos anexos, a tabela e o gráfico dos resíduos da variável dependente (valor do terreno) e os resíduos das variáveis independentes consideradas em cada modelo, assim como também a tabela e o gráfico da correlação entre cada variável isoladamente e em grupo.

Foram testados cinco modelos. Foi usado para o cálculo da regressão múltipla o Programa Sisreg Windows 4.91.

5.1 - Resultados

5.1.1 - Modelo 01:

Conforme quadro 4.2, neste modelo usou-se como variável dependente o valor do terreno e como variáveis independentes a área do terreno, distância à Avenida Getúlio Vargas, distância à rua Sete de Setembro, infraestrutura (pavimentação asfáltica, drenagem pluvial, água, luz, telefone), índice de aproveitamento do terreno (é o índice que multiplica a área do terreno indicando o m² de construção permitidos no terreno), frente, profundidade, esquina, cota topográfica (considera-se cota mais elevada com maior valoração)

Dados de cálculo do aplicativo Sisreg:

Coeficiente de Correlação(r) : 0,9296319
 Coeficiente Determinação(r²) : 0,8642154
 Fisher-Snedecor (F) : 22,63
 Confiabilidade Mínima : 0,99
 Significância : 0,01

Normalidade dos Resíduos : [073] [092] [097]

Total de Outliers : 1

Regressores	T-Observado	Significância
Área do terreno	-6,49	0,01
Distância Av Get. Vargas	2,49	1,81
Distância Rua 7 Setembro	-3,94	0,04
Infraestrutura	-0,35	73,19
Índice de aproveitamento	0,20	84,32
frente	6,79	0,01
profundidade	-9,28	0,01
esquina	-1,32	19,51
topografia	3,20	0,31
Valor do terreno		

Equação de Regressão:

$$\begin{aligned} \text{Ln Valor do terreno} = & +7,284 - 0,0026x \text{ área do terreno} + \\ & 554,41 \quad \times 1/ \text{Distância da Avenida Getúlio. Vargas} \quad - \\ & 0,00138 \times \text{Distância da Rua Sete de Setembro} \quad - \\ & 0,003789 \times \text{infraestrutura} \quad + \\ & 0,0016 \times \text{Índice de aproveitamento do terreno} \quad + \\ & 0,084558 \times \text{frente} \quad - \\ & 46,431 \times 1/ \text{profundidade} \quad - \\ & 0,1341 \times \text{esquina} \quad + \\ & 1.792.901,95 \times 1/ (\text{topografia})^2 \end{aligned}$$

Regressores	Valor Médio	Forma	Crescimento
Área do terreno	445,5764	x	-18,48
Distância Av Get. Vargas	1293,0952	1/x	-4,74
Distância Rua 7 Setembro	149,5833	x	-7,00
Infraestrutura	0,0000	x	-3,72
Índice de aproveitamento	2,9143	x ²	0,69
frente	15,1843	x	21,36
profundidade	28,2045	1/x	27,05
esquina	0,0000	x	-12,55
topografia	685,3571	1/x ²	-5,87
Valor do terreno	18172,3283	ln(x)	

Tabela 4.1 - Matriz das correlações Isoladas do modelo 1

	Área do terreno	Dist. Av. G.V.	Dist. Sete de Set.	Infraestrutura	Índice de Aprov.	Frente	Profundidade	Esquina	Topografia	Valor do terreno
Área do terreno	1	0,04	-0,17	0,22	0,05	0,57	-0,68	-0,11	0,15	0,42
Dist. Av Get. V.		1	-0,10	0,38	0,96	-	0,42	0,29	0,57	0,41
Distância Sete Set.			1	-	-	-	0,04	-0,15	0,32	-
Infraestrutura				1	0,08	0,05	0,01	0,26	0,07	0,41
Índice de aproveit.					1	0,02	0,43	0,33	0,58	0,43

Análise do modelo 1.

O coeficiente de correlação (r) é alto (0,925). O coeficiente de determinação ($r^2=0,8642$) indica que as variáveis explicativas adotadas possuem um poder de explicação de 86,42%, sendo os restantes 13,58% atribuídos a outras variáveis não consideradas no modelo e a fatores aleatórios. O nível de significância ou incerteza do modelo é de 1%; com um *outlier*, tendência de distribuição normal dos resíduos; Os valores da estatística t indicam que as variáveis frente, área e profundidade tem os coeficientes com maior significância estatística. Por sua vez os coeficientes referentes a infraestrutura, ao índice de aproveitamento e à esquina mostram-se estatisticamente não significantes . Pela tabela t de " Student", para $n-k-1$ igual a 32 e significância de 5% bicaudal, tem-se coeficiente t de Student : $t_{tab} = 1,69$. Como $t_{cal} < t_{tab}$ para as variáveis infraestrutura e índice de aproveitamento aceita-se a hipótese de $b=0$, o que equivale dizer que as duas variáveis não são estatisticamente importantes na formação do modelo e por outro lado verifica-se que o nível de significância é bastante elevada. Numa avaliação de precisão rigorosa, o nível de significância dos regressores não pode ser superior a 5% segundo item 7.6.8 da NB-502/1989 .

Nas correlações isoladas, nota-se uma correlação forte entre a variável índice de aproveitamento com a variável distância da Avenida Getúlio Vargas e uma correlação entre a variável infraestrutura e distância da Rua Sete de Setembro.

Nas correlações com influência verifica-se uma multicolinearidade da variável área com as variáveis frente e profundidade, pois já era de se esperar uma vez que a frente e profundidade são intimamente ligadas com a área. A variável índice de aproveitamento está correlacionada fortemente com distância da Avenida Getúlio Vargas. É importante também a correlação da variável profundidade com a variável frente.

Observa-se um crescimento negativo da variável área, esquina e topografia, são focos que devem ser analisados para melhoria do modelo.

No gráfico dos resíduos da variável valor do terreno indica a existência de uma pequena tendência, não permitindo concluir pela homocedasticidade.

5.1.2. - Modelo 2

Neste modelo elimina-se as variáveis distância da avenida Getúlio Vargas e distância da rua Sete de Setembro por estarem altamente correlacionadas com índice de aproveitamento e infraestrutura respectivamente.

Dados de cálculo do aplicativo Sisreg:

Número de variáveis :10

Número de variáveis consideradas : 8

Número de dados : 41

Número de dados considerados : 41

Coeficiente de Correlação(r) : 0,9416177

Coeficiente Determinação (r²) : 0,8866439

Fisher-Snedecor : 36,87

Confiabilidade Mínima : 0,99

Significância : 0,01

Normalidade dos Resíduos : [075] [092] [092]

Total de Outliers : 3

Regressores	T-Observado	Significância.
Área do terreno	-3,86	0,05
Infraestrutura	2,65	1,24
Índice de aproveitamento	10,12	0,01
frente	7,26	0,01
profundidade	-7,73	0,01
esquina	-0,43	67,08
topografia	-0,69	49,20
Valor do terreno		

Equação de Regressão:

Valor do terreno=	+13.032,97		
	-31,69	x	Área do terreno
	+4425,22	x	Infraestrutura
	+630,612	x	(Índice de) ²
	+14563,59	x	(frente) ^{1/2}
	-812554,01	x	1/(profundidade)
	-911,60	x	esquina

Tabela 4.4 - Matriz das correlações com Influência do modelo 3

	Área do terreno	Infraestrutura	Índice de Aprov.	Frente	Profundidade	Esquina	Topografia	Valor do terreno
Área do terreno	1	0,39	0,64	0,72	0,82	0,26	0,08	0,56
Infraestrutura		1	0,26	0,40	0,35	0,25	0,09	0,42
Índice de aproveit.			1	0,75	0,85	0,14	0,32	0,87
Frente				1	0,71	0,18	0,12	0,78
Profundidade					1	0,13	0,04	0,80
Esquina						1	0,22	0,07
Topografia							1	0,12
Valor do terreno								1

Análise do modelo 2

O coeficiente de correlação (r) aumentou de 0,925 para 0,94. A adequação da reta é de 88,66%. O nível de significância do modelo é de 1%; com tres *outliers*; tendência de distribuição aproximadamente normal dos resíduos; Os valores da estatística t indicam que a variável índice de aproveitamento tem o coeficiente com maior significância estatística. Nota-se no modelo que o nível de significância dos regressores é elevada para os regressores esquina e topografia mostrando-se estatisticamente não significantes .

Nas correlações isoladas, nota-se uma multicolinearidade da variável área com as variáveis frente e profundidade. Nas correlações com influência verifica-se uma multicolinearidade da variável área com as variáveis frente e profundidade, uma multicolinearidade da variável índice de aproveitamento com as variáveis frente e profundidade e uma colinearidade da variável frente com a variavel profundidade.

Observa-se um crescimento negativo da variável área e esquina. O modelo diz que quando a área cresce o valor do terreno diminui que não é verdade sendo neste modelo espúrio.

No gráfico dos resíduos da variável valor do terreno nota-se uma tendência, não permitindo concluir pela homocedasticidade.

5.1.3. - Modelo 3:

No modelo 3 foram eliminadas as variáveis esquina e topografia por apresentarem um nível de significância elevada estando acima do permitido pela NB-502/89..Neste modelo foram permutadas as variáveis avenida Getúlio Vargas com índice de aproveitamento e a variável infraestrutura com distância da rua Sete de Setembro.

Dados de cálculo do aplicativo Sisreg.

Número de variáveis :10

Número de variáveis consideradas : 5

Número de dados : 41

Número de dados considerados : 41

Coeficiente de Correlação (r) : 0,9394501

Coeficiente Determinação(r²) : 0,8825664

Fisher-Snedecor(F) : 67,64

Confiabilidade Mínima do modelo : 0,99

Significância do modelo : 0,01

Normalidade dos Resíduos : [078] [090] [092]

Total de *Outliers* : 3

Regressores	T-Observado	Significância.
Distância Rua 7 Setembro	-0,91	36,74
Índice de aproveitamento	14,52	0,01
frente	-5,00	0,01
profundidade	-7,12	0,01
Valor do terreno		

Equação de Regressão:

Valor do terreno = $(+1,895 \cdot 10^9 - 2,482 \cdot 10^5 \times \text{distância da Rua 07 Setembro} + 4,21 \cdot 10^7 \times \text{índice de aproveitamento}^2 - 1,99 \cdot 10^{10} / \text{frente} - 3,22 \cdot 10^{11} / \text{profundidade}^2)^{1/2}$

Regressores	Valor Médio	Forma	Crescimento
distância da Rua 7 Setembro	147,6220	x	-1,30
índice de aproveitamento	2,9122	x ²	16,53
frente	15,2620	1/x	15,69
profundidade	28,1607	1/x ²	10,36
Valor do terreno	22433,3292	x ²	

Tabela 4.5 - Matriz das correlações Isoladas do modelo 3

	Distância 07 Set	Índice de Aprov.	Frente	Profundidade	Valor do terreno
Distância 07 Set	1	-0,08	0,00	0,01	-0,14
Índice de aproveit.		1	0,26	0,55	0,60
Frente			1	0,57	-0,42
Profundidade				1	-0,22
Valor do terreno					1

Tabela 4.6 - Matriz das correlações com influência do modelo 3

	Distância 07 Set	Índice de Aprov.	Frente	Profundidade	Valor do terreno
Distância 07 Set	1	0,10	0,11	0,07	0,15
Índice de aproveit.		1	0,57	0,83	0,92
Frente			1	0,23	0,64
Profundidade				1	0,76
Valor do terreno					1

Análise do modelo

O coeficiente de correlação (r) é alto (0,939) mas menor que o anterior. O poder de explicação das variáveis adotadas é de 88,25%. O nível de significância do modelo é de 1%; com três *outliers*; tendência de distribuição aproximadamente normal dos resíduos; Os valores da estatística t indicam que a variável índice de aproveitamento possui o coeficiente com maior significância estatística. Verifica-se neste modelo que o coeficiente referente a variável distância da rua Sete de Setembro mostra-se estatisticamente não importante. O crescimento das variáveis está coerente, onde vê-se um crescimento negativo para a variável independente "distância da Rua Sete de Setembro", que indica que quanto mais se afasta da Rua Sete de Setembro os valores do terreno têm crescimento negativo.

Nas correlações com influência verifica-se uma correlação forte da variável índice de aproveitamento com a variável profundidade.

Da análise dos resíduos da variável valor do terreno não pode-se concluir pela homocedasticidade.

5.1.4. - Modelo 4:

No modelo 4 permuta-se a variável "distância da rua Sete de Setembro" pela variável infraestrutura devido aquela apresentar uma significância elevada e elimina-se a variável "profundidade" por ser altamente correlacionada com a variável "índice de aproveitamento".

Dados de cálculo do aplicativo Sisreg:

Número de variáveis :10

Número de variáveis consideradas : 4

Número de dados : 39

Número de dados considerados : 39

Coeficiente de Correlação (r) : 0,9449383
 Coeficiente Determinação (r²) : 0,8929084
 Fisher-Snedecor (F) : 97,27
 Confiabilidade Mínima do modelo : 0,99
 Significância do modelo : 0,01

Normalidade dos Resíduos : [074] [089] [089]

Total de Outliers : 4

Regressores	T-Observado	Significância.
Infraestrutura	2,83	0,77
Índice de aproveitamento	13,02	0,01
frente	-13,25	0,01
Valor do terreno		

Equação de Regressão:

Valor do terreno = +35.968,8313711151
 +4241,09 x Infraestrutura
 +565,25 x (Índice de aproveitamento)²
 -57712 x 1/(frente)²

Regressores	Valor Médio	Forma	Crescimento
Infraestrutura	0,0000	x	25,57
Índice de aproveitamento	2,9077	x ²	14,57
frente	15,4549	1/x ²	35,16
Valor do terreno	16585,4983	x	

Tabela 4.7 - Matriz das correlações Isoladas do modelo 4

	Infraestrutura	Índice de Aprov.	Frente	Valor do terreno
Infraestrutura	1	0,34	0,08	0,39
Índice de aproveit.		1	0,43	0,56
Frente			1	-0,44
Valor do terreno				1

Tabela 4.8 - Matriz das correlações com influência do modelo 4

	Infraestrutura	Índice de Aprov.	Frente	Valor do terreno
Infraestrutura	1	0,26	0,37	0,43
Índice de aproveit.		1	0,90	0,91
Frente			1	0,91
Valor do terreno				1

Análise do modelo 4:

O coeficiente de correlação (r) é alto (0,94) . As variáveis explicam 89,29% do modelo sendo os restantes 10,71% atribuídos a outras variáveis não constantes no modelo e outros fatores. O nível de significância do modelo é de 1%; com quatro *outliers*; tendência de distribuição aproximadamente normal

dos resíduos; Nota-se que as variáveis explicativas passam pelos testes de hipóteses ao nível de significância determinado pela norma. Pela tabela t de “Student”, para $n-k-1$ igual a 35 e significância de 5% bicaudal, tem-se: coeficiente t de Student: $t_{tab} = 2,0$. Como $t_{cal} > t_{tab}$ aceita-se que $b > 0$, o que equivale dizer que as variáveis infraestrutura, índice de aproveitamento e frente são estatisticamente importantes na formação do modelo.

Nas correlações com influência verifica-se uma correlação forte da variável frente com a variável índice de aproveitamento.

Os resíduos da variável valor do terreno indicam pela não homocedasticidade.

5.1.5. Modelo 5:

Neste modelo foi eliminado a variável “ índice de aproveitamento “ pelo fato de ser altamente correlacionada com a variável “ frente”

Dados de cálculo do aplicativo Sisreg:

Número de variáveis :10

Número de variáveis consideradas : 3

Número de dados : 36

Número de dados considerados : 36

Coeficiente de Correlação (r) : 0,9485

Coeficiente Determinação (r^2) : 0,8997

Fisher-Snedecor (F) : 148,16

Confiabilidade Mínima do modelo : 0,99

Significância do modelo : 0,01

Normalidade dos Resíduos : [080] [091] [091]

Total de Outliers : 2

Regressores	T-Observado	Significância.
Infraestrutura	4,04	0,03
frente	16,28	0,01
Valor do terreno		

Equação de Regressão:

$$\text{Valor do terreno} = (-3,047 \cdot 10^8 + 1,75 \cdot 10^8 \times \text{infraestrutura} + 2,025 \cdot 10^6 \times (\text{frente})^2)^{0,5}$$

Regressores	Valor Médio	Forma	Crescimento
Infraestrutura	0,0000	x	42,66
frente	15,2983	x ²	37,88
Valor do terreno	13.005,62	x ²	

Tabela 4.9 - Matriz das correlações Isoladas do modleio 5

	Infraestrutura	Frente	Valor do terreno
Infraestrutura	1	0,09	0,31
Frente		1	0,92
Valor do terreno			1

Tabela 4.10 - Matriz das correlações com influência do modleio 5

	Infraestrutura	Frente	Valor do terreno
Infraestrutura	1	0,52	0,58
Frente		1	0,94
Valor do terreno			1

Análise do modelo 5:

O coeficiente de correlação ($r = 0,9485$) é alto. O coeficiente de determinação ($r^2 = 0,8997$) indica que as variáveis explicativas adotadas possuem um poder de explicação de 89,97%, sendo os restantes 10,03% atribuídos a outras variáveis não consideradas no modelo e a fatores aleatórios. A confiabilidade do modelo é de 99% sendo o nível de significância do modelo de 1%; com dois *outliers*; Quanto ao teste da normalidade dos resíduos, o modelo acusou que 80% se encontram dentro de um desvio padrão, 91% dentro de 1,64 desvios padrão e 91% dentro de 1,96 desvios padrão. Pode-se afirmar que os resíduos tem uma distribuição aproximadamente normal; Todas as variáveis passam nos testes de hipóteses, demonstram serem importantes para a formação do valor do imóvel.

Verifica-se, neste modelo, que foi rejeitada a hipótese nula da equação de regressão, ao nível de significância máximo de 1%, atendendo assim às exigências normativas para o nível rigoroso especial neste particular. O crescimento das variáveis está coerente.

A equação de regressão do modelo é dado pela equação:

$$\text{Valor do terreno} = (-3,047 \times 10^8 + 1,75 \times 10^8 \times \text{Infraestrutura} + 2,025 \times 10^6 \times (\text{frente})^2)^{0,50}$$

Os sinais dos coeficientes são coerentes com a realidade do mercado imobiliário pesquisado.

Mostra-se a coerência da equação de regressão da seguinte forma:

- a) Infraestrutura: como o crescimento é positivo o valor do terreno aumenta pela existência de infraestrutura e não acrescenta nenhum valor quando não existir infraestrutura.
- b) Frente: o sinal positivo indica que valor do terreno cresce com o aumento da frente

Por esta equação o valor médio de um terreno com frente de 15,00m e com infraestrutura é de R\$18.053,99 ao passo que o mesmo terreno sem

infraestrutura é R\$ 12.281,89. Para uma estimativa de 80% de certeza o valor mínimo do terreno sem infraestrutura com 15,00 metros de frente o valor mínimo é de R\$ 10.206,48 e o valor máximo é de R\$ 14.054,10

Quanto a análise das correlações entre as variáveis independentes os coeficientes são aceitáveis. A homocedasticidade é verificada na análise dos resíduos do valor do terreno.

O gráfico em anexo indica a existência de uma pequena tendência, não permitindo concluir pela homocedasticidade. Um número maior de lotes com frente entre 15,00 e 25,00 metros permitiria ,provavelmente, uma análise mais conclusiva. Não é feita uma análise quanto a auto-correlação pelo fato de os dados não estarem ordenados segundo um critério conhecido (como numa série temporal, por exemplo).

Pode-se portanto afirmar que este modelo pode ser usado para a avaliação dos lotes do bairro Presidente Médice atendendo o disposto na NB-502.

CAPÍTULO 6 –Conclusões e Recomendações

6.1. Conclusão.

A meta do presente trabalho foi a de identificar variáveis importantes para a formação do valor do solo urbano no bairro Presidente Médice na cidade de Chapecó, através de análise estatística multivariada.

Para representar o mercado do bairro Presidente Médice, usou-se de dados coletados no mês de janeiro de 2000 nas imobiliárias locais a partir de transações efetivamente efetuadas. Obteve-se uma amostra de 42 observações, que representam a venda de lotes ocorridos nos últimos 12 meses daquela época.

Ao longo do processo de análise , através das equações de regressão, procurou-se controlar a duplicidade de efeitos, ou seja, a colinearidade das variáveis independentes que prejudicam as conclusões e tornam ineficientes os testes estatísticos. Eliminou-se também os pontos atípicos (*outliers*). Notou-se com a eliminação destes uma redução na significância dos regressores e um aumento do “*t*” observado, o que permitiu concluir pela regressão. Notou-se ao longo do processo de modelagem, quando da retirada de uma covariável, o decréscimo da explicação do modelo ou seja o coeficiente de determinação diminuiu, mas por outro lado melhorou a significância dos regressores e do modelo.

Neste trabalho deu-se uma atenção especial para a análise estatística com a descrição da metodologia científica e a definição da coleta de dados. Na análise exploratória dos dados trabalhou-se inicialmente com um modelo que abrangeu as nove variáveis independentes escolhidas conforme quadro 4.1 e obteve-se as primeiras informações sobre o comportamento das variáveis. A alta significância, a tendência de crescimento da variável e a multicolinearidade fizeram com que se eliminasse a variável com estas tendências. Com a combinação de todos os subconjuntos de variáveis independentes possíveis chegou-se a modelos que se apresentam no quadro 5.1.

Com estes procedimentos obteve-se um modelo matemático representativo do mercado local que aliado ao controle de resíduos e de

colinearidade, permite confirmar a validade do mesmo. Detectou-se como variável importante na formação de valor, a variável infraestrutura e a variável frente.

Esperava-se um modelo com mais variáveis contribuindo para a explicação do valor do terreno. O modelo depende sempre da amostra. A quantidade e a qualidade dos dados é fundamental para melhorar o modelo. Como este modelo atendeu aos requisitos da NB-502, ele pode ser usado para determinar o valor do terreno no bairro Presidente Médice respeitando a área de abrangência definido pelo universo da amostra.

6.2. Recomendações:

Como o campo de pesquisas na área imobiliária é muito vasto sugere-se para futuras pesquisas, aqui da cidade de Chapecó, as seguintes recomendações:

- a) Construção de séries históricas de valores de terrenos para verificar se os modelos se modificam ao longo do tempo, para obter a valorização real ocorrida.
- b) Estudo da influência dos meios de transportes coletivos sobre os valores de imóveis.
- c) Determinar zonas homogêneas, em termos de valores imobiliários.
- d) Elaborar um mapa de valores para a cidade de Chapecó.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUNAHMAN, Sérgio Antonio. **Curso básico de engenharia legal e de avaliações**. São Paulo: Pini, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Avaliação de imóveis urbanos**: NB-502. Rio de Janeiro, 1989.
- BALCHIN, Paul N.; KIEVE, J. L. **Urban land economics**. 3.ed. London McMillan, 1986.
- BERRINI, Luis Carlos. **Avaliações de Imóveis**. São Paulo. Freitas Bastos, 1957.
- CAIRES, Hélio Roberto Ribeiro de. **Novos tratamentos matemáticos em engenharia de avaliações**. São Paulo: Pini, 1978.
- CAMARA BRASILEIRA DO LIVRO, SP, BRASIL. **Fundamentos de avaliação patrimoniais e perícias de engenharia**: curso básico do IMAPE.- São Paulo: Pini, 1998.
- CAMPOS, Pedro Abramo. **A dinâmica imobiliária**: elementos para o entendimento da espacialidade urbana. Rio de Janeiro: IPPUR-UFRJ, 1998. Dissertação (Mestrado)
- COCHRAN, William G. **Técnicas de amostragem**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1965.
- COSTA, Sérgio Francisco. **Introdução ilustrada à estatística**. São Paulo: Harbra, 1998.
- DANTAS, Rubens Alves. **Engenharia de avaliações**: uma introdução à metodologia científica. São Paulo: Pini, 1998.
- ENGEBÊ- Empresa Brasileira de Engenharia Econômica Ltda. **Curso de inferência estatística básica para avaliações imobiliárias**. Porto Alegre: Engebê, 1998.
- FERNANDES, José Fonseca. Conceitos gerais. Métodos avaliatórios. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA (IBAPE) **Avaliações para garantias**. São Paulo: Pini, 1983.

- FICKER, José. **Avaliação de terrenos e imóveis urbanos**. São Paulo: Pini, 1985.
- FICKER, José. **Avaliação e Perícias em Imóveis Urbanos**. São Paulo: Pini, 2001.
- FRANCHI, Cláudia de Césare. **Avaliação das características que contribuem para a formação do valor de apartamentos na cidade de Porto Alegre**. Porto Alegre: Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil/UFRGS, 1991. (Dissertação) Mestrado em Engenharia).
- GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **A formação do valor dos aluguéis de apartamentos residenciais na cidade de Porto Alegre**. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Engenharia Civil, 1993. Dissertação de mestrado.
- GUJARATI, Damodar N. **Econometria Básica**. São Paulo: MAKRON Books, 2000.
- HANSEN, Morris H; HURWITZ, William N.; MADOW, William G. **Sample survey methods and theory**. New York: John Wiley, 1953. v. 1: Methods and applications.....
- HILL, Carter R.; GRIFFITHS, William; JUDGE, George. **Econometria**. São Paulo: Saraiva, 2000.
- HOCHHEIM, Norberto. **Engenharia de Avaliações II**. Instituto Catarinense de Engenharia de Avaliações e Perícias. Florianópolis: Departamento de Engenharia Civil, 2000.
- HOFFMANN, Rodolfo; VIEIRA, Sonia. **Análise de regressão: uma introdução à econometria**. São Paulo : Hucitec, 1977.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA (IBAPE). **Engenharia de avaliações**. São Paulo: Pini, 1974.
- KMENTA, Jan, **Elementos de econometria**. São Paulo Atlas, 1978.
- KONIJN, H.S. **Statistical theory of sample survey design and analysis**. Amsterdam: North-Holland, 1973.
- LAPPONI, Juan Carlos. **Estatística usando Excel 5 e 7**. São Paulo: Laponi Treinamento e Editora, 1997.

- LAVENDER, Stephen D. ***Economics for builders and surveyors***. Essex, UK: Longmann, 1990.
- LUCENA, Jose Mário Pereira de. ***O mercado habitacional no Brasil***. Rio de Janeiro: FGV, 1985.
- MADDALA, G. S. ***Econometrics***. New York; McGraw-Hill, 1977.
- MAIA FILHO, Delmiro Fernandes. ***Elementos de avaliação e perícias de imóveis urbanos***. Brasília: Ed. Do autor, 1988.
- MENDONÇA, Marcelo; SOLLERO Filho, Márcio; CURI, Edmond; AGUIAR, João Batista; QUEIROGA, Hélio Salatiel; MAIA, Élcio Avelar; AQUINO, Ronaldo; RESENDE, Onofre; CANÇADO, M. José M. ***Fundamentos de Avaliações Patrimoniais e Perícias de Engenharia : Curso Básico do IMAPE***. São Paulo: Pini, 1998.
- MERRILL, William C. ; FOX, Karl A. ***Estatística econômica : uma introdução***. São Paulo: Atlas, 1980.
- MOREIRA, Alberto Lélío. ***Princípios de engenharia de avaliações***. São Paulo: Pini, 1984.
- NIE, Norman H. ***SPSS- statistical package for the social sciences***. 2.ed. New York: Mc Graw-Hill, 1975.
- PELLEGRINO, José Carlos. A propósito do valor potencial - raízes, problemas e implicações. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA (IBAPE) ***Avaliações para garantias***. São Paulo : Pini, 1983. p.9-17.
- RAJ, Des. ***The design of sample surveys***. New York: McGraw-Hill, 1972.
- ROVATTI, João F. ***A fertilidade da terra urbana em Porto Alegre: uma leitura da intervenção do estado na cidade***. Rio de Janeiro: IPPUR/UFRJ, 1990. Dissertação (Mestrado).
- SEELEY, Ivor H. ***Building economics***. 2. ed. London: MacMillan, 1976.
- SILVA, Sérgio A. P. ; ZENI, André M. ***Curso de Inferência estatística avançada para avaliações imobiliárias*** (Apostila). Porto Alegre: Engebê, 1998.
- SPIEGEL, Murray Ralph. ***Estatística***. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

SPINELLI, Juçara. **Configuração espacial e valor do solo urbano: o caso de Bento Gonçalves-RS**. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Arquitetura, 1997. Dissertação de mestrado.

VEGNI-NERI, Guilherme Bomfim Dei. **Prática de Avaliação de imóveis**. São Paulo: Legislação Brasileira, 1968.

WEIMER, Arthur M.; HOYT, Homer. **Principles of urban real state**. Ed. Ver. New York: Ronald Press, 1948.

YAMANE, Taro. **Elementary sampling theory**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1967.

Anexos:

Tabela 1- Amostras do Bairro Presidente Medice Chapecó –SC:

Modelo : Lotes-Bairro Pres. Medice-Chapeco.srg

Dado	Endereço	Observação	Área do terreno	Distância Av Get. Vargas
1	Rua João Goulart	13/1136	390,0000	1860,0000
2	Rua Mal. Cândido Rondón	4/1151	397,5000	1920,0000
3	Rua Assis Brasil	5/319	687,5000	910,0000
4	Rua Assis Brasil	7/319	687,5000	910,0000
5	Rua Osvaldo Aranha	1/1119	426,2500	1050,0000
6	Rui Barbosa	8/268	900,0000	350,0000
7	Rui Barbosa/Rio de Janeiro	12/88	120,0000	350,0000
8	Rio de Janeiro	13/88	120,0000	350,0000
9	Rua 07 de Setembro	2/1130	498,0000	1450,0000
10	Rua Heitor Vila Lobos	13/806	382,5000	1720,0000
11	Rua Heitor Vila Lobos	14/806	382,5000	1720,0000
12	Rua Heitor Vila Lobos	5/1135	397,5000	1720,0000
13	Rua Arthur João Lara	14/1138	390,0000	2000,0000
14	Rua Heitor Vila Lobos	15/806	382,5000	1720,0000
15	Rua Serafin Enos F. Bertaso	11/1135	390,0000	1800,0000
16	Rua Itália	2/1134	382,5000	1650,0000
17	Rua Coimbra	9/333	330,0000	990,0000
18	Rua sete de Setembro/14 de Agosto	7/1128	750,0000	1200,0000
19	Rua 14 de Agosto	15/123	675,0000	1200,0000
20	Rua 07 de Setembro/Granada	1-2/330	539,0000	770,0000
21	Rua 14 de Agosto	13/123	675,0000	1200,0000
22	Rua 14 de Agosto	14/123	675,0000	1200,0000
23	Rua Serafin Enos F. Bertaso	6/1136	397,5000	1860,0000
24	Rua Itália	13/1115	369,7500	1650,0000
25	Rua Borges de Medeiros/Rio de Janeiro	5/322	330,0000	770,0000
26	Rua Guaporé	7/1141	375,0000	1200,0000
27	Rua Guaporé	3/7	450,0000	480,0000
28	Rua Guaporé	10/1133	382,0000	1580,0000
29	Rua Heitor Vila Lobos	14/1134	382,5000	1720,0000
30	Rua Borges de Medeiros	15/199A	480,0000	770,0000
31	Rua Serafin Enos F. Bertaso	1/1149	397,5000	1800,0000
32	Rua Arthur João Lara	5/1162	397,5000	2000,0000
33	Rua Israel	12/1119	382,5000	1340,0000
34	Varsovia	14A/125	360,0000	990,0000
35	Guapore/Jardim Europa	1/1133	382,5000	1600,0000
36	Rua Assis Brasil	8/321	382,5000	910,0000
37	Indio Conda	2/124	825,2100	600,0000
38	Rua Arthur João Lara	4/1172	398,0000	2000,0000
39	Rua Arthur João Lara	2/1172	398,0000	2000,0000
40	Rua 14 de Agosto	6/1118	375,0000	1200,0000
41	Veneza/Quintino Bocaiuva	18/336	300,0000	600,0000
42	14 de Agosto	10/318	370,5000	1200,0000

Obs.: Na coluna observação está indicado o lote e a quadra.

Continuação da Tabela 1:

Modelo : Lotes-Bairro Pres. Medice-Chapeco.srg

Dado	Endereço	Distância Rua 7 Setembro	Infraestrutura	Índice de aproveitamento
1	Rua João Goulart	60,0000	1,0000	1,8000
2	Rua Mal. Cândido Rondon	205,0000	0,0000	1,8000
3	Rua Assis Brasil	37,5000	1,0000	3,0000
4	Rua Assis Brasil	25,0000	1,0000	3,0000
5	Rua Osvaldo Aranha	85,0000	0,0000	3,0000
6	Rui Barbosa	185,0000	1,0000	7,8000
7	Rui Barbosa/Rio de Janeiro	120,0000	1,0000	7,8000
8	Rio de Janeiro	120,0000	1,0000	7,8000
9	Rua 07 de Setembro	0,0000	1,0000	1,8000
10	Rua Heitor Vila Lobos	495,0000	0,0000	1,8000
11	Rua Heitor Vila Lobos	420,0000	0,0000	1,8000
12	Rua Heitor Vila Lobos	45,0000	1,0000	1,8000
13	Rua Arthur João Lara	75,0000	0,0000	1,8000
14	Rua Heitor Vila Lobos	435,0000	0,0000	1,8000
15	Rua Serafin Enos F. Bertaso	30,0000	1,0000	1,8000
16	Rua Itália	90,0000	1,0000	1,8000
17	Rua Coimbra	42,0000	1,0000	3,0000
18	Rua sete de Setembro/14 de Agosto	0,0000	1,0000	3,0000
19	Rua 14 de Agosto	45,0000	1,0000	3,0000
20	Rua 07 de Setembro/Granada	0,0000	1,0000	6,0000
21	Rua 14 de Agosto	75,0000	1,0000	3,0000
22	Rua 14 de Agosto	60,0000	1,0000	3,0000
23	Rua Serafin Enos F. Bertaso	30,0000	1,0000	1,2000
24	Rua Itália	185,0000	0,0000	1,2000
25	Rua Borges de Medeiros/Rio de Janeiro	90,0000	1,0000	3,0000
26	Rua Guaporé	160,0000	1,0000	3,0000
27	Rua Guaporé	145,0000	1,0000	6,0000
28	Rua Guaporé	15,0000	1,0000	1,2000
29	Rua Heitor Vila Lobos	75,0000	1,0000	1,2000
30	Rua Borges de Medeiros	350,0000	1,0000	3,0000
31	Rua Serafin Enos F. Bertaso	250,0000	0,0000	1,2000
32	Rua Arthur João Lara	335,0000	0,0000	1,2000
33	Rua Israel	60,0000	1,0000	1,2000
34	Varsovia	230,0000	0,0000	3,0000
35	Guaporé/Jardim Europa	105,0000	1,0000	1,2000
36	Rua Assis Brasil	60,0000	1,0000	3,0000
37	Índio Conda	183,0000	1,0000	6,0000
38	Rua Arthur João Lara	495,0000	0,0000	1,2000
39	Rua Arthur João Lara	525,0000	0,0000	1,2000
40	Rua 14 de Agosto	75,0000	1,0000	3,0000
41	Veneza/Quintino Bocaiuva	250,0000	1,0000	6,0000
42	14 de Agosto	15,0000	1,0000	3,0000

Continuação da Tabela 1:

Modelo : Lotes-Bairro Pres. Medice-Chapeco.srg

Dado	Endereço	frente	profundidade	esquina
1	Rua João Goulart	15,0000	26,0000	0,0000
2	Rua Mal. Cândido Rondon	15,0000	26,5000	0,0000
3	Rua Assis Brasil	12,5000	27,5000	0,0000
4	Rua Assis Brasil	12,5000	27,5000	0,0000
5	Rua Osvaldo Aranha	15,5000	27,5000	0,0000
6	Rui Barbosa	15,0000	60,0000	0,0000
7	Rui Barbosa/Rio de Janeiro	10,0000	12,0000	1,0000
8	Rio de Janeiro	10,0000	12,0000	0,0000
9	Rua 07 de Setembro	16,6000	30,0000	0,0000
10	Rua Heitor Vila Lobos	15,0000	25,5000	0,0000
11	Rua Heitor Vila Lobos	15,0000	25,5000	0,0000
12	Rua Heitor Vila Lobos	15,0000	26,5000	0,0000
13	Rua Arthur João Lara	15,0000	26,0000	0,0000
14	Rua Heitor Vila Lobos	15,0000	25,5000	0,0000
15	Rua Serafin Enos F. Bertaso	15,0000	26,0000	0,0000
16	Rua Itália	15,0000	25,5000	0,0000
17	Rua Coimbra	12,0000	27,5000	0,0000
18	Rua sete de Setembro/14 de Agosto	25,0000	30,0000	1,0000
19	Rua 14 de Agosto	15,0000	45,0000	0,0000
20	Rua 07 de Setembro/Granada	22,0000	30,0000	1,0000
21	Rua 14 de Agosto	15,0000	45,0000	0,0000
22	Rua 14 de Agosto	15,0000	45,0000	0,0000
23	Rua Serafin Enos F. Bertaso	15,0000	26,5000	0,0000
24	Rua Itália	14,5000	25,5000	0,0000
25	Rua Borges de Medeiros/Rio de Janeiro	11,0000	30,0000	1,0000
26	Rua Guaporé	15,0000	25,0000	0,0000
27	Rua Guaporé	15,0000	30,0000	0,0000
28	Rua Guaporé	15,0000	25,5000	0,0000
29	Rua Heitor Vila Lobos	15,0000	25,5000	0,0000
30	Rua Borges de Medeiros	15,0000	32,0000	0,0000
31	Rua Serafin Enos F. Bertaso	15,0000	26,5000	0,0000
32	Rua Arthur João Lara	15,0000	26,5000	0,0000
33	Rua Israel	15,0000	25,5000	0,0000
34	Varsovia	12,0000	30,0000	0,0000
35	Guapore/Jardim Europa	15,0000	25,5000	1,0000
36	Rua Assis Brasil	15,0000	25,5000	0,0000
37	Indio Conda	32,8900	25,0900	0,0000
38	Rua Arthur João Lara	15,0000	26,0000	0,0000
39	Rua Arthur João Lara	15,0000	26,0000	0,0000
40	Rua 14 de Agosto	15,0000	25,0000	0,0000
41	Veneza/Quintino Bocaiuva	12,0000	25,0000	1,0000
42	14 de Agosto	14,2500	26,0000	0,0000

Continuação da Tabela 1:

Modelo : Lotes-Bairro Pres. Medice-Chapeco.srg

Dado	Endereço	topografia	Valor do terreno
1	Rua João Goulart	710,0000	16550,0000
2	Rua Mal. Cândido Rondón	705,0000	11250,0000
3	Rua Assis Brasil	690,0000	11250,0000
4	Rua Assis Brasil	690,0000	11250,0000
5	Rua Osvaldo Aranha	690,0000	18450,0000
6	Rui Barbosa	665,0000	57600,0000
7	Rui Barbosa/Rio de Janeiro	665,0000	11500,0000
8	Rio de Janeiro	665,0000	11500,0000
9	Rua 07 de Setembro	685,0000	22195,0000
10	Rua Heitor Vila Lobos	670,0000	11700,0000
11	Rua Heitor Vila Lobos	670,0000	11700,0000
12	Rua Heitor Vila Lobos	700,0000	20000,0000
13	Rua Arthur João Lara	720,0000	10350,0000
14	Rua Heitor Vila Lobos	670,0000	16200,0000
15	Rua Serafin Enos F. Bertaso	700,0000	16650,0000
16	Rua Itália	690,0000	16925,0000
17	Rua Coimbra	680,0000	24350,0000
18	Rua sete de Setembro/14 de Agosto	670,0000	30000,0000
19	Rua 14 de Agosto	680,0000	20820,0000
20	Rua 07 de Setembro/Granada	680,0000	50000,0000
21	Rua 14 de Agosto	680,0000	15000,0000
22	Rua 14 de Agosto	680,0000	15000,0000
23	Rua Serafin Enos F. Bertaso	710,0000	16360,0000
24	Rua Itália	700,0000	10000,0000
25	Rua Borges de Medeiros/Rio de Janeiro	690,0000	23400,0000
26	Rua Guaporé	675,0000	17000,0000
27	Rua Guaporé	680,0000	45000,0000
28	Rua Guaporé	695,0000	16000,0000
29	Rua Heitor Vila Lobos	690,0000	12837,0000
30	Rua Borges de Medeiros	685,0000	18000,0000
31	Rua Serafin Enos F. Bertaso	695,0000	13000,0000
32	Rua Arthur João Lara	690,0000	9000,0000
33	Rua Israel	665,0000	16660,0000
34	Vársovia	665,0000	40000,0000
35	Guapore/Jardim Europa	677,0000	13000,0000
36	Rua Assis Brasil	695,0000	18000,0000
37	Indio Coêda	665,0000	47000,0000
38	Rua Arthur João Lara	685,0000	10000,0000
39	Rua Arthur João Lara	685,0000	10000,0000
40	Rua 14 de Agosto	693,0000	19800,0000
41	Venezza/Quintino Bocaiuva	670,0000	21600,0000
42	14 de Agosto	690,0000	25000,0000

Tabela 2 - Resíduos da variável valor do terreno - Modelo 01:

Modelo : Lotes-Bairro Pres. Medice-Chapeco.srg
Resíduos da variável Valor do terreno

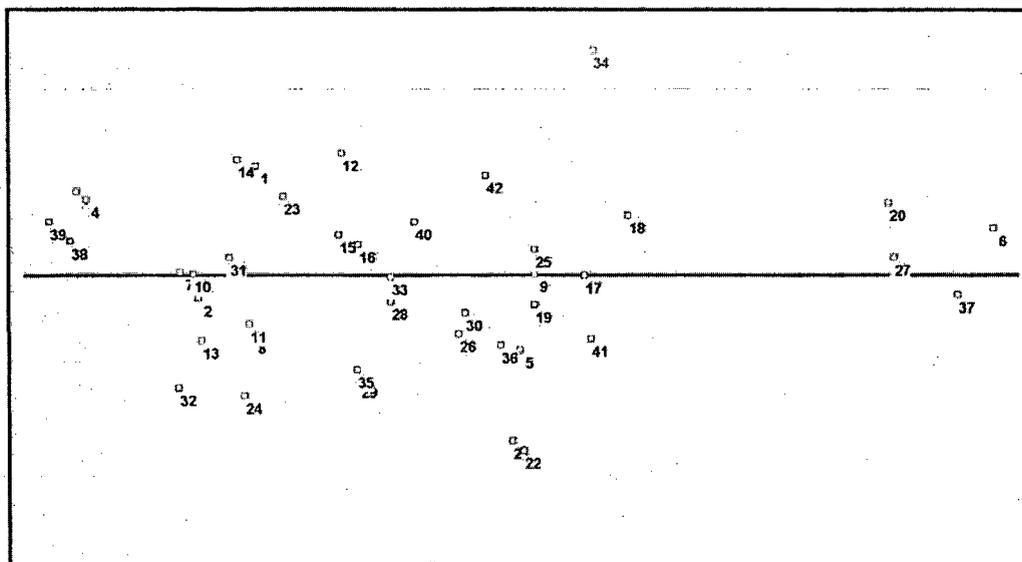
Dado no.	Valor Observado	Valor Calculado	Resíduo	Desvio Relativo	Res/Desvio
0034	40.000,0000	24.816,0883	15.183,9117	37,96	2,43
0020	50.000,0000	42.985,4541	7.014,5459	14,03	0,77
0022	15.000,0000	21.719,9421	-6.719,9421	-44,80	-1,88
0021	15.000,0000	21.274,1354	-6.274,1354	-41,83	-1,78
0006	57.600,0000	52.280,3500	5.319,6500	9,24	0,49
0042	25.000,0000	20.267,8167	4.732,1833	18,93	1,07
0012	20.000,0000	15.458,2774	4.541,7226	22,71	1,31
0018	30.000,0000	26.492,5624	3.507,4376	11,69	0,63
0014	16.200,0000	12.710,2971	3.489,7029	21,54	1,23
0001	16.550,0000	13.154,3252	3.395,6748	20,52	1,17
0005	18.450,0000	21.611,4441	-3.161,4441	-17,14	-0,80
0029	12.837,0000	15.977,2596	-3.140,2596	-24,46	-1,11
0041	21.600,0000	24.698,0552	-3.098,0552	-14,34	-0,68
0035	13.000,0000	15.890,4434	-2.890,4434	-22,23	-1,02
0024	10.000,0000	12.870,5133	-2.870,5133	-28,71	-1,28
0036	18.000,0000	20.843,3074	-2.843,3074	-15,80	-0,75
0023	16.360,0000	13.865,0534	2.494,9466	15,25	0,84
0032	9.000,0000	11.403,0260	-2.403,0260	-26,70	-1,20
0026	17.000,0000	19.259,1712	-2.259,1712	-13,29	-0,63
0040	19.800,0000	17.703,1820	2.096,8180	10,59	0,57
0037	47.000,0000	48.968,8222	-1.968,8222	-4,19	-0,21
0003	11.250,0000	9.433,4317	1.816,5683	16,15	0,90
0004	11.250,0000	9.597,8803	1.652,1197	14,69	0,81
0027	45.000,0000	43.413,4042	1.586,5958	3,53	0,18
0008	11.500,0000	13.083,7870	-1.583,7870	-13,77	-0,66
0013	10.350,0000	11.880,8549	-1.530,8549	-14,79	-0,70
0030	18.000,0000	19.501,4709	-1.501,4709	-8,34	-0,41
0019	20.820,0000	22.175,0908	-1.355,0908	-6,51	-0,32
0015	16.650,0000	15.340,6783	1.309,3217	7,86	0,42
0011	11.700,0000	12.976,6457	-1.276,6457	-10,91	-0,53
0025	23.400,0000	22.166,0850	1.233,9150	5,27	0,28
0039	10.000,0000	8.947,3650	1.052,6350	10,53	0,57
0016	16.925,0000	15.910,9658	1.014,0342	5,99	0,31
0028	16.000,0000	16.945,5109	-945,5109	-5,91	-0,29
0038	10.000,0000	9.326,2841	673,7159	6,74	0,36
0002	11.250,0000	11.816,8793	-566,8793	-5,04	-0,25
0031	13.000,0000	12.531,0532	468,9468	3,61	0,19
0033	16.860,0000	16.934,0001	-74,0001	-0,44	-0,02
0007	11.500,0000	11.441,1270	58,8730	0,51	0,03
0017	24.350,0000	24.398,3384	-48,3384	-0,20	-0,01
0009	22.195,0000	22.172,3674	22,6326	0,10	0,01
0010	11.700,0000	11.698,4609	1,5391	0,01	0,00

Figura 1–Gráfico dos resíduos da variável valor do terreno do modelo 1

Modelo : Lotes-Bairro Pres. Medice-Chapeco.srg

Dados considerados : 42

Variáveis consideradas : 10



Resíduos da variável Valor do terreno

Tabela 3 - Resíduos da variável valor do terreno - Modelo 02:

Modelo : Lotes-Bairro Pres. Medice-Chapeco.srg
Resíduos da variável Valor do terreno

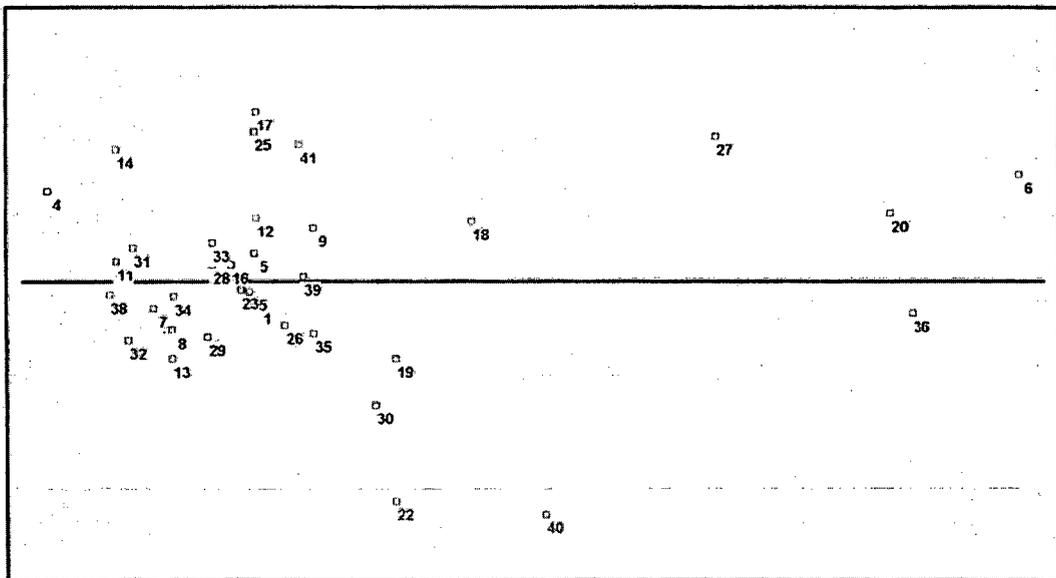
Dado no.	Valor Observado	Valor Calculado	Residuo	Desvio Relativo	Res/Desvio
0040	21.600,0000	31.090,4252	-9.490,4252	-43,94	-2,26
0021	15.000,0000	23.973,4494	-8.973,4494	-59,82	-2,13
0022	15.000,0000	23.973,4494	-8.973,4494	-59,82	-2,13
0017	24.350,0000	17.463,8461	6.886,1539	28,28	1,64
0025	23.400,0000	17.330,3587	6.069,6413	25,94	1,44
0027	45.000,0000	39.103,6667	5.896,3333	13,10	1,40
0041	25.000,0000	19.465,6301	5.534,3699	22,14	1,32
0014	16.200,0000	10.894,9539	5.305,0461	32,75	1,26
0030	18.000,0000	23.053,3728	-5.053,3728	-28,07	-1,20
0006	57.600,0000	53.311,4416	4.288,5584	7,45	1,02
0003	11.250,0000	7.635,7102	3.614,2898	32,13	0,86
0004	11.250,0000	7.635,7102	3.614,2898	32,13	0,86
0019	20.820,0000	23.973,4494	-3.153,4494	-15,15	-0,75
0013	10.350,0000	13.495,0170	-3.145,0170	-30,39	-0,75
0020	50.000,0000	47.275,6804	2.724,3196	5,45	0,65
0012	20.000,0000	17.439,2110	2.560,7890	12,80	0,61
0032	9.000,0000	11.434,9926	-2.434,9926	-27,06	-0,58
0018	30.000,0000	27.584,9775	2.415,0225	8,05	0,57
0029	12.837,0000	15.133,2357	-2.296,2357	-17,89	-0,55
0035	18.000,0000	20.125,0059	-2.125,0059	-11,81	-0,51
0009	22.195,0000	20.069,6966	2.105,3034	9,49	0,50
0008	11.500,0000	13.515,2679	-2.015,2679	-17,52	-0,48
0002	11.250,0000	13.228,8908	-1.978,8908	-17,59	-0,47
0026	17.000,0000	18.797,8977	-1.797,8977	-10,58	-0,43
0033	16.860,0000	15.357,5796	1.502,4204	8,91	0,36
0031	13.000,0000	11.659,3365	1.340,6635	10,31	0,32
0036	47.000,0000	48.292,0974	-1.292,0974	-2,75	-0,31
0005	18.450,0000	17.338,4649	1.111,5351	6,02	0,26
0007	11.500,0000	12.603,6625	-1.103,6625	-9,60	-0,26
0001	16.550,0000	17.512,5588	-962,5588	-5,82	-0,23
0011	11.700,0000	10.894,9539	805,0461	6,88	0,19
0010	11.700,0000	10.894,9539	805,0461	6,88	0,19
0016	16.925,0000	16.268,3372	656,6628	3,88	0,16
0028	16.000,0000	15.373,4287	626,5713	3,92	0,15
0034	13.000,0000	13.614,8958	-614,8958	-4,73	-0,15
0024	10.000,0000	10.608,0220	-608,0220	-6,08	-0,14
0037	10.000,0000	10.600,2072	-600,2072	-6,00	-0,14
0038	10.000,0000	10.600,2072	-600,2072	-6,00	-0,14
0015	16.650,0000	17.087,2849	-437,2849	-2,63	-0,10
0023	16.360,0000	16.729,3834	-369,3834	-2,26	-0,09
0039	19.800,0000	19.636,2894	163,7106	0,83	0,04

Figura 2–Gráfico dos resíduos da variável valor do terreno do modelo 2

Modelo : Lotes-Bairro Pres. Medice-Chapeco.srg

Dados considerados : 41

Variáveis consideradas : 8



Resíduos da variável Valor do terreno

Tabela 4 - Resíduos da variável valor do terreno - Modelo 03:

Modelo : Lotes-Bairro Pres. Medice-Chapeco.srg
Resíduos da variável Valor do terreno

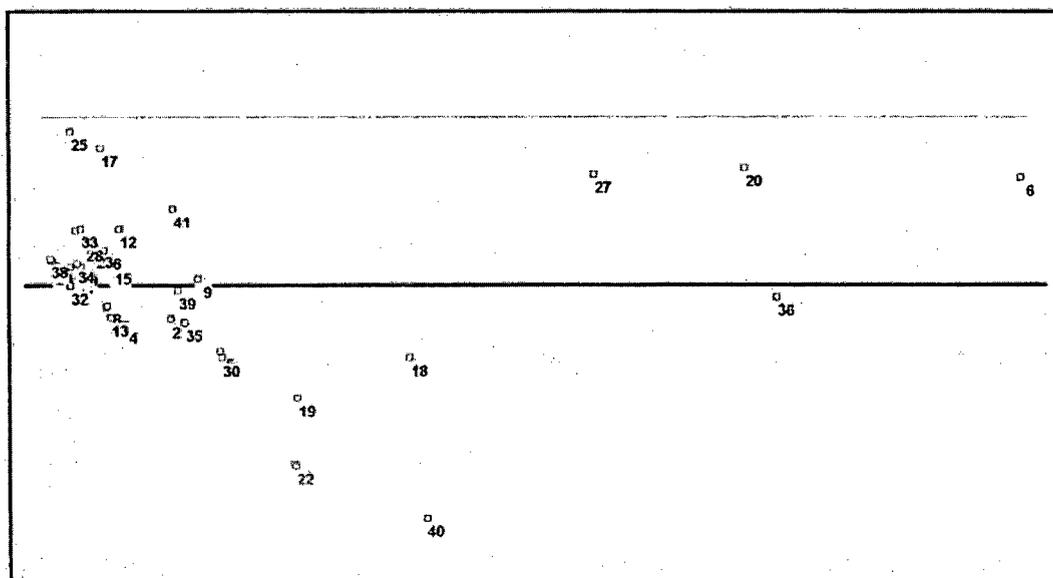
Dado no.	Valor Observado	Valor Calculado.	Resíduo	Desvio Relativo	Res/Desvio
0025	23.400,0000	9.034,8256	14.365,1744	61,39	1,82
0022	15.000,0000	27.768,9170	-12.768,9170	-85,13	-2,13
0021	15.000,0000	27.701,8048	-12.701,8048	-84,68	-2,12
0040	21.600,0000	34.234,7970	-12.634,7970	-58,49	-2,75
0017	24.350,0000	13.286,6207	11.063,3793	45,43	1,62
0019	20.820,0000	27.835,8673	-7.015,8673	-33,70	-1,33
0014	16.200,0000	9.967,0727	6.232,9273	38,47	0,64
0033	16.860,0000	10.800,1036	6.059,8964	35,94	0,65
0038	10.000,0000	4.483,6041	5.516,3959	55,16	0,31
0030	18.000,0000	23.316,7742	-5.316,7742	-29,54	-0,86
0041	25.000,0000	19.873,7271	5.126,2729	20,51	0,90
0005	18.450,0000	23.258,4966	-4.808,4966	-26,06	-0,78
0037	10.000,0000	5.248,6404	4.751,3596	47,51	0,28
0012	20.000,0000	15.258,0659	4.741,9341	23,71	0,65
0028	16.000,0000	11.305,3313	4.694,6687	29,34	0,50
0004	11.250,0000	15.722,5592	-4.472,5592	-39,76	-0,47
0003	11.250,0000	15.623,5901	-4.373,5901	-38,88	-0,46
0013	10.350,0000	14.406,7625	-4.056,7625	-39,20	-0,39
0027	45.000,0000	41.082,3211	3.917,6789	8,71	1,32
0024	10.000,0000	6.308,3110	3.691,6890	36,92	0,23
0023	16.360,0000	12.679,1969	3.680,8031	22,50	0,42
0020	50.000,0000	46.331,1826	3.668,8174	7,34	1,38
0018	30.000,0000	33.447,9878	-3.447,9878	-11,49	-0,85
0016	16.925,0000	13.600,2212	3.324,7788	19,64	0,40
0006	57.600,0000	54.697,5817	2.902,4183	5,04	1,27
0005	18.000,0000	20.853,6160	-2.853,6160	-15,85	-0,43
0026	17.000,0000	19.749,5728	-2.749,5728	-16,17	-0,39
0034	13.000,0000	10.270,0514	2.729,9486	21,00	0,25
0031	13.000,0000	10.303,4729	2.696,5271	20,74	0,25
0002	11.250,0000	13.696,0115	-2.646,0115	-23,52	-0,26
0008	11.500,0000	14.016,7105	-2.516,7105	-21,88	-0,25
0007	11.500,0000	14.016,7105	-2.516,7105	-21,88	-0,25
0010	11.700,0000	9.189,7496	2.510,2504	21,46	0,20
0029	12.837,0000	10.626,3576	2.210,6424	17,22	0,20
0001	16.550,0000	14.535,3901	2.014,6099	12,17	0,24
0015	16.650,0000	14.789,2896	1.860,7104	11,18	0,23
0011	11.700,0000	10.152,1080	1.547,8920	13,23	0,13
0039	19.800,0000	20.276,6187	-478,6187	-2,41	-0,07
0009	22.195,0000	21.744,6576	450,3424	2,03	0,08
0036	47.000,0000	47.406,8168	-406,8168	-0,87	-0,15
0032	9.000,0000	9.223,1184	-223,1184	-2,48	-0,02

Figura 3—Gráfico dos resíduos da variável valor do terreno do modelo 3

Modelo : Lotes-Bairro Pres. Medice-Chapeco.srg

Dados considerados : 41

Variáveis consideradas : 5



Resíduos da variável Valor do terreno

Tabela 5 - Resíduos da variável valor do terreno - Modelo 04:

Modelo : Lotes-Bairro Pres. Medice-Chapeco.srg
Resíduos da variável Valor do terreno

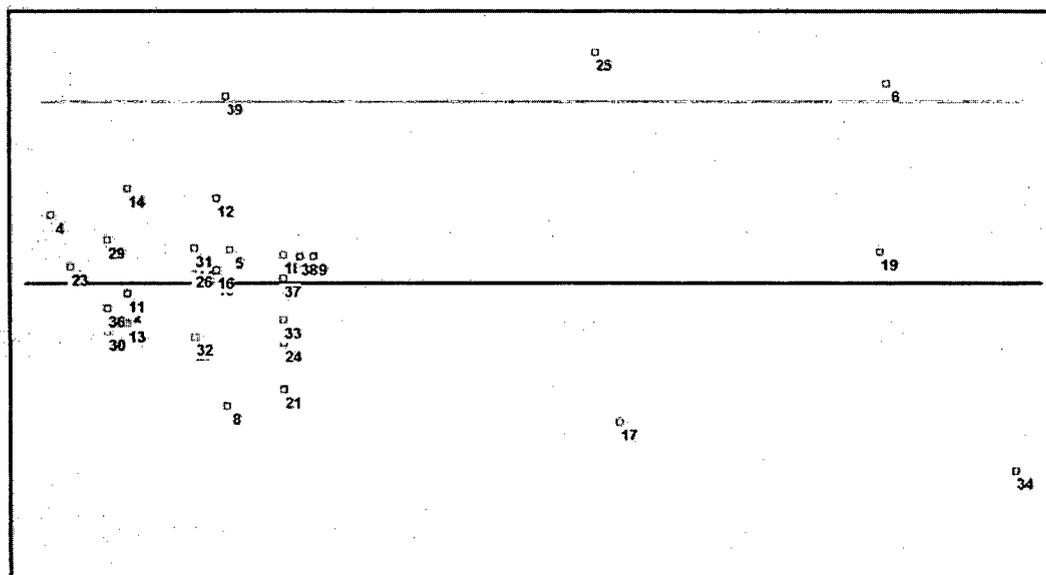
Dado no.	Valor Observado	Valor Calculado	Resíduo	Desvio Relativo	Res/Desvio
0025	45.000,0000	34.908,9311	10.091,0689	22,42	2,55
0006	57.600,0000	48.949,7435	8.650,2565	15,02	2,19
0034	47.000,0000	55.223,8313	-8.223,8313	-17,50	-2,08
0039	25.000,0000	16.876,1265	8.123,8735	32,50	2,06
0017	30.000,0000	36.063,1744	-6.063,1744	-20,21	-1,53
0008	11.500,0000	16.887,2513	-5.387,2513	-46,85	-1,36
0007	11.500,0000	16.887,2513	-5.387,2513	-46,85	-1,36
0020	15.000,0000	19.647,1784	-4.647,1784	-30,98	-1,18
0021	15.000,0000	19.647,1784	-4.647,1784	-30,98	-1,18
0014	16.200,0000	12.150,2479	4.049,7521	25,00	1,03
0012	20.000,0000	16.391,3379	3.608,6621	18,04	0,91
0003	11.250,0000	8.361,1812	2.888,8188	25,68	0,73
0004	11.250,0000	8.361,1812	2.888,8188	25,68	0,73
0024	17.000,0000	19.647,1784	-2.647,1784	-15,57	-0,67
0027	12.837,0000	15.373,8877	-2.536,8877	-19,76	-0,64
0032	13.000,0000	15.373,8877	-2.373,8877	-18,26	-0,60
0030	9.000,0000	11.132,7978	-2.132,7978	-23,70	-0,54
0029	13.000,0000	11.132,7978	1.867,2022	14,36	0,47
0013	10.350,0000	12.150,2479	-1.800,2479	-17,39	-0,46
0028	18.000,0000	19.647,1784	-1.647,1784	-9,15	-0,42
0033	18.000,0000	19.647,1784	-1.647,1784	-9,15	-0,42
0031	16.860,0000	15.373,8877	1.486,1123	8,81	0,38
0005	18.450,0000	17.034,2359	1.415,7641	7,67	0,36
0019	50.000,0000	48.634,8575	1.365,1425	2,73	0,35
0018	20.820,0000	19.647,1784	1.172,8216	5,63	0,30
0035	10.000,0000	11.132,7978	-1.132,7978	-11,33	-0,29
0036	10.000,0000	11.132,7978	-1.132,7978	-11,33	-0,29
0038	21.600,0000	20.480,8096	1.119,1904	5,18	0,28
0009	22.195,0000	21.087,6221	1.097,3779	4,94	0,28
0022	16.360,0000	15.373,8877	986,1123	6,03	0,25
0002	11.250,0000	12.150,2479	-900,2479	-8,00	-0,23
0023	10.000,0000	9.333,3333	666,6667	6,67	0,17
0026	16.000,0000	15.373,8877	626,1123	3,91	0,16
0016	16.925,0000	16.391,3379	533,6621	3,15	0,14
0011	11.700,0000	12.150,2479	-450,2479	-3,85	-0,11
0010	11.700,0000	12.150,2479	-450,2479	-3,85	-0,11
0015	16.650,0000	16.391,3379	258,6621	1,55	0,07
0001	16.550,0000	16.391,3379	158,6621	0,96	0,04
0037	19.800,0000	19.647,1784	152,8216	0,77	0,04

Figura 4–Gráfico dos resíduos da variável valor do terreno do modelo 4

Modelo : Lotes-Bairro Pres. Medice-Chapeco.srg

Dados considerados : 39

Variáveis consideradas : 4



Resíduos da variável Valor do terreno

Tabela 6 - Resíduos da variável valor do terreno - Modelo 05

Modelo: Lotes-Bairro Pres. Medice-Chapeco.srg

Resíduos da variável Valor do terreno

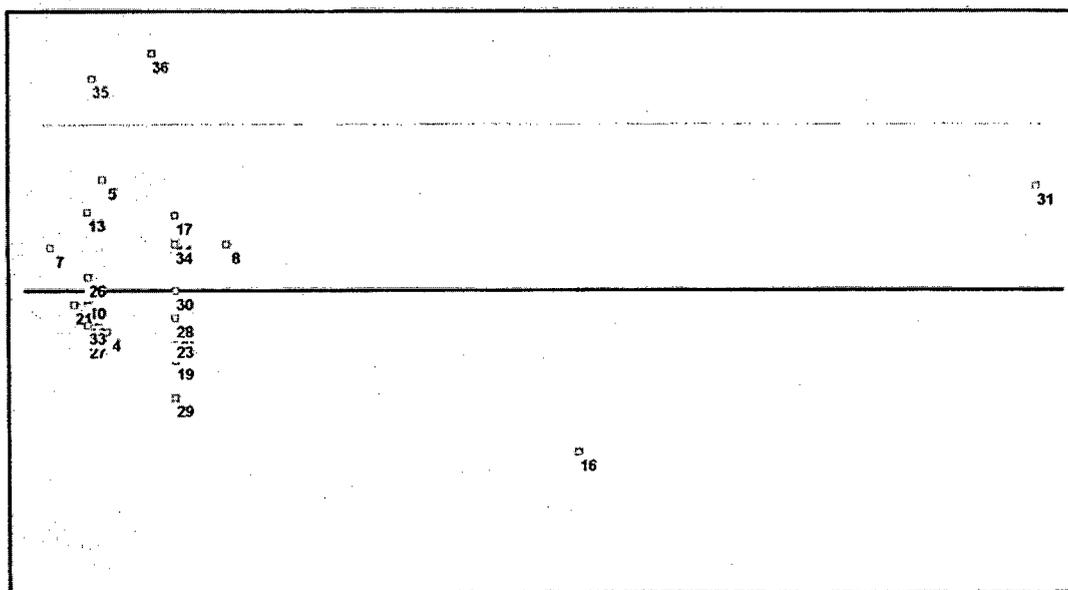
Dado no.	Valor Observado	Valor Calculado	Residuo	Desvio Relativo	Res/Desvio
0035	21.600,0000	12.725,8000	8.874,2000	41,08	2,56
0036	25.000,0000	16.778,8511	8.221,1489	32,88	2,88
0024	12.837,0000	18.053,9942	-5.216,9942	-40,64	-1,35
0029	13.000,0000	18.053,9942	-5.053,9942	-38,88	-1,32
0005	18.450,0000	13.480,4188	4.969,5812	26,94	1,33
0013	16.200,0000	12.281,8978	3.918,1022	24,19	0,94
0016	30.000,0000	33.702,0296	-3.702,0296	-12,34	-1,98
0027	9.000,0000	12.281,8978	-3.281,8978	-36,47	-0,59
0019	15.000,0000	18.053,9942	-3.053,9942	-20,36	-0,85
0018	15.000,0000	18.053,9942	-3.053,9942	-20,36	-0,85
0006	11.500,0000	8.535,7586	2.964,2414	25,78	0,50
0007	11.500,0000	8.535,7586	2.964,2414	25,78	0,50
0017	20.820,0000	18.053,9942	2.766,0058	13,29	0,90
0003	11.250,0000	13.665,5978	-2.415,5978	-21,47	-0,51
0004	11.250,0000	13.665,5978	-2.415,5978	-21,47	-0,51
0033	10.000,0000	12.281,8978	-2.281,8978	-22,82	-0,43
0032	10.000,0000	12.281,8978	-2.281,8978	-22,82	-0,43
0023	16.000,0000	18.053,9942	-2.053,9942	-12,84	-0,59
0011	20.000,0000	18.053,9942	1.946,0058	9,73	0,62
0012	10.350,0000	12.281,8978	-1.931,8978	-18,67	-0,37
0034	19.800,0000	18.053,9942	1.746,0058	8,82	0,55
0020	16.360,0000	18.053,9942	-1.693,9942	-10,35	-0,49
0031	47.000,0000	45.393,9741	1.606,0259	3,42	1,25
0001	16.550,0000	18.053,9942	-1.503,9942	-9,09	-0,44
0008	22.195,0000	20.695,7858	1.499,2142	6,75	0,54
0014	16.650,0000	18.053,9942	-1.403,9942	-8,43	-0,41
0028	16.860,0000	18.053,9942	-1.193,9942	-7,08	-0,35
0015	16.925,0000	18.053,9942	-1.128,9942	-6,67	-0,33
0022	17.000,0000	18.053,9942	-1.053,9942	-6,20	-0,31
0002	11.250,0000	12.281,8978	-1.031,8978	-9,17	-0,20
0021	10.000,0000	10.999,1220	-999,1220	-9,99	-0,18
0026	13.000,0000	12.281,8978	718,1022	5,52	0,15
0009	11.700,0000	12.281,8978	-581,8978	-4,97	-0,12
0010	11.700,0000	12.281,8978	-581,8978	-4,97	-0,12
0025	18.000,0000	18.053,9942	-53,9942	-0,30	-0,02
0030	18.000,0000	18.053,9942	-53,9942	-0,30	-0,02

Figura 5 – Gráfico dos resíduos da variável valor do terreno do modelo 5

Modelo : Lotes-Bairro Pres. Medice-Chapeco.srg

Dados considerados : 36

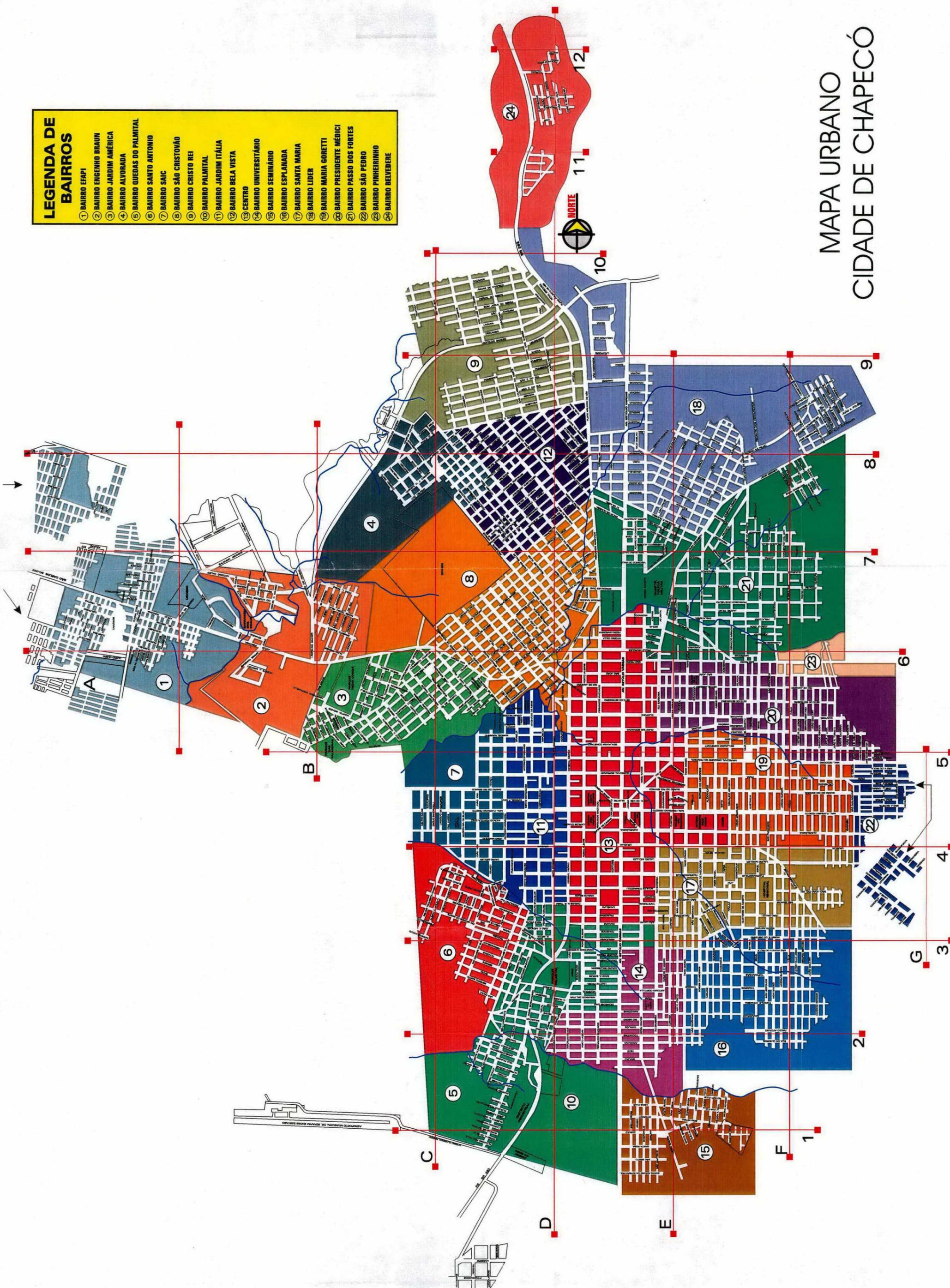
Variáveis consideradas : 3



Resíduos da variável Valor do terreno

LEGENDA DE BAIROS

- 1 BAIRRO EFAPI
- 2 BAIRRO ENGENHO BRAUN
- 3 BAIRRO JARDIM AMÉRICA
- 4 BAIRRO ALVORADA
- 5 BAIRRO QUEDAS DO PALMITAL
- 6 BAIRRO SANTO ANTONIO
- 7 BAIRRO SAIC
- 8 BAIRRO SÃO CRISTOVÃO
- 9 BAIRRO CRISTO REI
- 10 BAIRRO PALMITAL
- 11 BAIRRO JARDIM ITÁLIA
- 12 BAIRRO BELA VISTA
- 13 CENTRO
- 14 BAIRRO UNIVERSITÁRIO
- 15 BAIRRO SEMINÁRIO
- 16 BAIRRO ESPLANADA
- 17 BAIRRO SANTA MARIA
- 18 BAIRRO LIDER
- 19 BAIRRO MARIA GORETTI
- 20 BAIRRO PRESIDENTE MÉDICI
- 21 BAIRRO PASSO DOS FORTES
- 22 BAIRRO SÃO PEDRO
- 23 BAIRRO PINHEIRINHO
- 24 BAIRRO BELVEDERE



MAPA URBANO
CIDADE DE CHAPECÓ



NORTE



Bairro Presidente Médici

Escala 1:3000

PROJETO	MAPA BAIRRO PRESIDENTE MÉDICI
ESCALA	1:3000
CONTEÚDO	MAPA BAIRRO PRESIDENTE MÉDICI
DESIGNO	VINÍCIUS
DATA	09/02/2002
LOCAL	CHAPECÓ - SC
FOLHA	01