

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOÃO MARGARIDO DINIZ

AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS:
METODOLOGIAS E APLICAÇÃO

CURITIBA
2011

JOÃO MARGARIDO DINIZ

AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS:
METODOLOGIAS E APLICAÇÃO

Monografia apresentada como parte das exigências para obtenção do grau de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Negócios Imobiliários, Setor de Educação Profissional e Tecnológica, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Arno P. Schmitz, Mestre.

CURITIBA
2011

Bxxx Diniz, João Margarido.
Avaliação de imóveis: metodologias e aplicação /João
Margarido Diniz – Curitiba, 2011. 378 f.: il.; tab.; graf.

Orientador: Arno Paulo Schmitz.
Monografia (Graduação) – Universidade Federal do
Paraná, Setor de Educação Profissional e Tecnológica,
Curso de Tecnologia em Negócios Imobiliários.

1. Avaliação de imóveis. 2. Métodos de avaliação. 3.
Avaliação de locação. 4. Análise de regressão. 5. Laudo de
avaliação. I. Schmitz, Arno Paulo.
II. Universidade Federal do Paraná.

CDD xxx.xxxx

TERMO DE APROVAÇÃO

JOÃO MARGARIDO DINIZ

AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS: METODOLOGIAS E APLICAÇÃO

Monografia aprovada como parte das exigências para obtenção do grau de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Negócios Imobiliários, Setor de Educação Profissional e Tecnológica da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador – Prof. Arno P. Schmitz, Mestre.
Setor de Educação Profissional e Tecnológica, UFPR.

Prof. Marcelo Ribeiro Losso, Mestre.
Setor de Educação Profissional e Tecnológica, UFPR.

Prof. Marlene Skolimowski da Silva Lemes, Mestre.
Setor de Educação Profissional e Tecnológica, UFPR.

Curitiba, 22 de dezembro de 2011.

DEDICATÓRIA

... Ao único Deus sábio,
seja honra e glória para todo o sempre.

Amém.

1 Timóteo 1:17.

À minha esposa, Soraia, e
aos meus filhos, Priscila e Felipe,
que são, nesta ordem,
complemento e extensão de minha vida.

A todos que,
direta ou indiretamente,
participaram do processo de meu
aprendizado na área de avaliação de imóveis
e contribuíram para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do Curso de Tecnologia em Negócios Imobiliários da UFPR, pelo que são pelo que têm e pelo que fazem. São doutores e mestres ilustres; fiduciários do conhecimento, no mais amplo sentido do termo, que tendo alcançado tão notável saber o dispensa com simplicidade e se dedicam entusiasmadamente em transformar o material bruto que lhes chega, em profissional qualificado pelo que cada um deles lhe transmitiu: uma parte do que são, uma parte do que têm e uma parte do que fazem.

Ao Prof. Arno P. Schmitz, particularmente, pelos conhecimentos transmitidos e por dedicar seu tempo para introduzir-me, durante a orientação deste trabalho, no aprendizado de novos meios e modelos de avaliação mais científicos e seguros, despertando meu interesse de ir mais longe.

É uma honra tê-lo como orientador!

A todos, meu muito obrigado.

EPÍGRAFE

*Ser capaz de fazer uma coisa e saber o que deve ser feito,
são funções distintas,
mas a primeira participa mais da categoria de um ofício,
ao passo que saber o que deve ser feito
depende de um preparo prévio essencial,
do conhecimento de princípios e métodos essenciais,
que habilitam um indivíduo a determinar o processo de análise
mais adequado para a solução de um problema específico.
Esta última função pertence ao domínio das profissões.*

Thurston Howard Ross.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma revisão de cunho analítico, temático, histórico e bibliográfico da literatura publicada sobre os principais métodos de avaliação de imóveis propostos pelas instituições brasileiras que os regulamentam e por autores de referência que trataram deste tema desde o início até os dias atuais. Após a apresentação dos métodos demonstra-se o passo a passo de sua aplicação, destacando os princípios matemáticos de homogeneização normalmente utilizados e as técnicas de estatística aplicáveis para obtenção do valor procurado, objeto do laudo de avaliação. Conclui-se que muitas das técnicas elaboradas por diversos autores já estão ultrapassadas, que o assunto está em desenvolvimento, e, portanto, a literatura existente já está, em muitos pontos, superada por novas técnicas e ferramentas que possibilitam realizar o trabalho avaliatório cientificamente, havendo, por consequência, necessidade de novos trabalhos literários que apresentem, de forma prática e acessível, as suas aplicações.

Palavras-chave: Avaliação de imóveis. Métodos de avaliação. Fatores de homogeneização. Avaliação de locação. Fundo de comércio. Estatística aplicada à avaliação. Análise de regressão. Laudo de avaliação.

ABSTRACT

This work presents a review of an analytical, thematic, historical and bibliographical literature published on the main methods of evaluation of property, proposed by the Brazilian institutions that regulate, and by reference authors who have treated this matter from the beginning to the present day. After the presentation of the methods, is demonstrated step by step of your application, outlining the mathematical principles of homogenization and, commonly used, statistical techniques applicable to obtain the sought value, the object of the appraisal report. It is concluded that, many of the techniques developed by several authors are already outdated, that the matter is under development, and therefore, the literature is already, in many points, overcome by new techniques and tools that allow do the work evaluative scientifically, having, consequently, a need for new literary labors which presenting, in a practical and affordable, their applications.

Keywords: Evaluation of properties. Methods of evaluation. Factors homogenization. Evaluation of the lease. Goodwill. Statistics applied to the evaluation. Regression analysis. Appraisal report.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Equilíbrio do preço médio	46
Figura 2 – Homogeneização dos fatores	87
Figura 3 – Exemplo de gráfico de linha.....	93
Figura 4 – Exemplo de gráfico de colunas.....	94
Figura 5 – Exemplo de gráfico de barras	94
Figura 6 – Exemplo de gráfico histograma	95
Figura 7 – Exemplo de gráfico polígono de frequência.....	95
Figura 8 – Exemplo de gráfico ogiva	96
Figura 9 – Curva simétrica.....	96
Figura 10 – Curva assimétrica à direita	97
Figura 11 – Curva assimétrica à esquerda	97
Figura 12 – Curva bimodal.....	97
Figura 13 – Curva multimodal.....	97
Figura 14 – Tipos de distribuição segundo o grau de achatamento	105
Figura 15 – Representação do intervalo de confiança.....	112
Figura 16 – Localização dos terrenos.....	115
Figura 17 – Localização dos terrenos em Colombo/PR.....	117
Figura 18 – Histograma	127
Figura 19 – Polígono de frequência.....	127
Figura 20 – Polígono de frequência acumulada (Ogiva de Galton)	128
Figura 21 – Diagrama do Fluxo de Caixa	136
Figura 22 – Fluxo de caixa sob diferentes pontos de vista	137
Figura 23 – Diagrama de fluxo de caixa	156
Figura 24 – Fluxo de caixa para análise de projeto de investimento pelo VPL.....	158
Figura 25 – Fluxo de caixa para análise de projeto de investimento pelo TIR.....	161

Figura 26 – Representação gráfica VPL x TIR	162
Figura 27 – A visão determinística.....	181
Figura 28 – A visão probabilística ou estocástica	181
Figura 29 – Equação da reta	186
Figura 30 – Ilustração do método dos mínimos quadrados ordinários	187
Figura 31 – Representação gráfica dos erros ou desvios da estimativa.....	190
Figura 32 – Gráfico não-linear de preços observados x variável independente	198
Figura 33 – Gráfico resíduos x variável independente.....	199
Figura 34 – Transformação pelo teste de Tukey	201
Figura 35 – Valor médio dos resíduos (erros).....	204
Figura 36 – Homocedasticidade	205
Figura 37 – Heterocedasticidade	205
Figura 38 – Gráfico resíduos padronizados <i>versus</i> preços observados	206
Figura 39 – Padrões de correlação entre os termos de erro.....	209
Figura 40 – Gráfico erros padronizados <i>versus</i> preços estimados	210
Figura 41 – Estatística d de Durbin-Watson.	211
Figura 42 – Gráfico resíduos <i>versus</i> variável independente.....	213
Figura 43 – Adoção da forma funcional errada.....	217
Figura 44 – Exame de resíduos para especificação do modelo	218
Figura 45 – Histograma dos resíduos padronizados	220
Figura 46 – Gráfico resíduos x valor total	221
Figura 47 – Probabilidade de distribuição normal dos resíduos	221
Figura 48 – Gráfico resíduos padronizados <i>versus</i> percentis.....	222
Figura 49 – Ilustração do ajustamento proposto pelo teste K-S	226
Figura 50 – Diagrama do ajuste da regressão.....	236
Figura 51 – Distribuição t de Student.....	238
Figura 52 – Intervalo de confiança.....	239

Figura 53 – Gráfico do intervalo de confiança	240
Figura 54 – Extrapolação	241
Figura 55 – Intrapolação	241
Figura 56 – Avaliação intervalar	242
Figura 57 – Gráfico matrix da variável Y contra X1, X2, X3, X8	252
Figura 58 – Histograma densidade <i>versus</i> resíduos	254
Figura 59 – Curva de densidade estimada dos resíduos	254
Figura 60 – Histogramas das variáveis contínuas sem saneamento da amostra....	256
Figura 61 – Histograma densidade <i>versus</i> resíduos saneados.....	258
Figura 62 – Curva de densidade estimada dos resíduos saneados.....	259
Figura 63 – Histogramas das variáveis contínuas saneadas	259
Figura 64 – Histogramas por transformação da variável preço	261
Figura 65 – Histogramas por transformação da variável área construída	263
Figura 66 – Histogramas por transformação da variável padrão.....	264
Figura 67 – Histogramas por transformação da variável cômodos	265
Figura 68 – Histogramas por transformação da variável idade	266
Figura 69 – Curva de densidade estimada <i>versus</i> densidade normal.....	270
Figura 70 – Gráfico resíduos padronizados <i>versus</i> preços ajustados.....	273
Figura 71 – Teste gráfico de linearidade das variáveis contínuas.....	277
Figura 72 – Gráfico teste de autocorrelação	282

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Roteiro do processo de avaliação	48
Quadro 2 – Mapa conceitual de avaliação de imóveis e perícias	49
Quadro 3 – Comparação dos pressupostos de validação do MCRLN.....	195

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Grau de fundamentação no caso de utilização do tratamento por fatores	58
Tabela 2 – Enquadramento do laudo segundo seu grau de fundamentação no caso de utilização de tratamento por fatores	59
Tabela 3 – Grau de precisão nos casos de utilização de modelos de regressão linear ou do tratamento por fatores	60
Tabela 4 – Depreciação das edificações pela idade de uso VEGNI-NERI.....	69
Tabela 5 –: Vantagem da coisa feita	85
Tabela 6 – Classes e freqüências da amostra	90
Tabela 7 – Valores críticos para o teste de Chauvenet.....	111
Tabela 8 – Indicação da amostra levantada entre 09/11/2010 e 22/11/2010.....	120
Tabela 9 – Amostra formatada	121
Tabela 10 – Amostra reformatada.....	121
Tabela 11 – Amostra formatada com elementos encaixados no intervalo de saneamento	123
Tabela 12 – Amostra saneada para efetuar a análise estatística.....	124
Tabela 13 – Classes e freqüências da amostra	125
Tabela 14 – Graus de fundamentação na utilização do tratamento por fatores	131
Tabela 15 – Grau de precisão da estimativa do valor – NBR 14.653-2.....	132
Tabela 16 – Projeto de investimento	157
Tabela 17 – Projeto de investimento pelo método <i>payback simples</i>	163
Tabela 18 – Aplicação do <i>payback simples</i> ao projeto A	164
Tabela 19 – Aplicação do <i>payback simples</i> ao projeto B	164
Tabela 20 – Aplicação do método <i>payback descontado</i> ao projeto A.....	166
Tabela 21 – Aplicação do método <i>payback descontado</i> ao projeto B.....	166
Tabela 22 – Exemplo de aplicação do MQO	189

Tabela 23 – Transformações de relação não-linear em linear.....	199
Tabela 24 – Regras de decisão do teste d de Durbin-Watson.....	212
Tabela 25 – Tabela de Grubbs ao nível de significância de 5%	215
Tabela 26 – Teste RESET para especificação do modelo.....	219
Tabela 27 – Amostra para teste qui-quadrado.....	223
Tabela 28 – Amostra padronizada para o teste qui-quadrado	224
Tabela 29 – Cálculo da estatística do qui-quadrado	225
Tabela 30 – Cálculo da estatística D_n do teste K-S.....	227
Tabela 31 – Cálculo da constante b para o teste de Shapiro-Wilk	233
Tabela 32 – Base de dados da amostra	244
Tabela 33 – Base de dados formatada.....	249
Tabela 34 – Resumo das variáveis.....	251
Tabela 35 – Regressão dos dados formatados	253
Tabela 36 – Identificação de <i>outliers</i> pelo teste de Cook.....	255
Tabela 37 – Resumo das variáveis com a amostra saneada	257
Tabela 38 – Regressão da amostra saneada	257
Tabela 39 – Transformação da variável preço.....	261
Tabela 40 – Transformação da variável área construída.....	262
Tabela 41 – Transformação da variável padrão	263
Tabela 42 – Transformação da variável cômodos	265
Tabela 43 – Transformação da variável idade.....	266
Tabela 44 – Base de dados formatada com as variáveis transformadas.....	267
Tabela 45 – Resumo das variáveis.....	269
Tabela 46 – Regressão das variáveis saneadas e transformadas	269
Tabela 47 – Teste de normalidade IQR.....	271
Tabela 48 – Teste Shapiro-Wilk de normalidade	271
Tabela 49 – Teste de White para heterocedasticidade.....	274

Tabela 50 – Teste de Breusch-Pagan para heterocedasticidade.....	275
Tabela 51 – Teste vif de multicolinearidade	276
Tabela 52 – Teste de linearidade das variáveis contínuas.....	278
Tabela 53 – Teste linktest de especificação do modelo	280
Tabela 54 – Teste ovtest de especificação do modelo.....	281
Tabela 55 – Regressão para o teste de endogeneidade.....	283
Tabela 56 – Teste Whu-Hausman para endogeneidade	283
Tabela 57 – Teste F de significância do modelo	284
Tabela 58 – Teste t de Student para significância dos regressores	285
Tabela 59 – Base de dados transformada e ajustada	286
Tabela 60 – Indicadores estatísticos do modelo	287
Tabela 61 – Graus de fundamentação para o modelo de regressão linear.....	290
Tabela 62 – Especificação do tamanho da amostra do laudo	291
Tabela 63 – Grau de precisão da estimativa do valor	291
Tabela 64 – Escala de Norton	294

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CRECI	Conselho Regional de Corretores de Imóveis
COFECI	Conselho Federal de Corretores de Imóveis
CREA	Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
CUB	Custo Unitário Básico
IBAPE – SP	Instituto Brasileiro de Avaliação e Perícias de Engenharia de SP
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
STJ	Superior Tribunal de Justiça

LISTA DE SÍMBOLOS

COEFICIENTES E TAXAS

i Taxa de juros (por período ou mensal)

ESTATÍSTICAS

L_i Limite inferior de aceitação
 L_s Limite superior de aceitação
 N Número de elementos da população
 n Número de elementos da amostra
 s Desvio padrão da amostra
 s^2 Variância da amostra
 t Abscissa da distribuição de Student
 x_i Elementos da amostra
 \bar{x} Média aritmética da amostra
 μ Média aritmética da população
 σ Desvio padrão da população
 σ^2 Variância da população
 Σ Somatória

FATORES DE HOMOGENEIZAÇÃO

F_a Fator área
 F_{ac} Fator acabamento
 F_{alt} Fator altura
 F_{at} Fator atualização
 F_c Fator fundo de comércio
 F_{ct} Fator condição topográfica
 F_d Fator depreciação física e funcional
 F_e Fator equivalência de área construída
 F_{fp} Fator forma de pagamento
 F_i Fator idade

Fk	Fator comercialização
Fij	Fator loja
Fm	Fator medidas
Fo	Fator oferta
Fp	Fator profundidade
Fpa	Fator panorama
Fpad	Fator padrão
Fpd	Fator pedologia (inconsistência do terreno devido à presença da água)
Frl	Fator restrição legal
Fs	Fator situação
Fsp	Fator serviços públicos
Ft	Fator testada
Ftm	Fator testadas múltiplas
Ftr	Fator transposição
Vcf	Fator vantagem da coisa feita

IDADE

lap	Idade aparente do imóvel
lp	Vida útil provável do imóvel ($lap + lr$)
lr	Idade remanescente do imóvel

MEDIDAS

A	Área
Att	Área total do terreno
Pe	Profundidade equivalente
Pmax	Profundidade máxima recomendada
Pmin	Profundidade mínima recomendada
Pp	Profundidade padrão
S	Área do terreno
T	Testada ou frente do terreno

Tmin	Testada mínima recomendada
Tr	Testada de referência

UNIDADES DE MEDIDAS

cm	centímetros
h	hora
ha	hectare
km	quilômetros
km ²	quilômetro quadrado
m	metros
m ²	metros quadrados
mm	milímetros
%	por cento

VALORES E CUSTOS

Cr	Custo de reprodução
Cub	Custo unitário básico de construção por m ²
Li	Lucro do incorporador
Pa	Percentual de aproveitamento para lotear glebas urbanizáveis
Pgv	Produto geral de vendas
Rlef	Renda líquida efetiva
Rlo	Renda líquida operacional
Vad	Valor adotado
Vb	Valor das benfeitorias
Vd	Valor declarado
VI	Valor lucrativo
Vr	Valor residual
Vti	Valor total do imóvel
Vtt	Valor total do terreno

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
2	REFERENCIAL TEÓRICO	29
2.1	VALOR E PREÇO.....	30
2.2	FUNDAMENTAÇÃO	41
3	METODOLOGIA	45
3.1	O PROCESSO DE AVALIAÇÃO.....	45
3.2	DEFINIÇÕES E PROCEDIMENTOS	50
3.3	MÉTODO COMPARATIVO DIRETO DE DADOS DE MERCADO	52
3.3.1	Caracterização da propriedade a ser avaliada:.....	52
3.3.2	Pesquisa de imóveis semelhantes para formar uma amostra:	54
3.3.3	Tratamento dos dados:	55
3.3.4	Cálculo do preço procurado.....	56
3.4	MÉTODO COMPARATIVO DIRETO DE DADOS DE MERCADO UTILIZANDO O TRATAMENTO POR FATORES.....	57
3.4.1	Graus de fundamentação para o tratamento por fatores	58
3.4.2	Procedimentos para a utilização de tratamento por fatores	60
3.4.3	Fatores de homogeneização.....	61
3.4.4	Homogeneizando a amostra:	86
3.4.5	Estatística aplicada às avaliações.....	88
3.5	APLICAÇÃO: AVALIAÇÃO DE TERRENOS LOTEADOS UTILIZANDO O TRATAMENTO POR FATORES.....	114
3.5.1	Características dos terrenos avaliandos	115
3.5.2	Especificação dos fatores.....	117
3.5.3	Saneamento da amostra.....	121
3.5.4	Análise estatística dos resultados homogeneizados	124

3.5.5	Verificação dos pressupostos do modelo	130
3.5.6	Especificação da avaliação	131
3.5.7	Identificação do resultado	132
3.5.8	Resultado da avaliação e data de referência	133
3.6	MÉTODO INVOLUTIVO	134
3.6.1	O processo da avaliação	135
3.6.2	Forma de cálculo	136
3.7	MÉTODO EVOLUTIVO.....	147
3.7.1	Forma de cálculo	147
3.7.2	Considerações para aplicação do método	148
3.7.3	Exemplo de aplicação do método evolutivo	149
3.8	MÉTODO DA CAPITALIZAÇÃO DA RENDA.....	149
3.8.1	Forma de cálculo	151
3.8.2	Aplicações do método da capitalização da renda	151
3.9	MÉTODOS PARA IDENTIFICAR O CUSTO DE UM BEM	152
3.9.1	Método comparativo direto de custo	152
3.9.2	Método da quantificação de custo	153
3.9.3	Método da quantificação de custos por orçamentos detalhados.....	154
3.10	MÉTODOS PARA IDENTIFICAR INDICADORES DE VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO ECONÔMICA DE UM EMPREENDIMENTO	155
3.10.1	Método do valor presente líquido (VPL)	155
3.10.2	Método da taxa interna de retorno (TIR)	159
3.10.3	Método dos tempos de retorno ou Payback.....	162
3.11	OUTROS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	168
3.11.1	Método residual.....	168
3.11.2	Método da rentabilidade – arbitramento de aluguéis.....	169
3.11.3	Avaliação de aluguel em lojas de Shopping Centers	173
3.11.4	Avaliação de aluguel de Cinemas e Teatros	174

3.11.5 Avaliação de aluguel de Hotéis e Motéis:.....	174
3.11.6 Avaliação do aluguel de Postos de Serviço.....	176
3.11.7 Avaliação de aluguel de Estacionamentos.....	177
4 APLICAÇÃO DE TRATAMENTO CIENTÍFICO SOBRE BASE DE DADOS .	179
4.1 PRINCÍPIOS DE AVALIAÇÃO UTILIZANDO MÉTODO CIENTÍFICO.....	179
4.1.1 Inferência estatística.....	180
4.1.2 Grau de fundamentação para utilização de modelos de regressão linear.....	191
4.1.3 Procedimentos para a utilização de modelos de regressão linear.....	193
4.2 APLICAÇÃO SOBRE A BASE DE DADOS.....	243
4.2.1 Especificação das variáveis.....	247
4.2.2 Dados incomuns e influenciadores – <i>Outliers</i>	251
4.2.3 Normalidade.....	267
4.2.4 Homocedasticidade ou Heterocedasticidade.....	272
4.2.5 Multicolinearidade.....	275
4.2.6 Linearidade.....	277
4.2.7 Especificação do modelo.....	279
4.2.8 Autocorrelação.....	281
4.2.9 Endogeneidade.....	282
4.2.10 Os valores das variáveis explicativas X são fixos.....	284
4.2.11 O valor médio do termo de erro é zero.....	284
4.2.12 Testes de significância.....	284
4.2.13 Poder de explicação do modelo.....	288
4.2.14 Campo de arbítrio.....	289
4.2.15 Códigos alocados.....	289
4.2.16 Códigos ajustados.....	289
4.2.17 Apresentação do modelo.....	290
4.2.18 Avaliação intervalar.....	290

4.2.19	Especificação da avaliação	290
4.2.20	Identificação do resultado.....	291
4.3	AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS RURAIS	293
4.4	TÉCNICA DE ELABORAÇÃO DE LAUDOS.....	295
5	CONCLUSÃO	305
	REFERÊNCIAS	307
	APÊNDICE A – Laudo técnico de avaliação do preço de imóvel urbano	314
	APÊNDICE B – Parecer técnico de avaliação mercadológica de imóvel rural	350
	ANEXO A – Curriculum Vitae do avaliador	364
	ANEXO B – Tabela da distribuição Normal (z).....	365
	ANEXO C – Distribuição t de Student	366
	ANEXO D – Pontos críticos da distribuição de Snedecor, tabelados por Fischer (Nível de significância de 5% [$F_{0,05;\sqrt{1};\sqrt{2}}$]).....	367
	ANEXO E – Pontos críticos da distribuição de Snedecor, tabelados por Fischer (Nível de significância de 1% [$F_{0,01;\sqrt{1};\sqrt{2}}$]).....	368
	ANEXO F – Valores críticos da distribuição Quiquadrado	369
	ANEXO G – Pontos de significância de d_L e d_U – 5% – DURBIN–WATSON.....	370
	ANEXO H – Pontos de significância de d_L e d_U – 1% – DURBIN–WATSON	371
	ANEXO I – Valores críticos para o Teste de CHAUVENET	372
	ANEXO J – Valores críticos para o teste de normalidade de KOLMOGOROV- SMIRNOV	373
	ANEXO K – Valores críticos da distribuição da estatística D_n * (Lilliefors)	374
	ANEXO L -- Coeficientes $\alpha_n - i + 1$ para o teste de normalidade W de SHAPIRO- WILK	375
	ANEXO M – Valores críticos da estatística W de SHAPIRO-WILK.....	376
	ANEXO O – Critério de depreciação de ROSS-HEIDECKE	378

1 INTRODUÇÃO

A expansão imobiliária no Brasil trouxe a atividade de avaliações de imóveis para a formalidade. A atribuição para o exercício da atividade de avaliador, foi alvo de longo debate jurídico devido à pretensão de exclusividade dos profissionais do CREA¹, engenheiros, arquitetos e afins, em detrimento de outras profissões atuantes no mercado imobiliário como as vinculadas ao CRECI², os corretores de imóveis. A alegação de que somente os profissionais do CREA são detentores de conhecimento e formação adequados para realizar avaliações não foi aceita pelo Superior Tribunal de Justiça – STJ, que encerrou a discussão em agosto de 2009 quando, por unanimidade, decidiu pela não exclusividade de uma classe profissional para o exercício da atividade de avaliações (BRASIL, 2009).

Superada a discussão, abriu-se para outras profissões, sobretudo para a parte litigante, os profissionais do CRECI, a obrigação de se especializarem para atuar nesse mercado e de tornar a disciplina de avaliação de imóveis obrigatória e com o devido embasamento nos seus cursos de graduação como é o caso, por exemplo, do curso superior de Tecnologia em Negócios Imobiliários da Universidade Federal do Paraná – UFPR.

É sabido que a avaliação de imóveis não é uma ciência exata, mas é o processo de estimar os preços das propriedades através de conceitos fundamentais e de métodos que estão em contínuo aperfeiçoamento, exigindo do profissional conhecimento técnico, científico, legal e normativo, além de um bom julgamento aplicado para traduzir em preços os diversos fatores característicos como o estado físico, forma, localização ou o melhor aproveitamento dos imóveis.

Para melhor entendimento pode-se definir avaliação de imóveis como o conjunto de operações que nos possibilitam formar um juízo sobre o preço de uma propriedade ou de um direito inerente a ela.

A precisão possível de uma avaliação depende, além do preparo do avaliador, da quantidade e homogeneidade dos dados da amostra colhida e da metodologia utilizada.

¹ Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia.

² Conselho Regional de Corretores de Imóveis.

Berrini³, no prefácio da segunda edição do seu livro *Avaliações de Imóveis*, deixou o seguinte ensinamento sobre o tema:

"Nenhum método de avaliação é exato, sendo alguns mais trabalhosos do que outros, e alguns mais bem fundamentados do que outros, e disso resulta, no dizer de George L. Schmutz⁴, que o máximo que um avaliador, sincero e leal, pode aspirar, é encontrar um valor provável que muito se aproxime do valor de mercado, sendo este valor de mercado o efeito de fatores vários e variáveis, a maior parte dos quais de origem psicológica e, portanto, não suscetíveis de serem medidos e comparados" (BERRINI, 1957, p. 15).

Embora não seja uma ciência exata, deve-se saber que a base para os trabalhos de avaliação de imóveis encontra-se padronizada nas normas elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, especificamente na NBR 14.653, sob o título Avaliação de Bens, composta das seguintes partes:

Parte 1: Procedimentos gerais;

Parte 2: Imóveis urbanos;

Parte 3: Imóveis rurais;

Parte 4: Empreendimentos;

Parte 5: Máquinas, equipamentos, instalações e bens industriais em geral;

Parte 6: Avaliação de bens;

Parte 7: Bens de patrimônios históricos e artísticos.

É importante ressaltar que o profissional avaliador está obrigado a respeitar minimamente essas normas não só para oferecer compreensão e explicação dos resultados, mas, também, em razão do direito dos consumidores instituído na Lei n° 8.078, de 11 de setembro de 1990, o chamado Código de Defesa do Consumidor – CDC, que prevê em sua seção IV, artigo 39, inciso VIII o seguinte:

"Art. 39. **É vedado ao fornecedor de produtos ou serviços**, dentre outras práticas abusivas:

...

VIII - **colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas** pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, **pela Associação Brasileira de Normas Técnicas** ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional

³ Luiz Carlos Berrini, (1884-1949), engenheiro civil paulista formado na E. E. Mackenzie e na Universidade de Cornell, N. Y., EUA, avaliador oficial do Banco do Estado de São Paulo, autor dos livros *Avaliação de Terrenos (1941)*, ampliado e editado como *Avaliação de Imóveis (1949)* três meses antes de sua morte em 22 de maio de 1949. Foi um notável precursor da engenharia de avaliações no Brasil.

⁴ George L. Schmutz, (1893-1958) foi membro da American Real of Institute Estate Appraisers e autor do livro *O Processo de Avaliação (The Appraisal Process)*, publicado em 1941 nos EUA e traduzido no Brasil por L. C. Berrini em 1943.

de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - CONMETRO; ...” (BRASIL, 1990, grifo nosso).

Essa preocupação legal do Estado com a aplicação das normas para a prestação de serviços como os de avaliação de imóveis, reflete a importância do tema escolhido para este trabalho, porquanto a avaliação de bens em desacordo com o CDC implica, em termos jurídicos e de pleno direito, na nulidade do trabalho realizado e nas penalidades pelo desrespeito à lei.

No contexto da abertura do mercado de avaliação de imóveis para outras profissões, este trabalho tem o objetivo de apresentar o processo avaliatório sob o ponto de vista do conhecimento de um profissional inscrito no CRECI e que atua em áreas de consultoria, avaliações, vendas e locações no mercado imobiliário.

Tendo como *background* a literatura publicada desde o início dos primeiros tratados sobre o tema, da década de 50 até os dias atuais, será feita uma revisão de cunho analítico, temático, histórico e bibliográfico, visando, de forma simples e compreensível, mostrar os princípios e os métodos avaliatórios normatizados e ou aceitos atualmente pela jurisprudência e mercado nacionais, que foram desenvolvidos por autores conceituados e publicados em obras como *O Processo de Avaliação* (SCHMUTZ, 1943); *Avaliação de Imóveis* (BERRINI, 1957); *Engenharia de Avaliações* (IBAPE, 1974); *NBR 5676* (ABNT, 1990); *Prática de Avaliação de Imóveis* (VEGNI-NERI, 1965); *Avaliação de Glebas, Loteamentos, Distritos Industriais* (VEGNI-NERI, 1979); *Princípios de Engenharia de Avaliações* (MOREIRA, 1992); *Avaliação de Imóveis – Manual de redação de laudos* (FIKER, 1989); *Manual de avaliações e perícias em imóveis urbanos* (FIKER, 2008); *Introdução à engenharia de avaliações e perícias judiciais* (MAIA NETO, 1992); *Curso de Engenharia de Avaliações e Perícias Agrônomicas* (DEMÉTRIO, 1995); *Avaliações de imóveis em massa para efeitos de tributos municipais* (ZANCAN, 1996); *Engenharia de Avaliações – Uma introdução à metodologia científica* (DANTAS, 2005); *Curso básico de engenharia de avaliações* (ABUNAHMAN, 2000); *A engenharia de avaliações na visão inferencial* (GONZALEZ, 2000); *Aplicação de técnicas de descobrimento de conhecimento em bases de dados e de inteligência artificial em avaliação de imóveis* (GONZALEZ, 2003); *Avaliação de imóveis e metodologia de perícias* (GONZALEZ, 2007); *Avaliação de Imóveis Rurais* (DESLANDES, 2002); *Avaliação de Imóveis – Uma análise no campo da engenharia legal* (MEYER, 2003); *Avaliações de Imóveis Rurais – Norma NBR 14.653-3 ABNT*

Comentada (ARANTES; SALDANHA, 2009); *NBR 14.653-2: Avaliação de bens – Parte 2: Imóveis urbanos* (ABNT, 2011) e *Normas e estudos* (IBAPE/SP, 2011). Além destes, alguns trabalhos acadêmicos relevantes foram também examinados.

Tomando a aplicação dos princípios e métodos, como alvo, vai-se demonstrar o passo a passo do processo de avaliação de imóveis urbanos e rurais, iniciando com a preparação teórica do avaliador, prosseguindo com a coleta de dados para formação de uma amostra confiável que embase os cálculos, a apresentação dos procedimentos matemáticos e técnicas de estatística recomendáveis para obtenção do preço de mercado do bem avaliando, culminando com a apresentação de laudos avaliatórios de trabalhos realizados pelo autor, anterior e atualmente.

Para isto, o trabalho foi estruturado em cinco capítulos assim descritos:

Capítulo 1 – Introdução: apresenta o tema, a relevância das avaliações, o objetivo do trabalho e a sua estrutura disposta em cinco capítulos aqui descritos.

Capítulo 2 – Referencial teórico: apresenta a revisão da literatura examinada atentando para os tópicos principais do mercado imobiliário e os métodos mais usuais adotados nas avaliações de imóveis.

Capítulo 3 – Metodologia: apresenta as técnicas para homogeneização de valores, os principais métodos de avaliação para venda, princípios de estatística descritiva, métodos para avaliação locação e de viabilidade de empreendimentos.

Capítulo 4 – Aplicação de tratamento científico sobre base de dados: apresenta os princípios de inferência estatística, avaliação de imóvel urbano pelo processo de análise de regressão atendendo aos princípios de validade dos modelos, a elaboração de laudos e a avaliação de imóveis rurais.

Capítulo 5 – Conclusão

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O principal objetivo no trabalho de avaliação é a determinação científica, técnica e objetiva do preço de um bem.

Nesse sentido, o interesse deste trabalho é mostrar os meios de se realizar o processo de avaliação devidamente fundamentado nos princípios e normas trazidos pela literatura consultada, analisando a contribuição de cada autor para o desenvolvimento do assunto.

O primeiro aspecto relevante ao se tratar do tema proposto é a identificação do profissional que realiza o processo de avaliação. Quem é o avaliador?

A definição contida no artigo 3º do *Estatuto de la Union Panamericana de Asociaciones de Valuacion-UPAV* parece ser bem adequada:

Define-se como **Avaliador** o profissional universitário ou o profissional legalmente habilitado em um país, com um alto nível de competência técnica e integridade impecável, que examina todos os aspectos que influenciam os bens tangíveis e intangíveis ou seus direitos, usos e forças sociais, econômicas, políticas e físicas que influenciam o seu valor, processa todos os dados de forma ordenada, objetiva, sistemática e consistente dentro de um justo critério de avaliação e avalia o bem ou os direitos, estimando seu valor em troca de dinheiro, para uma data e local determinado, considerando uma utilização e propósito específico. (UNION PANAMERICANA DE ASOCIACIONES DE VALUACIÓN-UPAV, 2002, p. 1). (Tradução nossa).

Conceituada a pessoa que avalia, necessário se faz definir o que é avaliação.

A NBR 14.653-1 (ABNT, 2001, p. 3) define avaliação como “análise técnica, [...], para identificar o valor de um bem, de seus custos, frutos e direitos, assim como determinar indicadores da viabilidade de sua utilização econômica, para uma determinada finalidade, situação e data.”

A definição oferecida no artigo 3º do *Estatuto de la Union Panamericana de Asociaciones de Valuacion-UPAV*, é significativa:

Se define como **Tasación, Valuación, Evaluación o Avaluación** al proceso objetivo y ordenado, relacionado con un propósito y descansa en observaciones y en teoría económica, lo cual produce un estimado de valor de cambio por dinero en efectivo, de un bien o derechos específicos para una fecha y lugar determinado, asumiendo un uso específico. Cada

valuación es un trabajo de investigación así como una combinación de economía, análisis de mercado y de inversión.

La valuación no crea valor sino que observa todos los aspectos que influyen los bienes y derechos, sus usos y las fuerzas políticas, económicas, sociales y físicas, que por su interacción influyen en el valor. No recomienda acción, pero prevé las bases sobre las cuales pueden tomarse las decisiones. (UNION PANAMERICANA DE ASOCIACIONES DE VALUACIÓN-UPAV, 2002, p. 1).

Caires⁵ (1978) citado por Pellegrino⁶ (1983) e Demétrio, resume o trabalho de avaliação nos seguintes termos:

‘De modo muito simples, mesmo pecando quanto ao rigor, poderemos dizer que: ‘Avaliar é medir o valor’. O valor é uma grandeza e, como tal, suscetível de ser medida. Por sua vez, ‘Medir é comparar’. Daí inferimos que a avaliação é a determinação do valor de uma coisa obtida por comparação com outras semelhantes (apud DEMÉTRIO, 1995, p. 94).’

No mesmo teor, Berrini (BERRINI, 1957, p. 15), trouxe o pensamento de Gustave Le Bon⁷: “Infelizmente, a humanidade só dispõe de uma ferramenta para medir as coisas, a comparação, e é na seleção de meios e padrões de comparação que se revela a capacidade de apreciação e de julgamento dos indivíduos.”

2.1 VALOR E PREÇO

A *priori* não se pretende neste trabalho entabular qualquer discussão sobre valor e preço, mas sim, conhecer e apresentar os conceitos aplicados pela chamada engenharia de avaliações em seus escritos e normas. Em que pese conceituações “simplistas” encontradas, fixe-se aqui que, **PREÇO É DIFERENTE DE VALOR**.

O mercado imobiliário é um mercado de concorrência monopolística, com uma estrutura intermediária entre a concorrência perfeita e o monopólio, mas se distingue do oligopólio pelas seguintes características:

⁵ CAIRES, H. R. R. de. **Novos tratamentos matemáticos em temas de engenharia de avaliações**. São Paulo : PINI, 1978, 2ª ed.

⁶ PELLEGRINO, J. C. Avaliações de propriedades rurais. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Avaliações para garantias**. São Paulo: Pini, 1983, p. 115-122.

⁷ Gustave Le Bon (1841-1931) foi o fundador da Psicologia Social. Escreveu inúmeras obras, dentre as quais se destacam: "A psicologia das multidões", "A psicologia do socialismo", "A psicologia das revoluções".

- Número relativamente grande de empresas com certo poder de concorrência, todavia com segmentos de mercados e produtos diferenciados, seja por características físicas ou prestação de serviços;
- A margem de manobra para fixação de preços não é muito ampla devido à existência de produtos substitutos no mercado;
- Muitos compradores e muitos vendedores;
- Os bens e os serviços são heterogêneos, isto é, os consumidores têm as suas preferências definidas e os vendedores buscam diferenciar seus produtos daqueles produzidos por seus concorrentes diretos (OSAKABE; BOTELHO, 2009, p. 124-129).

Nesse mercado, ao arripio do conceito marxista de que, “o preço acontece quando a mercadoria entra no processo de circulação e o valor, nada mais é do que o trabalho incorporado na produção, as horas necessárias utilizadas na produção de uma mercadoria” (SOUSA, 2006), o preço leva em conta a percepção do cliente que pode atribuir ao bem um valor muito maior que o de seus custos de produção.

Sob o ponto de vista do comprador, se a percepção de valor de um bem for irrelevante, seu preço será baixo; por isso, no mercado imobiliário há todo um trabalho de *marketing* para alterar a percepção de valor do cliente. Se o preço de um bem é menor que o valor percebido, certamente ele será vendido. A recíproca o fará ser recusado pelos compradores, indicando então que se deve investir no valor e não no preço. Assim, pontos como localização, padrão construtivo, acabamento, orientação solar, vista, conforto, áreas de lazer e outros, são evidenciados para se agregar valor e obter preço maior. Na conhecida expressão de Warren Buffet⁸, “o preço é o que você paga, o valor é o que você leva.”

Por conta disso, o avaliador deve saber distinguir entre valor e preço de um bem. Para Schmutz (SCHMUTZ, 1947, p. 3), “o valor objetivo de uma coisa é o seu custo de criação, ao passo que o valor subjetivo é o preço que o povo pagará por essa mesma coisa, independentemente do seu custo, qualquer que ele seja.” Em seu livro, *O Processo de Avaliação*, onde abordou a história das teorias de valores, trouxe a seguinte consideração:

A época em que o homem primeiro considerou o valor, é, provavelmente anterior ao começo da era cristã e perde-se na antiguidade dos mais

⁸ Warren Buffet, milionário investidor americano.

remotos tempos bíblicos. José e seus irmãos tiveram de enfrentar o problema do “valor-de-uso” e do “valor-de-troca”. Os antigos Gregos compreenderam a diferença entre o “valor-de-uso” e o “valor-de-troca”. Aristóteles predicou sua ideia de valor sobre a utilidade das coisas, e foi um dos primeiros que propuseram a teoria do “valor subjetivo”, que afirma que o valor de um objeto é criado pela, e somente existe na, mente do homem. (SCHMUTZ, 1947, p. 3)

Quando se trata de avaliar um bem o que se busca é uma medida de valor que represente o pagamento que alguém estaria disposto a efetuar para adquiri-lo e que fosse o suficiente para o vendedor vendê-lo, cuja medida, quando alcançada, cumpre a finalidade da avaliação: a quantificação do preço procurado.

Para o IBAPE⁹, na abordagem de Camargo (Camargo, *in*: IBAPE, 1974, p. 10), “em uma avaliação deve-se levar em conta a sua finalidade, pois esta pode definir o tipo de valor que se buscará encontrar”. Pode-se perceber facilmente que o conceito de valor, na forma como é empregado atualmente na engenharia de avaliações, inclina-se para a chamada Escola Plurivalente e tende a encontrar muitas definições.

Berrini apontou que “não somos capazes de definir precisamente o que é valor, e isto porque o valor é resultante de causas várias e variáveis, a maior parte delas de origem psicológica e, portanto, não são suscetíveis de serem medidas ou comparadas.” (BERRINI, 1957, p. 27)

Indicou ainda, (Idem, p. 34), que a formação do conceito de valor requer “três fatores principais: a utilidade, a raridade e o desejo de aquisição ou procura das coisas. A ausência de qualquer um destes fatores prejudica a formação do conceito de valor”.

A idéia de valor está ligada à de utilidade e esta à de necessidade. Bernard¹⁰ destaca que ‘valor é a expressão de uma necessidade, de um desejo ou de um capricho’ (apud CAMARGO, *in*: IBAPE, 1974, p. 9).

Entre as numerosas definições de valor, a mais aceitável entre todas, segundo Berrini, é: valor é a “fórmula do ‘vendedor desejoso, mas não constrangido, que vende para um comprador desejoso, mas não constrangido, ambos se achando inteirados das possibilidades econômicas da coisa a ser negociada’.” (BERRINI, 1957, p. 27)

Dentre as tantas definições, nos interessa explorar mais acuradamente as

⁹ Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia.

¹⁰ Alfred D. Bernard (1877-1953) advogado americano.

apresentadas para **valor de mercado**.

Para o *International Valuation Standards Committee*¹¹, cuja definição o Brasil adota desde o seminário ocorrido no Rio de Janeiro, em novembro de 2005, **Valor de mercado** é:

“Valor de Mercado – a quantia estimada pela qual um bem poderia ser negociado na data da avaliação, entre um comprador disposto a comprar e um vendedor disposto a vender, em uma transação livre, através de comercialização adequada, em que as partes tenham agido com informação suficiente, de maneira prudente e sem coação.” (INTERNATIONAL VALUATION STANDARDS COMMITTEE, 2005)

Essa definição indica que o valor de mercado é o preço de mercado desde que se conceda um tempo razoável para se encontrar um comprador, e, que este a compre com conhecimento de sua utilidade e finalidade.

A NBR 14.653-1 (ABNT, 2001, p. 5) e Dantas (Dantas, 2005, p. 8) trazem o conceito de valor:

“Quantia mais provável pela qual se negociaria voluntariamente e conscientemente um bem, numa data de referência, dentro das condições do mercado vigente.”

O IBAPE/SP na sua norma para avaliação de imóveis urbanos traz a seguinte definição:

“Quantia mais provável pela qual um bem seria negociado em uma data de referência, entre vendedor e comprador prudentes e interessados no negócio, com conhecimento de mercado, mas sem compulsão, dentro das condições mercadológicas.” (IBAPE/SP, 2011, p.4)

Vê-se que a definição do IBAPE/SP é muito próxima daquela apresentada por Berrini em 1941, ou seja, há setenta anos.

A SPU¹² traz em suas normas:

“O valor de mercado é o VALOR PROBABILÍSTICO DE MERCADO de um imóvel, resultante da livre ação dos fatores e forças de mercado, pela lei da oferta e da procura.” (SPU, 2002, p. 14)

¹¹ Uma organização não-governamental, sediada em Londres, que congrega as principais entidades nacionais de normas de avaliação e associações profissionais de 41 países. A mesma norma é adotada pela União Panamericana de Associações de Avaliações (UPAV – *Union Panamericana de Asociaciones de Valuación*). O Brasil é membro das duas instituições.

¹² Secretaria de Patrimônio da União.

Salvo referência em contrário, esse valor é para pagamento à vista, considerando-se o imóvel livre e desembaraçado de quaisquer ônus, inclusive locação.

Camargo (Camargo, *in*: IBAPE, 1974, p. 10), assim define valor:

“Aquele que o imóvel poderá alcançar, dentro de um prazo razoável, entre pessoas perfeitamente conhecedoras do mercado imobiliário e sem a interferência de agentes externos estimulantes.”

Demétrio; González e Bell¹³ (1999, p. 49) citado por González (2003) convencionam como:

O preço mais alto, em termos de dinheiro, que uma propriedade alcançaria num mercado aberto e competitivo, sob todas as condições necessárias a uma venda justa, na qual o comprador e o vendedor procederiam de forma prudente, com todos os conhecimentos indispensáveis e assumindo que o preço não seria afetado por estímulos indevidos (DEMÉTRIO, 1995, p. 97; GONZÁLEZ, 1997, p. 33; apud GONZÁLEZ, 2003, p. 62).

Para Abunahman (Abunhaman, 2000, p. 13) a definição é esta:

“É o preço pago por um comprador desejoso de comprar, mas não forçado, a um vendedor desejoso de vender, mas não compelido, tendo ambos, pleno conhecimento da utilidade da propriedade transacionada.”

Para Schmutz (Schmutz, 1943, p. 13) a melhor definição é:

“É o maior preço pelo qual uma propriedade poderá ser de fato vendida, em um prazo razoável [...] e com a ausência de estímulos indevidos.”

Para a Suprema Corte do Estado da Califórnia, EUA:

Valor de mercado é o preço máximo, estimado em função do dinheiro, que a terra alcançará se oferecida à venda no mercado livre, concedendo-se um tempo razoável para se encontrar um comprador, que a compre com inteiro conhecimento de todos os usos e fins para a qual se acha melhor adaptada e para os quais é capaz de ser usada (apud SCHMUTZ, 1943, p. 13; apud ABUNAHMAN, 2000, p. 13).

Para Oca¹⁴ (apud Abunahman, 2000, p. 13), a definição é:

“É o preço que um vendedor está disposto a aceitar, e um comprador a pagar, ambos perfeitamente bem informados e dentro de circunstâncias normais, objetivas e subjetivas, para um determinado bem.”

¹³ BELL, R. **Real estate damages**: An analysis of detrimental conditions. Chicago: Appraisal Institute, 1999.

¹⁴ Enrique Lira Montes de Oca, engenheiro mexicano.

Para Moreira (Moreira, 1994, p. 25) e González (González, 1997, p. 33) a definição que melhor se apresenta é:

“É aquele encontrado por um vendedor desejoso de vender, mas não forçado e um comprador desejoso de comprar, mas também não forçado, tendo ambos, pleno conhecimento das condições de compra e venda e da utilidade da propriedade.”

Para Deslandes (apud Deslandes, 2002, p. 29) e Maia Neto (apud Maia Neto, 1992, p. 21-22) a definição é a apresentada pela NBR 5676:1990:

O valor a ser determinado corresponde 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 compradores e vendedores, de tal sorte que não possa, 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. (ABNT, 1990, p. 1).

Embora ainda haja discussões sobre esse conceito, da chamada Escola Univalente, o Brasil, atualmente, adota a definição do *International Valuation Standards Committee* como já referido.

Deslandes, oferece outras definições:

É a quantia em dinheiro que se pode obter por um bem colocado à venda, durante um período razoável de tempo, num mercado livre e competitivo, pressupondo-se que o comprador e o vendedor conheçam as características e possibilidades de aproveitamento do bem e estejam isentos da interferência de quaisquer fatores coercitivos (DESLANDES, 2002, p. 30).

Ainda outro conceito:

Aquele expresso pelo preço da propriedade atingido após colocada à venda por prazo razoável estando, comprador e vendedor, cientes das nuances do mercado, do uso e finalidades do imóvel, constatando-se disposição e não necessidade de negociação por ambas as partes.

Segundo Ventolo e Williams (1997)¹⁵, citados por González (apud González, 2003, p. 60) a definição é:

“Valor de mercado de um imóvel é o preço mais provável que um comprador está disposto a pagar a um vendedor pelo imóvel em uma operação normal de mercado.”

González (González, 2003, p. 63) conclui que:

“Valor de mercado é o valor médio ou preço mais provável a ser atingido em transações normais, em um dado momento.”

Bernard¹⁶, citado por Dib, Araújo Júnior e Meireles, referendou:

O valor do pão se expressa em necessidade; o valor do diamante resplandecente se traduz em desejo; o valor de uma propriedade imobiliária é, em geral, a expressão de ambos os conceitos. (apud DIB; ARAÚJO JÚNIOR; MEIRELES. 2008, p. 22)

Pode-se observar que para os autores pesquisados, o conceito de valor de mercado é, usualmente, aplicado ao preço de mercado.

A partir da visão da Escola Plurivalente, para a qual o conceito de valor depende da finalidade da avaliação, outras abordagens são apresentadas, como:

Valor patrimonial: Valor correspondente à totalidade dos bens de pessoa física ou jurídica. NBR 14.653-1 (ABNT, 2001, p. 5).

“Somatório dos valores de mercado dos bens que compõem o ativo permanente do empreendimento.” NBR 14.653-2 (ABNT, 2002, p. 5).

“Somatório dos valores dos bens que compõem o objeto da avaliação.” NBR 14.653-5 (ABNT, 2005, p. 3).

Somatório do valor do terreno, benfeitorias e eventuais equipamentos de um imóvel. Para que o mesmo represente o valor de mercado deve ser apurado e aplicado o fator de comercialização com base em informações de mercado levantadas pelo avaliador ou em pesquisa de caráter regional, previamente publicada. (IBAPE/SP, 2011, p. 5)

Valor residual: Quantia representativa do valor do bem ao final de sua vida útil. NBR 14.653-1 (ABNT, 2001, p. 5).

¹⁵ VENTOLO Jr.; WILLIAMS, M. R. **Técnicas del avalúo inmobiliário:** Guia completa para vendedores, corretores, administradores, inversionistas y valuadores de propiedades. Chicago: Real Estate Education Company, 1997.

¹⁶ Alfred D. Bernard (1877-1953) advogado americano.

“Valor de alienação do empreendimento ao fim do horizonte projetivo.” NBR 14.653-4 (ABNT, 2002, p. 5).

“Valor residual ou valor de demolição, é a soma líquida, acima do custo de remoção e venda, obtida pela venda dos materiais remanescentes de uma propriedade que foi retirada de serviço.” (MOREIRA, 1994, p. 25).

Valor em risco: Valor representativo da parcela do bem que se deseja segurar. NBR 14.653-1 (ABNT, 2001, p. 5).

“Valor representativo da parcela do bem que se deseja segurar e que corresponde ao valor máximo segurável.” NBR 14.653-5 (ABNT, 2005, p. 3).

“Valor para fins de seguros de um determinado imóvel, representado pelo valor das benfeitorias, equipamentos e instalações, conforme objeto da apólice ou da contratação, observada a máxima depreciação.” (IBAPE/SP, 2011, p. 5).

Valor arbitrado: Valor pontual adotado como resultado final da avaliação, dentro dos limites do campo de arbítrio estabelecido nesta norma. NBR 14.653-2 (ABNT, 2011, p. 8).

Valor depreciável: Diferença entre o custo de reprodução da benfeitoria e o seu valor residual. NBR 14.653-2 (ABNT, 2011, p. 8).

Valor econômico: Valor presente da renda líquida auferível pelo empreendimento ou pela produção vegetal, durante sua vida econômica, a uma taxa de desconto correspondente ao custo de oportunidade de igual risco. NBR 14.653-3 (ABNT, 2004, p. 2).

“Valor resultante do Fluxo de Caixa Descontado na aplicação do método da capitalização da renda.” (IBAPE/SP, 2011, p. 5).

“É o valor em função do potencial de produzir renda.” (DESLANDES, 2002, p. 30)

Valor da perpetuidade: Valor remanescente de um empreendimento ao final do horizonte projetivo, considerados resultados perenes. NBR 14.653-4 (ABNT, 2002, p. 5).

Valor de desmonte: Valor presente da renda líquida auferível pela venda dos bens que compõem o empreendimento, na condição de sua desativação. NBR 14.653-2 (ABNT, 2002, p. 5).

“Valor de reedição no fornecedor de um bem ou conjunto de bens, deduzidas as despesas de desmontagem, remoção, revisão, recondicionamento e comercialização.” NBR 14.653-5 (ABNT, 2005, p. 3).

Valor presente: Valor atual de um pagamento ou fluxo futuros, descontados a uma determinada taxa de juros. NBR 14.653-5 (ABNT, 2005, p. 3).

Valor presente líquido: Valor presente, deduzido o investimento. NBR 14.653-5 (ABNT, 2005, p. 3).

Valor econômico: Valor presente da renda líquida auferível pelo módulo ou unidade industrial, durante sua vida econômica, a uma taxa de desconto correspondente ao custo de oportunidade de igual risco. NBR 14.653-5 (ABNT, 2005, p. 3).

“Quando o capital investido no imóvel propicia renda condizente com aquela que se obteria com aplicação do mesmo em um mercado normal e estável de investimento de capitais.” (CAMARGO, in: IBAPE, 1974, p. 10)

Valor de mercado para compra: Valor provável que o proprietário industrial reperia um bem isolado no mercado, no estado em que se encontra. Exemplo: aquisição de máquinas operatrizes pela indústria no mercado de usados. NBR 14.653-5 (ABNT, 2005, p. 3).

Valor de mercado para venda: Valor provável que o proprietário industrial de um bem isolado obteria no mercado para a sua venda no estado e no local em que se encontra. NBR 14.653-5 (ABNT, 2005, p. 3).

Valor de sucata: Valor de mercado dos materiais re-aproveitáveis de um bem, na condição de desativação, sem que estes sejam utilizados para fins produtivos. NBR 14.653-5 (ABNT, 2005, p. 3).

Valor em uso: Valor de um bem, em condições de operação, no estado atual, como uma parte integrante útil de uma indústria, incluídas, quando pertinentes, as despesas de projeto, embalagem, impostos, fretes, montagem. NBR 14.653-5 (ABNT, 2005, p. 3).

Valor potencial: Valor representado pela capacidade que o imóvel possui de produzir renda máxima. Ele mostra se o negócio imobiliário oferece atrativos para a aplicação de capitais (DEMÉTRIO, 1995, p. 97; CAMARGO, in: IBAPE, 1974, p. 10).

“É o valor em função do potencial de produzir renda.” (DESLANDES, 2002, p. 30)

Valor de liquidação forçada: Valor para uma situação de venda compulsória, típico de leilões e também muito utilizado para garantias bancárias.

Quando utilizado, deve ser também apresentado o valor de mercado. (IBAPE/SP, 2011, p. 5).

Valor de custo: Total dos custos necessários para se repor o bem, com explicitação do estado em que se encontra ou sem considerar eventual depreciação. (IBAPE/SP, 2011, p. 5).

Valor de indenização: Valor de bens, não obrigatoriamente de mercado, destinado ao ressarcimento de débitos, desapropriações ou congêneres. (IBAPE/SP, 2011, p. 5).

Valor de reposição: Refere-se àquele valor da propriedade determinado na base do que ela custaria para ser substituída por outra igualmente satisfatória. (MOREIRA, 1994, p. 25; ABUNAHMAN, 2000, p. 22)

“É o valor obtido pela composição dos custos as partes integrantes do bem, quer sejam despesas diretas ou indiretas.” (DESLANDES, 2002, p. 30)

Valor rentável: É o valor atual das receitas líquidas prováveis e futuras de uma propriedade, segundo prognóstico feito com base nas receitas e despesas recentes e nas tendências dos negócios. (MOREIRA, 1994, p. 25; ABUNAHMAN, 2000, p. 22)

Valor capitalizado: Ou valor de uma receita uniforme e perpétua é a quantia cuja renda anual obtida pela mais alta taxa de juros em vigor é igual a essa receita uniforme e perpétua. (MOREIRA, 1994, p. 25)

Valor em marcha: (*Going value*) é aquele elemento adicional de valor possuído por uma empresa em operação e avançada até o estágio de operação bem-sucedida, comparada com empresa semelhante porém ainda não bem-sucedida. (MOREIRA, 1994, p. 25)

Valor contábil: É o valor da escrituração do imóvel na contabilidade das empresas. (DESLANDES, 2002, p. 30)

Valor histórico: É o valor de aquisição do imóvel. (DESLANDES, 2002, p. 30)

Valor histórico sentimental: É o valor de mercado de um bem, acrescido de uma dose de valorização, em função da estima, da longevidade da posse ou da ligação do bem com um fato histórico. (DESLANDES, 2002, p. 30)

Valor de investimento: É o valor para um investidor em particular e, geralmente, é maior que o valor de mercado de um bem.

Valor de liquidação: É o valor utilizado em casos de procedimentos falimentares. Supõe que o vendedor está obrigado a vender o bem após um tempo de exposição menor que o tempo de exposição normal do mercado.

Percebe-se que a pluralidade conceitual de valores reflete as finalidades das avaliações.

Agora, a análise do conceito de **Preço** trazido pelos autores pesquisados.

Schmutz, conceituou da seguinte maneira:

Preço: É o valor subjetivo que o povo pagará por um bem, independentemente do seu custo, qualquer que ele seja (SCHMUTZ, 1943, p. 3).

“Preço é a quantidade de dinheiro que se paga pela propriedade” (SCHMUTZ, 1943, p. 35).

“É a tradução em dinheiro do valor das coisas.” (BERRINI, 1957, p. 34)

Para a ABNT, na NBR 14.653-1, o conceito adequado é:

Preço: Quantia pela qual se efetua, ou se propõe efetuar, uma transação envolvendo um bem, um fruto ou um direito sobre ele. (ABNT, 2001, p. 5).

“Preço é a importância em dinheiro que o adquirente é obrigado a desembolsar para possuir propriedade ou um direito sobre a mesma.” (CAMARGO, in: IBAPE, 1974, p. 10)

O item 4.2 da Norma de Avaliação IVSC 1 tem a seguinte definição do *International Valuation Standards Committee*:

Preço é o termo usado para designar a quantidade pedida, oferecida ou paga por um bem ou serviço. É um fato histórico, quer se revele publicamente ou se mantenha reservado. Devido às capacidades, motivações, interesses econômicos especiais de um determinado comprador e vendedor, o preço pago por bens e serviços pode, ou não, ter qualquer relação com o valor atribuído a esses bens e serviços por outras pessoas. No entanto, o preço é geralmente uma indicação do valor relativo que se dá aos bens e serviços pelo comprador e vendedor sob causas e circunstâncias particulares. (INTERNATIONAL VALUATION STANDARDS COMMITTEE, 2000, p. 3). (Tradução nossa).

“É a quantia paga pelo comprador ou vendedor.” (MOREIRA, 1994, p. 24)

Preço de mercado: É o preço pago pela propriedade: o montante de dinheiro que deve ser entregue ou pode ser obtido no mercado ativo, sob as condições imediatas e existentes numa determinada data. É o preço pago pela propriedade, desconsiderados os motivos, as pressões e a inteligência. (DEMÉTRIO, 1995, p. 96)

Preço de liquidação forçada: Quantia auferível pelo bem, na hipótese de uma venda compulsória ou em prazo menor que o médio de absorção pelo mercado. NBR 14.653-4 (ABNT, 2002, p. 4)

“Quantia auferível na condição de liquidação forçada.” (IBAPE/SP, 2002, p. 18).

Conclui-se, após a análise dos diversos autores referenciados, que no campo da engenharia de avaliações o sentido de valor e preço não é distintivo e que o valor de mercado é tomado como o preço de mercado, a quantia paga pela propriedade. O sentido real geralmente não é notado e nem discutido; valor de mercado é apresentado como uma medida, apenas isso.

O valor está ligado à idéia de utilidade, isto é, só tem valor aquilo que é útil, enquanto o preço é a quantia paga pela coisa, e, no dizer de Berrini, é a tradução em dinheiro do valor das coisas.

É comum, no mercado imobiliário, deparar-se com indagações como estas:

- Quanto vale este imóvel?
- Qual o preço deste apartamento?
- Quanto custa o aluguel desta loja?

Todas estas indagações trazem subjacentes, a idéia de busca pelo preço de mercado.

A primeira, normalmente, é feita por um interessado vendedor que gostaria de saber o preço de mercado de sua propriedade.

A segunda, comumente, é feita por um interessado comprador desejoso de saber o preço de mercado do imóvel oferecido à venda.

A terceira, continuamente, se ouve de um interessado locatário para quem o preço de mercado da locação é idealizado como um custo a ser absorvido.

Portanto, a utilização dos vocábulos na prática das negociações no mercado imobiliário não causa estranheza aos seus participantes, mas esse *blending* de sentidos não deve ser difundido pelo avaliador preparado, cabendo-lhe sempre a correta aplicação de valor e preço onde e quando for requerido.

2.2 FUNDAMENTAÇÃO

No trabalho de avaliação a escolha da metodologia a ser empregada é de fundamental importância. A precisão de qualquer trabalho avaliatório depende, além das qualidades do avaliador, da adequada escolha do método.

O interesse na análise da literatura fundamental sobre o tema residiu na identificação dos autores mais conhecidos a fim de encontrar base segura para a aplicação das técnicas e métodos já normatizados, e que permitisse a verificação do desenvolvimento da metodologia desde seu início a fim de compará-la e adquirir sólido conhecimento para o exercício da atividade de avaliação.

O processo da avaliação envolvendo todos os seus passos pode ser bem compreendido analisando os trabalhos de Schmutz (SCHMUTZ, 1943, p. 57), Moreira (MOREIRA, 1994, p. 39), Gonzalez (GONZALEZ, 2007), Deslandes (DESLANDES, 2002), Demétrio (DEMÉTRIO, 1995), Arantes e Saldanha (ARANTES; SALDANHA, 2009), Maciel (MACIEL, 2010), Dantas (DANTAS, 2005) e da ABNT, através das Normas NBR 14.653 partes 1 a 4.

De forma geral os métodos de avaliação podem ser analisados e compreendidos nas Normas NBR 14.653 da ABNT, nos trabalhos de Moreira (MOREIRA, 1994), Gonzalez (GONZALEZ, 2007), SPU (SPU, 2002), IBAPE (IBAPE, 1974), IBAPE/SP (IBAPE/SP, 2011), Maia Neto (MAIA NETO, 1992) e Demétrio (DEMÉTRIO, 1995), Vegni-Neri (VEGNI-NERI, 1965).

De forma específica o método comparativo direto de dados de mercado utilizando tratamento por fatores pode ser compreendido e ter embasada a sua aplicação nos trabalhos da ABNT, Normas NBR 14.653 partes 1, 2 e 3; IBAPE (IBAPE, 1974), Berrini (BERRINI, 1957), Vegni-Neri (VEGNI-NERI, 1965); Meyer (MEYER, 2003), Santos (SANTOS, 2011), Oliveira (OLIVEIRA, 2006), Deslandes (DESLANDES, 2002), Moreira (MOREIRA, 1994), Gonzalez (GONZALEZ, 2000), e Maia Neto (MAIA NETO, 1992).

O método comparativo direto de dados de mercado utilizando tratamento científico foi analisado pelos trabalhos da ABNT, Normas NBR 14.653-2 e 3, Moreira (MOREIRA, 1994), Azevedo (in: IBAPE, 1974), Gonzalez (GONZALEZ, 2000), Maia Neto (MAIA NETO, 1992), Demétrio (DEMÉTRIO, 1995), Maciel (MACIEL, 2010), Abunahman (ABUNAHMAN, 2000), Dantas (DANTAS, 2005), Arantes e Saldanha (ARANTES; SALDANHA, 2009), Oliveira (OLIVEIRA, 2006), Zancan (ZANCAN, 1996) e Nadal (NADAL, 2008).

Esse método foi alvo de nosso particular interesse por ser um meio mais objetivo para se encontrar o preço procurado.

Para o embasamento estatístico foram analisados os trabalhos de Ferreira (FERREIRA, 1996), Bunchaft e Kellner (BUNCHAFT; KELLNER, 1997), Oliveira et al. (OLIVEIRA et al., 2009), Gujarati (GUJARATI, 2011), Marques (MARQUES, 1994), Morettin (MORETTIN, 2000), Rodrigues (RODRIGUES, 2010) e Chen (CHEN et al., 2003).

O método involutivo foi analisado utilizando os trabalhos da ABNT, Normas NBR 14653 partes 1 e 2, Vegni-Neri (VEGNI-NERI, 1979); Gonzalez (GONZALEZ, 2000), Maia Neto (MAIA NETO, 1992), Moreira (MOREIRA, 1994), Dantas (DANTAS, 2005), Arantes e Saldanha (ARANTES; SALDANHA, 2009), Pamplona e Montevechi (PAMPLONA; MONTEVECHI), Anacleto (ANACLETO, 2002) e Abunahman (ABUNAHMAN, 2002).

O método evolutivo teve seu embasamento pelo exame dos trabalhos da ABNT através da NBR 14653 partes 1 e 2, de Arantes e Saldanha (ARANTES; SALDANHA, 2009) e Dantas (DANTAS, 2005).

Para a análise do método da capitalização da renda, foram examinados os trabalhos da ABNT referidos nas Normas NBR 14653 partes 2 e 3, Arantes e Saldanha (ARANTES; SALDANHA, 2009), Dantas (DANTAS, 2005, p. 31-40), Demétrio (DEMÉTRIO, 1995) e Moreira (MOREIRA, 1994).

Os métodos para identificar o custo de um bem nas modalidades: comparativo direto de custo, quantificação de custo e quantificação de custos por orçamento detalhado, foram analisados pelos trabalhos da ABNT referidos nas Normas NBR 14.653 partes 2 e 4, NBR 12.721, Arantes e Saldanha (ARANTES; SALDANHA, 2009) e Dantas (DANTAS, 2005).

Os métodos para identificar indicadores de viabilidade econômica de um empreendimento, quais sejam, o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o dos Tempos de Retorno (Payback), foram examinados à luz dos trabalhos da ABNT através da NBR 14.653-1:2001 (ABNT, 2001), Pamplona e Montevechi (PAMPLONA; MONTEVECHI, 2006), e Ferreira, Attadia e Spinelli (FERREIRA, ATTADIA; SPINELLI, 2011).

Outros métodos como o residual e os métodos de arbitramento de aluguéis de lojas de rua, de galerias, salas comerciais, lojas em *shopping centers*, cinemas, teatros, hotéis, motéis, postos de serviço e estacionamentos, foram examinados com

base nos trabalhos de González (GONZALEZ, 2000), IBAPE/SP (IBAPE/SP, 2005), Abunahman (ABUNAHMAN, 2002) e Maia Neto (MAIA NETO, 1992).

O procedimento para a avaliação de imóveis rurais foi examinado através das obras de Vegni-Neri (VEGNI-NERI, 1976), Deslandes (DESLANDES, 2002), Moreira (MOREIRA, 1994), Kozma (in: IBAPE, 1974), Arantes e Saldanha (ARANTES; SALDANHA, 2009), Demétrio (DEMÉTRIO, 1995), Abunahman (ABUNAHMAN, 2002), Demétrio (DEMÉTRIO, 2008) e Lima (LIMA, 2004).

As técnicas de elaboração de laudos foram analisadas com base nos trabalhos de Fiker (FIKER, 1989), Dantas (DANTAS, 2005), Arantes e Saldanha (ARANTES; SALDANHA, 2009), Gonzalez (GONZALEZ, 2000), Deslandes (DESLANDES, 2002), Demétrio (DEMÉTRIO, 1995), Moreira (MOREIRA, 1994) e Lima (LIMA, 2004).

A revisão teve um caráter analítico por tratar-se de um tema específico reunindo diversos pontos de uma área de interesse, a avaliação de imóveis. Por ser voltado para este tema, teve também um caráter temático tratando do assunto específico dos diversos métodos e princípios de avaliação a serem discutidos. Em face de a literatura alcançada retroagir à década de 50, a revisão do assunto foi histórica e compacta permitindo realizar comparações sobre a evolução da metodologia avaliatória. Sob outro aspecto, o tratamento dispensado ao trabalho de revisão foi sem conotação crítica aprofundada e pode ser considerado bibliográfico pelos apontamentos realizados durante o seu desenvolvimento.

A análise realizada nos escritos pesquisados será apresentada nos capítulos seguintes onde serão delineados os métodos de avaliação com a sua respectiva aplicação.

Pela vastidão e complexidade do assunto essa revisão assume um caráter introdutório.

Espera-se, ao final, que este trabalho contribua para o conhecimento aplicado do processo de avaliação.

3 METODOLOGIA

Na determinação do preço de um imóvel o avaliador deve considerar simultaneamente os diversos fatores componentes tanto do bem avaliando quanto dos elementos amostrais pesquisados.

O objetivo do avaliador deve ser encontrar a tendência central ou média ponderada indicada pelos dados de mercado mais significativos encontrados, preferencialmente, à época da avaliação.

Moreira, sobre a prática do processo de avaliação, considera que um avaliador está sujeito às seguintes subordinações:

- 1ª) Procurar referências de vendas ou de aluguéis de imóveis comparáveis.
- 2ª) Atualizar os preços dos valores das propriedades tomadas como referência, considerando as diferentes épocas de transações.
- 3ª) Comparar as propriedades tomadas como referência com a propriedade que está sendo avaliada realizando:
 - a) comparação direta dos dados: reduzir ao mesmo denominador, ajustando as diferenças de tamanho, qualidade, localização, estado de conservação, etc.
 - b) comparação indireta dos dados: comparar as rendas e aplicar a taxa de capitalização adequada à renda da propriedade a ser avaliada.
- 4ª) Encontrar a tendência central ou média ponderada dos resultados obtidos para se chegar ao valor de mercado. (MOREIRA, 1984, p. 27).

3.1 O PROCESSO DE AVALIAÇÃO

O processo de avaliação, segundo Moreira, “é uma técnica metódica, com estágios definidos, a qual pode ser empregada, às vezes com algumas variações, nas avaliações de quaisquer tipos de propriedade” (MOREIRA, 1984, p. 29).

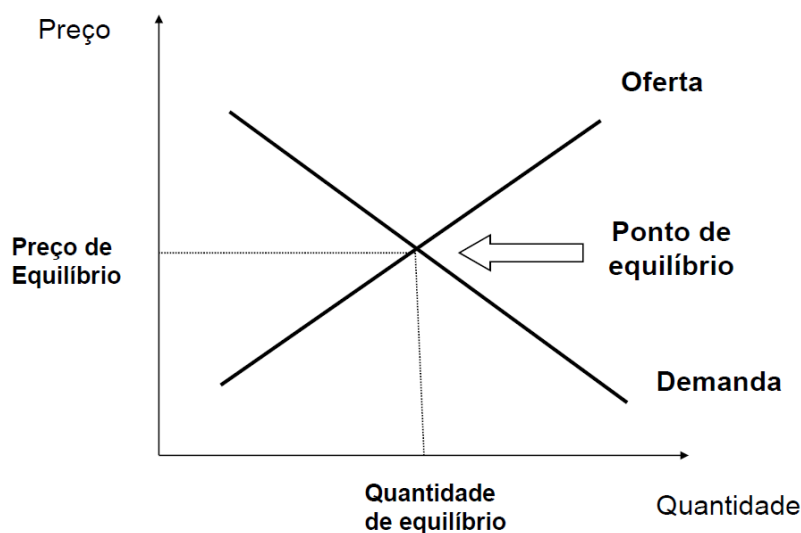
Pode-se dizer que o processo avaliatório é um procedimento ordenado de fazer-se uma estimativa de valor que envolve três pontos básicos: a coleta de dados, a análise dos dados e a obtenção do valor.

Sobre valor, Schmutz lembra em seu tratado que, “o valor não pode ser determinado. A própria natureza do valor é tal que não se pode atingir a precisão. Uma estimativa razoável do valor é o objetivo do inquérito, e é o máximo que um avaliador pode esperar realizar” (SCHMUTZ, 1943, p.54).

Dizendo de outro modo, o preço depende inteiramente da utilidade e da escassez de um bem e encontra-se sempre no ponto de ajuste entre a oferta e a

procura. De forma simples, preço é a aplicação da lei da oferta e da procura, pelo qual o equilíbrio do preço médio de mercado realiza o seu equilíbrio.

Figura 1 – Equilíbrio do preço médio



Fonte: Autor (2011)

O processo de avaliação tem seu início com os seguintes passos:

Identificação do problema: essa etapa é composta de dois aspectos fundamentais: o que se refere à propriedade a ser avaliada e o que se refere à finalidade da avaliação.

Quanto à propriedade destaca-se a necessidade de identificar o tipo de imóvel (se urbano, número da indicação fiscal, se rural, número da inscrição no INCRA¹⁷), o tipo de documentação e o seu número de registro, a sua localização, município, logradouro, e nome do titular da matrícula entre outros. Além disso, quais os interesses a serem avaliados: o terreno, as benfeitorias, as servidões, etc.

Quanto à finalidade da avaliação deve-se destacar a espécie de valor que se está buscando: se o valor de mercado, o custo de reprodução, a renda, etc., e ainda, se o trabalho se destina aos fins de desapropriação, taxaço de impostos, renovação de locação, hipoteca, partilha ou outro fim.

Levantamento preliminar: aqui se faz a análise da vizinhança, do terreno e das benfeitorias a fim de escolher o método mais adequado para a avaliação: se o

¹⁷ Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.

método comparativo direto de dados de mercado, se o de custos, o da capitalização da renda, ou outro, e assim, definir o melhor plano de trabalho. Com isso, é possível relacionar os dados indispensáveis à execução do serviço, o pessoal necessário, o tempo, as fontes e estimar os custos a serem cobertos.

Com essas informações o avaliador estará em condições de apresentar ao seu cliente os honorários que serão cobrados e solicitará a confirmação escrita da aceitação das bases propostas mediante assinatura de um contrato de prestação de serviços previamente elaborado.

Obtenção dos dados: esta etapa tem por finalidade reunir, através de pesquisas, os dados de mercado referentes ao imóvel avaliando e de outros imóveis comparáveis que estão à venda ou foram negociados, ou que possuem rendas locatícias, ou os custos de outros imóveis amostráveis.

Análise dos dados: Uma vez reunidos os elementos da amostra faz-se a análise dos dados descartando aqueles elementos amostrais que se distanciarem demasiadamente da média ou que não sirvam de comparação para o imóvel avaliando. Nesse ponto se faz a análise de mercado, se examina as tendências gerais do local, do bairro, do município, do estado ou outras que influenciem o preço da propriedade em avaliação.

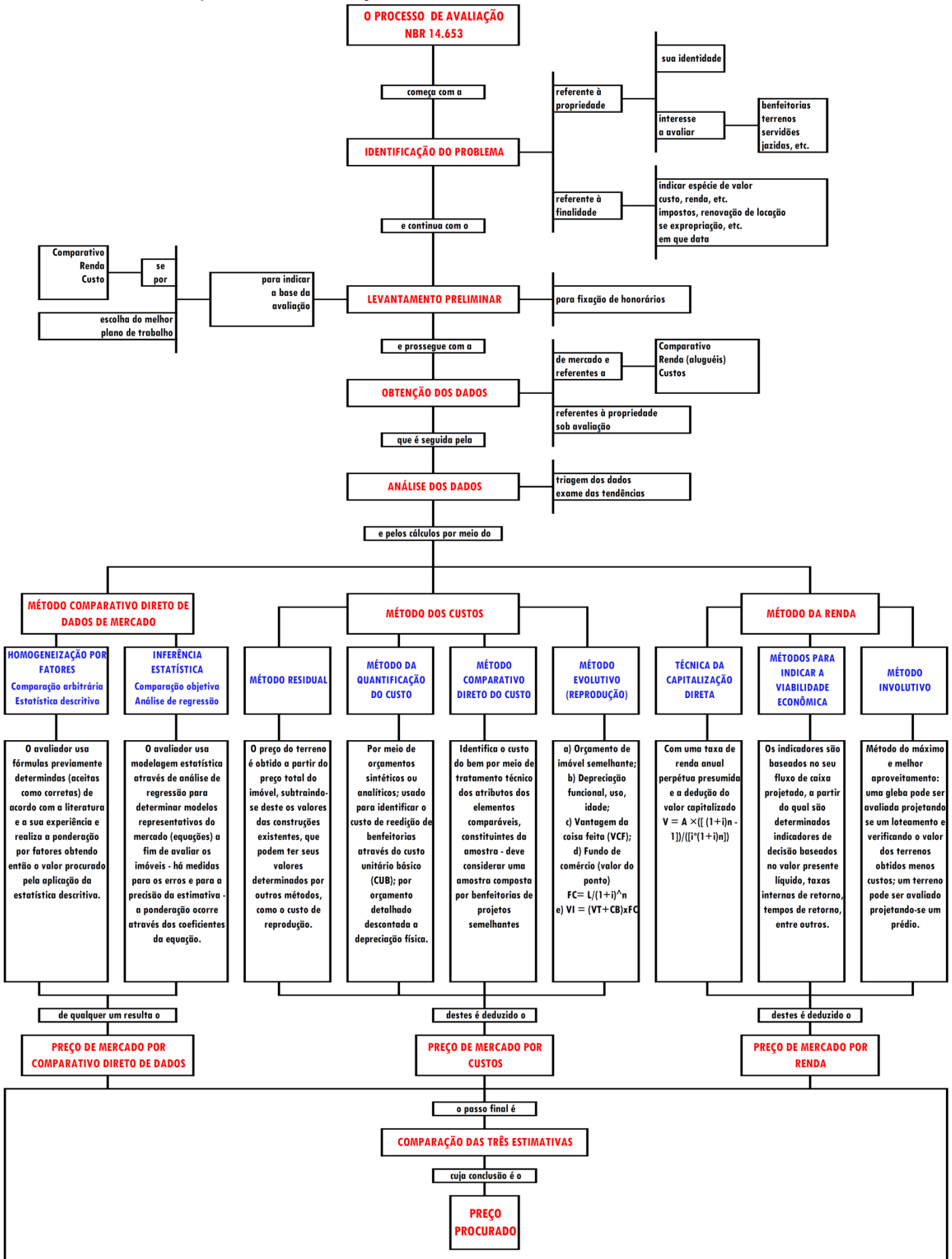
Cálculos: Na sequência poderão ser efetuados os cálculos pelos métodos e procedimentos indicados pela ABNT.

Comparação dos resultados: Após a elaboração dos cálculos faz-se a comparação dos resultados obtidos pelos diferentes métodos passíveis de aplicação ao caso em exame. Nem sempre um imóvel é suscetível de ser avaliado por todos os métodos conhecidos, restando ao avaliador escolher um método que resulte em um modelo construído com os principais aspectos da propriedade avalianda.

Preço procurado: Finalmente, após a comparação dos resultados obtidos chega-se à conclusão do valor procurado.

Esse é o processo de avaliação.

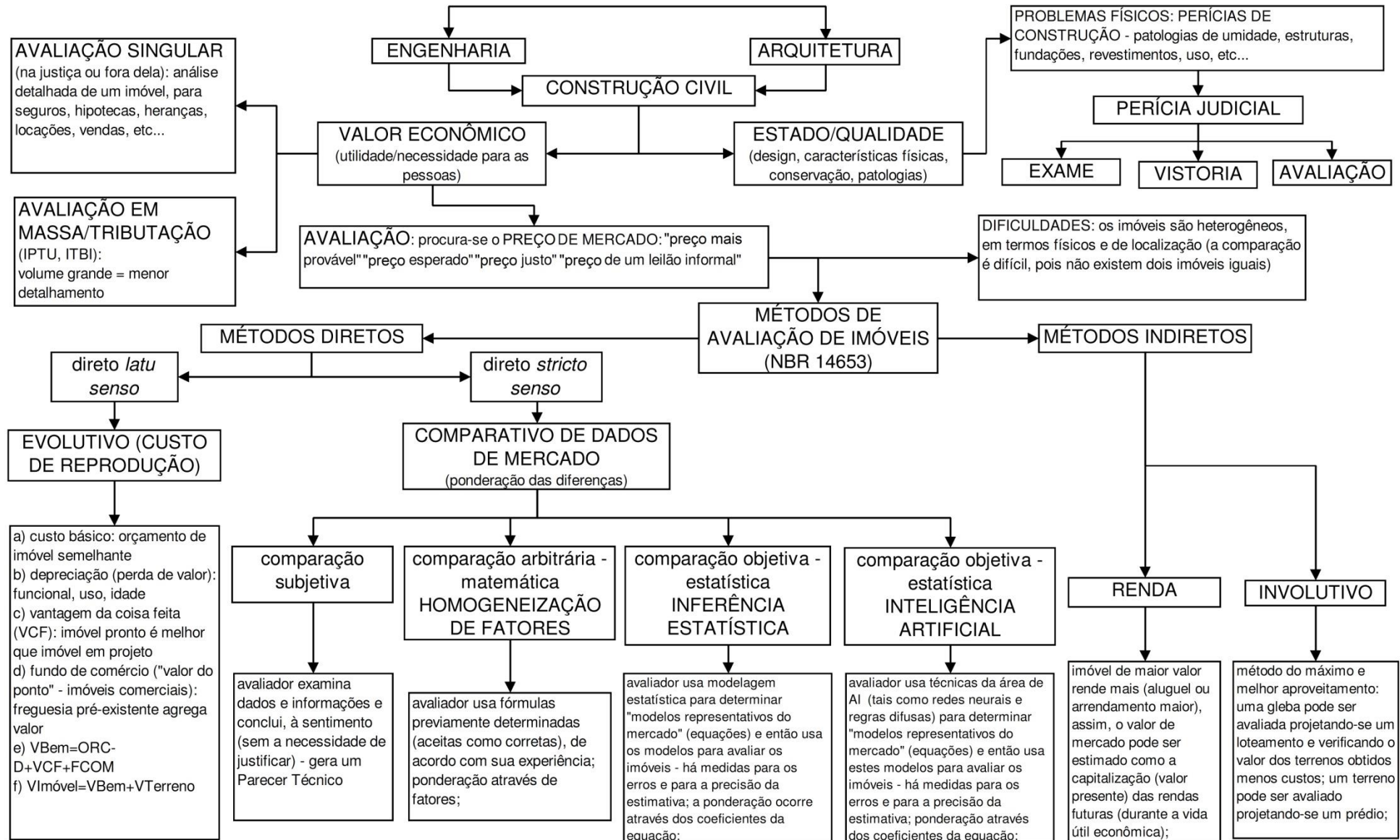
Quadro 1 – Roteiro do processo de avaliação



Fonte: Adaptado pelo autor a partir de (SCHMUTZ, 1943, p. 56), (MOREIRA, 1984, 39), (GONZALEZ, 2007)

Quadro 2 – Mapa conceitual de avaliação de imóveis e perícias

MAPA CONCEITUAL DE AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS E PERÍCIAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL



Fonte: Adpatado de (GONZALEZ, 2007)

3.2 DEFINIÇÕES E PROCEDIMENTOS

Uma vez ciente do processo de avaliação e de seu conceito pode-se prosseguir para o estudo detalhado de cada um dos métodos indicados pela Norma para demonstrar a sua aplicação.

O fundamental está em que não basta fixar o preço de um imóvel, mas sim demonstrar os princípios e a análise que conduziram àquela conclusão a fim de satisfazer a quem solicitou o serviço, seja ele um cliente, um juiz ou uma instituição, para que o apreciem e atribuam confiança ao trabalho apresentado.

Para a identificação do preço de mercado a NBR 14.653-1 (ABNT, 2001, p. 8) traz a indicação sobre a metodologia aplicável cujos métodos podem ser definidos da seguinte maneira:

Método comparativo direto de dados de mercado – aquele em que o preço do imóvel, ou de suas partes constitutivas, é obtido através da comparação de dados de mercado relativos ao bem avaliando e a outros de características semelhantes.

Método evolutivo (custo de reprodução) – identifica o preço do bem pelo somatório dos valores de seus componentes. Caso a finalidade seja a identificação do preço de mercado, devem ser considerados todos os custos como, aquisição do terreno, projetos, lucro do construtor, impostos, e ser descontada a depreciação e considerado o fator de comercialização ou vantagem da coisa feita. Se for imóvel comercial acrescenta-se a parcela referente ao fundo de comércio.

Método da quantificação de custo – identifica o custo do bem ou de suas partes por meio de orçamentos sintéticos ou analíticos, a partir das quantidades de serviços e respectivos custos diretos e indiretos. Usado para identificar o custo de reedição de benfeitorias através do custo unitário básico (CUB), por orçamento detalhado descontada a depreciação física.

Método comparativo direto de custo – identifica o custo do bem por meio de tratamento técnico dos atributos dos elementos comparáveis, constituintes da amostra composta por imóveis de projetos semelhantes.

Método involutivo (máximo aproveitamento eficiente) – identifica o preço de mercado do bem, alicerçado no seu aproveitamento eficiente, baseado em modelo de estudo de viabilidade técnico-econômica, mediante hipotético empreendimento

compatível com as características do bem e com as condições do mercado no qual está inserido, considerando-se cenários viáveis para execução e comercialização do produto.

Método da renda – é aquele em que o preço do imóvel ou de suas partes constitutivas, é obtido pela capitalização da sua renda líquida, real ou prevista. Maia Neto (1992, p.109) considera que este é o método onde “o valor locativo é obtido sob o pressuposto de que o aluguel representa uma remuneração sobre o valor da propriedade, calculada segundo uma determinada taxa de renda, compatível com as condições do imóvel.”

Métodos para identificar indicadores de viabilidade da utilização econômica de um empreendimento – os indicadores são baseados no seu fluxo de caixa projetado, a partir do qual são determinados indicadores de decisão baseados no valor presente líquido, taxas internas de retorno, tempos de retorno, entre outros (ABNT, 2001, p. 8).

Método residual – aquele em que, partindo-se do preço total do imóvel, obtém-se o valor do terreno através da subtração do valor das benfeitorias ou o contrário, o preço das benfeitorias resulta da subtração do preço do terreno (GONZALEZ, 2000, p. 47).

Entendendo que preço de mercado é igual a valor de mercado, os procedimentos para aplicação dos métodos de avaliação de imóveis urbanos comandados pela NBR 14.653-2 em seu item 8 são os seguintes:

8. Procedimentos metodológicos

Na aplicação dos métodos avaliatórios referidos na Seção 8 da ABNT NBR 14653-1:2001, recomendam-se os procedimentos metodológicos relacionados em 8.1 a 8.3.

8.1 Procedimentos gerais

8.1.1 Para a identificação do valor de mercado, sempre que possível preferir o método comparativo direto de dados de mercado, conforme definido em 8.2.1 da ABNT NBR 14653-1:2001.

8.1.2 Quando couber e o objetivo for a identificação do valor de mercado, é recomendável que sejam apresentadas considerações quanto ao aproveitamento eficiente do imóvel.

8.1.3 Nos mercados em transição são recomendáveis a análise e o diagnóstico da situação do mercado, eventualmente com a adoção de outro enfoque, procedendo-se à conciliação.

8.1.4 Métodos utilizados não detalhados nesta Norma devem ser descritos e fundamentados no trabalho. (ABNT, 2011, p. 12)

3.3 MÉTODO COMPARATIVO DIRETO DE DADOS DE MERCADO

Pela NBR 14.653-2 (ABNT, 2011, p. 13), entende-se que esse método consiste em comparações entre imóveis semelhantes pesquisados, vendidos ou em oferta, em relação ao imóvel avaliando.

O procedimento recomendado para sua aplicação é o seguinte:

3.3.1 Caracterização da propriedade a ser avaliada:

O avaliador deverá examinar o imóvel sob dois aspectos: o seu terreno e as suas benfeitorias.

Quanto ao terreno, deverá anotar a sua localização na cidade; as características do bairro com suas tendências de crescimento ou diminuição; a existência de quaisquer pólos valorizantes como, por exemplo, praças, bosques, supermercado, escolas, indústrias, estádios esportivos, terminais rodoviários ou ferroviários, comércio, hospitais e outros; a existência de quaisquer pólos desvalorizantes como, por exemplo, penitenciárias, favelas, lixões, estações de tratamento de esgotos, boates, indústrias poluentes, áreas de alagamento, e outros; a indicação exata do logradouro e da quadra em que se situa o imóvel; o tipo de vizinhança; a infra-estrutura de serviços públicos existentes como, por exemplo, água encanada, coleta de esgoto sanitário, drenagem pluvial, coleta de lixo, iluminação pública, gás, rede telefônica, pavimentação da rua, calçadas, transporte coletivo e outros.

Após as anotações desses aspectos externos deverá examinar as características físicas do terreno do imóvel observando a sua localização em relação ao logradouro, se é meio de quadra ou esquina, qual o seu nível em relação à rua (no nível, acima ou abaixo); a sua orientação em relação ao Norte; suas confrontações; suas dimensões (testada, laterais, fundo e área); sua topografia; o tipo de solo; entre outros.

Além disso, deverá observar as restrições e permissões municipais para o seu aproveitamento, o zoneamento, o coeficiente de aproveitamento, a taxa de ocupação, a altura de construção permitida, as servidões de luz ou de água, os aforamentos e gravames, entre outros.

Basicamente os dados a serem levantados incluem:

- descrição legal;
- endereço completo e correto;
- encargos tributários e valor de lançamento fiscal;
- tamanho, forma do lote e suas dimensões;
- topografia, solo, subsolo e condições de drenagem;
- servidões de passagem e invasões;
- melhorias de logradouro;
- zoneamento.

Quanto às benfeitorias e edificações, deverá observar o tipo de construção, o padrão construtivo, a idade real e aparente, a vida remanescente do imóvel, o estado de conservação, entre outros.

Ademais, indicar a sua localização no terreno ou no edifício, a ventilação, a orientação em relação ao Norte, a iluminação, a segurança, entre outros.

Além desses aspectos externos, descrever peça por peça, informar a área construída e privativa, as áreas cobertas ou descobertas, a área total, a quantidade de vagas de garagem ou o direito de uso de estacionamentos, playground, salões de festas, churrasqueiras, piscinas, entre outros.

Basicamente os dados necessários para avaliação das construções incluem:

- data da construção;
- dimensão do edifício;
- estilo arquitetônico;
- concepção do projeto, estado do edifício e extensão de sua depreciação;
- padrão e qualidade da construção, seus materiais e acabamentos;
- instalações elétricas, hidráulicas, ar condicionado e elevadores;
- posicionamento da construção ou edifício no lote;
- área rentável líquida;
- plantas baixas;
- existência e custos dos serviços públicos;

- violações do zoneamento, código de obras e regulamentos;
- custos de construção;
- hipotecas e gravames;
- uso impróprio do edifício.

3.3.2 Pesquisa de imóveis semelhantes para formar uma amostra:

Para realizar a pesquisa o avaliador terá que se valer de diversas fontes de informação tais como, jornais, imobiliárias, corretores, revistas, sites de divulgação de imóveis, cartórios, registros, prefeitura, folders, construtoras, entre outras.

Além disso, deverá se informar sobre fatores políticos como ameaças de guerra e ou econômicos como o índice de inflação, as taxas de juros praticadas no mercado, a renda familiar, a taxa de crescimento anual da economia, a taxa de desemprego, a taxa de crescimento da população, etc.

Moreira (1984, p.107-108) lembra que, se o cliente desconhece a cidade onde se faz a avaliação, o avaliador deverá relacionar para a pesquisa as condições que afetam os preços nela como:

- 1) tendência do crescimento populacional;
- 2) emprego, desemprego e estabilidade de mão-de-obra;
- 3) estado dos negócios e perspectivas para o futuro;
- 4) número de licenciamento de construções novas;
- 5) disponibilidades habitacionais e aluguéis vigentes;
- 6) código de obras e zoneamento;
- 7) disponibilidades de estradas e transportes coletivos;
- 8) clima e riscos geológicos;
- 9) impostos vigentes;
- 10) principais obras públicas existentes e projetadas.

As seguintes informações também devem ser incluídas:

- 1) crescimento populacional na vizinhança imediata;
- 2) transporte coletivo;
- 3) situação do trânsito e suas perspectivas;
- 4) tendências de alteração do zoneamento, especialmente no quarteirão em causa;
- 5) infra-estrutura de serviços públicos disponível;
- 6) movimento de construções novas e modernização;
- 7) endências de disponibilidade de habitação e vacância;
- 8) topografia;
- 9) tendência de crescimento do comércio, shopping centers, escolas, hospitais e locais de culto;
- 10) caráter da vizinhança em relação ao nível social e econômico.

Nesta etapa do processo o avaliador deve identificar as variáveis do modelo que pretende adotar, qual a dependente e quais as independentes. Como variável dependente poderá eleger o preço total ou unitário do imóvel, e por variáveis independentes as características físicas do imóvel como área, testada e outras; a localização como bairro; distancia de algum pólo valorizante e outras; e as econômicas como oferta, transação à vista ou a prazo.

3.3.3 Tratamento dos dados:

Nesta etapa do trabalho de avaliação a NBR 14.653-2 traz as seguintes recomendações:

É recomendável, preliminarmente, a sumarização das informações obtidas sob a forma de gráficos que mostrem as distribuições de freqüência para cada uma das variáveis, bem como as relações entre elas. Nesta etapa, verificam-se o equilíbrio da amostra, a influência das variáveis que presumivelmente expliquem a variação dos preços, a forma dessa variação, possíveis dependências entre elas, identificação de pontos atípicos, entre outros. Assim, pode-se confrontar as respostas obtidas no mercado com as crenças *a priori* do engenheiro de avaliações, bem como permitir a formulação de novas hipóteses.

Nos casos de transformação de pagamento parcelado ou a prazo de um dado de mercado para preço à vista, esta deve ser realizada com a adoção de uma taxa de desconto, efetiva, líquida e representativa da média praticada pelo mercado, à data correspondente a esse dado, discriminando-se a fonte. (ABNT, 2011, p. 15).

Dependendo da quantidade e da qualidade dos dados levantados para formação da amostra, a Norma recomenda, para homogeneização, a adoção de tratamento dos dados por fatores ou tratamento científico.

Se for adotado o tratamento por fatores deve-se observar:

O tratamento por fatores é aplicável a uma amostra composta por dados de mercado com as características mais próximas possíveis do imóvel avaliando.

Os fatores devem ser calculados por metodologia científica, como citado em 8.2.1.4.3, justificados do ponto de vista teórico e prático, com a inclusão de validação, quando pertinente. Devem caracterizar claramente sua validade temporal e abrangência regional e ser revisados no prazo máximo de quatro anos ou em prazo inferior, sempre que for necessário. Podem ser:

- a) calculados e divulgados, juntamente com os estudos que lhe deram origem, pelas entidades técnicas regionais reconhecidas, conceituadas em 3.20, bem como por universidades ou entidades públicas com

registro no sistema CONFEA/CREA, desde que os estudos sejam de autoria de profissionais de engenharia ou arquitetura;

- b) deduzidos ou referendados pelo próprio engenheiro de avaliações, com a utilização de metodologia científica, conforme 8.2.1.4.3, desde que a metodologia, a amostragem e os cálculos que lhes deram origem sejam anexados ao laudo de avaliação.

No caso de utilização de tratamento por fatores, deve ser observado o Anexo B. (ABNT, 2011, p. 40)

No caso de adotar-se o tratamento científico a Norma traz:

Quaisquer que sejam os modelos utilizados para inferir o comportamento do mercado e formação de valores, seus pressupostos devem ser devidamente explicitados e testados. Quando necessário, devem ser intentadas medidas corretivas, com repercussão na classificação dos graus de fundamentação e precisão.

Outras ferramentas analíticas para a indução do comportamento do mercado, consideradas de interesse pelo engenheiro de avaliações, tais como regressão espacial, análise envoltória de dados e redes neurais artificiais, podem ser aplicadas, desde que devidamente justificadas do ponto de vista teórico e prático, com a inclusão de validação, quando pertinente.

Os Anexos C, D e E apresentam de forma resumida as características e fundamentos básicos dessas ferramentas analíticas, em caráter informativo, visando sua difusão para o desenvolvimento técnico da engenharia de avaliações.

No caso de utilização de modelos de regressão linear, deve ser observado o Anexo A. (ABNT, 2011, p. 34)

3.3.4 Cálculo do preço procurado.

O cálculo do preço procurado deve atender à especificação das avaliações em razão do prazo demandado, dos recursos despendidos, bem como da disponibilidade de dados de mercado e da natureza do tratamento a ser empregado.

As avaliações devem ser especificadas quanto à fundamentação e precisão. A fundamentação decorre do aprofundamento do trabalho avaliatório com o envolvimento da seleção da metodologia em razão da confiabilidade, qualidade e quantidade dos dados amostrais disponíveis.

A precisão é estabelecida quando for possível medir o grau de certeza e o nível de erro tolerável numa avaliação. A precisão depende da natureza do bem, do objetivo da avaliação, da conjuntura de mercado, da abrangência alcançada na

coleta de dados (quantidade, qualidade e natureza), da metodologia e dos instrumentos utilizados.

Os graus de fundamentação e de precisão nas avaliações são definidos nas partes específicas da NBR 14653 aplicando o critério geral de atribuir graus em ordem numérica e crescente, sendo o grau I o menor. Quando solicitado pelo contratante, deve ser apresentado demonstrativo da pontuação atingida.

Para avaliação de imóveis urbanos a NBR 14.653-2 traz:

A especificação de uma avaliação está relacionada tanto com o empenho do avaliador, como com o mercado e as informações que possam ser dele extraídas. O estabelecimento inicial pelo contratante do grau de fundamentação desejado tem por objetivo a determinação do empenho no trabalho avaliatório, mas não representa garantia de alcance de graus elevados de fundamentação. Quanto ao grau de precisão, este depende exclusivamente das características do mercado e da amostra coletada e, por isso, não é passível de fixação a priori.

Todos os trabalhos elaborados de acordo com as prescrições desta Norma serão denominados laudos de avaliação. O grau de fundamentação atingido deve ser explicitado no corpo do laudo. Nos casos em que o grau mínimo I não for atingido, devem ser indicados e justificados os itens das tabelas de especificação que não puderam ser atendidos e os procedimentos e cálculos utilizados na identificação do valor.

Os laudos de uso restrito, conforme 10.3 da ABNT NBR 14653-1:2001, podem ser dispensados de especificação, em comum acordo entre as partes (ABNT, 2011, p. 21-22).

Uma vez realizada a especificação da avaliação procede-se à definição das variáveis segundo o modelo adotado: tratamento por fatores ou tratamento científico dos dados.

3.4 MÉTODO COMPARATIVO DIRETO DE DADOS DE MERCADO UTILIZANDO O TRATAMENTO POR FATORES

As características do mercado imobiliário são peculiares. Os imóveis, seus componentes, são bens imperfeitos por natureza e se diferenciam de qualquer outro bem econômico. Cada bem imóvel é diferente de outros e mesmo sendo semelhantes dois ou mais imóveis sempre terão pelo menos uma particularidade que os diferencia.

Por causa disso a técnica de avaliação de imóvel busca corrigir as desigualdades aplicando à amostra coletada fatores ou coeficientes corretivos com

critérios fundamentados por estudos e em conformidade com a Norma, para torná-las semelhantes, o mais possível, ao imóvel avaliando. A Norma estabelece que o tratamento por fatores deve ser aplicado a uma amostra composta por dados de mercado com as características mais próximas possíveis do imóvel avaliando. Nesse modelo as variáveis são fatores aplicados aos atributos de cada elemento da amostra.

Segundo o IBAPE/SP, os fatores devem refletir, em termos relativos, o comportamento do mercado, numa determinada abrangência espacial e temporal, com a consideração de:

- elasticidade de preços;
- a transformação de preços a vista e a prazo;
- localização;
- fatores de forma (testada, profundidade, área ou múltiplas frentes);
- fatores padrão construtivo e depreciação. (IBAPE/SP, 2011, p. 16).

Segundo a Secretaria de Patrimônio da União os fatores de homogeneização utilizados devem ser explicados por expressões matemáticas condizentes com as reais variações do mercado imobiliário em análise.

Cada atributo considerado, seja dos elementos amostrais ou do avaliando, deve possuir um coeficiente, proveniente da análise dos dados coletados, correspondente à sua variação específica (SPU, 2002, p. 37).

3.4.1 Graus de fundamentação para o tratamento por fatores

A NBR 14.653-2 estabelece os seguintes parâmetros para a aplicação do tratamento por fatores:

Tabela 1 – Grau de fundamentação no caso de utilização do tratamento por fatores

Item	Descrição	Grau		
		III	II	I
1	Caracterização do imóvel avaliando	Completa quanto a todos os fatores analisados	Completa quanto aos fatores utilizados no tratamento	Adoção de situação paradigma

Item	Descrição	Grau		
		III	II	I
2	Quantidade mínima de dados de mercado, efetivamente utilizados	12	5	3
3	Identificação dos dados de mercado	Apresentação de informações relativas a todas as características dos dados analisadas, com foto e características observadas pelo autor do laudo	Apresentação de informações relativas a todas as características dos dados analisadas	Apresentação de informações relativas a todas as características dos dados correspondentes aos fatores utilizados
4	Intervalo admissível de ajuste para o conjunto de fatores	0,80 a 1,25	0,50 a 2,00	0,40 a 2,50 ^a
^a No caso de utilização de menos de cinco dados de mercado, o intervalo admissível de ajuste é de 0,80 a 1,25, pois é desejável que, com um número menor de dados de mercado, a amostra seja menos heterogênea.				

Fonte: NBR 14.653-2:2011 (ABNT, 2011, p. 25)

9.2.2.1 Para atingir o Grau III são obrigatórias:

- a) apresentação do laudo na modalidade completa;
- b) identificação completa dos endereços dos dados de mercado, bem como das fontes de informação;
- c) valor final adotado coincidente com a estimativa pontual de tendência central.

9.2.2.2 Para fins de enquadramento global do laudo em graus de fundamentação, devem ser considerados os seguintes critérios:

- a) na Tabela 3, identificam-se três campos (Graus III, II e I) e itens;
- b) o atendimento a cada exigência do Grau I terá 1 ponto; do Grau II, 2 pontos; e do Grau III, 3 pontos;
- c) o enquadramento global do laudo deve considerar a soma de pontos obtidos para o conjunto de itens, atendendo à Tabela 4.

Para o atendimento à Tabela 4, observar o descrito em 9.1 e 9.2.

Tabela 2 – Enquadramento do laudo segundo seu grau de fundamentação no caso de utilização de tratamento por fatores

Graus	III	II	I
Pontos mínimos	10	6	4
Itens obrigatórios	Itens 2 e 4 no Grau III, com os demais no mínimo no Grau II	Itens 2 e 4 no mínimo no Grau II e os demais no mínimo no Grau I	Todos, no mínimo no Grau I

Fonte: NBR 14.653-2:2011 (ABNT, 2011, p. 26)

9.2.3 O Grau de precisão deve estar conforme a Tabela 5.

Tabela 3 – Grau de precisão nos casos de utilização de modelos de regressão linear ou do tratamento por fatores

Descrição	Grau		
	III	II	I
Amplitude do intervalo de confiança de 80 % em torno da estimativa de tendência central	≤ 30 %	≤ 40 %	≤ 50 %
NOTA: Quando a amplitude do intervalo de confiança ultrapassar 50 %, não há classificação do resultado quanto à precisão e é necessária justificativa com base no diagnóstico do mercado.			

Fonte: NBR 14.653-2:2011 (ABNT, 2011. p. 25)

3.4.2 Procedimentos para a utilização de tratamento por fatores

O Anexo B da norma NBR 14.653-2 (ABNT, 2011, p. 40-41) traz o seguinte normativo:

Neste tratamento de dados, aplicável ao Método Comparativo Direto de Dados de Mercado, é admitida *a priori* a validade da existência de relações fixas entre os atributos específicos e os respectivos preços.

Devem ser utilizados fatores de homogeneização calculados conforme 8.2.1.4.2, por metodologia científica, que reflitam, em termos relativos, o comportamento do mercado com determinada abrangência espacial e temporal.

Os fatores de homogeneização não podem ser utilizados fora do campo de aplicação para o qual foram calculados, em relação às características quantitativas e qualitativas do imóvel, tipologia, região e validade temporal do estudo que gerou os fatores.

Recomenda-se que, no tratamento por fatores, a amostra seja composta por dados de mercado com características físicas, socioeconômicas e de localização as mais semelhantes possíveis entre si e com relação ao imóvel avaliando, de forma a exigir apenas pequenos ajustes na homogeneização.

Assim, é recomendável que sejam utilizados dados de mercado:

- a) com atributos mais semelhantes possíveis aos do imóvel avaliando e do imóvel paradigma;
- b) que sejam contemporâneos. Nos casos de exame de dados não contemporâneos, é desaconselhável a atualização de preço do mercado imobiliário através de índices econômicos, quando não houver paridade

entre eles, devendo, neste caso, o preço ser atualizado mediante consulta direta à fonte. Quando a atualização na forma mencionada for impraticável, só será admitida a correção dos dados por índices resultantes de pesquisa no mercado.

- c) Para a utilização deste tratamento, considera-se como dado de mercado com atributos semelhantes aqueles em que cada um dos fatores de homogeneização, calculados em relação ao avaliando, estejam contidos entre 0,50 e 2,00.

Após a homogeneização, devem ser utilizados critérios estatísticos consagrados de eliminação de dados discrepantes, para o saneamento da amostra. Os dados discrepantes devem ser retirados um a um, com início pelo que esteja mais distante da média. Admite-se a reintrodução de dados anteriormente retirados no processo.

O engenheiro de avaliações deve se empenhar para que as variáveis importantes estejam incorporadas e as variáveis irrelevantes não estejam presentes no modelo.

Os fatores de homogeneização devem apresentar, para cada tipologia, os seus critérios de apuração e respectivos campos de aplicação, bem como a abrangência regional e temporal.

Os fatores de homogeneização não podem ser utilizados fora de sua tipologia, campo de aplicação e abrangências regional e temporal.

A fonte dos fatores utilizados na homogeneização deve ser explicitada no trabalho avaliatório.

Para a utilização deste tratamento é recomendável que seja evitado o uso de fatores que, aplicados isoladamente em relação ao avaliando ou ao paradigma, heterogeneizem os valores originais. Essa recomendação só é válida com a confirmação do efeito de heterogeneização, após a aplicação conjunta dos fatores.

Para avaliação intervalar, utilizar os mesmos critérios de A.10.

3.4.3 Fatores de homogeneização

Os fatores mais usualmente aplicados pela engenharia de avaliações para a homogeneização dos dados são os seguintes:

Fator acabamento – Fac

Fator altura – Falt

Fator área – Fa

Fator atualização - Fat

Fator comercialização – Fk

Fator condição topográfica – Fct

Fator depreciação física e funcional – Fd

Fator equivalência de área construída – Fe

Fator forma de pagamento – Ffp

Fator fundo de comércio – Fc

Fator idade – Fi

Fator loja – Flj

Fator medidas – Fm

Fator oferta – Fo

Fator padrão – Fpad

Fator panorama – Fpa

Fator pedologia – Fpd

Fator profundidade – Fp

Fator restrição legal - Frl

Fator serviços públicos – Fsp

Fator situação – Fs

Fator testada – Ft

Fator testadas múltiplas – Ftm

Fator transposição – Ftr

Fator vantagem da coisa feita – Vcf

3.4.3.1 Fator acabamento – Fac

É o fator que permite ao avaliador comparar os diferentes padrões de acabamento do imóvel pesquisado, em relação ao imóvel avaliando ou o imóvel paradigma. No método comparativo do custo de reprodução, o acabamento é considerado na seleção do Custo Unitário Básico (CUB)¹⁸. A NBR 12.721 traz os elementos qualificadores dos padrões construtivos (ABNT, 2005, p. 18-26).

3.4.3.2 Fator altura – Falt

¹⁸ O SINDUSCOM-PR (Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Paraná) oferece os valores do CUB em R\$/m² para construções segundo seu tipo e padrão. Pode-se acessar: <<http://www.sinduscon-pr.com.br/principal/home/>> para estas informações.

Refere-se à homogeneização necessária dos preços influenciados pela altura do pavimento de unidades de edifícios residenciais, como ensinado por Fiker em seu “Curso de Engenharia de Avaliações” (apud CINELLI, 2006, p. 68).

Planta baixa ou térreo.....	0,85
1º e 2º andares.....	0,90
3º e 4º andares.....	0,95
5º e 6º andares.....	1,00
7º e 8º andares.....	1,10
9º andar até o último andar.....	1,15

3.4.3.3 Fator área – Fa

É o fator que visa corrigir o valor unitário quando há diferença entre as áreas do imóvel avaliando e o pesquisado.

Esse fator de ajuste, adotado quando há influência das áreas em análise na formação do preço, pode ser calculado, segundo Deslandes (DESLANDES, 2002, p. 46), da seguinte maneira, quando se trata de imóveis urbanos:

a) Quando a relação: $\frac{\text{Área pesquisada} - \text{Área avaliando}}{\text{Área avaliando}} \times 100 \leq 30\%$, então

$$Fa = \sqrt[4]{\frac{A_{\text{pesq}}}{A_{\text{aval}}}} \quad (1)$$

b) Quando a relação: $\frac{\text{Área pesquisada} - \text{Área avaliando}}{\text{Área avaliando}} \times 100 > 30\%$, então

$$Fa = \sqrt[8]{\frac{A_{\text{pesq}}}{A_{\text{aval}}}} \quad (2)$$

Outras literaturas e institutos de avaliações trazem diferentes fórmulas, mas o resultado é sempre próximo ao obtido pelas equações apresentadas.

3.4.3.4 Fator atualização – Fat

Utilizado para atualizar os preços de negociações ocorridas no passado homogeneizando-os ou trazendo-os para a data da avaliação (DANTAS, 2005, p. 19).

$$\text{Fat} = (1+i)^n \quad (3)$$

onde,

i = taxa mensal de correção monetária ou de valorização imobiliária

n = tempo em meses.

3.4.3.5 Fator comercialização – Fk

O fator de comercialização é a razão entre o preço de mercado e o custo de reedição de um imóvel assemelhado (ABNT, 1990, p. 2). Admite-se que o fator pode ser maior ou menor que 1, dependendo da situação do mercado, à época da avaliação. O custo de reedição é o resultado da soma do preço do terreno e do custo de reprodução depreciado das benfeitorias ($P_t + P_b$) (SPU, 2002, p. 42; MAIA NETO, 1992, p. 74).

$$F_k = \frac{\text{Preço de Mercado}}{P_t + P_b} \quad (4)$$

onde,

P_t = preço do terreno

P_b = preço da benfeitoria depreciada

3.4.3.6 Fator condição topográfica – Fct

Para a utilização do fator de topografia devem ser examinadas detalhadamente as condições topográficas de todos os elementos componentes da amostra. A topografia do terreno, em elevação ou depressão, em aclive ou declive, poderá ser valorizante ou desvalorizante.

Na utilização destes fatores, além de sua validação, deve ser fundamentada sua aplicação. No caso de impossibilidade da fundamentação, podem ser usados os seguintes fatores corretivos genéricos, referenciados para terrenos planos (IBAPE/SP, 2005, p. 19):

Terreno plano	1,00
Caído para os fundos até 5%	0,95
Caído para os fundos de 5% até 10%	0,90
Caído para os fundos de 10% até 20%	0,80
Caído para os fundos mais de 20%	0,70
Em aclive até 10%	0,95
Em aclive até 20%	0,90
Em aclive acima de 20%	0,85
Abaixo do nível da rua até 1,00m.....	1,00
Abaixo do nível da rua de 1,00 até 2,50m.....	0,90
Abaixo do nível da rua 2,50m até 4,00m	0,80
Acima do nível da rua até 2,00m.....	1,00
Acima do nível da rua de 2,00m até 4,00m	0,90

Nos casos de valorização, tais como os terrenos em zona de incorporação, onde o declive existente pode resultar em economia de escavações, muros de arrimo, atirantamentos, etc., sendo menos freqüentes, deverão ser detalhados e justificados.

3.4.3.7 Fator depreciação física e funcional – Fd

A aplicação deste fator visa desvalorizar o imóvel em função de sua idade e estado de conservação. Sugere-se a utilização dos critérios de ROSS-HEIDECHE

ou de VEGNI-NERI, ou, outros métodos de depreciação consagrados na engenharia de avaliações, que também podem ser úteis ao avaliador.

Nether (NETHER, 2002), em seu trabalho sobre depreciação de imóveis oferece o seguinte sobre o assunto:

Depreciação (D): Perda da aptidão de servir ao fim a que se destina. É a decadência do valor intrínseca do bem. No caso das edificações representa perda de interesse, de comodidade, diminuição da demanda e conseqüentemente do valor.

Vida útil de um bem (n): Período decorrido entre a data em que foi concluída a edificação e o momento em que deixa de ser utilizado devido à necessidade de reformas de grande monta.

Idade real (x): Período decorrido entre a data que foi concluído o prédio e a data de referência da avaliação.

Vida remanescente de um bem (Vre): Tempo estimado entre a data de referência da avaliação e o fim da vida útil (Vu).

$$Vu = x + Vre \quad (5)$$

Valor residual (Vr): é o valor de demolição ou de reaproveitamento de parte dos materiais no fim de sua vida útil.

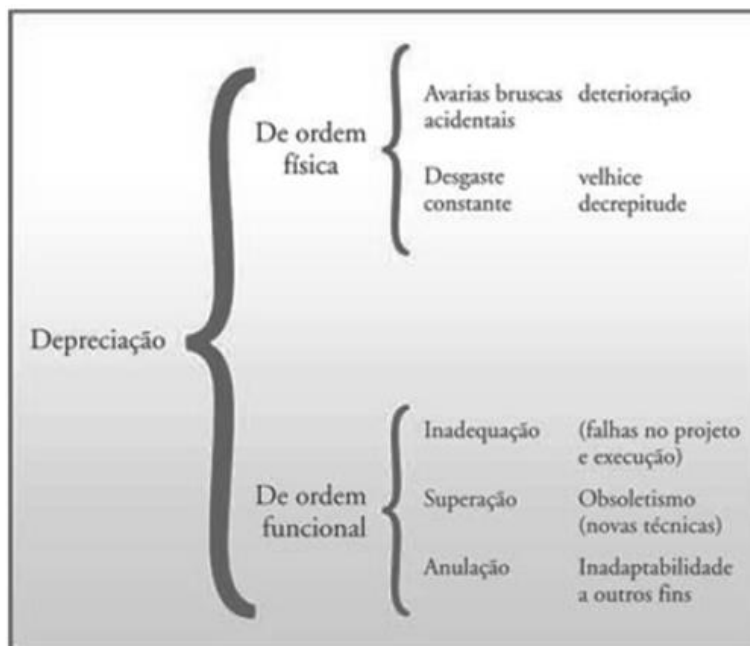
Valor novo: é o custo de reprodução de uma edificação nova. (Por orçamento). (Vn)

Valor depreciável (Vd): é o valor novo menos o valor residual.

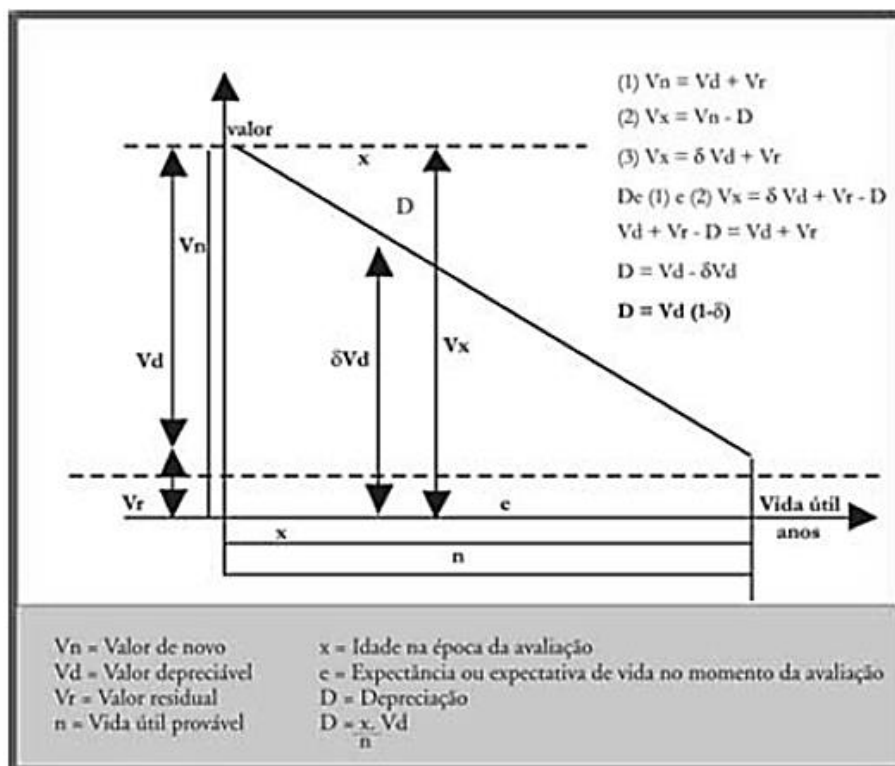
$$Vd = Vn - Vr \quad (6)$$

Os quadros a seguir visam ilustrar o comportamento da depreciação e a visualização do comportamento da **depreciação pelo método da linha reta**:

QUADRO I – Resumo da depreciação em edificações e suas causas



QUADRO II – Ilustração da depreciação pelo Método da Linha Reta



Depreciação de ordem física: A depreciação de ordem física teve diversas formulações como os métodos da linha reta (Quadro II – utilizada junto ao fisco, limitado aos percentuais fixados na Lei 9.249/95 – Art. 13) e o **método de Ross**, que possui a seguinte formulação:

$$D = \frac{1}{2} \left(\frac{x}{n} + \frac{x^2}{n^2} \right) \times V_d \quad (7)$$

Ambos os métodos combinam idade da edificação com vida útil provável da mesma. No entanto, o método que ao nosso ver tem explicado melhor a realidade do valor depreciado é o **Método de Ross – Heidecke**, que combina Ross com vários estados de conservação com a seguinte formulação.

$$D = \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{x}{n} + \frac{x^2}{n^2} \right) + \left(1 - \left(\frac{1}{2} \left(\frac{x}{n} + \frac{x^2}{n^2} \right) \right) \right) \times c \right\} \times V_d \quad (8)$$

onde **c = Coeficiente do estado de depreciação**, com definição no quadro III a seguir:

O critério de Heidecke considera como princípios básicos os seguintes:

- a depreciação é perda de valor que não pode ser recuperada com gastos de manutenção;
- as reparações podem apenas dilatar a durabilidade;
- um bem regularmente conservado deprecia-se de modo regular, enquanto que um bem mal conservado deprecia-se mais rapidamente.

Com base nestes princípios estabelece cinco categorias de estado de conservação, com quatro categorias intermediárias, atribuindo a cada uma delas coeficiente próprios, conforme o Quadro III.

QUADRO III – Categorias do estado de conservação

Estados	Condições físicas	Classificação normal	Coefficiente c %
1,0	Novo	Ótimo – O	0,000
1,5	Não sofreu nem necessita de reparos	Muito bom – MB	0,032
2,0	Regular	Bom – B	2,520
2,5	Requer ou recebeu reparos pequenos	Intermédio – I	8,090
3,0	Requer reparações simples	Regular – R	18,100
3,5		Deficiente – D	33,200
4,0	Requer reparações importantes	Mau – M	52,600
4,5		Muito Mau – MM	75,200
5,0	Sem valor = Valor de demolição (residual)	Demolição – DM	100,000

É importante salientar que:

- O estado da edificação é obtido em vistoria pormenorizada interna e externa;
- A vida útil de edificações similares deverá ser objeto de estudo específico;
- O valor residual (ou de demolição) e decorrente da composição material, do estado da edificação e da demanda.

A [Tabela do Anexo O] relaciona os cinco estados de conservação mais utilizados, contemplando a incidência da depreciação em termos percentuais e o correspondente coeficiente de valor atual ou valor depreciado da edificação, a ser aplicado sobre o *valor novo*.

O cálculo da depreciação das edificações pela idade de uso, segundo Vegni-Neri (VEGNI-NERI, 1965, p. 46-47), deve levar em conta o fator de obsolescência determinado pela seguinte equação:

$$K_o = \left(1 - \frac{1 - R}{V}\right) \times D \quad (9)$$

em que,

K_o = fator de obsolescência

R = valor residual.

V = vida provável e total da edificação.

D = idade física e funcional da edificação.

A redução da idade física e funcional de uma edificação deve considerar que:

I) Na reforma parcial, com ou sem aumento da área construída e da qual resulte melhores condições de uso do prédio, a idade física e funcional fica reduzida a 50% para efeito de aplicação do fator de obsolescência.

II) No caso de reforma substancial, com ou sem aumento de área construída, que resulta em aproveitamento do prédio, a idade física e funcional será contada a partir da data da reforma.

Baseado na equação desenvolvida, Vegni-Neri elaborou uma tabela de depreciação das edificações que é de grande aceitação na engenharia de avaliações, tribunais e órgãos governamentais:

Tabela 4 – Depreciação das edificações pela idade de uso VEGNI-NERI

Idade (Nº de Anos)	K _o	Idade (Nº de Anos)	K _o
até 1	1,0000	26	0,5658
2	0,9666	28	0,5334
4	0,9323	30	0,4990
6	0,8998	32	0,4656
8	0,8664	34	0,4322
10	0,8330	36	0,3988
12	0,7996	38	0,3654
14	0,7642	40	0,3320
16	0,7328	42	0,2986
18	0,6994	44	0,2652
20	0,6660	46	0,2318
22	0,6326	48	0,1948
24	0,5992	50	0,1650

Nota: Acima de 50 anos, o valor residual R = 0,1650.

Fonte: (VEGNI-NERI, 1965, p. 47).

3.4.3.8 Fator equivalência de área construída – Fe

É o fator médio proposto pela NBR 12.721 para cálculo de equivalência de áreas construídas dos projetos padrão. O fator está baseado no custo de construção, mas pode ser aplicado na equivalência de áreas construídas (ABNT, 2005, p. 7-8).

Garagem (subsolo).....	0,50 a 0,75
Área privativa (unidade autônoma padrão).....	1,00
Área privativa salas com acabamento.....	1,00
Área privativa salas sem acabamento.....	0,75 a 0,90

Área de loja sem acabamento.....	0,40 a 0,60
Varandas.....	0,75 a 1,00
Terraços ou áreas descobertas sobre lajes.....	0,30 a 0,60
Estacionamento sobre terreno.....	0,05 a 0,10
Área de projeção do terreno sem benfeitoria.....	0,00
Área de serviço – resid. unifam. padrão baixo (aberta)	0,50
Barrilete.....	0,50 a 0,75
Caixa d'água.....	0,50 a 0,75
Casa de máquinas.....	0,50 a 0,75
Piscinas, quintais, etc.....	0,50 a 0,75

3.4.3.9 Fator forma de pagamento – F_{fp}

O fator para redução do preço a prazo para o preço à vista. Os valores que se obtêm na pesquisa são, muitas vezes, resultantes de venda a prazo que variam muito sua forma de pagamento. A transformação das prestações a prazo em um só pagamento à vista é obtida pela fórmula de matemática financeira do valor presente (MOREIRA, 1984, p. 87).

$$F_{fp} = a + \frac{b}{n} \times \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n} \right] \quad (10)$$

sendo,

F_{fp} = fator de forma de pagamento

a = percentual do pagamento à vista (ex. pagou parte à vista, 20% = 0,20)

b = percentual do pagamento a prazo (ex. parte foi parcelada, 80% = 0,80)

n = número de prestações

i = taxa de juros

As formas de pagamento variam muito e em alguns casos torna-se difícil conseguir o fator de forma de pagamento, como no caso das prestações serem pós-

fixadas, tendo que, o avaliador, fazer uma previsão baseada nas tendências da valorização.

3.4.3.10 Fator fundo de comércio – Fc

A fixação de valores de propriedades industriais e comerciais é um dos mais difíceis problemas para um avaliador. Isso porque, essas propriedades têm múltiplos aspectos para serem considerados envolvendo os seus bens tangíveis e intangíveis.

A NBR 14.653-4 traz que, a identificação do valor de mercado deverá considerar a previsibilidade de rendas líquidas a serem auferidas pelo empreendimento durante sua vida econômica e corresponderá à diferença entre o valor econômico e o patrimonial. Em caso de apuração de valor negativo, configura-se uma perda econômica (ABNT, 2002, p. 12).

Dentre os trabalhos mais citados como referência para o cálculo do fundo de comércio está o de Pellegrino e Martins, *Critério para Cálculo de Fundo de Comércio*, (in: IBAPE, 1974, p. 90-96), que, embasado nos melhores estudiosos do tema, traz o seguinte:

Originalmente definido na França como o conjunto de bens mobiliários compreendido pela atividade econômica do estabelecimento comercial, o **fundo de comércio**, com a evolução dos anos, adquiriu um conceito mais amplo e moderno, abrangendo os elementos materiais ou coisas corpóreas e os elementos ou coisas incorpóreas.

Assim, na época atual, o fundo de comércio é juridicamente admitido como uma universalidade de direito, confundindo-se com a propriedade industrial e comercial e englobando, sinteticamente:

Bens Corpóreos

imóveis (terreno benfeitorias);

- **instalações, móveis e utensílios, máquinas e equipamentos, ferramentas e acessórios, veículos e estoque.**
- Direitos e Bens Incorpóreos
- **direitos de renovação do contrato de locação;**
- **direitos autorais;**
- **nome do estabelecimento, sua insígnia, seu símbolo publicitário, marcas registradas, patentes, desenhos e modelos;**
- **ponto comercial e clientela; e**
- **força atrativa, conceito e crédito.**

Imbuído das premissas oferecidas pelos trabalhos dos mestres de então para quantificar o valor do fundo de comércio, Martins desenvolveu uma fórmula bem aceita pelas Varas das Fazendas Públicas brasileiras que a adotaram em algumas sentenças. Assim se expressa:

$$F_c = \frac{L}{(1 + i)^n} \quad (11)$$

em que,

F_c = fundo de comércio

L = lucro líquido total no ciclo de três anos imediatamente anterior

i = taxa trimestral de juros (1,5% da poupança, por exemplo)

n = número de trimestres no ciclo de três anos, ou seja, $3 \times 4 = 12$

entendendo-se sempre que no cálculo de L os balanços deveriam ser atualizados para a data do laudo.

Porém, à época de apresentação do seu trabalho, Pellegrino e Martins, já entendiam que a fórmula apresentada deveria ser aperfeiçoada. Isso porque, estudos de Marston e Agg (apud *in* IBAPE, 1974, p. 93) abordaram os conceitos de valor de patente (*patent value*), valor da clientela (*good will value*) e outros valores que consideram a adoção de prováveis lucros futuros, por determinado período, capitalizando-os sistematicamente.

Visto a fórmula desenvolvida por Martins considerar apenas os valores do lucro líquido total do triênio anterior ajustado pelos juros normais de mercado, os autores apresentaram nova equação que reflete e expressa o montante atualizado, para a época do laudo, dos prováveis lucros futuros do triênio seguinte, capitalizados periodicamente. Assim, a fórmula aperfeiçoada ficou:

$$F_c = \frac{L}{n} \times \frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n} \quad (12)$$

em que,

F_c = fundo de comércio igual ao resultado líquido dos três anos seguintes, devidamente capitalizado e transposto à época do laudo.

L = lucro líquido do triênio imediatamente seguinte ao quinquênio base (o trabalho apresentado utiliza o triênio imediatamente anterior à época do laudo).

n = número de trimestres do triênio = $3 \times 4 = 12$.

i = taxa trimestral de juros e correção monetária em vigor.

Hoje, no Brasil, isso corresponderia a $(6\% \text{ a.a.} + 1,49\% \text{ a.a.}) \div 4 = 1,8725\% \text{ a.a.}$ Aplicando-se este índice, a fórmula pode ser simplificada:

$$F_c = \frac{L}{12} \times \frac{(1 + 0,018725)^{12} - 1}{0,018725(1 + 0,018725)^{12}} \quad (13)$$

ou,

$$F_c = 0,8882 L \quad (14)$$

Então, de maneira simplificada, em se tendo o lucro líquido do triênio anterior à época do laudo, se poderia estimar o valor para um fundo de comércio em dezembro de 2011 pela aplicação da fórmula anterior.

3.4.3.11 Fator idade – Fi

Fator utilizado para “trazer” o valor dos imóveis da amostra para a idade do imóvel avaliando.

$$F_i = 1 + \left(\frac{I_a - I_p}{5} \times 0,06 \right) \quad (15)$$

em que:

I_a = a idade do imóvel avaliando

I_p = a idade do elemento pesquisado

Esse fator também pode ser obtido dividindo-se o índice de depreciação do imóvel avaliando pelo índice de depreciação do imóvel pesquisado (MAIA NETO, 1992, p. 81).

3.4.3.12 Fator loja – Flj

É o coeficiente que visa distinguir a valorização denominada “luvas”, inerente ao “ponto” comercial loja, dos demais imóveis. É mais utilizado quando o valor do imóvel é obtido pelo método do custo de reprodução e pode ser apurado na razão entre a valorização da loja e o imóvel comparado.

No método comparativo de dados de mercado, sua adoção não é usual porque se utiliza, preferencialmente, a comparação entre elementos amostrais assemelhados.

Quando se tratar de avaliação de loja, segundo a Secretaria de Patrimônio da União, ao valor da benfeitoria poderá ser acrescido o Fator loja (Flj), quando verificada real valorização comercial em vista dessa condição (SPU, 2002, p. 42, 49).

A expressão sintética do Valor da benfeitoria será dada por:

$$V_b = A_b \times CUB \times V_p \times F_d \times F_{lj} \times V_{cf} \quad (16)$$

em que,

V_b = valor da benfeitoria

A_b = área de construção das benfeitorias

CUB = Custo Unitário Básico

V_p = coeficiente do valor pleno (valor do CUB + custos não incluídos na composição do CUB conforme NBR 12.721:2005)

F_{lj} = fator loja

V_{cf} = fator vantagem da coisa feita

Observe-se que o F_{lj} e V_{cf} podem assumir o valor 1 (um) na expressão, dependendo do tipo de imóvel avaliando.

3.4.3.13 Fator medidas – F_m

Utilizado para transformar as medidas heterogêneas dos lotes pesquisados homogeneizando-as para um lote padrão, usualmente 12m x 30m, ou outro segundo os padrões locais.

Por exemplo, um lote de frente T x fundo F, quando comparado com um lote de frente T x fundo 2F leva o avaliador a questionar se o fundo maior vale o dobro

do fundo menor, porque as facilidades de acesso aos fundos diminuem com o aumento da extensão do fundo. Essa variação deu lugar a diversas formulações baseadas em fórmulas empíricas (BERRINI, 1957, p. 123) como, por exemplo:

a) Hipótese do “1/3 – 2/3”:

$$Fp = \left(\frac{p}{N}\right)^{0,631} \quad (17)$$

b) Hipótese de Hoffman:

$$Fp = \left(\frac{p}{N}\right)^{0,585} \quad (18)$$

c) Hipótese de Jerrett:

$$Fp = \left(\frac{2p}{p+N}\right) \quad (19)$$

d) Hipótese de Harper:

$$Fp = \sqrt{\frac{p}{N}} \quad (20)$$

onde,

Fp = fator profundidade

p = profundidade do lote pesquisado

N = profundidade padrão para o bairro ou cidade.

Moreira, oferece como melhor alternativa a homogeneização em função do possível aproveitamento permitido pelas posturas municipais. Ele denomina o critério de “Fator de ocupação total” (FOT). Esse procedimento além de mais simples traduz melhor a equivalência entre áreas heterogêneas (MOREIRA, 1984, p. 92-93).

Exemplo:

Suponhamos que em um lote de 10m x 30m (300m²) se possa levantar, de acordo com o Código de Obras, um edifício de E = 2.000 m² de área coberta. O fator de ocupação será então, para este lote, de:

$$FOT = \frac{2000}{300} = 6,7$$

Da mesma maneira se calculam os FOT dos terrenos cujas vendas ou ofertas sirvam de referências para a avaliação:

a) $15\text{m} \times 30\text{m} = 300\text{m}^2$ e $E = 2.500\text{m}^2$

$$FOT = \frac{2500}{300} = 8,4$$

b) $10\text{m} \times 60\text{m} = 600\text{m}^2$ e $E = 3.200\text{m}^2$

$$FOT = \frac{3200}{600} = 5,3$$

c) $20\text{m} \times 15\text{m} = 300\text{m}^2$ e $E = 2.800\text{m}^2$

$$FOT = \frac{2800}{300} = 9,3$$

Relacionando os distintos FOTs com o FOT avaliando, surgem os fatores de aproveitamento que substituem os fatores de medidas obtidos pelas fórmulas e ou tabelas.

Então:

$$F_{\text{avaliando}} = \frac{6,7}{6,7} = 1,00 \quad (21)$$

$$F(a) = \frac{8,4}{6,7} = 1,25 \quad (22)$$

$$F(b) = \frac{5,3}{6,7} = 0,89 \quad (23)$$

$$F(c) = \frac{9,3}{6,7} = 1,38 \quad (24)$$

3.4.3.14 Fator oferta – Fo

A super estimativa dos dados de oferta (elasticidade dos negócios) deverá ser descontada do valor total pela aplicação do fator médio observado no mercado. Na impossibilidade da sua determinação, pode ser aplicado o fator consagrado 0,90 (desconto de 10% sobre o preço original pedido).

Todos os demais fatores devem ser considerados após a aplicação do fator oferta.

3.4.3.15 Fator padrão – Fpad

Fator visa corrigir a diferença de padrão existente entre a amostra e o imóvel avaliando (MAIA NETO, 1992, p. 81), seguindo os seguintes fatores:

Padrão simples mínimo.....	0,65
Padrão simples.....	0,75
Padrão simples máximo.....	0,85
Padrão médio mínimo.....	0,90
Padrão médio.....	1,00
Padrão médio máximo.....	1,10
Padrão superior mínimo.....	1,15
Padrão superior.....	1,25
Padrão fino mínimo.....	1,40
Padrão fino.....	1,50
Padrão fino máximo.....	1,60

$$F_{\text{pad}} = \frac{F_a}{F_p} \quad (25)$$

em que,

F_a = Fator padrão do imóvel avaliando

F_p = Fator padrão do imóvel pesquisado.

3.4.3.16 Fator panorama – Fpa

Refere-se à correção do panorama que um imóvel proporciona em função de sua localização, exercendo influência no seu preço de venda, como ensinado por Fiker, em seu “Curso de Engenharia de Avaliações” (apud CINELLI, 2006, p. 68).

Frente a edifícios residenciais.....	1,00
Frente para praças.....	1,20
Frente para parques.....	1,30
Frente para edifícios industriais.....	0,80
Frente para vistas desvalorizantes.....	0,60

3.4.3.17 Fator pedologia – Fpd (inconsistência do terreno devido a presença da água)

Pode ser aplicável quando tratar-se de solos pouco próprios para construção, desde que verificada a real interferência das condições do solo no valor do imóvel.

A existência de água aflorante no solo, devido ao nível elevado de lençol freático ou ações da natureza, tais como inundações periódicas, alagamentos, terrenos brejosos ou pantanosos rotineiramente pode ser considerada como desvalorizante, condição essa que deve ser verificada no mercado da vizinhança do elemento avaliando. Na impossibilidade de efetuar essa pesquisa, sugere-se a adoção dos seguintes fatores oferecidos pelo IBAPE-SP (IBAPE/SP, 2005, p. 20):

Situação paradigma: terreno seco	1,00
Terreno situado em região inundável, que impede ou que dificulta o seu acesso mas não atinge o próprio terreno, situado em posição mais alta.....	0,90
Terreno situado em região inundável e que é atingido ou afetado periodicamente pela inundação.....	0,70

Terreno permanentemente alagado (brejo ou pântano)..... 0,60

Alternativamente, pode ser calculado o custo das intervenções necessárias para a solução do problema. Em áreas de grande porte, devem ser aplicados somente nas áreas diretamente afetadas. Nos lotes contíguos a córregos, além da consistência deve ser observada a restrição legal pertinente. Caso essa condição afete o uso da benfeitoria deve ser verificado o seu obsolescimento.

3.4.3.18 Fator profundidade – Fp

A influência de Profundidade (P) é levada em conta no Valor do terreno (Vt) através da relação entre a Profundidade equivalente (Pe) e a Profundidade recomendada (Pm) para a zona, segundo o modelo adaptado da NBR 5676 (ABNT, 1990, p. 9):

$$Vt = At \times Vu \times Cp \quad (26)$$

em que,

Cp = coeficiente de profundidade

$$Cp = \left(\frac{Pe}{Pm} \right)^p \quad (27)$$

para $m = m_i, m_a$

- a) O expoente (p) deve ser igual a zero ($p = 0$), enquanto a Profundidade equivalente ou efetiva (Pe) se mantiver entre a mínima (Pmi) e a máxima (Pma), correspondendo ao aproveitamento eficiente para o bairro ou local de sua situação.

$$(Pmi \leq Pe \leq Pma)$$

- b) O expoente (p) deve estar entre os limites **0** e **1** ($0 < p \leq 1$), quando a Profundidade equivalente for inferior à mínima recomendável ($P_e < P_{mi}$);
- c) O expoente (p) deve estar entre os limites **-1** e **0** ($-1 \leq p < 0$), quando a Profundidade equivalente for superior à máxima recomendável ($P_e > P_{ma}$).

Para terrenos de duas ou mais testadas, considera-se, para fins da obtenção da P_e , a frente efetiva como sendo a testada principal (mais valorizada).

3.4.3.19 Fator restrição legal – Frl

É aplicável aos terrenos sobre os quais incidem restrições legais ao seu pleno aproveitamento, bem como às benfeitorias, no caso de tombamento. Meyer (MEYER, 2003, p. 25) sugere os seguintes parâmetros para os seguintes tipos de restrição:

Faixas " <i>non aedificandi</i> " de qualquer natureza.....	0,10
Projetos de alinhamento com recuo.....	0,30
Imóveis tombados.....	0,30 a 0,70
Zona de vida silvestre.....	0,10
Unidade de conservação da natureza.....	0,10
Reserva florestal.....	0,10
Manguezais.....	0,10
Outras zonas com restrição ecológica.....	0,30 a 0,80
Outras restrições.....	variável

3.4.3.20 Fator serviços públicos – Fsp

Refere-se à correção de padrões de urbanização dos imóveis pesquisados em comparação ao imóvel avaliando.

Podemos utilizar os fatores apontados por Meyer (MEYER, 2003, p. 26) no livro "*Avaliação de Imóveis – Uma Análise no Campo da Engenharia Legal*", que

também são sugeridos por institutos de avaliação como o IMAPE¹⁹ de Minas Gerais e outros (MAIA NETO, 1992, p. 78).

Água potável.....	0,15
Esgoto sanitário.....	0,10
Esgoto pluvial.....	0,05
Rede de gás.....	0,05
Guias - sarjetas.....	0,10
Luz domiciliar – rede elétrica.....	0,15
Iluminação pública.....	0,05
Pavimentação.....	0,30
Rede telefônica.....	0,05

3.4.3.21 Fator situação – Fs

É o fator que permite ao avaliador comparar a valorização de uma loja ou outro tipo comercial em função de sua situação ou localização em relação ao logradouro.

Meyer (MEYER, 2003, p. 78) sugere a aplicação dos seguintes fatores:

Loja em meio de quadra.....	1,00
Loja em esquina de logradouros (2 frentes).....	1,20
Loja em esquina de logradouros (3 frentes).....	1,30
Loja de esquina (galeria comercial).....	1,10
Loja interna de galeria com duplo acesso.....	0,80
Loja interna de galeria com um único acesso.....	0,70
Loja em pavimento distinto do térreo e de frente.....	0,60
Loja em pavimento distinto do térreo, interno ou subsolo..	0,40
Loja em pavimento distinto do térreo, em subsolo.....	0,30
Jirau (mezanino).....	0,30

¹⁹ Instituto Mineiro de Avaliações e Perícias de Engenharia, hoje, IBAPE-MG. cf. <<http://www.ibape-mg.com.br/quemsomos.php?page=titulo&id=3>>.

3.4.3.22 Fator testada – Ft

A influência da frente será levada em conta no valor do terreno (V_t) através da relação entre a testada pesquisada (F_p) e a testada de referência (F_r), segundo o modelo (MEYER, 2003, p.27):

$$V_t = A_t \times V_u \times C_f \quad (28)$$

em que,

$$C_f = \sqrt{\left(\frac{F_p}{F_r}\right)} = \left(\frac{F_p}{F_r}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (29)$$

em que,

A_t = área do terreno.

V_u = valor unitário por m^2 .

C_f = coeficiente da testada.

F_p = testada pesquisada medida em projeção.

F_r = testada de referência, geralmente 12,00m, visto um lote comum medir 12,00m x 30,00m ou 360,00 m^2 .

Condição para aplicação da fórmula:

$$0,50 F_r \leq F_p \leq 2 F_r.$$

3.4.3.23 Fator testadas múltiplas – Ftm.

É também conhecido como coeficiente de valorização de esquina.

Os lotes de frentes múltiplas e/ou esquina devem ser avaliados observando-se as vantagens ou desvantagens decorrentes das suas características especiais.

Somente devem ser consideradas como testadas adicionais, sempre a critério do avaliador, aquelas testadas que efetivamente interferirem no valor do terreno, em função de seu aproveitamento real ou potencial.

Meyer (MEYER, 2003, p. 21) sugere que este fator poderá variar de 1,15 a 1,30 aplicando o seguinte critério:

Para duas testadas.....	1,15
Para três testadas.....	1,25
Para quatro ou mais testadas.....	1,30

Por outro lado, Berrini, partindo da hipótese de Harper²⁰, deduziu as seguintes fórmulas para o cálculo dos valores totais de terrenos de uma, duas, três e r frentes, como se vê a seguir (BERRINI, 1957, p. 152):

a) Para lotes de uma frente:

$$V = p \times \sqrt{\frac{aS}{N}} \quad (30)$$

b) Para lotes de duas frentes:

$$V = \sqrt{\frac{S}{N} \times (a_1 p_1^2 + a_2 p_2^2)} \quad (31)$$

c) Para lotes de três frentes:

$$V = \sqrt{\frac{S}{N} \times (a_1 p_1^2 + a_2 p_2^2 + a_3 p_3^2)} \quad (32)$$

d) Para lotes de r frentes:

$$V = \sqrt{\frac{S}{N} \times (a_1 p_1^2 + a_2 p_2^2 + \dots + a_r p_r^2)} \quad (33)$$

²⁰ Sir Edgar Josiah Harper, (1860–1934), avaliador de terras e servidor público inglês.

em que,

V = valor do lote

S = área do lote

N = profundidade padrão do lote

a_1 = primeira frente

a_2 = segunda frente

a_3 = terceira frente

a_r = r-ésima frente

p = preço base unitário

p_1 = preço base unitário da primeira rua

p_2 = preço base unitário da segunda rua

p_3 = preço base unitário da terceira rua

p_r = preço base unitário da r-ésima rua

A contribuição de Moreira para o caso de um lote corrido, isto é, lote de meio de quadra com duas frentes separadas, indo de rua a rua, é o “método de difusão de valores” a ser aplicado sobre a área total do terreno, uma concepção de Guerrero²¹ (apud MOREIRA, 1984, p. 99), que estabeleceu a seguinte fórmula para calcular o valor unitário médio:

$$V = a \times \frac{a}{a+b} + b \left(1 - \frac{a}{a+b}\right) \quad (34)$$

em que,

V = valor unitário (R\$/m²) do terreno

a = valor unitário (R\$/m²) vigente para a rua 1

b = valor unitário (R\$/m²) vigente para a rua 2

3.4.3.24 Fator transposição – Ftr

²¹ Dante Guerrero, engenheiro argentino.

As informações para estimativa de valor devem, de preferência, ser obtidas no próprio logradouro ou em logradouros próximos. Deve ser evitado o uso de informações fora da área homogênea em que se situa o trecho em questão.

Nas localidades em que são utilizadas Plantas de Valores, ou para as quais haja informação confiável da valorização relativa dos logradouros elaborada pela prefeitura, recomenda-se analisar a relação entre o indicador de valor do trecho de logradouro do imóvel avaliando e o do imóvel pesquisado.

Este fator corrige as variações da transposição de valor unitário qualquer para o local do imóvel avaliando, obtido pela seguinte fórmula adaptada de Meyer (MEYER, 2003, p. 28):

$$F_{tr} = \frac{I_a}{I_p} \quad (35)$$

sendo:

F_{tr} – fator de transposição.

I_a – índice do local avaliando.

I_p – índice do local pesquisado.

3.4.3.25 Fator vantagem da coisa feita – Vcf

Fator que poderá ser acrescido ao valor da benfeitoria obtido pelo custo de reprodução, quando for o caso, para agregar a vantagem da coisa feita ao valor do imóvel e segundo o seu tipo (SPU, 2002, p. 49).

Tabela 5 – Vantagem da coisa feita

FATOR DE VANTAGEM DA COISA FEITA				
Tipo de construção	Nova	Até 10 anos	De 10 a 20 anos	Mais de 20 anos
Grande estrutura	1,25	1,25 a 1,21	1,21 a 1,13	1,13 a 1,03
Pequena estrutura e residencial de luxo	1,15	1,15 a 1,125	1,125 a 1,078	1,078 a 1,025

FATOR DE VANTAGEM DA COISA FEITA

Tipo de construção	Nova	Até 10 anos	De 10 a 20 anos	Mais de 20 anos
Industrial e residencial médio	1,10	1,10 a 1,084	1,084 a 1,052	1,052 a 1,02
Residencial modesto ou popular	1,05	1,05 a 1,042	1,042 a 1,026	1,026 a 1,015

Fonte: (SECRETARIA DO PATRIMONIO DA UNIÃO, 2002)

Abunahman (ABUNAHMAN, 2000) chama a atenção para o aspecto de que os fatores de redução pela idade não se aplicam a zonas comerciais altamente valorizadas.

Para Gonzalez (GONZALEZ, 2000, p.41), a vantagem da coisa feita pode ser obtida aplicando-se a equação:

$$V_{cf} = C_f + P + C_r + H + T \quad (36)$$

em que,

V_{cf} = vantagem da coisa feita

C_f = custos financeiros

P = despesas com propaganda

C_r = despesas com corretagem

H = honorários do construtor

T = taxas (principalmente as municipais).

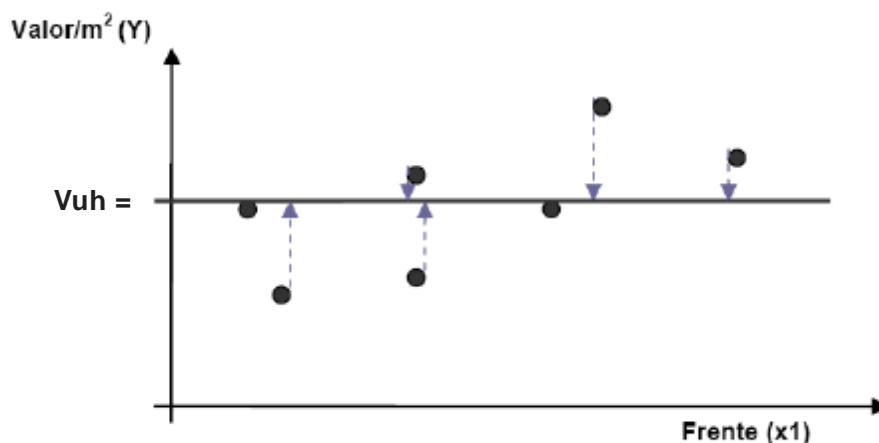
3.4.4 Homogeneizando a amostra:

A Norma define homogeneização como tratamento dos preços observados, mediante a aplicação de transformações matemáticas que expressem, em termos relativos, as diferenças entre os atributos dos dados de mercado e os do bem avaliando (ABNT, 2001, p. 4).

Homogeneizar é pressupor que todos os elementos da amostra se transformam no imóvel avaliando, quer em área, acabamento ou situação, segundo os fatores aplicados.

O objetivo é ajustar os dados levantados à média através de transformações matemáticas que expressem as diferenças entre os atributos diferentes ou não homogêneos dos dados. Compreende-se melhor na figura abaixo:

Figura 2 – Homogeneização dos fatores



Fonte: Autor (2011) adaptado de (OLIVEIRA, 2004, p. 17)

O melhor procedimento para isto é elaborar uma planilha contendo todos os elementos pesquisados com todas as características a serem homogeneizadas.

A seguir elegem-se todos os fatores que serão aplicados a cada observação da amostra e daí, compõe-se nova planilha contendo todos os elementos amostrados e seus respectivos fatores de homogeneização.

Uma vez conhecidos os fatores que serão aplicados a cada imóvel da amostra para homogeneizá-lo ao imóvel avaliando, efetua-se a homogeneização através da seguinte relação:

$$V_{uh} = V_u \times F_1 \times F_2 \times \dots \times F_k \quad (37)$$

em que,

V_{uh} = valor unitário homogeneizado

V_u = valor unitário pesquisado

$F_1 \dots F_k$ = fatores a serem aplicados

O processo deve ser repetido para todos os imóveis da amostra com os fatores assumindo os pesos conforme o caso, obtendo-se então uma média homogeneizada da amostra.

Para o IBAPE-SP a homogeneização por fatores deve ser feita pela somatória dos fatores considerados após a aplicação do fator oferta e não pela multiplicação (IBAPE/SP, 2011, p. 23). Como a Norma da ABNT não traz recomendação sobre os modelos por multiplicação ou soma, fica a critério do avaliador a escolha.

O modelo para a homogeneização pela somatória então é:

$$V_{uh} = V_u \times F_0 \times [1 + (F_{1i} - 1) + (F_{2i} - 1) + \dots + (F_{ki} - 1)] \quad (38)$$

Após o trabalho de homogeneização em que foram aplicados os diversos fatores aos valores brutos obtidos na pesquisa de valores de mercado, consegue-se uniformizar todos os elementos da amostra transformando-os como se fossem todos em um mesmo lugar, em uma mesma data, com a mesma forma de pagamento, com iguais medidas, com a mesma forma, mesma topografia, etc.

Elabora-se então uma nova planilha incluindo os valores homogeneizados (V_{uh}) a fim de proceder-se aos cálculos estatísticos e saneamento da amostra.

A definição do valor procurado se dá através da análise estatística dos valores pesquisados e devidamente homogeneizados.

Para o Método de Tratamento por Fatores, o interesse está na aplicação da estatística descritiva, que trata da organização e do resumo do conjunto de dados, por meio de gráficos (de barras, histogramas, lineares), tabelas e medidas descritivas (quantidades) que são essenciais na apresentação dos dados de um laudo de avaliação.

3.4.5 Estatística aplicada às avaliações

A estatística é um ramo da matemática que se interessa em obter conclusões a partir de dados observados e nos métodos científicos para coleta, organização, resumo, apresentação, análise e interpretação dos dados amostrais (FERREIRA, 1996, p. 1). Divide-se em estatística descritiva e indutiva ou inferência.

3.4.5.1 Estatística descritiva

A **Estatística descritiva** preocupa-se com a coleta, organização e apresentação dos dados amostrais, sem inferir sobre a população.

As variáveis são mensuradas numa amostra, e as suas realizações (ou observações) estarão dispostas da seguinte forma:

Dados brutos: dados originais, na forma com que foram coletados.

Ex. Preço de apartamentos usados em Curitiba em novembro de 2011 (R\$ mil / m²).

2,61 2,56 2,47 2,62 2,59

2,56 2,62 2,70 2,49 2,62

Dados elaborados: dados numéricos arranjados em ordem crescente ou decrescente.

2,47 2,49 2,56 2,56 2,59

2,61 2,62 2,62 2,62 2,70

a) Amplitude Total

Com os dados elaborados pode-se estimar a sua **Amplitude Total (A)**, ou seja, a diferença entre o maior e menor valor da amostra.

$$A = X_{(n)} - X_{(1)} = \text{Maior valor} - \text{Menor valor} \quad (39)$$

b) Distribuição de frequências

A forma de representar os dados depende da sua natureza. Para dados qualitativos a enumeração e tabulação é a forma mais simples de representá-los.

Para os dados quantitativos a forma de representação mais simples é a distribuição de frequência. A distribuição de frequência é a distribuição dos dados

em classes ou categorias, onde o número de elementos pertencentes a cada classe é determinado e representa a frequência de classe.

Então, a distribuição de frequência é uma tabela que contém a quantidade de dados amostrados, determinando o número de vezes que cada um ocorre (frequência) e a porcentagem com que aparece (frequência relativa). Como por exemplo:

Tabela 6 – Classes e frequências

Número de classes (k)	Intervalo das classes de frequência	Média (\bar{x})	Frequência (f)	Frequência relativa (fr)	Frequência acumulada (fa)
1	209,93 – 237,67	223,80	2	0,333	0,333
2	237,67 – 265,40	251,54	0	0,000	0,333
3	265,40 – 293,14	279,27	0	0,000	0,333
4	293,14 – 320,08	307,01	2	0,333	0,666
5	320,08 – 348,61	334,75	0	0,000	0,666
6	348,61 – 376,35	362,49	2	0,333	0,999
TOTAL	1776,48		6	1,000	1,000

Fonte: Autor.

Os tipos de frequências representados são:

- **Frequência absoluta ou simplesmente frequência (f):** é o número de vezes que cada dado aparece na pesquisa.
- **Frequência relativa ou percentual (fr):** é o quociente da frequência absoluta pelo número total de dados. Esta frequência pode ser expressa em porcentagem. O valor de **(fr x 100)** é definido como **fr (%)**.
- **Frequência acumulada (fa):** é a soma de cada frequência com as que lhe são anteriores na distribuição.

c) Agrupamento de classes

O agrupamento em classes permite usar algumas medidas obtidas a partir das classes de frequências tabeladas. São elas:

- **Limite inferior (Li):** é o menor valor que a variável pode assumir em uma classe de frequências.

- **Limite superior (Ls):** é o maior valor que a variável pode assumir em uma classe de freqüências;
- **Ponto médio (Pm):** o ponto médio de uma classe de freqüências é a média aritmética entre o Li e o Ls da mesma (classe), ou seja,

$$Pm = \frac{Li + Ls}{2} \quad (40)$$

- **Amplitude de classe (c):** é a diferença entre o Ls e o Li da classe, ou seja:

$$c = Ls - Li \quad (41)$$

- **Amplitude Total (A):** é a diferença entre o Ls da última classe de freqüência com o Li da primeira classe, ou seja:

$$A = Ls - Li \quad (42)$$

Na construção de uma distribuição de freqüências, devemos determinar o número de classes que uma tabela deve ter e qual o tamanho (ou a amplitude) destas classes. Há diversos critérios para se determinar o número de classes²²:

1) Critério de SCOTT (apud FERREIRA, 1996, p. 5), baseado na distribuição normal dos dados da amostra, a qual tem a forma de um sino, onde o número de classes é dado por:

$$k=1+\frac{An^{\frac{1}{3}}}{3,49s} \quad (43)$$

em que,

²² Para determinar o número de classes (k) há várias regras: 1) a Regra de Sturges $k \cong 1+3,3 \log n$; 2) a Regra do Quadrado: $k \cong \sqrt{n}$. 3) a Regra proposta por Oliveira (apud FERREIRA, 1996, p. 5): $k \cong 5 \log_{10} n$; 4) A Regra de Scott: $k=1+\frac{An^{\frac{1}{3}}}{3,49s}$. Diversos autores recomendam, por experiência, o bom senso, indicando que as tabelas de distribuição devem possuir entre 5 e 20 classes, pois menos de 5 perde-se informação e superior a 30 o detalhamento torna-se pouco eficaz. Para $n > 100$ é mais recomendável a aplicação da Regra de Oliveira.

A = amplitude total.

n = número de elementos da amostra.

s = desvio padrão da amostra.

2) Regra de STURGES:

$$k \cong 1 + 3,3 \log n \quad (44)$$

Então tem-se para o intervalo de classes ou a amplitude das classes:

$$c \cong \frac{A}{k} \quad (45)$$

em que,

k = número de classes da tabela de distribuição de freqüências.

n = tamanho da amostra que estaremos trabalhando.

c = intervalo de classe ou a amplitude que cada uma das classes deverá assumir.

A = amplitude total dos dados.

Resumindo: para montar uma tabela de freqüências, deve-se fazer o seguinte:

- Achar o mínimo e o máximo dos dados.
- Determinar as classes de freqüências, o que, na verdade, nada mais é do que escolher intervalos de mesmo comprimento que cubram a amplitude entre o mínimo e o máximo. Para determinar o número de classes, usa-se $k \cong 1 + 3,3 \log n$ e para determinar o “tamanho” das classes, usaremos $c \cong \frac{A}{k}$.
- Contar o número de observações que pertencem a cada intervalo de classe. Esses números são as freqüências observadas da classe.
- Calcular as freqüências relativas e acumuladas de cada classe.

Observa-se que os valores de **k** e **c** devem ser arredondados sempre para o maior valor.

Exemplo:

Suponha uma amostra de tamanho $n = 50$, com o menor valor $Li = 4$ e o maior valor $Ls = 445$, então, $A = 441$ (maior valor – menor valor). O número de classes seria dado pela regra de Sturges $k \cong 1 + 3,3 \log 50 = 6,606 \approx 7$ (maior número inteiro depois de 6) e o intervalo de classe ou a amplitude (tamanho) de cada uma das 7 classes acima deverá ser $c \cong \frac{A}{k} = \frac{441}{7} = 63$ (arredondar para maior quando não for inteiro), ou seja, deve-se, para este exemplo, montar uma tabela com 7 classes e de amplitude 63. A tabela deve se iniciar pelo menor valor do conjunto de dados, portanto, para este caso, ela se iniciaria em 4. A primeira classe seria, então, de 4(inclusive) a 67(exclusive), a próxima seria de 67 (inclusive) a 130 (exclusive) e assim por diante até completar as 7 classes.

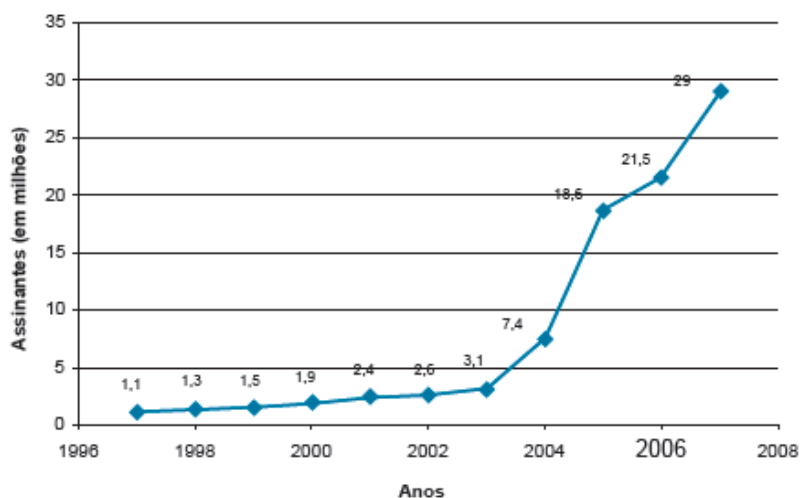
d) Métodos gráficos

O objetivo da utilização de gráficos em análise de dados é o de facilitar a compreensão do fenômeno estatístico por meio do efeito visual imediato que os gráficos proporcionam.

e) Tipos de gráficos

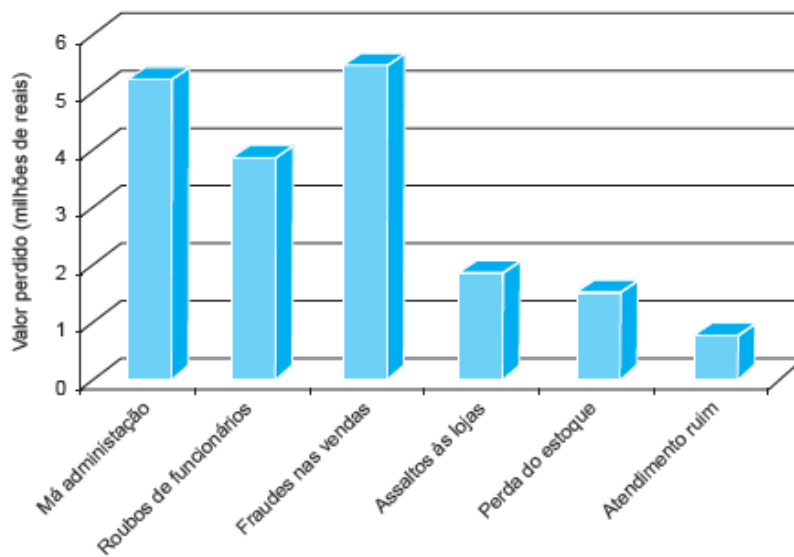
Existem vários tipos de gráficos. Os mais usados são: gráficos de linha, gráficos de colunas, gráficos de barras, como nos exemplos:

Figura 3 – Exemplo de gráfico de linha



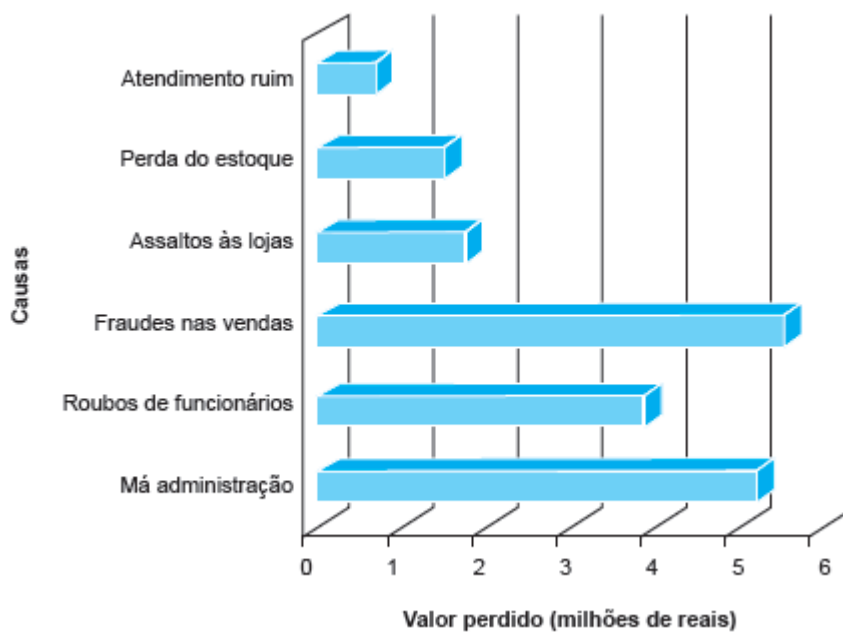
Fonte: (OLIVEIRA et al., 2009).

Figura 4 – Exemplo de gráfico de colunas



Fonte: (OLIVEIRA et al., 2009).

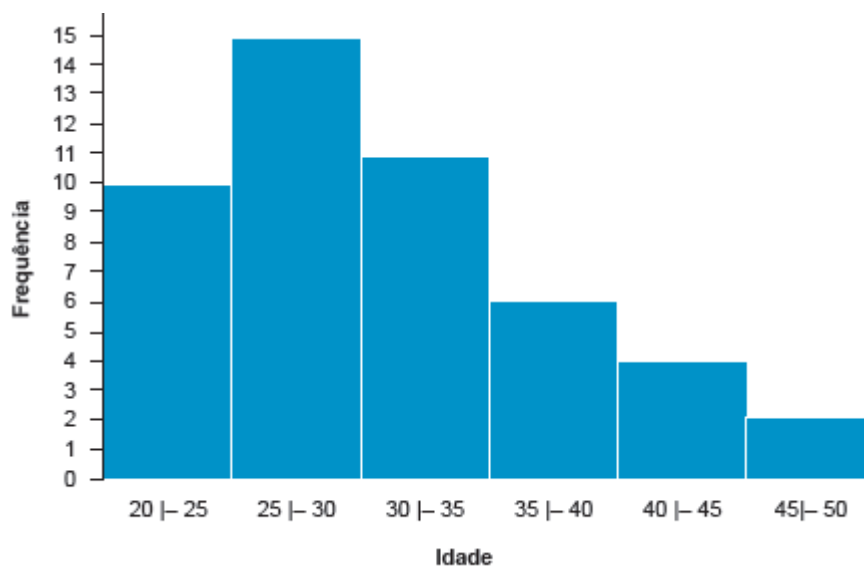
Figura 5 – Exemplo de gráfico de barras



Fonte: (OLIVEIRA et al., 2009).

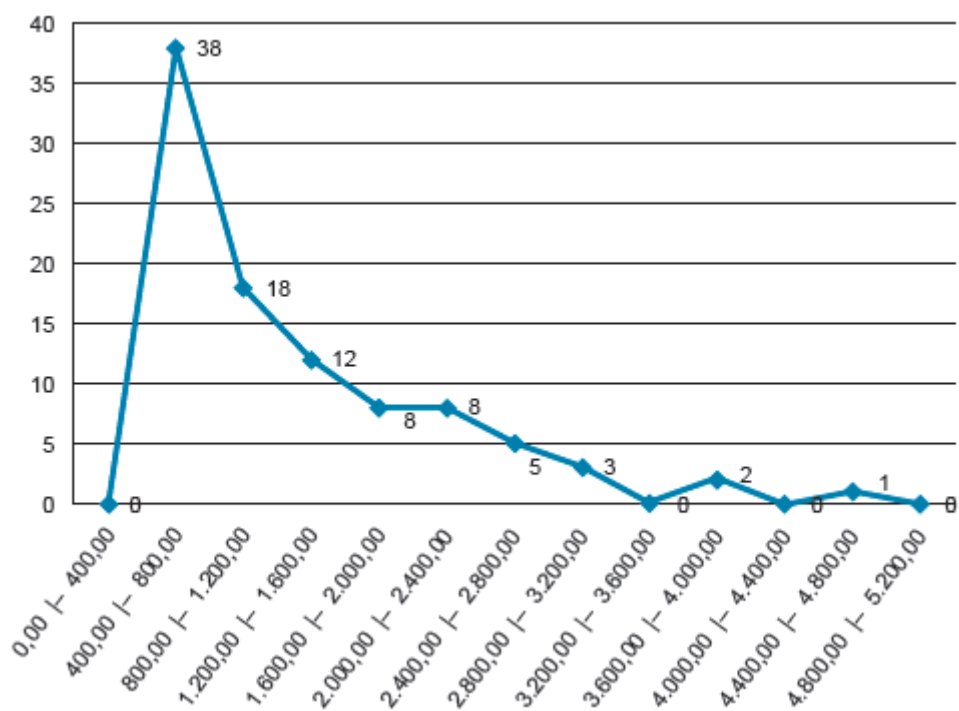
Também, são utilizados gráficos para representar as distribuições de freqüências como, histograma, polígono de freqüências e ogiva de freqüências.

Figura 6 – Exemplo de gráfico histograma



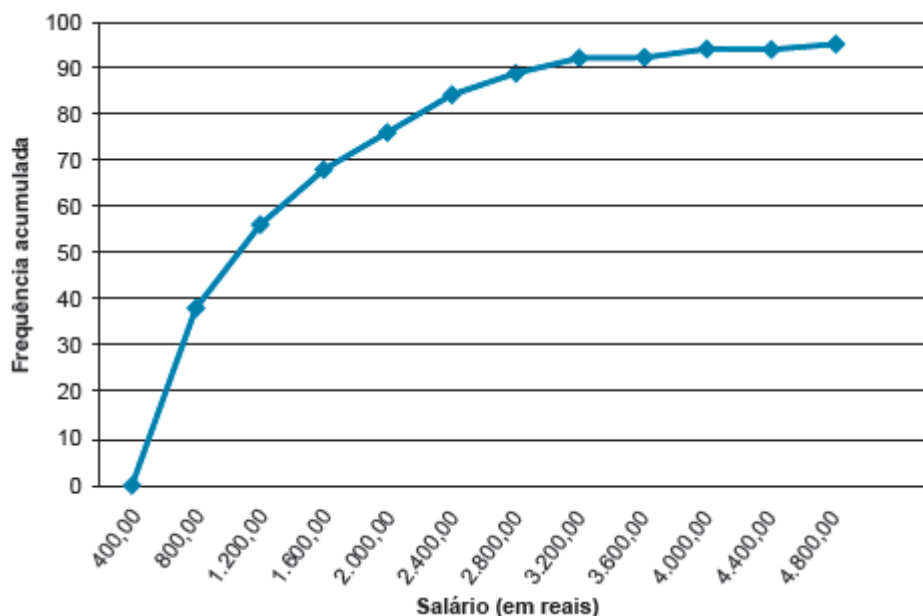
Fonte: (OLIVEIRA et al., 2009).

Figura 7 – Exemplo de gráfico polígono de frequência



Fonte: (OLIVEIRA et al., 2009).

Figura 8 – Exemplo de gráfico ogiva

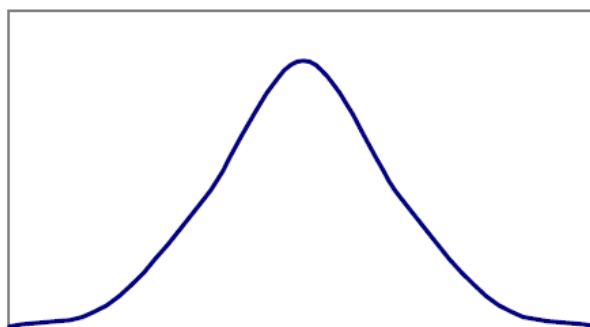


Fonte: (OLIVEIRA et al., 2009).

f) Tipos de curvas de frequências

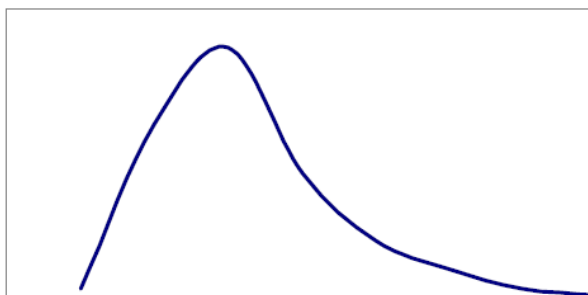
Com base no polígono de frequência pode-se classificar o tipo de distribuição dos dados amostrais ou experimentais. Esta classificação é de suma importância, pois grande parte das análises depende da natureza desta distribuição, sendo que a maioria requer distribuição do tipo simétrica ou aproximadamente simétrica (FERREIRA, 1996, p. 10).

Figura 9 – Curva simétrica



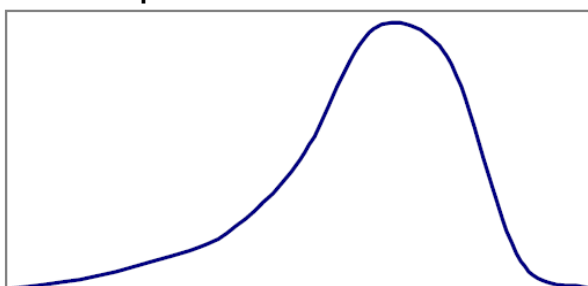
Fonte: Idem, 1996, p. 11

Figura 10 – Curva assimétrica à direita



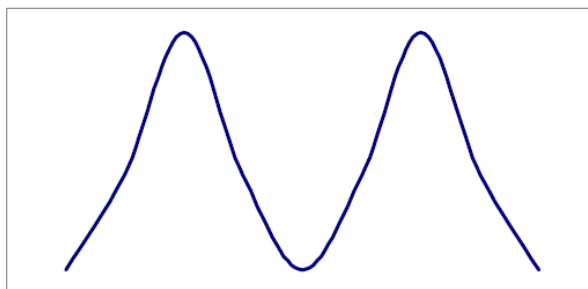
Fonte: Ibidem, p. 11

Figura 11 – Curva assimétrica à esquerda



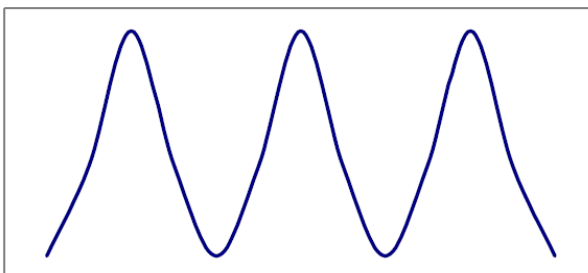
Fonte: Ibidem, p. 11

Figura 12 – Curva bimodal



Fonte: Ibidem, p. 11

Figura 13 – Curva multimodal



Fonte: Ibidem, p. 11

3.4.5.2 Medidas de posição e dispersão

A aplicação da estatística descritiva resulta em cinco classes de medidas:

- a) medidas de posição ou de tendência central
- b) medidas separatrizes ou de tendência não central
- c) medidas de assimetria
- d) medidas de achatamento ou de curtose
- e) medidas de dispersão ou de variabilidade

a) Medidas de posição ou de tendência central

Uma medida de tendência central busca sintetizar as informações da amostra em um único valor informativo. Ao examinar uma distribuição amostral simétrica ou aproximadamente simétrica, nota-se que geralmente os dados são mais freqüentes perto de um valor central e são mais raros ao afastar-se deste. A obtenção deste valor central é de grande importância tanto para a pesquisa quanto para a extensão (FERREIRA, 1996, p. 12).

As principais medidas de tendência central na estatística são: média, mediana e moda.

– **Média aritmética (\bar{x}):** A média é a principal medida de posição, sendo utilizada principalmente quando os dados apresentam distribuição simétrica ou aproximadamente simétrica, como acontece com a maioria das situações práticas. Deve-se diferenciar, por meio de notação apropriada à média populacional da amostral.

A população refere-se a todos os elementos de interesse do pesquisador para o qual fica praticamente impossível tomar as informações elemento a elemento.

A amostra por sua vez, refere-se a um subconjunto de elementos desta população obtido de acordo com determinados critérios, de tal forma que haja uma representatividade da população da qual foi extraída e que se deseja extrapolar as informações ou realizar inferências estatísticas.

Simbologia:

μ = para a população

\bar{x} = para a amostra

O estimador da média é:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad (46)$$

Algumas propriedades da média:

– A soma algébrica dos desvios em relação à média aritmética é nula.

$$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) = 0 \quad (47)$$

– A soma dos quadrados dos desvios de um conjunto de dados em relação a sua média é um valor mínimo.

$$D = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (48)$$

– A média é influenciada por valores extremos.

– **Mediana (M_d):** é o valor encontrado ordenando-se os dados do menor para o maior valor e, em seguida, identificando-se o valor central desses dados ordenados. A mediana é uma medida que divide o conjunto de dados exatamente ao meio, deixando 50% dos valores abaixo dela e 50% dos valores acima (BUNCHAFT e KELLNER, 1997, p.120).

Se o número de elementos do conjunto de dados for ímpar, então a mediana será exatamente o valor “do meio”.

$$M_d = x_{\left(\frac{n+1}{2}\right)} \quad (49)$$

Se o número de elementos do conjunto de dados for par, então a mediana será exatamente a média “dos dois valores do meio”.

$$M_d = \frac{x\left(\frac{n}{2}\right) + x\left(\frac{n+2}{2}\right)}{2} \quad (50)$$

– **Moda (M_o):** é o valor com maior freqüência em uma distribuição de freqüências (MORETTIN, 2005, p. 15). Pode não existir maior freqüência (amodal) ou haver mais de um valor com acúmulo de dados (multimodal). No caso de dados agrupados pode-se determinar a moda bruta pela fórmula empírica de Pearson (AZEVEDO, 1974, p. 22), em que

$$M_o = 3.M_d - 2.\bar{x} \quad (51)$$

onde,

M_o = moda;

M_d = mediana;

\bar{x} = média aritmética

– **Média geométrica (M_g):** A média geométrica de n números positivos é a raiz de índice n do produto desses números.

$$M_g = \sqrt[n]{X_1.X_2...X_n} \quad (52)$$

A média geométrica é muito utilizada para representar variáveis assimétricas à direita, ou seja, quando a maior concentração dos dados ordenados se encontra na parte superior de uma tabela de distribuição de freqüências.

– **Média harmônica (M_h):** Em situações em que a proporcionalidade inversa esteja presente é aconselhável o cálculo da média harmônica.

$$M_h = \frac{n}{\frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \dots + \frac{1}{X_n}} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{X_i}} \quad (53)$$

A média harmônica é muito utilizada para variáveis que apresentam periodicidade, por exemplo: a variação de preços de produtos agrícolas (entre as safras), velocidade de objetos, custo de bens etc.

– **Média ponderada (M_p):** É a média geral de todas as médias. Utilizada quando se necessita associar dados x_1, x_2, \dots, x_n , a pesos ou ponderações w_1, w_2, \dots, w_n , diferentes.

$$M_p = \frac{w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_kx_k}{w_1 + w_2 + \dots + w_k} \quad (54)$$

– **Média aparada (X_A):** A média aparada é obtida eliminando do conjunto de dados as m observações menores e as m observações maiores. O valor de m corresponde a uma percentagem entre 2,5% e 20% do número total de observações. Esta eliminação dos valores extremos é para eliminar o efeito de observações discrepantes, conhecidas como *outliers*, no cálculo da média aritmética.

Ilustrando, o professor da Universidade Federal de Lavras/MG, Daniel Furtado (FERREIRA, 1996, p. 20-21), usa o seguinte conjunto de dados de 20 elementos para calcular a média aritmética (\bar{X}) e a média aparada (X_A) considerando $m=1$, isto é, 5% das observações.

1 4 5 6 6 7 7 7 7 8 8 8 8 8 8 9 9 10 10 40

A média aritmética é:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{1 + 4 + 5 + \dots + 10}{20}$$

$$\bar{X} = 8,80$$

e, a média aparada, obtida pela exclusão de 2 elementos extremos é:

$$X_A = \frac{4 + 5 + \dots + 10}{18} = \frac{135}{18} = 7,50 \quad (55)$$

A média aparada é utilizada em casos de avaliação expedita quando se pretende apenas um parecer ou opinião de valor, sem a devida comprovação exigida pelas normas da ABNT.

Esta média é muito ensinada em cursos de avaliação de pequena duração para ser aplicada como um princípio saneador da amostra, porém sem a sua correta denominação ou demonstração de seu princípio.

b) Medidas separatrizes ou de tendência não central

Separatrizes são valores de referência em um conjunto de valores ordenados e, portanto, são aplicadas a variáveis quantitativas e qualitativas ordinais. A mediana (M_d) é um exemplo destas medidas, pois separa o conjunto de dados em dois subconjuntos, com as menores e maiores observações. As outras medidas são:

– **Quartis:** em estatística descritiva o quartil divide a distribuição dos dados ordenados em quatro partes, sendo $(\frac{Q_1}{4})$ o quartil que separa os 25% valores inferiores dos 75% superiores, $(\frac{Q_2}{4})$ é a mediana e $(\frac{Q_3}{4})$ separa os 75% valores inferiores dos 25% superiores.

Exemplo:

Amostra: 6, 47, 49, 15, 42, 41, 7, 39, 43, 40, 36

Amostra ordenada: 6, 7, 15, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 47, 49

$$Q_{1/4} = 15$$

$$Q_{2/4} = 40$$

$$Q_{3/4} = 43$$

– **Decis:** Um decil é qualquer um dos nove valores que dividem os dados ordenados de uma variável em dez partes iguais, de modo que cada parte representa $\frac{1}{10}$ da amostra ou população.

Assim:

O 1º decil é o ponto de corte para 10% dos dados mais baixos, isto é, o percentil 10.

O 5º decil é o ponto de corte para 50% dos dados, ou seja, o percentil 50, ou o 2º quartil, ou a mediana.

O 9º decil é o limite para 90% dos dados mais baixos, portanto, o percentil 90.

– **Percentis:** os percentis (P_1, P_2, \dots, P_{99}), dividem a distribuição em 100 partes.

Assim:

O 1º percentil determina o 1 % menor dos dados e o 98º percentil determina o 98 % menor dos dados.

O 25º percentil é o 1º quartil; o 50º percentil é a mediana. De igual forma, o 10º percentil é o primeiro decil e o 80º percentil é o 8º decil.

c) Medidas de assimetria

Assimetria (A_s): Entende-se por assimetria, as medidas que possibilitam analisar uma distribuição de acordo com as relações entre suas medidas de moda, média e mediana, quando observadas graficamente.

$$M_0 = \bar{X} = M_d \quad \text{então,} \quad A_s = 0$$

Uma distribuição é dita simétrica quando apresenta o mesmo valor para a moda, a média e a mediana. Ou seja, assimetria é o grau de afastamento que uma distribuição apresenta do seu eixo de simetria. Este afastamento pode acontecer do lado esquerdo ou do lado direito da distribuição, chamado de assimetria negativa ou positiva.

Quantitativamente o grau de desvio ou afastamento pode ser determinado pelas medidas denominadas de coeficiente do momento de assimetria e *coeficiente de assimetria de Pearson*.

A assimetria pode ser calculada pelo coeficiente de assimetria de Pearson:

$$A_s = \frac{\mu - M_0}{\sigma} \quad (56)$$

ou,

$$A_s = \frac{\bar{X} - M_o}{s} \quad (57)$$

em que μ é a média, M_o é a moda e σ e s é o desvio padrão.

Ou pelo coeficiente quartílico de assimetria:

$$A_s = \frac{3(\bar{X} - M_d)}{s} \quad (58)$$

O coeficiente de assimetria pode ser interpretado da seguinte forma:

Quando:

$A_s = 0$ distribuição simétrica;

$A_s > 0$ distribuição assimétrica positiva ou à direita;

$A_s < 0$ distribuição assimétrica negativa ou à esquerda.

d) Medidas de achatamento ou de curtose

Curtose (K): é o grau de achatamento da distribuição, ou o quanto uma curva de frequência será achatada em relação a uma curva normal de referência.

Para o cálculo do grau de curtose de uma distribuição utiliza-se o coeficiente de curtose (ou coeficiente percentílico de curtose).

Uma distribuição é classificada quanto ao grau de achatamento como:

Leptocúrtica: quando a distribuição apresenta uma curva de frequência bastante fechada, com os dados fortemente concentrados em torno de seu centro, onde $K < 0,263$.

Mesocúrtica: quando os dados estão razoavelmente concentrados em torno de seu centro, $K = 0,263$

Platicúrtica: quando a distribuição apresenta uma curva de frequência mais aberta, com os dados fracamente concentrados em torno de seu centro, $K > 0,263$.

O coeficiente de curtose pode ser estimado por:

$$K = \frac{(Q_3 - Q_1)}{2(P_{90} - P_{10})} \quad (59)$$

em que,

K = coeficiente de curtose

Q_1 = 1º quartil ou ponto de corte para $\frac{1}{4}$ da amostra

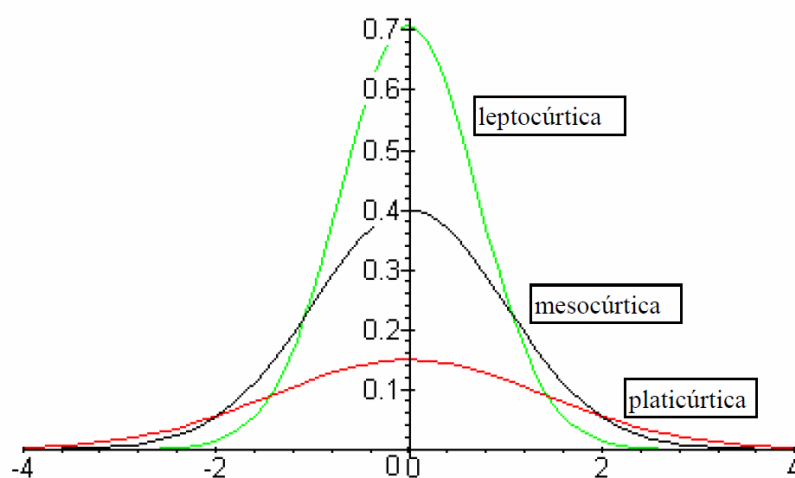
Q_3 = 3º quartil ou ponto de corte para $\frac{3}{4}$ da amostra

P_{10} = percentil 10 ou ponto de corte para 10% da amostra

P_{90} = percentil 90 ou ponto de corte para 90% da amostra

Pode-se representar graficamente os tipos de distribuições quanto ao grau de achatamento (curtose):

Figura 14: Tipos de distribuição segundo o grau de achatamento



Fonte: (FERREIRA, 1996, p. 30).

e) Medidas de dispersão ou de variabilidade

As medidas de dispersão servem para quantificar a variabilidade dos valores em um conjunto de dados. Uma medida de tendência central para ser melhor compreendida deve estar acompanhada de uma medida de dispersão. As principais medidas de dispersão são: a amplitude, variância, desvio-padrão e o coeficiente de variação.

– **Amplitude ("A")**: é a diferença entre o valor máximo (V_{uhmax}) e o valor mínimo (V_{uhmin}) observado no conjunto de dados.

$$A = V_{uhmax} - V_{uhmin} \quad (60)$$

– **Variância (s^2)**:

A variância pode ser entendida como se fosse praticamente a “média” da soma de quadrados de desvios em relação à média. Como a raiz quadrada da variância é o desvio padrão, ela também pode ser entendida como o valor do desvio padrão elevado ao quadrado.

Matematicamente é a média aritmética dos quadrados dos desvios, ou seja, igual ao somatório dos quadrados dos valores homogeneizados (V_{uh}) dividido pelo número de elementos da amostra pesquisados (n) menos a média aritmética dos valores homogeneizados elevada ao quadrado (\bar{x})².

A simbologia utilizada para a variância é:

σ^2 = variância da população.

s^2 = variância da amostra.

Então, a variância amostral, representada por s^2 é obtida por:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1} \quad (61)$$

em que

$n - 1$, é denominado grau de liberdade.

Ou, para evitar erros de arredondamento, Ferreira (1996, p. 23) recomenda utilizar a expressão:

$$s^2 = \frac{1}{n - 1} \left[\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n} \right] \quad (62)$$

Ou, ainda, tendo já os valores homogeneizados,

$$s^2 = (s)^2 \quad (63)$$

ou,

$$s^2 = \frac{\sum V_{uh}^2}{n} - (\bar{x})^2 \quad (64)$$

– **Desvio-padrão (s)**: Primeiramente, deve-se entender qual é a definição da palavra “desvio” em estatística: desvio nada mais é do que a distância entre qualquer valor do conjunto de dados em relação à média aritmética deste mesmo conjunto de dados.

O desvio-padrão é a medida mais utilizada na comparação de diferenças entre grupos, por ser mais precisa e estar na mesma medida do conjunto de dados. Matematicamente, é o erro médio quadrático da média e é calculado mais facilmente efetuando-se a raiz quadrada da variância ou ainda, pela raiz quadrada do somatório dos quadrados dos valores homogeneizados (V_{uh}) dividido pelo número de elementos da amostra pesquisados (n) menos a média aritmética dos valores homogeneizados elevada ao quadrado $(\bar{x})^2$.

A simbologia utilizada para o desvio padrão é:

σ = desvio padrão da população.

s = desvio padrão da amostra.

Desvio padrão da população:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (65)$$

ou,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum V_{uh}^2}{N} - (\bar{x})^2} \quad (66)$$

Desvio padrão da amostra:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (V_{uh} - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (67)$$

Moreira, o fundador do Instituto de Engenharia Legal do Rio de Janeiro, ensina em seus escritos que, se um avaliador estiver em dúvida quanto a se ele poderá ou não usar a média como valor mais provável, ele deverá calcular o desvio padrão e se o desvio padrão for aproximadamente menor que 10% da média, ele poderá usar a média como indicação do valor mais provável. Porém, se ele excede a 15% o avaliador deve tomar isto como um aviso de que há uma grande dispersão entre os valores pesquisados, cabendo então examinar cada dado em particular (MOREIRA, 1984, p. 144).

– **Coefficiente de Variação (CV):** O coeficiente de variação é uma medida de dispersão relativa definida como a razão entre o desvio padrão e a média. A principal característica do CV é que este elimina o efeito da magnitude dos dados e exprime a variabilidade em relação à média, é dado pela expressão quando se trata da população:

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} 100 \quad (68)$$

ou, quando se trata da amostra:

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} 100 \quad (69)$$

A partir do coeficiente de variação pode-se avaliar a homogeneidade do conjunto de dados e, conseqüentemente, se a média é uma boa medida para representar estes dados.

Um coeficiente de variação superior a 50% sugere alta dispersão o que indica heterogeneidade dos dados. Quanto maior for este valor, menos representativa será a média. Neste caso, opta-se pela mediana ou moda, não existindo uma regra prática para a escolha de uma destas medidas. Por outro lado,

quanto mais próximo de zero, mais homogêneo é o conjunto de dados e mais representativa será sua média.

Segundo Oliveira (OLIVEIRA et al., 2009), podemos utilizar a seguinte regra:

- para valores do $CV \leq 0,50$ (ou 50%), podemos dizer que a média é representativa do conjunto de dados.
- para valores de $CV > 0,50$ (ou 50%), dizemos que a média não representa bem o conjunto de dados.

Deslandes observa que, “não é necessário aplicar testes para saneamento e eliminação de dados suspeitos, quando o Coeficiente de Variação for inferior a 10% (dez por cento)” (DESLANDES, 2002, p. 51).

– **Erro padrão da média ($s_{\bar{x}}$):** Pode-se estimar a média populacional quando obtemos uma amostra aleatória de tamanho n . Todavia, intuitivamente pode-se supor que se uma nova amostra aleatória for levantada a estimativa obtida será diferente daquela da primeira amostra e, se repetirmos o processo teremos estimativas diferentes a cada vez. Vê-se então, que as médias amostrais estão sujeitas à variação e formam populações de médias amostrais quando todas as possíveis (ou as infinitas) amostras são retiradas de uma população. No entanto, pode-se perceber que as médias amostrais variam menos que uma simples observação (FERREIRA, 1996, p. 27).

A variabilidade de uma média é estimada pelo seu erro padrão ($S_{\bar{x}}$):

$$S_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (70)$$

onde,

s = desvio padrão da amostra.

n = número de elementos da amostra.

– **Coeficiente de precisão (CP):** o erro padrão fornece um meio de medir a precisão com que a média populacional foi estimada (FERREIRA, 1996, p. 27).

$$CP = \frac{S_{\bar{x}}}{\bar{X}} \times 100\% \quad (71)$$

3.4.5.3 Saneamento da amostra

Após encontrar-se essas medidas procede-se com o saneamento da amostra. Existem diversos testes para sanear uma amostra de elementos que são discrepantes em relação à média. Há vários critérios aceitos para se realizar o saneamento amostral:

- o critério da média aritmética;
- critério do desvio padrão;
- critério de Chauvenet;
- critério de Arley.

Abordaremos o mais comumente adotado, o Teste de Chauvenet, que consiste em eliminar o registro da amostra cujo valor fique fora de determinado limite (d_{lim}) obtido do produto do desvio-padrão (s) pelo coeficiente ou valor crítico tabelado ($ds\ crit.$). O valor limite (d_{lim}) somado e subtraído da média (\bar{x}) dos valores homogeneizados da amostra estabelece os limites superior e inferior do intervalo saneado. Os elementos da amostra que se apresentarem fora desse intervalo são discrepantes, isto é, são *outliers*, e, portanto, devem ser expurgados.

O teste pode ser assim representado:

$$d_{lim} = s \times ds\ crit. \quad (72)$$

Limite inferior do intervalo = $\bar{x} - d_{lim}$

Limite superior do intervalo = $\bar{x} + d_{lim}$

Os coeficientes ou valores críticos para o Teste de Chauvenet são encontrados na Tabela 7.

Tabela 7: Valores críticos para o teste de Chauvenet

VALORES CRÍTICOS PARA O TESTE DE CHAUVENET		
Número de Observações (n)	Graus de Liberdade gl (n-1)	Chauvenet ds crítico
5	4	1,65
6	5	1,73
7	6	1,80
8	7	1,86
9	8	1,92
10	9	1,96
11	10	1,98
12	11	2,03
13	12	2,05
14	13	2,10
15	14	2,12
16	15	2,16
17	16	2,18
18	17	2,20
19	18	2,23
20	19	2,24
29	28	2,34
30	29	2,39
40	39	2,50
50	49	2,58

Fonte: (DESLANDES, 2002, p. 52).

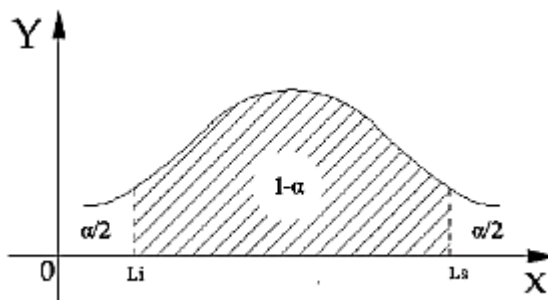
A seguir, com a amostra devidamente saneada, deve-se fazer um novo cálculo da média, do desvio padrão e do coeficiente de variação.

3.4.5.4 Determinação do intervalo de confiança

O intervalo de confiança é aquele para o qual se pode afirmar, com determinada probabilidade, que o verdadeiro valor do parâmetro populacional está contido nele. O cálculo deste intervalo é feito utilizando-se a distribuição t de Student (a distribuição t de Student serve de base para o estudo de Estatística Inferencial que é abordado mais à frente).

Se considerarmos α com sendo a significância, a confiança será dada por $1-\alpha$ como mostra a Figura 15:

Figura 15 – Representação do intervalo de confiança



Fonte: Adaptado de (MACIEL, 2010, p. 22)

Matematicamente, quando se trata de pequenas amostras, ($n < 30$), é o intervalo formado em torno da média aritmética resultante da soma e da subtração da média pelo resultado da divisão do desvio-padrão pela raiz quadrada do número de elementos (n) e posteriormente multiplicado pelo coeficiente de distribuição **t-Student**²³ (da tabela de Student – ver Anexo).

Para usar a tabela de Student é preciso conhecer duas coisas: o nível de confiança desejado e o número de graus de liberdade. O número de graus de liberdade está relacionado com a maneira de calcular o desvio padrão. Como calculamos o desvio padrão para a amostra, ver equação (66), utilizaremos ($n-1$) graus de liberdade porque o que se estima é uma única média para a população (DANTAS, 2005, p.88).

O número de **graus de liberdade** para um conjunto de dados corresponde ao número de valores que podem variar após terem sido impostas certas restrições a todos os valores.

Explicação intuitiva sobre o número de graus de liberdade:

Determinar três números cuja soma seja 10. O primeiro número pode ser qualquer um (até negativo); o segundo também. Mas o terceiro será limitado à condição que a soma dos três deve ser 10. Escolhido os dois primeiros, o terceiro será determinado, não existe grau de liberdade para ele. Há três números em jogo, mas liberdade só para dois, ou seja, como os dois primeiros números foram escolhidos arbitrariamente, há dois graus de liberdade. (OLIVEIRA, 2004, p. 48).

²³ A **distribuição t de Student** é uma distribuição de probabilidade estatística, publicada por um autor que se chamou de *Student*, pseudônimo de William Sealy Gosset, que não podia usar seu nome verdadeiro para publicar trabalhos enquanto trabalhasse para a cervejaria Guinness, empresa onde trabalhou com Karl Pearson (Disponível em: <<http://www.estadistica.ccet.ufrn.br/historia.php>>. Acesso em: 14 dez. 2011).

O número de graus de liberdade no caso do IC pela média \bar{x} é igual ao número de elementos amostrados menos 1, e o valor do coeficiente de distribuição “t” deve ser buscado na tabela em função do nível ou percentual de probabilidade a ser alcançado.

O intervalo de confiança é calculado pela fórmula:

$$IC = \bar{x} \pm t_{1-\frac{\alpha}{2}} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (73)$$

onde,

\bar{x} = média aritmética

$t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ = ponto crítico da distribuição t de Student, que deixa uma área de $1 - \frac{\alpha}{2}$

à sua esquerda, considerando-se n - 1 graus de liberdade, dado que se estima uma única média para a população.

s = desvio padrão da amostra

n = número de elementos da amostra.

Características da distribuição de t (FERREIRA, 1996, p. 73):

- Simétrica em relação à média.
- Forma de sino.
- Quando n tende ao infinito a distribuição de t torna-se equivalente à distribuição normal.
- Possui n - 1 graus de liberdade.

3.4.5.5 Determinação do campo de arbítrio

No objetivo de oferecer as “ferramentas” essenciais para realizar a avaliação pelo Método Comparativo Direto de Dados de Mercado utilizando o Tratamento por Fatores cabe introduzir neste ponto o critério para a determinação do campo de arbítrio, que se aplica quando não se encontra imóveis amostrados ou quando não é possível incluir variáveis relevantes. É claro que o avaliador deve evitar ao máximo a sua utilização.

O campo de arbítrio definido no ítem 3.8 da NBR 14653-1:2001 é o intervalo com amplitude de 15 %, para mais e para menos, em torno da estimativa de tendência central utilizada na avaliação.

A NBR 14653-2:2011 permite que,

o campo de arbítrio seja utilizado quando variáveis relevantes para a avaliação do imóvel não tiverem sido contempladas no modelo por escassez de dados de mercado, por inexistência de fatores de homogeneização aplicáveis ou porque essas variáveis não se apresentaram estatisticamente significantes em modelos de regressão, desde que amplitude de até mais ou menos 15% seja suficiente para absorver as influências não consideradas e que os ajustes sejam justificados (ABNT, 2011, p. 16).

3.4.5.6 Tomada de decisão

Uma vez conhecida a Amplitude do Intervalo de Confiança o avaliador arbitra um valor interno ao Campo de Arbítrio, como o Preço de Mercado e explica suas razões para a referida escolha.

3.5 APLICAÇÃO: AVALIAÇÃO DE TERRENOS LOTEADOS UTILIZANDO O TRATAMENTO POR FATORES

A fim de demonstrar o método de avaliação utilizando o tratamento por fatores explicita-se o trabalho realizado por este autor²⁴ para calcular o Valor de Mercado de dois terrenos descritos como Lotes 7 e 8 do Loteamento 61-A, no bairro Centro, município de Colombo/PR, cujos dados foram levantados entre 09/11/2010 e 22/11/2010.

A forma e a posição dos imóveis pode ser vista na Figura 16, a seguir:

²⁴ João Margarido Diniz, Tecnólogo em Negócios Imobiliários.

Figura 16 – Localização dos terrenos



Fonte: GOOGLE EARTH.

3.5.1 Características dos terrenos avaliandos

Lote 7: medindo 14,03 metros de frente para a Travessa Antonio Cavassin, do lado esquerdo registra-se 44,02 metros, aos fundos registra-se 12,64 metros, do lado direito registra-se 36,45 metros, perfazendo a área de 509,07 m², conforme Matrícula nº X, do Registro de Imóveis da comarca de Colombo/PR.

O formato do lote é trapezoidal, a topografia é plana, e está em nível superior à rua. A Inscrição Imobiliária é a de nº XXXXXX. O zoneamento é ZPAC 1 – Zona de Preservação de Ambiente Cultural 1.

Localização postal: Travessa Antonio Cavassin, 42, Centro, CEP: 83414-140, Colombo – PR.

Lote 8: medindo 14,03 metros de frente para a Rua Antonio Cavassin, do lado esquerdo registra-se 47,05 metros, aos fundos registra-se as linhas 9,40 metros, 3,81 metros e 3,00 metros, do lado direito registra-se 44,02 metros,

perfazendo a área de 591,27 m², conforme Matrícula nº Y, do Registro de Imóveis da comarca de Colombo/PR.

O formato do lote é poligonal irregular (quase trapezoidal), a topografia é plana e está em nível superior à rua. A Inscrição Imobiliária é a de nº XXXXXX. O zoneamento é ZPAC 1 – Zona de Preservação de Ambiente Cultural 1.

Quanto à utilização, pelo zoneamento, ZPAC 1 – Zona de Preservação de Ambiente Cultural 1, é classificada como de baixíssimo impacto tendo vocação residencial unifamiliar e multifamiliar, estando autorizados também uso industrial, de serviços e comercial adequados à Lei Municipal 877/2004 – Lei do uso e ocupação do solo. A altura permitida para edificação é variável de 1 a 5 pavimentos, possui coeficiente de aproveitamento variável e taxa de ocupação máxima de 70%²⁵.

Localização postal: Travessa Antonio Cavassin, 54, Centro, CEP: 83414-140, Colombo – PR.

Os imóveis estão localizados, precisamente, entre as ruas Antonio Puppi e Pedro Pavin, a três quadras do Colégio Estadual Abraham Lincoln e a 600 metros da Prefeitura Municipal. A infra-estrutura existente é a de rua pavimentada (antipó), água tratada, esgoto, iluminação e coleta de lixo.

²⁵ Instrução Municipal nº 02/2005.

$$C_f = \left(\frac{\text{Frente pesquisada}}{\text{Frente de referência}} \right)^{0,2} \quad (74)$$

Fator profundidade: A profundidade exerce influência na formação do preço do imóvel requerendo, então, seja aplicado um fator de ajuste para trazer os valores à similaridade do avaliando. Foi adotado o critério adotado pelo IBAPE SP:

$$C_p = \sqrt{\frac{P_e}{P_r}} \quad (75)$$

quando,

$$\frac{P_{\text{mín}}}{2} \leq P_e \leq P_{\text{mín.}}$$

Se a profundidade pesquisada for superior à máxima até o triplo da mesma,

$$P_{\text{max}} \leq P_e \leq 3P_{\text{max}}$$

pois, o fator somente afeta o valor unitário da parte do terreno que excede a este limite, então a fórmula empregada é a seguinte:

$$C_p = \frac{P_{\text{max}}}{P_e} + \left\{ \left[1 - \left(\frac{P_{\text{max}}}{P_e} \right) \right] \times \sqrt{\left(\frac{P_{\text{max}}}{P_e} \right)} \right\} \quad (76)$$

Fator área: Em razão da heterogeneidade das áreas dos elementos da amostra, adotou-se o seguinte critério para assemelhá-las ao objeto da avaliação:

Se,

$$\left[\frac{\text{Área do elemento pesquisado}}{\text{Área elemento avaliando}} \right] < 0,30$$

então,

$$F_a = \sqrt[4]{\frac{\left(\frac{A_{\text{pesq}}}{A_{\text{aval}}}\right) + 1}{2}} \quad (77)$$

Se,

$$\left[\frac{\text{Área do elemento pesquisado}}{\text{Área elemento avaliando}} \right] > 0,30$$

então,

$$F_a = \sqrt[8]{\frac{\left(\frac{A_{\text{pesq}}}{A_{\text{aval}}}\right) + 1}{2}} \quad (78)$$

Muitos fatores de área são encontrados em literaturas sobre avaliações, mas nem todas satisfazem às diversas situações de correção. Com cuidado adotou-se este critério.

Fator local: A localização é componente expressivo na formação dos preços dos imóveis. Na ausência de índices locais disponíveis para homogeneizar este fator adotou-se um critério tomando um ponto central, a Prefeitura Municipal de Colombo (0,00 metros) como índice máximo, e a distância deste ponto ao elemento pesquisado mais distante (1000,00 metros) como índice mínimo. Relacionando esse princípio com os parâmetros trazidos pela Norma para os fatores, formulou-se uma equação suficiente para mensurar índices refletores da posição de cada elemento da amostra em relação ao pólo valorizante.

Equacionou-se:

Prefeitura Municipal = 1,20

Amostra nº 5 (ponto mais distante) = 0,80

$$\text{Fator local} = \frac{(1000 - \text{dist. elemento pesq.}) \times 0,40}{1000} + 0,80 \quad (79)$$

As observações coletadas para o cálculo avaliatório estão inseridas na Tabela 8.

Tabela 8 – Indicação da amostra levantada entre 09/11/2010 e 22/11/2010

Nº	Endereço	Zoneamento	Preço observado (R\$)	Preço Unitário (R\$)	Área observada (m²)	Fator oferta	Testa da pesquisa (m)	Testa da referência (m)	Fator testada	Profundidade (m)	Fator profundidade	Fator área	Local (m)	Fator local	Fonte de informação
1	Rua Venâncio Trevisan, (ao lado nº 59)	ZPAC 2	770.000,00	1.316,24	585,00	0,90	15,00	15,00	1,00	39,00	0,99	1,00	274,00	1,09	Gustavo Franceschi - 41 84903246
2	Rua Venâncio Trevisan, (ao lado nº 59)	ZPAC 2	770.000,00	1.316,24	585,00	0,90	15,00	15,00	1,00	39,00	0,99	1,00	274,00	1,09	Gustavo Franceschi - 41 84903246
3	Rua Francisco Camargo, ~400, esq. Luiz Renato Tosin II	ZPAC 2	204.149,68	486,65	419,50	0,90	15,25	15,00	1,00	27,51	0,83	0,98	386,00	1,05	Pronto Imóveis - 41 31110757 - Sra. Adevaír/Mael
4	Rua Francisco Camargo, ~400, esq. Luiz Renato Tosin II	ZPAC 2	155.849,66	486,65	320,25	0,90	15,25	15,00	1,00	25,50	0,80	0,97	365,00	1,05	Pronto Imóveis - 41 31110757 - Sra. Adevaír/Mael
5	Rua Padre Manoel Sparagona, 635	ZPAC 2	180.582,90	362,47	498,20	0,90	20,70	15,00	1,07	26,00	0,81	0,99	1000,00	0,80	Kaiser Imóveis - 41 36211111
6	Rua Antonio André Johnson, 19	ZPAC 2	220.000,00	265,06	830,00	0,90	17,00	15,00	1,03	70,00	0,93	1,03	772,00	0,89	Luiz Athaide Imóveis - 41 36562121 - Sr. Steve
7	Rua XV de novembro, 294	ZPAC 1	260.933,42	609,47	428,13	0,90	23,57	12,00	1,11	22,22	0,86	0,98	165,00	1,13	Oda Imóveis - 41 32361404 - Edilene
8	Av. João Batista Lovato, 802, sob 03	ZPAC 1	86.085,07	527,55	163,18	1,00	7,00	12,00	0,90	23,30	0,88	0,90	740,00	0,90	Oda Imóveis - 41 32361404 - Edilene
9	Av. João Batista Lovato, 802, sob 02	ZPAC 1	86.085,07	573,52	150,10	1,00	7,00	12,00	0,90	21,44	0,85	0,89	740,00	0,90	Oda Imóveis - 41 32361404 - Edilene
Aval.	Tv Antonio Cavassin, 42	ZPAC 1	?	?	509,07		14,03	12,00		40,24			623,00		
Aval.	Tv Antonio Cavassin, 54	ZPAC 1	?	?	591,27		14,03	12,00		45,54			623,00		

Fonte: Autor (2010).

3.5.3 Saneamento da amostra

Procedeu-se a formatação dos dados para a análise de saneamento após o cálculo do valor unitário final segundo o princípio do somatório dos fatores²⁶:

$$V_{uh} = V_u \times F_o \times [1 + (F_t - 1) + (F_p - 1) + (F_a - 1) + (F_l - 1)] \quad (80)$$

Se fôssemos adotar o princípio da multiplicação dos fatores a equação a ser aplicada deveria ser:

$$V_{uh} = V_u \times F_o \times F_t \times F_p \times F_a \times F_l \quad (81)$$

Tabela 9 – Amostra formatada

Nº	Preço do imóvel observado (R\$) [V _o]	Preço unitário observado (R\$/m ²) [V _u]	Área (m ²) [a]	Fator oferta [F _o]	Preço unitário x fator oferta (R\$/m ²) [V _{uo}]	Fator testada [F _t]	Fator profundidade [F _p]	Fator área [F _a]	Fator local [F _l]	Preço unitário final (R\$) [V _{uh}]
1	770000,00	1316,24	585,00	0,90	1184,62	1,00	0,99	1,00	1,09	1276,33
2	770000,00	1316,24	585,00	0,90	1184,62	1,00	0,99	1,00	1,09	1276,33
3	260933,42	609,47	428,13	0,90	548,52	1,11	0,86	0,98	1,13	592,74
4	204149,68	486,65	419,50	0,90	437,99	1,00	0,83	0,98	1,05	376,35
5	155849,66	486,65	320,25	0,90	437,99	1,00	0,80	0,97	1,05	359,15
6	180582,90	362,47	498,20	0,90	326,22	1,07	0,81	0,99	0,80	217,34
7	220000,00	265,06	830,00	0,90	238,55	1,03	0,93	1,03	0,89	209,93
8	86085,07	527,55	163,18	1,00	527,55	0,90	0,88	0,90	0,90	306,66
9	86085,07	573,52	150,10	1,00	573,52	0,90	0,85	0,89	0,90	307,05
MÉDIA										546,88
Avaliando			509,07	0,90	?	1,03	1,16	1,00	0,95	
Avaliando			591,27	0,90	?	1,03	1,23	1,00	0,95	

Fonte: Autor (2010).

Rejeitou-se os elementos 1, 2, baseado na Norma da ABNT, por serem discrepantes dos demais, atingiram mais de 2 vezes o preço médio amostral.

Reformatação da planilha sem os elementos distoantes:

Tabela 10 – Amostra reformatada

²⁶ Norma para avaliação de imóveis urbanos IBAPE SP, item 10.

Nº	Preço do imóvel observado (R\$) [V _o]	Preço unitário observado (R\$/m ²) [V _u]	Área (m ²) [a]	Fator oferta [F _o]	Preço unit. x fator oferta (R\$/m ²) [V _{uo}]	Fator testada [F _t]	Fator profundidade [F _p]	Fator área [F _a]	Fator local [F _l]	Preço unitário final (R\$) [V _{uh}]
3	260933,42	609,47	428,13	0,90	548,52	1,11	0,86	0,98	1,13	592,74
4	204149,68	486,65	419,50	0,90	437,99	1,00	0,83	0,98	1,05	376,35
5	155849,66	486,65	320,25	0,90	437,99	1,00	0,80	0,97	1,05	359,15
6	180582,90	362,47	498,20	0,90	326,22	1,07	0,81	0,99	0,80	217,34
7	220000,00	265,06	830,00	0,90	238,55	1,03	0,93	1,03	0,89	209,93
8	86085,07	527,55	163,18	1,00	527,55	0,90	0,88	0,90	0,90	306,66
9	86085,07	573,52	150,10	1,00	573,52	0,90	0,85	0,89	0,90	307,05
MÉDIA										338,46
Avaliando			509,07							
Avaliando			591,27							

Fonte: Autor (2010).

Para o saneamento adotou-se o critério de Chauvenet que consiste em eliminar o dado cujo preço diste mais que certo limite (d_{lim}) da média de preços unitários finais da amostra.

Portanto, são eliminados todos os registros que estiverem fora do intervalo

$$(\overline{P_{ori}} - d_{lim}) \leq \overline{P_{ori}} \leq (\overline{P_{ori}} + d_{lim}).$$

em que,

$$\overline{P_{ori}} = \text{preço médio final}$$

O limite,

$$d_{lim} = S_p \times \left(\frac{d}{S_p} \right) \text{critico} \quad (82)$$

onde, S_p é o desvio padrão dos preços unitários finais, calculado na planilha eletrônica do Excel pela função DESVPAD(Num 1; Num 2;...), e $\left(\frac{d}{S_p} \right)$ critico, uma função da quantidade de registros da amostra, conforme a Tabela 6:

Aplicando a função MÉDIA da planilha Excel sobre a coluna “Preço unitário final” inserida na Tabela 10 obtem-se:

$$\text{Média dos preços unitários finais, } \overline{P_{ori}} = \mathbf{338,46}$$

Desvio padrão dos preços unitários finais, $S_p = 128,91$

Coeficiente de Chauvenet $\left(\frac{d}{s_p}\right)$ crítico = **1,80** (para 7 observações)

$$d_{lim} = 128,91 \times 1,80 = 232,05$$

Portanto,

Observação de preço mais reduzido = $338,46 - 232,05 = 106,41$

Observação de preço mais elevado = $338,46 + 232,05 = 570,51$

Observa-se que o elemento nº 3 está fora do limite máximo de saneamento, portanto deve ser excluído.

Tabela 11 – Amostra formatada com elementos encaixados no intervalo de saneamento

Nº	Preço do imóvel observado (R\$) [V _o]	Preço unitário observado (R\$/m²) [V _u]	Área (m²) [a]	Fator oferta [F _o]	Preço unitário o x fator oferta (R\$/m²) [V _{uo}]	Fator testada [F _t]	Fator profundidade [F _p]	Fator área [F _a]	Fator local [F _l]	Preço unitário final homogeneizado (R\$) [V _{uh}]
4	204149,68	486,65	419,50	0,90	437,99	1,00	0,83	0,98	1,05	376,35
5	155849,66	486,65	320,25	0,90	437,99	1,00	0,80	0,97	1,05	359,15
6	180582,90	362,47	498,20	0,90	326,22	1,07	0,81	0,99	0,80	217,34
7	220000,00	265,06	830,00	0,90	238,55	1,03	0,93	1,03	0,89	209,93
8	86085,07	527,55	163,18	1,00	527,55	0,90	0,88	0,90	0,90	306,66
9	86085,07	573,52	150,10	1,00	573,52	0,90	0,85	0,89	0,90	307,05
MÉDIA										296,08
Avaliando			509,07							
Avaliando			591,27							

Fonte: Autor (2010).

Recalculando o intervalo de saneamento:

Média dos preços observados $\overline{P_{ori}} = 296,08$

Desvio padrão dos preços observados $S_p = 69,68$

Coeficiente de Chauvenet $\left(\frac{d}{s_p}\right)$ crítico = **1,73** (para 6 observações)

$$d_{lim} = 69,68 \times 1,73 = 120,54$$

Portanto,

Observação de preço mais reduzido = $296,08 - 120,54 = 175,53$

Observação de preço mais elevado = $296,08 + 120,54 = 416,62$

Conclui-se que todas as observações são válidas, pois pertencem ao intervalo de saneamento apontado.

Uma vez saneada a amostra, reformata-se a tabela com os elementos saneados para efetuar a análise estatística.

Tabela 12 – Amostra saneada para efetuar a análise estatística

Nº	V _{uh}	Ordem	V _{uh} ²	(V _{uh} - \bar{x}) ²
4	376,35	209,93	141.639,32	7421,82
5	359,15	217,34	128.988,72	6199,99
6	217,34	306,66	47.236,68	111,94
7	209,93	307,05	44.070,60	120,34
8	306,66	359,15	94.040,36	3977,82
9	307,05	376,35	94.279,70	6443,27
Σ	1776,48	1.776,48	550.255,38	24275,19
MÉDIAS	296,08	296,08		

Fonte: Autor (2010).

3.5.4 Análise estatística dos resultados homogeneizados

Uma vez saneada a amostra, pode-se iniciar os cálculos estatísticos em nível de confiança de 80%, determinando os seguintes parâmetros:

- Número de elementos pesquisados **n = 6**.
- Graus de liberdade **(n - 1) = 5**.
- Buscando na Tabela 1 do Apêndice, Tabela **t** de Student, para 5 graus de liberdade, na coluna 80% ($t_{0,900}$) temos que **t = 1,476**.
- Calculando a Amplitude da distribuição subtrai-se do maior resultado homogeneizado o menor preço homogeneizado: **376,35 - 209,93 = 166,42**.
- A Freqüência deve ser entendida como sendo a quantidade de vezes que um preço aparece em uma determinada classe ou em todo conjunto amostral.
- A subdivisão do conjunto amostral em Classes é muito útil e pode ser obtida através da aplicação da regra de Sturges, onde:

$$C=1+3,3 \log n$$

em que:

C é o número de classes, e

n = o número de elementos pesquisados.

Assim, temos:

$$C = 1 + 3,3 \log 5$$

$$C = 1 + 3,3 \times 1,60943$$

$$C = 6$$

g) Dividindo a Amplitude pelo Número de Classes, obtém-se o Intervalo de Classe. Então,

$$\frac{166,42}{6} = 27,74$$

h) Agora pode-se subdividir nosso conjunto de observações em Classes de Frequência e determinar qual o intervalo possui maior número de elementos e, portanto, o intervalo de maior frequência.

Tabela 13 – Classes e frequências da amostra

Número das classes	Intervalo das classes de frequência	Frequência	Frequência relativa	Média dos elementos do intervalo
1	209,93 – 237,67	2	2/6 = 0,333	223,80
2	237,67 – 265,40	0	0/6 = 0,000	251,54
3	265,40 – 293,14	0	0/6 = 0,000	279,27
4	293,14 – 320,08	2	2/6 = 0,333	307,01
5	320,08 – 348,61	0	0/6 = 0,000	334,75
6	348,61 – 376,35	2	2/6 = 0,333	362,49
TOTAL	1776,48	6	1,000	

Fonte: Autor (2011).

i) A Média Aritmética já está calculada na tabela de apresentação das amostras e é igual a **296,08**.

j) A Mediana é o valor que ocupa a posição central de um grupo de valores ordenados, neste caso é igual a $\frac{306,66+307,05}{2} = 306,85$.

k) A Moda é o valor mais freqüente do grupo, mas neste caso a amostra é multimodal, pois tem 3 grupos de 2 elementos.

l) Agora calcula-se o Desvio Padrão da amostra segundo a fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (V_{uh} - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (83)$$

então,

$$s = \sqrt{\frac{24275,19}{5}}$$

$$s = \sqrt{4855,04}$$

$$s = 69,68$$

m) Cálculo da Variância:

$$s^2 = (s)^2 \quad (84)$$

$$s^2 = 69,68^2$$

$$s^2 = 4855,17$$

n) Aplicação do Teste de Chauvenet.

Antes de se calcular o Intervalo de Confiança deve-se refazer o teste de saneamento.

Coeficiente de Chauvenet $\left(\frac{d}{S_p}\right)$ crítico = **1,73** para 6 elementos.

Então,

$$\text{Para o menor preço encontrado: } \frac{d}{S_p} = \frac{296,08 - 209,93}{69,68} = 1,23$$

Para o menor preço encontrado: **1,23 < 1,73**, portanto está saneado.

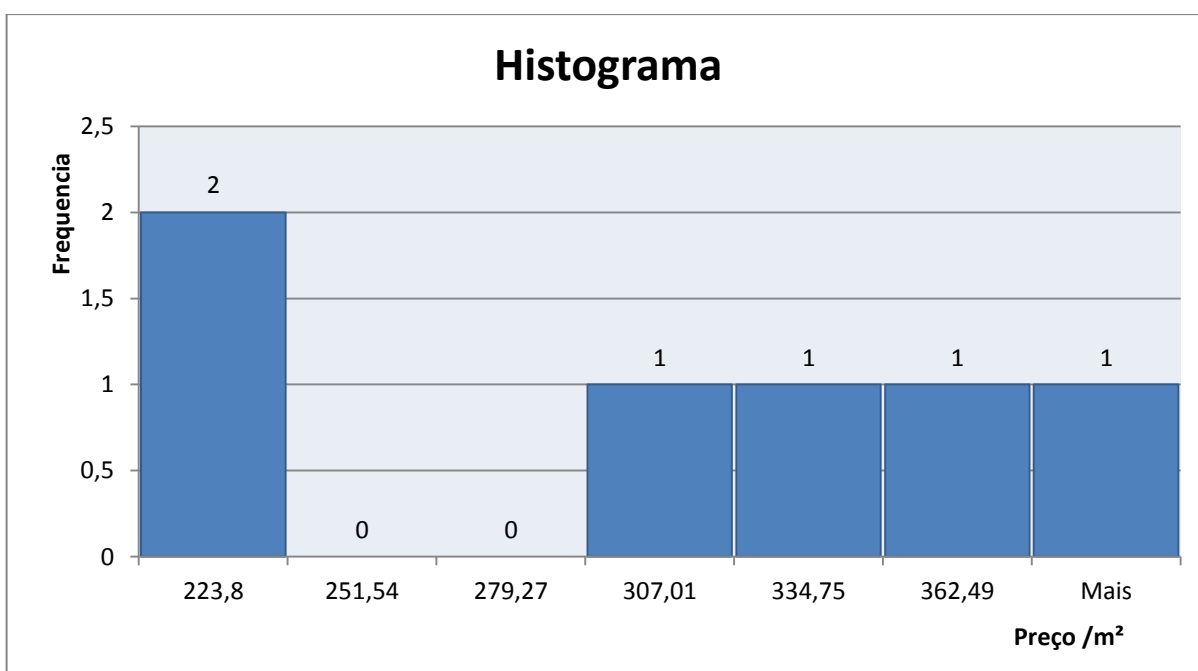
$$\text{Para o maior preço encontrado: } \frac{d}{S_p} = \frac{376,35 - 296,08}{69,68} = 1,15$$

Para o maior preço encontrado: **1,15 < 1,73**, portanto está saneado.

Conclui-se que a amostra possui preços compatíveis.

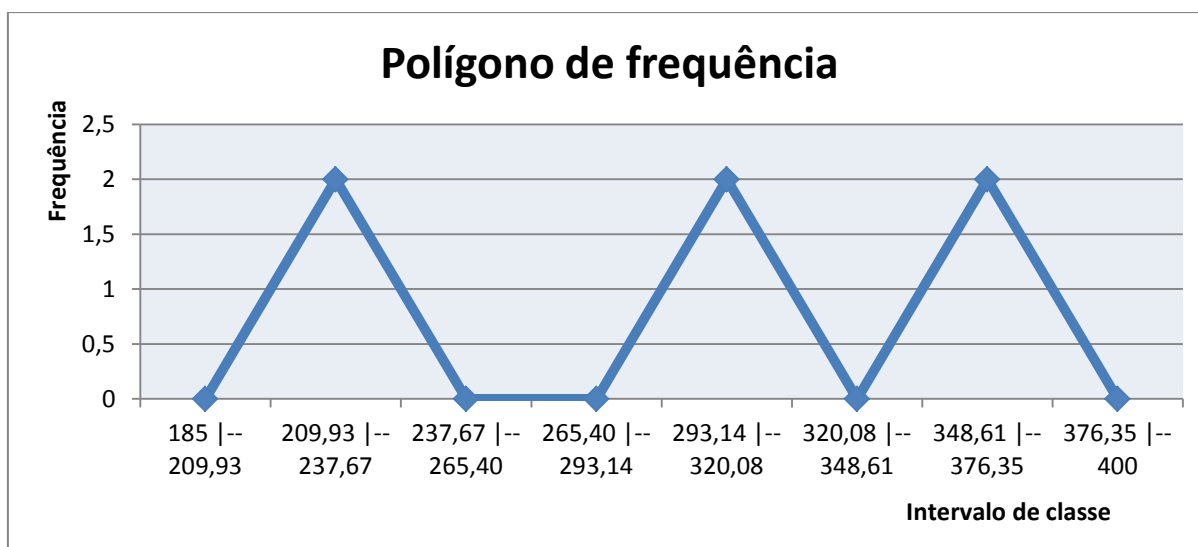
o) Representação gráfica para melhor visualização e entendimento do quadro amostral: histograma, ogiva de frequências e o polígono de frequências.

Figura 18 – Histograma



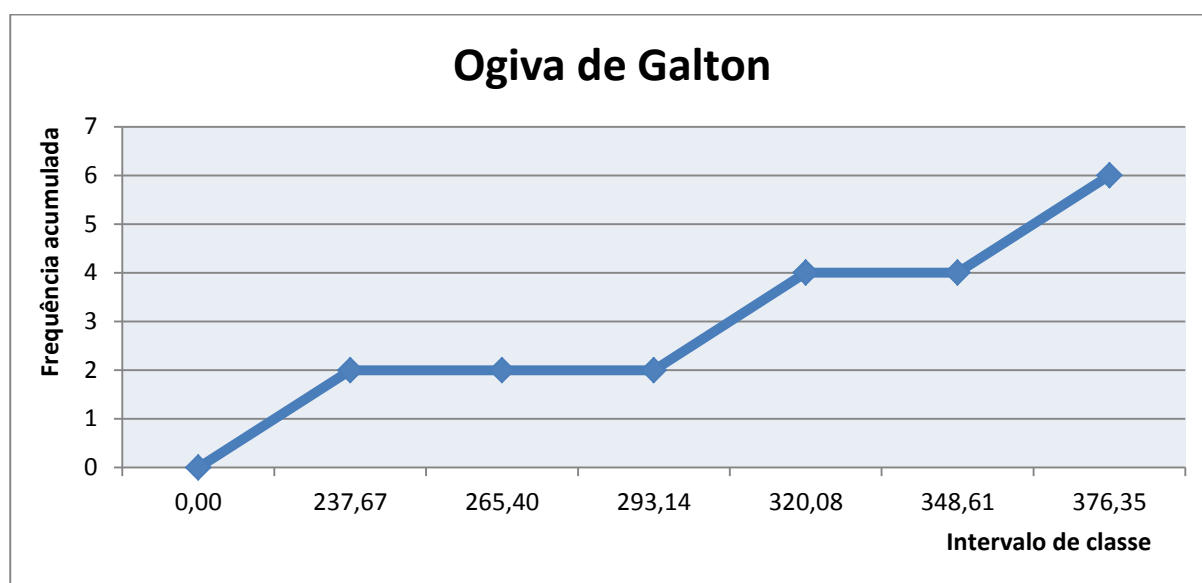
Fonte: Autor (2011).

Figura 19 – Polígono de frequência



Fonte: Autor (2011).

Figura 20 – Polígono de frequência acumulada (Ogiva de Galton)



Fonte: Autor (2011).

p) Calculando o Coeficiente de Variação CV:

A principal característica do CV é que este elimina o efeito da magnitude dos dados e exprime a variabilidade em relação à média. É dado pela expressão:

$$CV = \frac{\delta}{\bar{x}} \times 100$$

isto é, o desvio padrão dividido pela média da amostra multiplicado por cem. Quanto mais próximo de 0 (ou 0%), menor a variabilidade dos dados, ou seja, mais homogêneo será o conjunto de dados. Quanto mais próximo de 1 (ou 100%), maior a variabilidade dos dados, ou seja, mais heterogêneo o conjunto de dados.

Pode ser aplicada a seguinte regra na sua interpretação:

$CV \leq 0,5$ (50%), indica que a média é representativa do conjunto de dados.

$CV > 0,5$ (50%), indica que a média não representa bem o conjunto de dados.

Calculando então o coeficiente de variação da amostra,

$$CV = \frac{\delta}{\bar{x}} \times 100 = \frac{63,61}{296,08} \times 100 = 21,48\%$$

$CV = 21,48\%$ indica que existe um “grau” de variabilidade de 21,48% dos dados em relação à média, ou seja, a média representa bem o conjunto de dados da amostra.

Intervalo de confiança: Para a completa análise dos resultados, precisa-se calcular os limites do intervalo de confiança com 80% de probabilidade de que o verdadeiro valor do parâmetro populacional está contido nele. Essa estimação é feita, geralmente, utilizando-se a distribuição **t** Student, em que, sendo α a significância considerada, a confiança será de $1-\alpha$.

Pode ser obtido da seguinte maneira:

$$P \left[\bar{x} - \frac{\delta}{\sqrt{n}} \times t_{1-\frac{\alpha}{2};n-1} \leq x_i \leq \bar{x} + \frac{\delta}{\sqrt{n}} \times t_{1-\frac{\alpha}{2};n-1} \right] = 1-\alpha \quad (85)$$

sendo $1-\alpha$ o nível de confiança e o nível de significância da amostra, 80%, tem-se que $\alpha = 0,20$.

Na tabela de Student extrai-se o coeficiente para $t_{\alpha/2;n-1}$, isto é,

$$t_{0,1;5} = 1,476$$

Então, para o nível de confiança de 80%,

$$\text{Limite Inferior} = \bar{x} - \frac{\delta}{\sqrt{n}} \times t_{1-\frac{\alpha}{2};n-1}$$

$$\text{Limite Inferior} = 296,08 - \frac{63,61}{\sqrt{5}} \times 1,476$$

então,

$$\text{Limite Inferior} = 254,09$$

$$\text{Limite Superior} = \bar{x} + \frac{\delta}{\sqrt{n}} \times t_{1-\frac{\alpha}{2};n-1}$$

$$\text{Limite Superior} = 296,08 + \frac{63,61}{\sqrt{5}} \times 1,476$$

então,

$$\text{Limite Superior} = 338,07$$

Portanto, o **Intervalo de Confiança (IC)** é:

Preço mínimo: R\$ 254,09 x m²

Preço médio: R\$ 296,08 x m²

Preço máximo: R\$ 338,07 x m²

Pode-se concluir, com 80% de certeza, que o preço de mercado do m² dos terrenos avaliados está entre **R\$ 254,09 e R\$ 338,07**.

q) Agora, pode-se calcular a **Amplitude do intervalo de confiança**: A amplitude do intervalo de confiança em torno do valor central pode ser obtido:

$$\text{Amplitude do IC} = 1 - \frac{L_i}{\bar{x}} \times 100 \quad (86)$$

portanto,

$$\text{Amplitude do IC} = 1 - \frac{254,09}{296,08} \times 100$$

Amplitude do intervalo de confiança = 14,18%

Portanto, sendo inferior a 30%, o **Grau de precisão é de nível 3**.

3.5.5 Verificação dos pressupostos do modelo

A NBR 14.653-2:2004 (ABNT, 2004, p. 32) exige seja feita a observação dos pressupostos básicos do modelo avaliatório para a sua validação. São estas as observações:

a) No tratamento dos dados pode-se ver confirmadas as relações fixas entre os fatores e os respectivos preços, e que os mesmos refletem o comportamento do mercado com certa abrangência.

b) Os dados de mercado foram utilizados com os atributos mais semelhantes possíveis aos dos imóveis avaliados. Essa semelhança se confirma pelos fatores de homogeneização utilizados com índices contidos entre 0,50 e 1,50 (entre 0,50 e 2,00 com as modificações trazidas pela NBR 14.653-2:2011).

c) O preço homogeneizado, em relação ao preço original, restou contido no intervalo de 0,50 a 1,50 (entre 0,50 e 2,00 com as modificações trazidas pela NBR 14.653-2:2011).

d) Foram utilizados critérios estatísticos consagrados de eliminação de dados discrepantes para saneamento da amostra.

e) O campo do arbítrio utilizado está limitado a 10% por escolha do avaliador.

f) Os fatores de homogeneização foram utilizados dentro de sua tipologia e abrangência.

g) As fontes dos fatores utilizados na homogeneização foram explicitadas no trabalho avaliatório.

h) Todas as variáveis importantes para o bom desempenho do modelo adotado foram consideradas e participaram da análise. A escolha deveu-se ao conhecimento e à experiência do avaliador quanto ao mercado imobiliário local.

3.5.6 Especificação da avaliação

Esta avaliação foi desenvolvida com o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado utilizando a técnica de homogeneização por fatores e alcançando resultados enquadrados nos seguintes níveis de fundamentação e precisão:

Tabela 14 – Graus de fundamentação na utilização do tratamento por fatores

Item	Descrição	Graus de fundamentação		
		III (3 pontos)	II (2 pontos)	I (1 ponto)
1	Caracterização do imóvel avaliando	X		
2	Coleta de dados de mercado	X		
3	Quantidade mínima de dados de mercado, efetivamente utilizados		X	
4	Identificação dos dados de mercado		X	
5	Extrapolação	X		
6	Intervalo admissível de ajuste para cada fator e para o conjunto de fatores		X	
Total de pontuação atingida		15		
Grau de Fundamentação do laudo		II		

Grau II, em virtude dos itens 3 e 6 não atingirem o grau III. (item 9.2.3.2 da NBR 14.653-2).

Fonte: Autor (2010), adaptado de (ABNT, 2004, p.18-19)

Tabela 15 – Grau de precisão da estimativa do valor – NBR 14.653-2

Descrição	Graus de precisão		
	III	II	I
Amplitude do intervalo de confiança de 80% em torno do valor central (14,18% < 30%).	X		

Fonte: Autor (2010), adaptado de (ABNT, 2004, p. 20)

Assim, foi alcançado quanto à fundamentação pontuada, Grau II, e quanto ao grau de precisão, Grau III.

Portanto, a classificação da presente **AVALIAÇÃO é GRAU II.**

3.5.7 Identificação do resultado

Uma vez realizada a análise estatística e confirmados os pressupostos básicos do modelo de avaliação adotado, conclui-se que o resultado apresentado pode ser utilizado na estimação do valor dos imóveis avaliandos:

1) Lote 07 – Matrícula nº X:

Área do imóvel: 509,07 m²

Cálculo do preço de mercado segundo o preço unitário final homogeneizado:

Preço de mercado estimado = R\$ 296,08 × Área

Preço de mercado = R\$ 296,08 × 509,07

Preço de mercado do LOTE 07 = R\$ 150.725,45

Podendo variar dentro de uma margem de negociação entre

Um Preço mínimo de R\$ 127.317,78

Um Preço máximo de R\$ 174.133,10

Portanto, o preço do Lote 07 pode ser fixado em **R\$ 160.000,00 (cento e sessenta mil reais)** referentes ao mês de novembro de 2010.

2) Lote 08 – Matrícula Y

Área do imóvel: 591,27 m²

Cálculo do preço de mercado segundo o preço unitário final homogeneizado:

Preço de mercado estimado = R\$ 296,08 × Área

Preço de mercado = R\$ 296,08 × 591,27

Preço de mercado do Imóvel D = R\$ 175.063,22

Podendo variar dentro de uma margem de negociação entre

Um Preço mínimo de R\$ 147.875,90 e

Um Preço máximo de R\$ 202.250,54

Portanto, o preço do Lote 08 pode ser fixado em **R\$ 180.000,00 (cento e oitenta mil reais)** referentes ao mês de novembro de 2010.

3.5.8 Resultado da avaliação e data de referência

Concluindo, cumpre reforçar o elemento principal apurado nesta avaliação que é o preço de mercado dos Lotes de terreno sob números 07 e 08 no Bairro Centro, Colombo/PR, tendo como referência monetária o mês de novembro de 2010:

Lote 07: R\$ 160.000,00 (cento e sessenta mil reais)

Lote 08: R\$ 180.000,00 (cento e oitenta mil reais)

TOTAL: R\$ 340.000,00 (trezentos e quarenta mil reais)

O preço expresso foi obtido em concordância com a liquidez do mercado local, na referida data, obedecendo aos atributos particulares da amostra como, área, testada, profundidade, localização e a oferta de imóveis assemelhados no mercado imobiliário local.

3.6 MÉTODO INVOLUTIVO

O método involutivo é um método indireto em que se chega ao preço de uma gleba de terras partindo-se de um projeto de empreendimento imobiliário tipo loteamento ou conjunto habitacional a ser realizado sobre ela.

A NBR 14653 (ABNT, 2001, p. 8) define o método involutivo como

aquele baseado em modelo de estudo de viabilidade técnico-econômica para apropriação do valor do terreno, alicerçado no seu aproveitamento eficiente, mediante hipotético empreendimento imobiliário compatível com as características do imóvel e com as condições do mercado.

Um aspecto que deve ser muito bem explorado ao se tratar do método involutivo é o conceito de aproveitamento eficiente. Segundo a Norma, aproveitamento eficiente é aquele recomendável para o local, em uma certa época, observando a tendência de uso circunvizinho entre os permitidos pela legislação pertinente. Isso significa que o preço do imóvel é determinado pelos recebimentos máximos que se pode obter para ele.

Na exposição de Maia Neto, a avaliação por este método considera a receita provável de comercialização das unidades hipotéticas com base nos preços obtidos em pesquisas (MAIA NETO, 1992 p. 75).

Deve ser levado em conta todas as despesas inerentes à transformação do terreno no empreendimento projetado; a margem de lucro líquido do empreendedor; todas as despesas de comercialização das unidades; remuneração do capital investido e as taxas financeiras operacionais reais, expressamente justificadas.

Para a aplicação deste método exige-se que o imóvel avaliando esteja inserido em zona de tendência mercadológica com empreendimentos semelhantes ao projetado, observando-se o uso e a ocupação permitidos; que as unidades incluídas no modelo adotado sejam de características e quantidades absorvíveis pelo mercado, no prazo estabelecido pelo estudo e compatível com a realidade e que as formulações matemático-financeiras sejam expressas no laudo.

A aplicação do método é adequada para locais onde é muito difícil obter-se um número de dados amostrais confiáveis, como nas regiões centrais das grandes cidades ou bairros com grande densidade populacional, fazendo com que seja muito raro, ou praticamente inexistente, a ocorrência de transações imobiliárias.

Moreira lembra que entre os métodos de avaliação de terrenos, este é o preferido para a maioria dos que trabalham no mercado imobiliário, como corretores e incorporadores de condomínios, porque o preço obtido pela sua aplicação é o reflexo direto da capacidade de utilização do terreno (MOREIRA, 1994 p. 65).

3.6.1 O processo da avaliação

De maneira geral, segundo Moreira, o processo da avaliação por esse método exige considerar os seguintes passos:

Projeto de ocupação – conhecer a melhor e maior ocupação do terreno avaliando considerando as restrições e permissões impostas na legislação e as especificações do Código de Obras a fim de saber quantas unidades poderão ser comercializadas;

Cálculo da receita – calcular pela quantidade de unidades obtidas multiplicadas pelo preço de mercado vigente;

Cálculo das despesas – especificar e quantificar as despesas que serão deduzidas da receita obtida. Entre elas mensurar:

- a) o custo da construção, normalmente o custo unitário por metro quadrado;
- b) o custo do financiamento, ou seja, o cálculo do total de juros incidentes sobre o custo da obra. Como não se utiliza todo o dinheiro no início do empreendimento, o mais praticado, no dizer de Moreira, “a solução mais simples, é calcular os juros sobre a metade do valor do financiamento durante todo o prazo previsto para a realização da obra mais uma folga de seis meses para garantia de vendas”.
- c) as despesas com publicidade e venda, como anúncios em jornais, impressos, televisão, estandes de vendas, *outdoors*, e outros. As despesas oscilam geralmente de 2% a 10% do valor das vendas.
- d) as despesas de corretagem, a comissão dos corretores que normalmente é de 6% sobre o valor das vendas.
- e) o lucro do empreendimento, que usualmente gira em torno de 20% a 30% sobre o preço de venda. O lucro não é incluído nas despesas para compor o valor final do terreno mais o lucro.
- f) o custo do terreno, que é o valor procurado pelo avaliador. Não é incluído entre as despesas.

Saldo, lucro e valor final – a diferença entre a receita e a despesa nos dá o saldo no qual está incluso o lucro e o custo do terreno. [...] é uma regra de uso generalizado considerar o lucro igual ao valor do terreno [...] A nosso ver, é muito mais lógico fixar uma porcentagem do lucro em relação à receita e daí deduzir o valor do terreno. (MOREIRA, 1994, p. 65-70).

Assim como no método da renda, a melhor maneira de se determinar a taxa de desconto apropriada é fazendo um estudo sobre os riscos do investimento, comparando sua rentabilidade com a de imóveis similares, sempre que possível. É muito importante que o avaliador conheça o mercado ao qual pertence o imóvel que está sendo avaliado.

3.6.2 Forma de cálculo

A norma NBR 14.653 (ABNT, 2011, p. 18) traz que a avaliação pode ser realizada com a utilização dos seguintes modelos, em ordem de preferência:

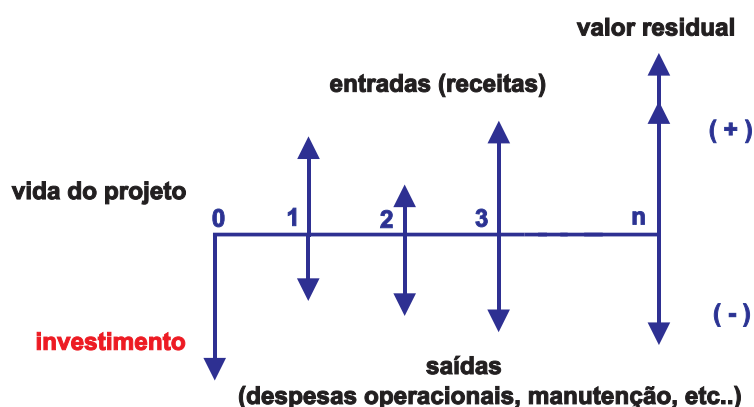
- a) por fluxos de caixa específicos;
- b) com a aplicação de modelos simplificados e dinâmicos;
- c) com a aplicação de modelos estáticos.

3.6.2.1 Por fluxos de caixa específicos

A avaliação pelo método involutivo utilizando o fluxo de caixa descontado é obtido estimando-se as entradas de caixa como os recebimentos esperados para o empreendimento, considerando-se o melhor aproveitamento do bem, ou seja, o aproveitamento eficiente. As saídas de caixa são todos os desembolsos de execução, transformação e comercialização, incluindo impostos. Para se determinar a taxa de desconto deve-se considerar não só a inflação como também a margem de lucro esperado pelo investidor e os riscos do investimento. Este método baseia-se principalmente nos recebimentos que podem vir a ser obtidos pelo imóvel.

Ilustrando,

Figura 21 – Diagrama do Fluxo de Caixa

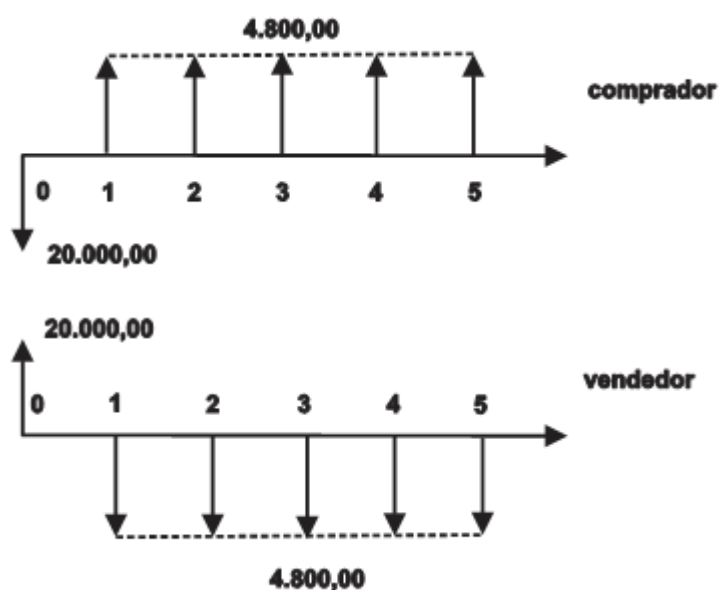


Fonte: Autor (2011) adaptado de (PAMPLONA; MONTEVECHI, 2006, p. 8)

Os professores Pamplona e Montevechi, da UNIFEI²⁷, em sua *Apostila de Engenharia Econômica I*, trazem que,

Os gráficos de fluxo de caixa devem ser feitos do ponto de vista de quem faz a análise. Assim, para se entender este conceito, vamos imaginar que uma máquina custa R\$ 20.000,00 à vista ou 5 prestações de R\$ 4800,00. Para a venda a vista o fluxo de caixa é diferente do ponto de vista do comprador para o do vendedor (PAMPLONA; MONTEVECHI, 2006, p. 8).

Figura 22 – Fluxo de caixa sob diferentes pontos de vista



Fonte: Autor (2011) adaptado de (PAMPLONA; MONTEVECHI, 2006, p. 8)

3.6.2.2 Exemplo de aplicação de cálculo por fluxos de caixa específicos

À guisa de exemplo, destaca-se o trabalho de Anacleto (ANACLETO, 2002) sobre avaliação usando o método da renda, em que avaliou o caso de um edifício de 10 andares com salas comerciais no centro da cidade de Itajubá, Minas Gerais.

Os fluxos de caixa foram estimados a partir de dados reais coletados junto ao síndico do edifício e também da prefeitura municipal, no caso do valor do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e valor venal do edifício para efeito de comparação.

Dentre as saídas de caixa tem-se:

- a) IPTU, no valor de R\$ 4.643,56 para o ano de 2001;

²⁷ UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá.

- b) despesas fixas mensais: manutenção de 2 elevadores no valor total de R\$430,00;
- c) pagamento de 6 funcionários com salário de R\$320,00 cada, inclusos os encargos;
- d) serviço de abastecimento de água, que normalmente constitui uma despesa variável, porém para o edifício o contrato mínimo é de 10m³ por sala, resultando num valor de R\$11,07;
- e) despesas variáveis mensais: energia elétrica dos escritórios com valor médio de R\$30,00 por sala e a energia elétrica do condomínio com valor médio de R\$650,00.

Dentre as entradas de caixa tem-se:

- a) aluguel de 60 salas de 49m² a 52m² cujo valor mensal é de R\$200,00 cada;
- b) aluguel de 12 garagens no valor mensal de R\$50,00 cada;
- c) aluguel de uma loja térrea no valor mensal de R\$4.000,00 e
- d) aluguel da fachada lateral do edifício para anúncio no valor mensal de R\$700,00.

Para que os fluxos de caixa fossem estimados, foram feitas as seguintes pressuposições:

- a) investimentos de longo prazo, considerando-se investimentos de vida infinita;
- b) IPTU, despesas fixas e variáveis mensais pagas pelos inquilinos;
- c) taxa de desocupação nula, pressupondo um cenário otimista;
- d) admitiu-se que os aluguéis de mercado cresceriam 3% aa durante 10 anos e crescimento nulo nos anos posteriores;
- e) IPTU, despesas fixas e variáveis com crescimento nulo ao longo do tempo;
- f) alíquota de impostos de 27,5%, pois está considerando-se que o investidor já possui outras fontes de renda (ANACLETO, 2002, p. 4-5).

3.6.2.3 Cálculo do Valor Presente de uma Série Anual Uniforme

Segundo Pamplona e Montevechi (PAMPLONA; MONTEVECHI, 2006, p.12), o valor presente de uma série anual uniforme pode ser calculado através da equação:

$$P=A[(1+i)^{-1}+(1+i)^{-2}+(1+i)^{-3}+\dots+(1+i)^{-n}] \quad (87)$$

em que,

P = valor presente

A = anuidade

i = taxa de desconto

n = número de períodos.

Pode-se observar que o termo que multiplica A é o somatório dos termos de uma PG, com número limitado de elementos, de razão $(1 + i)^{-1}$. A soma dos termos pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$S_n = \frac{a_1 - a_n \times r}{1 - r} \quad (88)$$

Que resulta em:

$$P = A \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{(1 + i)^n \times i} \right] \quad (89)$$

Estas séries, chamadas de infinita ou de custo capitalizado tem estes nomes devido a possuírem um grande número de períodos. Este é um fato comum em aposentadorias, mensalidades, etc.... (2006, p. 16)

O valor presente de uma série infinita ou perpétua é:

$$P = \lim_{n \rightarrow \infty} A \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{(1 + i)^n \times i} \right] \quad (90)$$

$$P = A \lim_{n \rightarrow \infty} \left[\frac{1}{i} - \frac{1}{(1 + i)^n \times i} \right] \quad (91)$$

Que resulta em:

$$P = A \times \frac{1}{i} \quad (92)$$

3.6.2.4 Estimativa dos Fluxos de Caixa sob o Ponto de Vista do Proprietário

Anacleto (ANACLETO, 2002, p. 6) aborda a questão sob o ponto de vista do proprietário e do inquilino:

Sob o ponto de vista do proprietário, serão considerados apenas os valores de receitas e impostos pagos por ele.

Estamos considerando o investimento possuindo vida infinita, e também que a partir do ano dez os fluxos de caixa se comportam como uma série anual uniforme perpétua, cujo valor presente é calculado pela equação [...].

Assim, os valores dos fluxos de caixa da série uniforme descontados para o ano dez somam R\$2.419.531,75. Este valor representa o valor residual a ser adicionado no ano em questão.

Para exemplificar os valores expressos no ano 1 da Tabela 2 temos:

Receitas (entradas de caixa) =

R\$ 144.000,00 (valor anual do aluguel de 60 salas - R\$ 200,00/mês cada) +

R\$ 7.200,00 (valor anual do aluguel de 12 garagens - R\$ 50,00/mês cada) +

R\$ 48.000,00 (valor anual do aluguel da loja térrea - R\$ 4.000,00/mês) +

R\$ 8.400,00 (valor anual do aluguel da fachada lateral - R\$ 700,00/mês),

R\$ 207.600,00 valor totalizado.

Pressupondo uma taxa de crescimento de 3% aa, ao final do ano 1 ter-se-á uma receita de R\$ 213.828,00 (R\$ 207.600,00 + 3%);

Impostos (saídas de caixa) = R\$ 58.802,70 (27,5% de R\$ 213.828,00).

Como se deseja obter o fluxo de caixa sob o ponto de vista do proprietário, deve-se considerar como saída de caixa apenas os impostos, já que despesas de água, luz, IPTU etc., são pagas pelos inquilinos. Também é importante lembrar que está pressupondo-se que o investidor já possui outras fontes de renda, logo o imposto é de 27,5%.

A partir dos dados e pressuposições feitas acima se elaborou a Tabela 2.

Tabela 2: Fluxo de caixa sob o ponto de vista do proprietário:

	Receitas	Impostos	Fluxo de Caixa Líquido
Ano 1	R\$ 213.828,00	R\$ 58.802,70	R\$ 155.025,30
Ano 2	R\$ 220.242,84	R\$ 60.566,78	R\$ 159.676,06
Ano 3	R\$ 226.850,13	R\$ 62.383,78	R\$ 164.466,34
Ano 4	R\$ 233.655,63	R\$ 64.255,30	R\$ 169.400,33
Ano 5	R\$ 240.665,30	R\$ 66.182,96	R\$ 174.482,34
Ano 6	R\$ 247.885,26	R\$ 68.168,45	R\$ 179.716,81
Ano 7	R\$ 255.321,81	R\$ 70.213,50	R\$ 185.108,32
Ano 8	R\$ 262.981,47	R\$ 72.319,90	R\$ 190.661,56
Ano 9	R\$ 270.870,91	R\$ 74.489,50	R\$ 196.381,41
Ano 10	R\$ 278.997,04	R\$ 76.724,19	R\$ 202.272,85+R\$ 2.419.531,75

Temos que o valor presente pode ser expresso em função de um valor futuro, podendo ser calculado pela equação:

$$P = \frac{F}{(1 + i)^n}$$

Onde,

P = valor presente

F = valor futuro

i = taxa

n = período

Assim, o valor presente ou do negócio para o proprietário é igual ao somatório dos dez fluxos de caixa futuros trazidos para a data presente, lembrando que o valor de R\$ 2.419.531,75 se encontra na data dez, o que resulta num valor final do negócio de R\$ 2.234.806,86.

O valor venal fornecido pela prefeitura é de R\$ 1.401.918,18, que apesar de não refletir com precisão o valor de mercado, pode ser utilizado para efeito comparativo. Verifica-se então que o investimento é interessante pelo ponto de vista econômico, proporcionando VPL positivo.

3.6.2.5 Estimativa dos Fluxos de Caixa sob o ponto de vista do inquilino

Prosseguindo, Anacleto (ANACLETO, 2002, p. 7-8) apresentou o fluxo de caixa sob o ponto de vista do inquilino:

Aplicando-se o mesmo raciocínio utilizado anteriormente, podemos estimar o fluxo de caixa sob o ponto de vista do inquilino, ou seja, estimar qual seria o valor do negócio caso o inquilino desejasse investir na compra de uma sala do edifício.

Para exemplificar os valores expressos no ano 1 da **Tabela 3** temos:

Receitas (entradas de caixa) = R\$ 2.400,00 (valor anual do aluguel de 1 sala a R\$ 200,00/mês). Pressupondo uma taxa de crescimento de 3% aa, ao final do ano 1 ter-se-á uma receita de **R\$ 2.472,00** (R\$ 2.400,00 + 3%);

Despesas (saídas de caixa) = R\$ 132,84 (valor anual da conta de água - R\$ 11,09/mês) + R\$ 360,00 (valor anual da conta de luz - R\$ 30,00/mês) + R\$130,00 (valor de 1/60 da energia elétrica anual do condomínio - R\$ 7.800,00) + R\$ 86,00 (valor de 1/60 das despesas anuais com os 2 elevadores - R\$ 5.160,00) + R\$ 384,00 (valor de 1/60 das despesas com anuais os 6 funcionários - R\$ 23.040,00) + R\$ 77,39 (valor de 1/60 do IPTU - R\$ 4.643,56), totalizando **R\$1.170,23**. Para as despesas é importante lembrar que está pressupondo-se taxa de crescimento nulo.

A partir dos dados e pressuposições feitas acima elaborou-se a **Tabela 3**.

Tabela 3: Fluxo de caixa sob o ponto de vista do inquilino:

	Receitas	Despesas do Inquilino	Fluxo de Caixa Líquido
Ano 1	R\$ 2.472,00	R\$ 1.170,23	R\$ 1.301,77
Ano 2	R\$ 2.546,16	R\$ 1.170,23	R\$ 1.375,93
Ano 3	R\$ 2.622,54	R\$ 1.170,23	R\$ 1.452,31
Ano 4	R\$ 2.701,22	R\$ 1.170,23	R\$ 1.530,99
Ano 5	R\$ 2.782,26	R\$ 1.170,23	R\$ 1.612,03
Ano 6	R\$ 2.865,73	R\$ 1.170,23	R\$ 1.695,49
Ano 7	R\$ 2.951,70	R\$ 1.170,23	R\$ 1.781,46
Ano 8	R\$ 3.040,25	R\$ 1.170,23	R\$ 1.870,02
Ano 9	R\$ 3.131,46	R\$ 1.170,23	R\$ 1.961,22
Ano 10	R\$ 3.225,40	R\$ 1.170,23	R\$ 2.055,17+R\$ 24.583,33

O valor presente dos fluxos constantes, trazidos para o ano dez é igual R\$24.583,33, que é o valor residual a ser adicionado naquele ano. Assim, o valor presente ou do negócio para o inquilino é igual a R\$21.637,75. Se compararmos com o valor de mercado - R\$ 19.000,00 - verifica-se que o investimento é interessante pelo ponto de vista econômico, proporcionando VPL positivo.

A norma NBR 14.653-2 recomenda que, na adoção de modelos dinâmicos que incluem taxa de valorização imobiliária, evolução de custos e despesas, de juros do capital investido e da taxa mínima de atratividade, todas as taxas sejam explicitadas e os prazos para execução do projeto e da venda das unidades sejam compatíveis com as características físicas, estrutura, conduta e desempenho do mercado (ABNT, 2011, p. 18).

3.6.2.6 Com a aplicação de modelos simplificados e dinâmicos

Em função de um grande número de operações matemáticas e pressupostos exigidos pelo método involutivo, alguns estudiosos sugeriram métodos simplificados derivados deste método, dentre os quais se destaca o de Olave²⁸ (MAIA NETO, 1992, p. 100), que ficou conhecido como **Método Involutivo Simplificado – Fórmula de OLAVE** (ABUNAHMAN, 2002, p. 180; VEGNI-NERI, 1979, p. 12-13):

$$V = \frac{Su \times q}{1 + L} - Dt$$

Desmembrando,

$$Su = St \times (1 - k)$$

Então,

$$V = \frac{St \times (1 - k) \times q}{1 + L} - Dt \quad (93)$$

Em que:

V = Valor de mercado do bem imóvel.

Su = Área útil do empreendimento (ou dos lotes), resultando do anteprojeto de retalhamento e arruamento, em obediência às normas legais e técnicas pertinentes ao local de implantação, em vigor à época da avaliação.

St = Área total da gleba bruta.

k = Percentual da gleba destinado a vias de circulação, logradouros e áreas verdes (em %) \cong 35%.

Dt = Cálculo das despesas totais previstas para custear as obras de urbanização e de implantação do loteamento, por exemplo, custo de produção do projeto, compra do imóvel, administração do empreendimento, vigilância, impostos e taxas, publicidade, comercialização das unidades, etc., que é \cong 30% de $St \times (1 - k) \times q$.

L = Lucro do empreendedor (em %) \cong 25%.

²⁸ Oscar A. Olave, engenheiro uruguaio.

q = Determinação dos preços de lotes circunvizinhos ao empreendimento, por meio de pesquisa de valores específica (método comparativo direto de dados de mercado), cuidadosamente homogeneizada.

O método de Olave é aplicado para pequenas glebas cujo loteamento é vendável em curto prazo. As despesas gerais e o lucro do empreendedor são orçadas ou fixadas percentualmente (VEGNI-NERI, 1979, p. 12).

Método de Canteiro:

Abunahman traz um modelo simplificado de autoria de Canteiro²⁹ (ABUNAHMAN, 2002, p. 181-182) que utiliza uma tabela de fatores de ponderação para lotes urbanos e suburbanos conforme os melhoramentos existentes e partindo de um lote paradigma ao qual é atribuído os seguintes fatores:

Melhoramentos	%
1 – Água.....	15% = 0,15
2 – Esgoto.....	10% = 0,10
3 – Luz pública.....	5% = 0,05
4 – Luz domiciliar.....	15% = 0,15
5 – Guias – sarjetas.....	10% = 0,10
6 – Pavimentação.....	30% = 0,30
7 – Telefone.....	5% = 0,05
8 – Canalização para gás.....	1% = 0,01
9 – Arborização.....	1% = 0,01

A situação paradigma ou modular é a que atende aos melhoramentos dos itens 1, 2, 4, 5 e 6, os quais são mais freqüentes nos loteamentos cortados por rodovias.

A ausência de melhoramentos fará com que o valor unitário do lote seja reduzido multiplicando-se este valor pela unidade do lote paradigma somada às

²⁹ João Ruy Canteiro, engenheiro.

porcentagens que correspondem aos melhoramentos não existentes, considerando V_u o valor unitário básico e V_p o valor ponderado aplicável, como no exemplo:

Exemplo:

1) No caso de um lote ter todos os melhoramentos da situação paradigma, exceto água:

$$V_p = \frac{V_u}{1+0,15} = \frac{V_u}{1,15} \quad (94)$$

2) Caso o lote não tenha nenhum dos melhoramentos da situação paradigma:

$$V_p = \frac{V_u}{1+0,15+0,10+0,15+0,10+0,30} = \frac{V_u}{1,80}$$

3) No caso de o lote não nenhum dos melhoramentos da situação paradigma, mas possuir luz pública:

$$V_p = \frac{V_u}{1,80} + V_u \times 0,05$$

3.6.2.7 Com a aplicação de modelos estáticos

Moreira oferece um critério simples para o cálculo do valor de um terreno utilizando o método involutivo, considerando que o saldo da diferença entre a receita e a despesa é igual ao valor do terreno mais o lucro (MOREIRA, 1994, p. 71).

Então,

$$V_t = R(1-h-j-k) - C_c \left(1 + i \times \frac{t}{2} \right) \quad (95)$$

em que:

V_t = valor do terreno.

R = receita total das vendas.

h = percentual de lucro esperado sobre a receita.

j = percentual das despesas de publicidade e venda.

k = percentual das despesas de corretagem.

C_c = custo da construção.

i = taxa de juros sobre o financiamento.

$t/2$ = metade do tempo estimado com folga.

3.6.2.8 Exemplo do método involutivo com aplicação de modelos estáticos

Encontrar, usando o método involutivo, o preço de um lote plano e retangular medindo 12 m x 30 m, localizado em zona de média valorização onde a legislação permite uma taxa de ocupação de 80% (0,80) e uma altura de 12 pavimentos. Considerar que a taxa de juros (i) vigente é de 3% ao mês, a taxa com despesas de publicidade (j) é de 6% sobre o preço das vendas, a taxa de corretagem (k) é de 6% sobre o preço das vendas e que o tempo de construção (t), com uma folga de seis meses, é de 24 meses. O incorporador deseja um lucro mínimo (h) de 20% sobre a receita total.

Então:

Preço do lote (V_l) = ?

Dimensões do lote = 12m x 30m

Taxa de ocupação = 80%

Altura da construção = 12 pavimentos

Taxa de juros (i) = 3% am

Despesas com publicidade (j) = 6%

Taxa de corretagem (k) = 6%

Tempo de construção (t) = 24 meses

Lucro do incorporador (h) = 20%

Considerando que:

$$12 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 360 \text{ m}^2$$

$$0,80 \times 360 \text{ m}^2 = 288 \text{ m}^2$$

$$12 \times 288 \text{ m}^2 = 3.456 \text{ m}^2$$

e, descontando-se cerca de 20% para as partes comuns (corredores, escadas, etc.), as unidades autônomas serão distribuídas em uma área de:

$$0,80 \times 3.456 \text{ m}^2 = 2.764,80 \text{ m}^2$$

o que corresponderá a 48 apartamentos de 57,60 m² cada um.

Admitindo-se que o preço unitário de venda para os apartamentos é de R\$ 2.500,00/m² então cada unidade vale:

$$\text{R\$ } 2.500,00/\text{m}^2 \times 57,60 \text{ m}^2 = \text{R\$ } 144.000,00$$

Como são 48 apartamentos, a receita total será de:

$$\text{Receita total (R)} = \text{R\$ } 144.000,00 \times 48 = \text{R\$ } 6.912.000,00$$

Como a área construída do edifício é de 3.456 m² e o custo unitário médio da construção é de R\$ 935,00/m², o custo de construção chegará em:

$$\text{Custo total da construção (Cc)} = \text{R\$ } 935,00/\text{m}^2 \times 3.456 \text{ m}^2 = \text{R\$ } 3.231.360,00.$$

De posse desses dados, pode-se aplicar a fórmula:

$$V_t = R (1-h-j-k) - C_c \left(1+i \times \frac{t}{2} \right)$$

então,

$$V_t = 6.912.000,00 (1 - 0,20 - 0,06 - 0,06) - 3.231.360,00 (1 + 0,03 \times 24/2)$$

$$V_t = 4.700.160,00 - 4.265.395,20$$

$$\text{Preço total do terreno (Vt)} = \text{R\$ } 434.764,80$$

Sendo a área do lote de 360 m² então seu preço unitário será de:

$$\text{Preço unitário do lote} = \text{R\$ } 434.764,80 / 360 \text{ m}^2 = \text{R\$ } 1.207,68/\text{m}^2$$

$$\text{Preço unitário do lote (VI)} = \text{R\$ } 1.207,68/\text{m}^2$$

3.7 MÉTODO EVOLUTIVO

Segundo a NBR 14653-1, é o método que “identifica o valor do bem pelo somatório dos valores de seus componentes. Caso a finalidade seja a identificação do valor de mercado, deve ser considerado o fator de comercialização” (ABNT, 2001, p. 8).

Isso significa que o preço de um determinado imóvel é obtido somando-se ao preço do terreno os custos de produção do imóvel, tais como, custo dos materiais e mão-de-obra para a construção, além de outros elementos que também influem no seu preço final, tal como, lucro do incorporador.

De modo bastante simplista, pode-se dizer que enquanto no método involutivo se calcula o preço do imóvel a partir dos recebimentos que se espera obter com o tal, no método evolutivo calcula-se o preço do imóvel a partir dos custos para sua obtenção.

Além do preço do terreno e do custo da construção das benfeitorias, se considera outros elementos que também interferem no preço final do imóvel, tais como o lucro do incorporador, os juros pela remuneração do capital investido, uma vez que este não é empregado instantaneamente e sim dentro de um prazo que, geralmente, é superior a um ano, a taxa de administração da construtora, os juros sobre todo o capital investido durante o período de comercialização, ou seja, a remuneração do capital desde o término da construção, quando então este foi investido integralmente, até a venda do imóvel, quando o capital for finalmente recuperado a uma determinada rentabilidade obtendo-se então o lucro do incorporador, entre outros elementos.

3.7.1 Forma de cálculo

A composição do preço do imóvel avaliando pode ser obtida a partir do preço do terreno, considerados o custo de reprodução das benfeitorias devidamente depreciado e o fator de comercialização da seguinte maneira:

$$V = (VT + CB) \times FC \quad (96)$$

em que:

V = preço do imóvel

VT = preço do terreno

CB = custo de reedição da benfeitoria

FC = fator de comercialização.

3.7.2 Considerações para aplicação do método

a) Estimação do preço de mercado do terreno

O preço do terreno deve ser determinado pelo método comparativo direto de dados de mercado ou, na impossibilidade deste, pelo método involutivo.

b) Estimação do custo de reedição das benfeitorias

As benfeitorias devem ser apropriadas pelo método comparativo direto de custo ou pelo método de quantificação de custo.

c) Estimação do fator de comercialização

O fator de comercialização deve ser levado em conta, admitindo-se que pode ser maior ou menor do que a unidade, em função da conjuntura do mercado na época da avaliação. A NBR 14653-1 define o esse fator como a “razão entre o valor de mercado de um bem e seu custo de reedição ou substituição, que pode ser maior ou menor que um” (ABNT, 2001, p.4).

Segundo Dantas, “quando o imóvel estiver situado em zona de alta densidade urbana, onde o aproveitamento eficiente é preponderante, o avaliador deve analisar a adequação das benfeitorias ressaltando o sub-aproveitamento ou o super-aproveitamento do terreno” (DANTAS, 2005, p. 42-43). Assim, o fator pode ser maior ou menor que 1.

O método evolutivo pode ser considerado método eletivo para a avaliação de imóveis cujas características *sui generis* impliquem a inexistência de dados de mercado em número suficiente para a aplicação do método comparativo direto de dados de mercado, ou quando se deseja avaliar imóveis que dificilmente mudam de dono como hospitais, prédios industriais, escolas, etc.

Esse método pode também ser empregado quando se deseja obter o preço do terreno ou o custo de reedição da benfeitoria a partir do conhecimento do seu valor total.

3.7.3 Exemplo de aplicação do método evolutivo

Vamos utilizar um exemplo de aplicação do método evolutivo que é muito comum ocorrer no trabalho de avaliações.

Avaliar uma residência em condomínio com 200 m² de área equivalente, sabendo-se que:

- O preço do terreno da residência é de R\$ 150.000,00;
- A fração ideal do terreno a ela pertencente é de 0,134;
- O custo da benfeitoria depreciada é de R\$ 250.000,00;
- O fator de comercialização é de 0,95.

O preço de mercado estimado para a residência é facilmente encontrado aplicando-se a fórmula:

$$V = (VT + CB) \times FC$$

Substituindo os preços, tem-se:

$$V = (150000,00 \times 0,134 + 250000,00) \times 0,95$$

$$\mathbf{V = R\$ 256.595,00}$$

3.8 MÉTODO DA CAPITALIZAÇÃO DA RENDA

Segundo a NBR 14653-2:2011, “o método da renda é aquele que apropria o valor do imóvel e de suas partes constitutivas, com base na capitalização presente da sua renda líquida, seja ela real ou prevista” (ABNT, 2011, p. 18).

Para a sua utilização precisam ser determinados o período de capitalização e a taxa de desconto a ser aplicada nos fluxos de caixa, que devem ser devidamente fundamentados e expressamente justificados pelo avaliador, como exige a Norma.

Este método é fundamentado no princípio de que o preço de uma determinada propriedade é uma função de sua capacidade de gerar renda, o que, geralmente, é o aluguel ou o arrendamento rural (ARANTES; SALDANHA, 2009, p. 90-95).

A propriedade constitui o denominado “capital imóvel”, que deve ser rentabilizado a uma taxa de desconto variável em função da localização, do tipo de imóvel e da conjuntura econômica do momento da avaliação. Logo, os dados necessários para a utilização deste método são os recebimentos esperados, os desembolsos, a taxa de desconto e o número de períodos do investimento (MOREIRA, 1994, p. 31-33; DEMÉTRIO, 1995, p. 99-100).

A taxa de desconto pode ser obtida através de vários processos, dos quais o mais utilizado é, sempre que possível, a comparação direta com as taxas aplicadas a imóveis similares, analisando os riscos do investimento (MOREIRA, 1994, p. 47-56).

Devido à sua flexibilidade que permite a grande generalização do seu uso, nos casos de perícias judiciais, este método tem sido recomendado pela própria jurisprudência dos tribunais do poder judiciário, que consagra como justa a taxa de desconto de 12% ao ano para imóveis comerciais.

No Brasil, pode-se usar como taxas de desconto fixadas para imóveis residenciais, o índice de reajuste de aluguel, IGPM, ou outro, e pode-se comprovar que, geralmente, quanto maior e mais luxuoso é o imóvel residencial, menor será a taxa interna de retorno.

De qualquer forma, ao se utilizar o método da renda, a rentabilidade do imóvel é explícita, e isto o torna comparável a investimentos em outros tipos de imóveis e também em outros ativos, como ações, caderneta de poupança, etc.

Este método é uma ferramenta adequada para se analisar a viabilidade do investimento.

Normalmente é utilizado para avaliações de base imobiliária como aluguéis, hotéis (flats), shopping centers, lojas, depósitos, pedágios, hospitais e outros. É recomendável utilizar esse método quando os dados de formação de preços forem de origem confiável.

3.8.1 Forma de cálculo

De forma simples é a renda líquida aferida no bem (através de montagem de fluxo de caixa com base nas despesas e receitas previstas) dividida pela taxa de juros anual de mercado ou a taxa mínima de atratividade. Ou seja:

$$\text{Valor do imóvel} = \frac{\text{Renda líquida}}{\text{Taxa anual de juros real}} \quad (97)$$

3.8.2 Aplicações do método da capitalização da renda

3.8.2.1 Nível Expedito:

O aluguel de um imóvel residencial ou comercial comum, em condições normais de mercado, varia entre 0,8% a 1,2% do preço de mercado para venda. Esta regra, porém, nem sempre é válida e os preços podem ser alterados por conta de variações das ofertas e demandas por um tipo especial de imóvel ou por uma certa localização. Todavia, para avaliações no nível expedito, se aceita tomar o aluguel como sendo 1% do preço de mercado.

Então, se um apartamento tem aluguel de mercado de R\$ 600,00, seu preço de venda será de R\$ 60.000,00, pois,

$$V = \frac{600,00}{0,01} = \mathbf{R\$ 60000,00.}$$

3.8.2.2 Nível Normal

Existindo informações sobre a renda que um imóvel propicia, o seu preço de venda é obtido através de fórmulas de matemática financeira:

$$V = A \times \frac{[(1 + i)^n - 1]}{[i \times (1 + i)^n]} \quad (98)$$

em que,

V = preço de venda,

A = aluguel,

i = taxa de juros e

n = número de períodos (meses) considerado.

Assim, se o aluguel mensal de um apartamento com 20 anos (vida útil econômica de 100 anos) é de R\$ 600,00, adotando-se a taxa de juros de 0,8% a.m., seu preço de venda será:

$$V = 600,00 \times \frac{[(1 + 0.008) \times 960 - 1]}{[0.008 \times (1 + 0.008) \times 960]} = \mathbf{R\$ 74.964,28}$$

Mas, se a taxa de juros for 1% a.m.:

$$V = 600,00 \times \frac{[(1 + 0.01) \times 960 - 1]}{[0.01 \times (1 + 0.01) \times 960]} = \mathbf{R\$ 59.995,74}$$

3.9 MÉTODOS PARA IDENTIFICAR O CUSTO DE UM BEM

Os métodos para identificar o custo de um bem são o comparativo direto de custo e o da quantificação de custo.

3.9.1 Método comparativo direto de custo

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

A utilização do método comparativo direto para a avaliação de custos deve considerar uma amostra composta por benfeitorias de projetos semelhantes, a partir da qual serão elaborados modelos seguindo os procedimentos usuais do método comparativo direto de dados de mercado (ARANTES; SALDANHA, 2009, p. 103).

3.9.2 Método da quantificação de custo

Identifica o custo do bem ou de suas partes por meio de orçamentos sintéticos ou analíticos, a partir das quantidades de serviços e respectivos custos diretos e indiretos.

A NBR 14.653-4:2002 preconiza que esse método é “utilizado para identificar o custo de reedição de benfeitorias, equipamentos e instalações. Pode ser apropriado por custos unitários, de reedição ou de substituição” (ABNT, 2002, p. 11), ou por orçamento detalhado com citação das fontes consultadas (DANTAS, 2005, p. 23-27).

Para apuração do custo de construção, pode ser aplicado o modelo previsto na NBR 14653-2 (ABNT, 2011, p. 20), representado a seguir:

$$C = \left[\text{CUB} + \frac{\text{OE} + \text{OI} + (\text{OFe} - \text{OFd})}{S} \right] (1 + A)(1 + F)(1 + L) \quad (99)$$

em que:

C = custo unitário de construção por m² de área equivalente de construção;

CUB = custo unitário básico;

OE = orçamento de elevadores;

OI = orçamento de instalações especiais e outras, tais como geradores, sistemas de proteção contra incêndio, centrais de gás, interfones, antenas, coletivas, urbanização, projetos etc.;

OFe = orçamento de fundações especiais;

OFd = orçamento de fundações diretas;

S = área equivalente de construção, de acordo com a NBR 12721;

A = taxa de administração da obra;

F = percentual relativo aos custos financeiros durante o período da construção;

L = percentual correspondente ao lucro ou remuneração da construtora.

Se os custos das edificações em condomínio forem estimados conforme previsto na NBR12721, deve-se utilizar as áreas equivalentes de construções para os custos unitários padrão, representadas pela seguinte fórmula

$$S = A_p + \sum_i^n (A_{q_i} \times P_i) \quad (100)$$

em que:

S = área equivalente de construção;

A_p = área construída padrão;

A_{q_i} = área construída de padrão diferente;

P_i = percentual correspondente à razão entre o custo estimado da área de padrão diferente e a área padrão, de acordo com os limites estabelecidos na NBR 12721.

Ao custo das edificações resultante da multiplicação da área S pelo Custo Unitário Básico com características mais próximas às do elemento avaliando, devem ser acrescidos os itens de custo não contemplados pela NBR12721.

3.9.3 Método da quantificação de custos por orçamentos detalhados

Esse método exige vistoria mais detalhada do que a que se usa para a identificação do custo pelo CUB. Na vistoria devem ser examinados os materiais aplicados, o seu estado de conservação e a sua idade aparente (DANTAS, 2005, p. 27-28).

O orçamento detalhado tem por objetivo o preenchimento de uma planilha de custos e deve seguir as etapas de: vistoria, levantamentos quantitativos, pesquisa de custos e preenchimento da planilha de orçamento.

Deve ser elaborado um orçamento detalhado, levantados todos os quantitativos e respectivos custos unitários de materiais, com identificação das fontes e preenchida a planilha conforme modelo sugerido na NBR 12721 (ABNT, 2004, p. 15).

3.10 MÉTODOS PARA IDENTIFICAR INDICADORES DE VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO ECONÔMICA DE UM EMPREENDIMENTO

Os procedimentos avaliatórios usuais com a finalidade de determinar indicadores de viabilidade da utilização econômica de um empreendimento, segundo a NBR 14.653-1, são baseados no seu fluxo de caixa projetado, a partir do qual são determinados os indicadores de decisão baseados no valor presente líquido, taxas internas de retorno, tempos de retorno, entre outros (ABNT, 2001, p. 8).

Esses indicadores ou métodos quantitativos de análise de investimentos se destacam por serem exatos e equivalentes quando adequadamente utilizados.

3.10.1 Método do Valor Presente Líquido (VPL)

O método do valor presente líquido, (em inglês, *Net Present Value – NPV*) é também conhecido pela terminologia de Método do Valor Atual e caracteriza-se, principalmente, pela transferência para a data zero (instante presente) de todas as variações de caixa esperadas, descontadas à taxa mínima de atratividade estabelecida (PAMPLONA; MONTEVECHI, 2006, p. 25).

A taxa mínima de atratividade é baseada na taxa de juros real (descontada a inflação) e no risco.

$$i = (1 + i_m)(1 + i_r) - 1 \quad (101)$$

em que,

i = taxa mínima de atratividade

i_m = taxa de juros real

i_r = taxa de risco

Condição: $6\% < i < 12\%$ a.a.

Taxa de riscos segundo o mercado de capitais:

$$i_r = \beta(i_{re} - i_{lr}) + i_{lr} \quad (102)$$

em que,

i_{re} = taxa de retorno esperada real (descontada a inflação)

i_{lr} = taxa livre de risco (poupança 6%a.a.)

β = risco não diversificado

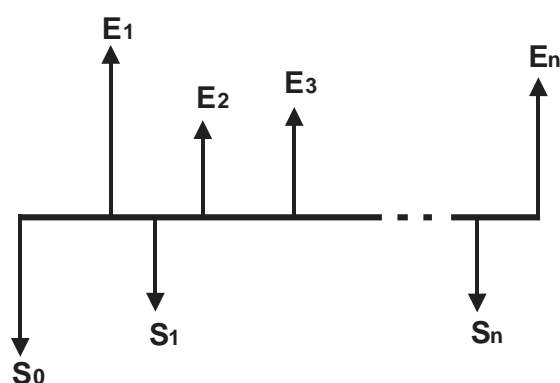
$\beta = 1$ (risco médio, ativo médio)

$\beta = 0,5$ (baixo risco, ativo defensivo $\beta < 1$)

$\beta = 1,5$ (alto risco, ativo agressivo $\beta > 1$)

$\beta = 2$ (altíssimo risco, ativo valoriza ou desvaloriza 2 x média do mercado)

Figura 23 – Diagrama de fluxo de caixa



Fonte: Autor (2011).

A fórmula para o cálculo do VPL pode ser escrita da seguinte maneira:

$$VPL = \left[\frac{E_1}{(1+i)^1} + \frac{E_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{E_n}{(1+i)^n} \right] - \left[S_0 + \frac{S_1}{(1+i)^1} + \frac{S_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{S_n}{(1+i)^n} \right]$$

em que:

E = fluxos esperados de entrada de caixa, isto é, fluxos operacionais líquidos de caixa gerados pelo investimento.

S = fluxos de saída de caixa (investimento).

i = taxa de atratividade do investimento usada para atualizar o fluxo de caixa.

Pode-se também escrever esta equação assim:

$$VPL = \sum_{j=1}^n E_j(1+i)^{-j} - \left[S_0 + \sum_{j=1}^n S_j(1+i)^{-j} \right] \quad (104)$$

Ou, ainda, considerando todos os fluxos de caixa distintos apenas pelos sinais de (–) saída, e (+) entrada, o valor presente líquido resulta da soma algébrica, na data zero, dos saldos dos fluxos de caixa descontados à taxa mínima de atratividade.

Assim, se poderia escrever, segundo Pamplona e Montevechi (PAMPLONA; MONTEVECHI, 2005, p.5):

$$VPL = \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j} \quad (105)$$

3.10.1.1 Exemplo de aplicação do método do valor presente líquido

Um gestor de negócios imobiliários buscando vender um empreendimento comercial aborda um cliente investidor e lhe oferece uma loja argumentando que o imóvel se pagaria em 4 anos de locação. Como o preço do imóvel oferecido requer investimento inicial de R\$ 80.000,00 para a compra, o gestor ponderou que se pode obter ganhos locatícios iniciais de R\$ 26.200,00 ao ano com premissa de reajustes constantes à base de 10% a.a. Se o investidor espera uma taxa de retorno ou taxa mínima de atratividade (TMA) de 15% a.a., pede-se calcular o valor presente líquido do investimento e analisar sua viabilidade.

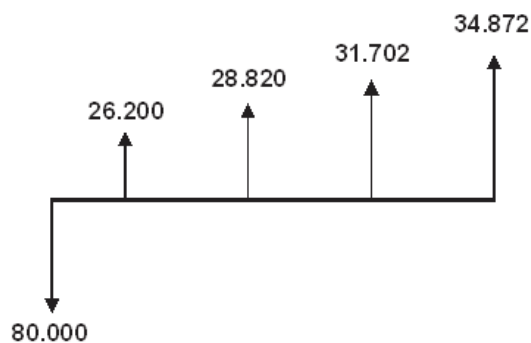
Tabela 16 – Projeto de investimento

INVESTIMENTO INICIAL	FLUXOS DE CAIXA			
	Ano 1 (E ₁)	Ano 2 (E ₂)	Ano 3 (E ₃)	Ano 4 (E ₄)
S ₀				
80.000	26.200	28.820	31.702	34.872

Fonte: Autor (2011). Adaptado de (FERREIRA, ATTADIA e SPINELLI, 2011, p. 136)

Podemos representar o projeto com o seguinte fluxo de caixa:

Figura 24 – Fluxo de caixa para análise de projeto de investimento pelo VPL



Fonte: Autor (2011).

Aplicando a fórmula tradicional para cálculo do VPL temos:

$$VPL = \left[\frac{E_1}{(1+i)^1} + \frac{E_2}{(1+i)^2} + \frac{E_3}{(1+i)^3} + \frac{E_4}{(1+i)^4} \right] - S_0 \quad (106)$$

então,

$$VPL = \left[\frac{26200}{(1+0,15)^1} + \frac{28820}{(1+0,15)^2} + \frac{31702}{(1+0,15)^3} + \frac{34872}{(1+0,15)^4} \right] - 80000$$

$$VPL = \left[\frac{26200}{1,15} + \frac{28820}{1,3225} + \frac{31702}{1,5209} + \frac{34872}{1,7490} \right] - 80000$$

$$VPL = [22782,61 + 21792,06 + 20844,58 + 19938,18] - 80000$$

$$VPL = 85357,43 - 80000$$

$$VPL = R\$ 5.357,43$$

O VPL de R\$ 5.357,43 indica que os fluxos de caixa somados na data zero superam o investimento inicial e, portanto, o projeto é atraente e deve ser aceito.

Pode-se ainda realizar estes cálculos utilizando a HP 12–C. Vejamos:

3.10.1.2 Aplicação do método do valor presente líquido utilizando a HP 12–C

Na HP 12–C estes cálculos são realizados utilizando-se as teclas CF_j e CF_0 , sendo que CF_0 é o investimento inicial e CF_j são os fluxos de caixa. Primeiro entra-se com a sequência de dados sempre respeitando os sinais positivos e os negativos. Se um valor for negativo devemos usar a tecla CHS para inverter o sinal.

Os dados devem ser inseridos respeitando sempre a ordem do fluxo de caixa, isto é, digita-se primeiro o investimento inicial e após digitar seu valor digita-se $f CF_0$. Depois, a cada entrada de dados deve-se digitar o valor e depois $f CF_j$. Após introduzir o último dado, deve-se inserir a taxa mínima de atratividade adotada i .

Como vai-se calcular o VPL (NPV em inglês), basta apertar $f NPV$ e ter-se-á o resultado.

Resolvendo então na HP 12–C:

80000 CHS $g CF_0$

26200 $g CF_j$

28820 $g CF_j$

31702 $g CF_j$

34872 $g CF_j$

15 i

$f NPV$

5357,43 (resposta no visor)

3.10.2 Método da Taxa Interna de Retorno (TIR)

O método da taxa interna de retorno (TIR) tem uma expressiva vantagem em relação ao método do valor presente líquido por apresentar os resultados em termos de taxas percentuais, facilitando a percepção do resultado do investimento mais do que o valor presente expresso em termos monetários. A Taxa Interna de Retorno (TIR), em inglês, *Internal Return Rate (IRR)*, é a taxa de juros que torna nulo o Valor Presente Líquido de um investimento, isto é, $NPV = 0$. Em outras palavras, a TIR é a taxa de juros para a qual o valor presente das receitas torna-se igual aos

desembolsos. Portanto, pode-se entender a TIR como a taxa de remuneração do capital.

Os autores estudados, Pamplona e Montevechi (PAMPLONA; MONTEVECHI, 2006, p. 28), e Ferreira, Attadia e Spinelli (FERREIRA; ATTADIA; SPINELLI, 2011, p. 139) abordam que a TIR deve ser comparada com a TMA ou taxa mínima requerida ou, ainda, taxa de custo do capital, para a conclusão a respeito da aceitação ou não do projeto.

Então, se:

TIR > TMA indica projeto atrativo e o investimento deve ser realizado.

TIR < TMA, o projeto analisado não é interessante e não deve ser realizado.

Genericamente, a IRR é representada, supondo a atualização de todos os valores de caixa para o momento zero, da forma seguinte:

$$\text{Investimento inicial} = \frac{E_1}{(1+i)^1} + \frac{E_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{E_n}{(1+i)^n} \quad (107)$$

Ou,

$$S_0 = \frac{E_1}{(1+i)^1} + \frac{E_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{E_n}{(1+i)^n} \quad (108)$$

Isto é,

$$0 = \frac{E_1}{(1+i)^1} + \frac{E_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{E_n}{(1+i)^n} - S_0 \quad (109)$$

em que,

S_0 = investimento inicial.

E = fluxos esperados de entrada de caixa, isto é, fluxos operacionais líquidos de caixa gerados pelo investimento.

i = taxa de atratividade do investimento usada para atualizar o fluxo de caixa.

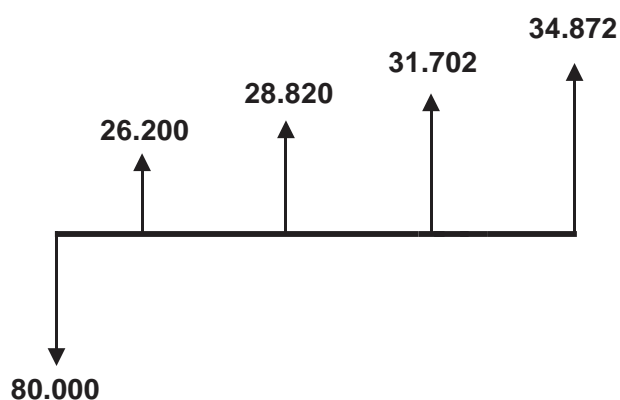
1 = taxa de rentabilidade equivalente periódica (TIR), em inglês, (IRR).

A taxa interna de retorno é facilmente calculada através de calculadoras financeiras ou de planilhas eletrônicas, mas, manualmente é trabalhoso, pois o cálculo é feito por iterações.

3.10.2.1 Exemplo de aplicação do método da taxa interna de retorno

Utilizando o exemplo aplicado no item 3.10.1.1 para calcular o valor presente líquido, obter a TIR para o investimento:

Figura 25 – Fluxo de caixa para análise de projeto de investimento pelo TIR



Fonte: Autor.

O cálculo da TIR é feito da seguinte maneira:

$$80000 = \frac{E_1}{(1+i)^1} + \frac{E_2}{(1+i)^2} + \frac{E_3}{(1+i)^3} + \frac{E_4}{(1+i)^4}$$

$$80000 = \frac{26200}{(1+i)^1} + \frac{28820}{(1+i)^2} + \frac{31702}{(1+i)^3} + \frac{34872}{(1+i)^4}$$

Esse cálculo, se realizado manualmente, é trabalhoso e é feito por iteração. Como o que se busca é a taxa interna de retorno e não a taxa mínima de atratividade adotada pelo investidor, o cálculo é facilmente efetuado pela calculadora HP-12C ou por planilhas eletrônicas.

Resolvendo pela HP-12C:

80000 CHS g CF_0

26200 g CF_j

28820 g CF_j

31702 g CF_j

34872 g CF_j

f IRR

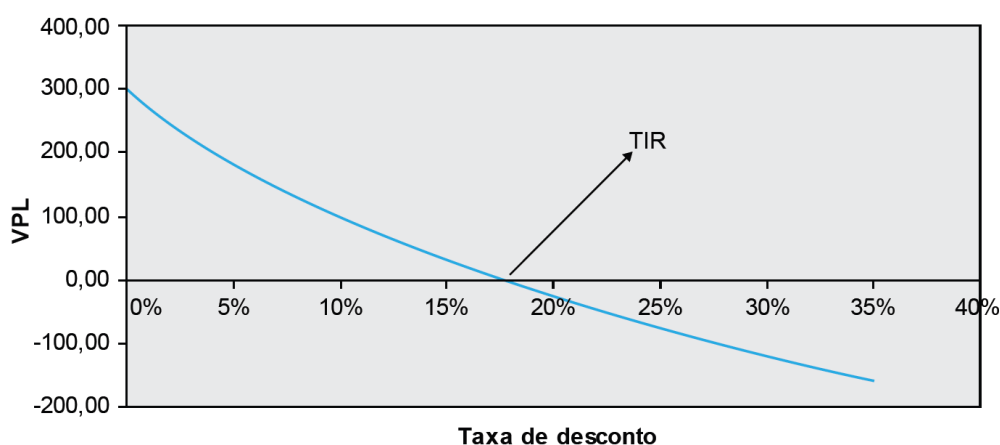
18,11 (resposta no visor)

A TIR do projeto de investimento analisado é de 18,11% e é maior que a taxa mínima de atratividade requerida pelo investidor.

Então, $TIR > TMA$ indica que o projeto é atrativo e o investimento deve ser realizado.

Pode-se visualizar em um gráfico o que ocorre com TIR em relação ao VPL:

Figura 26 – Representação gráfica VPL x TIR



Fonte: Autor (2011), adaptado de (FERREIRA; ATTADIA; SPINELLI, 2011, p. 141).

3.10.3 Método dos Tempos de Retorno ou Payback

Esse método consiste na determinação do tempo necessário para que o valor do investimento seja recuperado por meio dos fluxos de caixa promovidos pelo investimento, isto é, os fluxos de caixa projetados. Há duas abordagens para o método: o *payback* simples e o *payback* descontado (FERREIRA; ATTADIA; SPINELLI, 2011, p. 130).

3.10.3.1 *Payback Simples*

Esse método estima qual é o prazo necessário para a recuperação do investimento através da soma dos fluxos de caixa gerados pelo investimento até a igualdade com o investimento inicial.

O critério de aceitação ou rejeição do projeto é a confrontação do *payback* obtido com o período limite estabelecido pela empresa.

3.10.3.1.1 Exemplo da aplicação do método *Payback Simples*

Foi apresentado a um investidor a possibilidade de investir em dois projetos com as seguintes características:

Tabela 17 – Projeto de investimento pelo método *payback simples*

Projeto	Investimento inicial R\$	Fluxos de caixa projetados (R\$)				
		Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
A	- 600.000,00	300.000,00	250.000,00	100.000,00	100.000,00	150.000,00
B	- 600.000,00	150.000,00	200.000,00	250.000,00	200.000,00	100.000,00

Fonte: Autor (2011).

Calcular o *payback simples* de dois projetos de investimento considerando que o prazo máximo aceitável pelo investidor para a sua recuperação é de três anos.

Projeto A:

$$\text{Payback A} = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n \quad (110)$$

onde,

E = entradas do fluxo de caixa.

Então,

$$\text{Payback A} = 300000 + 250000 + \frac{100000}{2} = 600.000$$

Payback A = 2,5 anos.

Outra maneira de resolver é montando uma tabela para controle do saldo do investimento até que este seja zero.

Projeto A:

Tabela 18 – Aplicação do *payback simples* ao projeto A

Ano	Fluxo de caixa projetado	Saldo
0	(600.000)	(600.000)
1	300.000	(300.000)
2	250.000	(50.000)
3	100.000	50.000
4	100.000	150.000
5	150.000	300.000

Fonte: Autor (2011).

$$\text{Payback Simples A} = 2 + \frac{50000}{100000} = 2,5 \text{ anos.}$$

Projeto B:

$$\text{Payback B} = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n \quad (111)$$

então,

$$\text{Payback B} = 150000 + 200000 + 250.000 = 600.000$$

Payback Simples B = 3 anos.

Projeto B:

Tabela 19 – Aplicação do *payback simples* ao projeto B

Ano	Fluxo de caixa projetado	Saldo
-----	--------------------------	-------

0	(600.000)	(600.000)
1	150.000	(450.000)
2	200.000	(250.000)
3	250.000	–
4	200.000	200.000
5	100.000	300.000

Fonte: Autor (2011).

Payback Simples B = 3 anos.

Como analisar:

Recomenda-se a aceitação do projeto que apresentar recuperação do capital investido em menor tempo, no caso, o Projeto A, 2,5 anos.

A crítica que se faz ao método *payback simples* é o perigo da não remuneração do capital investido, pois sua aplicação não considera o valor do dinheiro no tempo, mas apenas soma os fluxos de caixa até o valor do capital investido.

Para contornar essa situação demonstraremos outro método que considera a taxa de desconto ou taxa mínima de atratividade (TMA).

3.10.3.2 Payback Descontado

O cálculo pelo método *payback descontado* considera o custo do capital, portanto, requer seja estabelecido previamente a taxa mínima de atratividade e o tempo para a recuperação do capital. Seu cálculo é semelhante ao do *payback simples* bastando trazer os fluxos de caixa a valor presente. Para trazer um valor futuro a valor presente utiliza-se a fórmula já aprendida em matemática financeira:

$$PV = \frac{FV}{(1 + i)^n} \quad (112)$$

em que:

PV = valor presente.

FV = valor futuro.

i = taxa mínima de atratividade ou taxa de desconto

n = período de tempo (meses ou anos).

3.10.3.2.1 Exemplo da aplicação do método *Payback Descontado*

Vamos considerar o exemplo do item 3.8.1.1 adotando uma taxa de desconto de 10% a.a. e o tempo de recuperação do capital em 3 anos.

Projeto A:

Tabela 20 – Aplicação do método *payback descontado* ao projeto A

Ano	Fluxo de caixa projetado	Cálculo	Fluxo de caixa descontado (PV)	Saldo
0	(600.000)			
1	300.000	$\frac{300000}{(1 + 0,10)^1}$	272.727,27	(327.272,73)
2	250.000	$\frac{250000}{(1 + 0,10)^2}$	206.611,57	(120.661,16)
3	100.000	$\frac{100000}{(1 + 0,10)^3}$	75.131,48	(45.529,68)
4	100.000	$\frac{100000}{(1 + 0,10)^4}$	68.301,35	22.771,67
5	150.000	$\frac{150000}{(1 + 0,10)^5}$	93.138,20	115.909,87

Fonte: Autor (2011).

$$\text{Payback Descontado A} = 3 + \frac{45529,68}{68301,35} = 3,67 \text{ anos.}$$

Projeto B:

Tabela 21 – Aplicação do método *payback descontado* ao projeto B

Ano	Fluxo de caixa projetado	Cálculo	Fluxo de caixa descontado (PV)	Saldo
0	(600.000)			
1	150.000	$\frac{150000}{(1 + 0,10)^1}$	136.363,64	(463.636,36)

2	200.000	$\frac{200000}{(1 + 0,10)^2}$	165.289,26	(298.347,11)
3	250.000	$\frac{250000}{(1 + 0,10)^3}$	187.828,70	(110.518,41)
4	200.000	$\frac{200000}{(1 + 0,10)^4}$	136.602,69	26.084,28
5	100.000	$\frac{100000}{(1 + 0,10)^5}$	62.092,13	88.176,42

Fonte: Autor (2011).

$$\textit{Payback Descontado B} = 3 + \frac{110518,41}{136602,69} = 3,81 \text{ anos.}$$

Outra maneira de resolver é pela utilização da HP 12-C para cálculo do valor presente de todas os fluxos de caixa. Exemplo a ser aplicado para cada ano:

200000 CHS FV

4 n

10 i

PV

136.602,69 (resposta no visor)

Como analisar:

Payback < prazo máximo tolerável = Aceito!

Payback > prazo máximo tolerável = Rejeito!

Portanto,

Payback Descontado A: 3,67 anos > 3 anos estabelecidos = Rejeitado.

Payback Descontado B: 3,81 anos > 3 anos estabelecidos = Rejeitado.

Conclui-se que, a não consideração da taxa de desconto e do tempo de retorno como no caso do *Payback Simples* pode trazer sérios prejuízos à empresa, enquanto que a aplicação do *Payback Descontado* oferece resultados mais realistas dos projetos.

3.11 OUTROS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

3.11.1 Método residual

Este método é utilizado nos casos em que não há dados de transações de imóveis semelhantes. González lembra que quando é necessário avaliar um terreno situado em área extremamente urbanizada e não há informações suficientes de venda de terrenos livres, mas existem vendas de terrenos com construções, este método é útil (GONZALEZ, 2000, p.47).

Segundo o IBAPE/SP, caso se verifique a ausência de terrenos nus, admite-se o cálculo do preço do terreno através do critério residual, em que se assume o valor do terreno como a diferença entre o preço do imóvel e das benfeitorias, adotando o procedimento seguinte (IBAPE/SP, 2005, p. 22):

$$V_t = (V_o \times F_f) - V_b \quad (113)$$

onde,

V_t = preço do terreno

V_o = preço de oferta

F_f = fator de fonte

V_b = valor da benfeitoria

O preço do terreno é obtido a partir do preço total do imóvel, subtraindo-se deste os preços das construções existentes, que podem ter seus preços determinados por outros métodos, tais como o custo de reprodução.

Deve ser levada em consideração a idade da construção e o padrão construtivo.

Este método também é empregado quando a finalidade é a apuração dos preços das construções em si, feita então pela subtração do preço do terreno do preço total do imóvel, nos mesmos moldes.

3.11.1.1 Exemplo de aplicação do método residual

Avaliar um terreno medindo 360,00 m² e localizado em área urbanizada onde não há, no momento e em períodos próximos, ofertas de imóveis semelhantes, mas encontra-se à venda uma residência em alvenaria com as seguintes características:

- Área construída 100,00 m²;
- Idade aparente da construção é de 20 anos;
- Padrão da construção é normal;
- Terreno onde está construída com área de 480,00 m²;
- Preço de oferta para venda do imóvel é de R\$ 300.000,00;
- Fator de fonte é de 0,90;
- Preço do CUB para padrão residencial normal é de R\$ 1216,17/m²;
- Fator de depreciação do imóvel pelo método de Ross-Heidecke é 0,88.

$$V_t = (V_o \times F_f) - V_b$$

$$V_t = (300000,00 \times 0,90) - 100,00 \times 1216,17 \times 0,88$$

$$V_t = 270000,00 - 107022,96$$

$$\mathbf{V_t = R\$ 162.977,04}$$

3.11.2 Método da Rentabilidade – Arbitramento de Aluguéis

É opinião corrente que, nas ações revisionais de aluguel, a jurisprudência predominante consagrou o Método da Rentabilidade, no qual o aluguel representa uma justa taxa de retorno do capital posto à disposição pelo locador.

3.11.2.1 O Modelo de Mandelblatt

Mandelblatt³⁰ (apud ABUNAHMAN, 2002, p. 149) elaborou um modelo matemático bem simples para encontrar o preço de imóveis urbanos, cuja aplicação é consagrada para apartamentos podendo, com o emprego dos devidos parâmetros cabíveis, ser também utilizado para o cálculo de lojas e salas comerciais. Segundo

³⁰ Milton Jacob Mandelblatt, engenheiro.

Abunahman, “este modelo está aprovado em todo o país através de inúmeros julgados e aplicação pelos avaliadores.”

O modelo parte das seguintes relações para chegar à fórmula proposta:

$$a) \quad V_i = V_{in} - V_{cn} \times d \quad (114)$$

onde,

V_i = preço do imóvel, no estado em que se encontra.

V_{in} = preço do imóvel, se fosse novo.

V_{cn} = preço da construção, se fosse nova.

d = fator de depreciação, obtido pelo Critério de ROSS-HEIDECKE.

$$b) \quad V_{in} = V_{ct} + V_{cn} \times K \quad (115)$$

onde,

V_{ct} = preço da quota de terreno correspondente ao imóvel.

K = coeficiente de mercado, correspondente à relação entre o preço de mercado do imóvel e seu valor “nominal”, isto é, o custo total real, incluídos os custos financeiros, BDI, impostos, taxas, lucros previstos, etc. Em uma condição de economia estável o “valor nominal” corresponderia ao preço de mercado e “ K ” seria igual a 1, mas em condições de instabilidade da economia este coeficiente pode ser maior ou menor que 1 em função da localização e características do imóvel ou das condições do mercado local.

Abunahman ressalta que, “em síntese, “ K ” será um fator indicativo se o mercado é “comprador” ($K > 1$) ou “vendedor” ($K < 1$) e, na prática, deverá situar-se entre 0,85 e 1,15, em se tratando de imóveis residenciais.” (ABUNAHMAN, 2002, p. 150)

$$c) \quad V_{ct} = r \times V_{in} \quad (116)$$

onde,

r = relação percentual entre o preço da quota de terreno e o preço do imóvel novo, obtido por pesquisa de mercado para cada bairro ou região do município.

$$d) \quad V_{cn} = A \times C \quad (117)$$

em que,

A = área construída equivalente do imóvel.

No tocante ao valor de “ A ”, Abunahman observa que “no caso de apartamento deverá ser considerada a área útil mais o percentual pertinente às paredes (15%) e, dotado de garagem, a área equivalente desta (12,50 m²)” (ABUNAHMAN, 2002, p. 150).

C = custo unitário da construção (CUB) consoante o SINDUSCON, acrescido do percentual referente aos custos indiretos (35% a 65%).

Substituindo os valores dos itens “ c ” e “ d ” em “ b ”, temos:

$$V_{in} = (r \times V_{in} + A \times C) \times K$$

$$V_{in} - rV_{in}K = A \times C \times K$$

$$V_{in}(-rK) = A \times C \times K$$

$$e) \quad V_{in} = \frac{A \times C \times K}{1 - R \times K} \quad (118)$$

Levando o item “ e ” e “ d ” na expressão do item “ a ”, tem-se:

$$V_i = \frac{A \times C \times K}{1 - R \times K} - A \times C \times d \quad (119)$$

Reduzindo ao mesmo denominador tem-se:

$$V_i = \frac{A \times C \times K - A \times C \times d(1 - r \times K)}{1 - r \times K} \quad (120)$$

Colocando em evidência os termos em AC, tem-se:

$$V_i = \frac{A \times C \times [K - d(1-r \times K)]}{1-r \times K} \quad (121)$$

que é a fórmula conhecida como **Modelo de Mandelblatt**.

Obtenção do justo valor do aluguel:

Uma vez obtido o preço do imóvel pela aplicação da fórmula de Mandelblatt, o preço justo do aluguel é obtido aplicando-se sobre o preço encontrado as taxas de rentabilidade aceitas que normalmente pela jurisprudência variam de 6% a 12%.

Exemplos:

1) Avaliação do justo preço de aluguel residencial

Pela aplicação da fórmula de Mandelblatt encontrou-se o preço de um apartamento residencial de 2 quartos em Curitiba, bairro Bigorrião, com área construída $A=88,00 \text{ m}^2$, custo unitário em novembro/2011 $C=993,75+40\%$ de custos indiretos, idade 30 anos, $K=1,10$, cota do terreno 0,25, como $V_i = 212.000,00$. Pedese calcular o justo preço do aluguel.

Para uma taxa de 6%a.a., $212.000,00 \times 0,06/12 = 1060,00$.

Tabelando fica:

Taxa (%)	Aluguel (R\$)
6%	1060,00
7%	1236,00
8%	1413,00
9%	1590,00
10%	1766,00
11%	1943,00
12%	2120,00

Considerando a variação usual dos aluguéis, poder-se-ia arbitrar o justo preço desta locação residencial em:

$A_L = \text{R\$ } 1.236,00$

2) Avaliação do justo preço de aluguel de imóvel comercial

a) Lojas de rua, em galerias e salas comerciais

Loja de rua e de galeria não se confunde com *Shopping Centers* cuja modalidade normalmente prevê um aluguel mínimo e/ou um aluguel percentual sobre as vendas, prevalecendo aquele que for maior.

As lojas de galerias, normalmente apresentam preço locatício inferior ao das lojas de frente para rua e o seu preço decresce à medida que se aproximam do fundo.

A determinação do preço locativo dessas lojas de rua e de galeria pode ser realizado pela aplicação da fórmula de Mandelblatt, já demonstrada.

$$V_i = \frac{A \times C \times [K - d(1-r \times K)]}{1-r \times K}$$

Como a jurisprudência aceita, no tocante à avaliação do justo preço do aluguel de imóvel comercial, a taxa de rentabilidade de 12%, basta aplicar esse percentual sobre o preço do imóvel obtido segundo aplicação da fórmula de Mandelblatt.

Abunahman ressalta que a atenção deve ser voltada para o parâmetro “r” (relação percentual entre o preço da quota de terreno e o preço do imóvel novo) e o fator de comercialização “K”, pois eles vão diferenciar o preço de uma loja de frente para a rua de uma no interior de uma galeria (ABUNAHMAN, 2002, p. 158).

3.11.3 Avaliação de aluguel em lojas de Shopping Centers

Como o aluguel de uma loja de *Shopping* envolve um novo componente, a quantificação do valor do **Fundo de Comércio**, que normalmente pertence ao empreendedor do *Shopping* e ao lojista (a este pelo período da duração do contrato), não é aplicável o Método da Rentabilidade através da fórmula de Mandelblatt. Segundo Abunahman, o método mais adequado é o **Método Comparativo** (ABUNAHMAN, 2002, p. 172).

O método comparativo já foi demonstrado anteriormente neste trabalho.

3.11.4 Avaliação de aluguel de Cinemas e Teatros

O método para cálculo do justo aluguel de um cinema ou teatro normalmente é calculado com base no número de poltronas e o preço líquido dos ingressos.

3.11.4.1 Modelo de Gomes Jr.

No livro *Engenharia Legal e de Avaliações*, Abunahman traz a fórmula desenvolvida por Gomes Jr.³¹ (apud ABUNAHMAN, 2002, p. 116) para obtenção do justo aluguel e que, por sua muita aceitação pelos Tribunais, tem sua fidelidade comprovada. Assim está descrita:

$$A_L = N \times P \times n \times 0,05 \quad (122)$$

em que,

A_L = aluguel mensal.

N = número de poltronas para o público.

P = preço líquido do ingresso (sem impostos)

n = número mensal de sessões ou espetáculos.

Abunahman indica que “o fator 0,05 representa o produto do percentual de 25% correspondentes à remuneração do locador e/ou empresário pelo percentual habitual de lotação média de 20% da sala aproximadamente ($0,05 = 0,25 \times 0,20$).” (ABUNAHMAN, 2002, p. 116)

A avaliação se processa sendo fornecido ao avaliador os comprovantes de ingressos vendidos nos 12 meses que antecedem a avaliação para compensação dos picos ocasionados em dias e meses de atípicos.

3.11.5 Avaliação de aluguel de Hotéis e Motéis:

³¹ Francisco Alves Gomes Jr., arquiteto.

O método para cálculo do justo aluguel de Hotéis e Motéis é baseada no modelo de Gomes Jr.

3.11.5.1 Modelo de Guimarães Neto

Guimarães Neto³² (apud ABUNAHMAN, 2002, p. 117), baseando-se na fórmula de Gomes Jr., deduziu o seu modelo para aplicação em hotéis e motéis, introduzindo na equação dois fatores que se referem à rotatividade e à área efetiva utilizada pelo hóspede em relação à área equivalente de construção do hotel conforme a NB-140 e que será sempre inferior à unidade. A fórmula é assim representada:

$$A_L = N \times P \times F \times d \times r \times T \times R_p \quad (123)$$

onde,

A_L = aluguel mensal do imóvel.

N = número de apartamentos do hotel.

P = preço médio das diárias na data da avaliação ou do mês em referência.

F = fração da área rentável, representada pelo quociente entre a área efetivamente utilizada pelo hóspede e a área total construída (área geradora de renda).

d = 30 (número de dias de utilização no mês).

r = rotatividade média de cada apartamento (no caso de hotéis = 1).

T = taxa de ocupação média no período de 12 meses anterior à avaliação (no caso de motéis = 1).

R_p = remuneração do investidor (entre 35% e 55%).

Segundo Abunahman, deve ser levado em consideração no cálculo:

No cálculo da área geradora de renda são excluídas aquelas não utilizadas pelo hóspede, como por exemplo: a área da recepção onde ficam os funcionários e administração, a cozinha, vestiários e refeitório de funcionários, corredores de acesso aos apartamentos, vãos de elevadores, etc.

³² Celso Aprígio Guimarães Neto, engenheiro.

A experiência demonstra que quanto maior e mais luxuoso for o hotel menor será a fração de área rentável, situando-se para os grandes hotéis de “5 estrelas” na ordem de 50%, em geral (ABUNAHMAN, 2002, p. 118).

No caso de motéis, considera-se o seguinte:

No caso de motéis, aplica-se o mesmo raciocínio, variando-se a rotatividade, em geral na ordem de 100% a 200% (1 e 2) representadas pelo número de vezes de ingresso por cada apartamento/dia. A taxa de ocupação “T” será representada, então, pela unidade.

Geralmente, nos motéis, pelas suas configurações arquitetônicas, o “F” (coeficiente rentável) é maior do que os dos hotéis de quatro e cinco estrelas, visto que as garagens pertinentes a cada apartamento são consideradas como área de efetiva utilização pelo hóspede e as áreas de acesso limitam-se às áreas de rolamento de veículos. (ABUNAHMAN, 2002, p. 118)

3.11.6 Avaliação do aluguel de Postos de Serviço

A avaliação de Postos de Serviços envolvem além das construções, também a avaliação de equipamentos e máquinas tais como bombas, compressores, elevadores, tanques, e outros.

3.11.6.1 Modelo de Abunahman

A fórmula apresentada por Abunahman é assim representada:

$$A_L = \frac{i \times (V_g \times P_g \times L_g + V_{al} \times P_{al} \times L_{al} + V_d \times P_d \times L_d)}{12} \times K \quad (124)$$

em que,

A_L = preço do aluguel mensal.

i = taxa de rentabilidade igual a 9% (0,09) se a locação incidir sobre o terreno nu (benfeitorias e equipamentos foram edificados pelo locatário ou pela distribuidora dona da bandeira) e 12% (0,12) se a locação incidir sobre todo o imóvel (terreno, benfeitorias e equipamentos de propriedade do locador).

V_g = volume de gasolina (em litros) vendido no período de 12 meses anteriores à avaliação ou início do contrato renovando.

P_g = preço do litro de gasolina à data da renovação ou da avaliação.

L_g = lucro bruto do empresário dono do negócio incidente sobre a gasolina, em porcentagem por litro (%/l).

V_{al} = volume de álcool (em litros) vendido no período de 12 meses anteriores à avaliação ou início do contrato renovando.

P_{al} = preço do litro de álcool à data da renovação ou da avaliação.

L_{al} = lucro bruto do empresário dono do negócio incidente sobre o álcool, em porcentagem por litro (%/l)

V_d = volume de *diesel* (em litros) vendido no período de 12 meses anteriores à avaliação ou início do contrato renovando.

P_d = preço do litro de *diesel* à data da renovação ou da avaliação.

L_d = lucro bruto do empresário dono do negócio incidente sobre o *diesel*, em porcentagem por litro (% / l).

K = coeficiente relativo ao número de boxes de lavagem (n) ou edificações de negócios paralelos (borracheiros, mini-mercado, lojas de conveniência, etc.)

$$K = \frac{n}{2} + 1 \quad (125)$$

Se,

$$n = 0 \Rightarrow K=1$$

e assim por diante.

3.11.7 Avaliação de aluguel de Estacionamentos

A lógica adotada para avaliar o aluguel de Estacionamentos é a mesma aplicada para avaliar os aluguéis de cinemas e teatros. Segundo Maia Neto (MAIA NETO, 1992, p. 113) pode ser representada assim:

$$A_L = n \times d \times p \times k \times i \quad (126)$$

em que,

A_L = preço do aluguel mensal.

n = número de vagas disponíveis (pode-se adotar 1 vaga x 15,00 m²).

d = número de dias de ocupação por mês.

p = diária líquida cobrada ou obtida pela soma de horários.

k = ocupação média diária.

i = taxa de remuneração do investidor (usualmente entre 0,20 e 0,30).

4 APLICAÇÃO DE TRATAMENTO CIENTÍFICO SOBRE BASE DE DADOS

A norma vigente define que o tratamento científico é o tratamento de evidências empíricas pelo uso de metodologia científica que leve à indução de modelo validado para o comportamento do mercado. Com base em amostra extraída do mercado, os parâmetros populacionais são estimados por inferência estatística pelo uso da técnica de análise de regressão, ou por outras, como regressão espacial, análise envoltória de dados e redes neurais artificiais (ABNT, 2001, p. 15).

Este trabalho se ocupará da análise de regressão, as demais técnicas científicas não serão objeto de suas tratativas.

A utilização da técnica de análise de regressão requer conhecimentos estatísticos, sobretudo a estatística inferencial ou indutiva, além de um pesado trabalho de cálculo para atender os pressupostos de confiabilidade do modelo.

Hoje há disponibilidade de inúmeras ferramentas de auxílio para o trabalho calculatório como, planilhas eletrônicas do tipo EXCEL; aplicativos como o XLS5; *softwares* específicos como TS-SISREG, SISVAR, AVALURB, AVALIRURAL; e *softwares* estatísticos como ACTION, R e STATA.

Para as aplicações apresentadas neste trabalho utilizaremos as ferramentas EXCEL e STATA.

4.1 PRINCÍPIOS DE AVALIAÇÃO UTILIZANDO MÉTODO CIENTÍFICO

O que se pretende na avaliação é explicar através de um modelo matemático o comportamento do mercado que se está analisando com base nos dados nele levantados.

Deve-se levar em conta que qualquer modelo é uma representação simplificada do mercado, uma vez que não considera todas as suas informações e, portanto, precisam ser tomados cuidados científicos na sua elaboração, desde a preparação da pesquisa, o trabalho de campo, até o exame final dos resultados.

No método comparativo busca-se um valor representativo para a população de imóveis semelhantes àquele que se pretende avaliar. A população geralmente é inacessível na sua totalidade, por isso utiliza-se uma amostra, cujo valor médio fornece estimativas do valor médio populacional.

É evidente que, quanto mais homogênea for a população investigada, mais homogênea será a amostra, sendo provável que esta contenha dados com valores próximos à média aritmética. Preços homogêneos indicam que deve existir poucos atributos que influenciam na formação dos preços.

No método comparativo, portanto, a amostra deve ser representativa de forma a permitir construir um modelo capaz de estimar o valor médio populacional e prever o preço médio do imóvel avaliando.

O conceito da NBR 14.653-1:

Modelo: Representação técnica da realidade.

Modelo de regressão: Modelo utilizado para representar determinado fenômeno, com base numa amostra, considerando-se as diversas características influenciadoras (ABNT, 2001, p. 4-5).

4.1.1 Inferência estatística

Dá-se o nome de **Inferência Estatística** ao conjunto de técnicas e procedimentos que possibilitam ao avaliador um grau de confiança nas afirmações que faz para a população, baseadas nos resultados da amostra levantada (MORETTIN, 2005, p. 39).

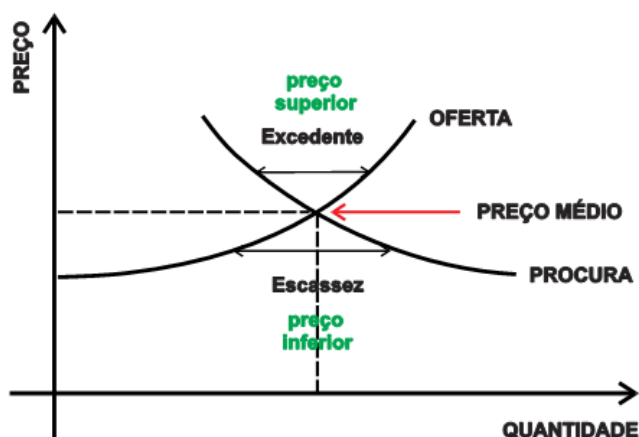
O modelo matemático resultante da aplicação de técnicas estatísticas sobre uma amostra pode representar o segmento de mercado no qual o bem avaliando está inserido.

Na prática, o processo de inferência consiste em investigar a forma e o grau das relações entre as observações colhidas em amostras, que se supõem estarem interligadas de alguma maneira e, a partir delas, construir modelos.

O modelo escolhido deve satisfazer os pressupostos básicos e determinado por um conjunto de testes de hipóteses e, dentro de intervalos de confiança, conferir validade às previsões das probabilidades estabelecidas (OLIVEIRA, 2004, p. 31).

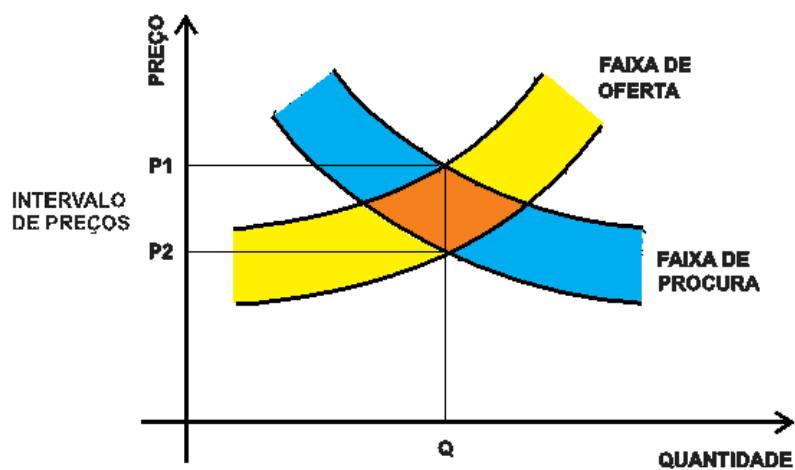
Como qualquer conclusão extraída de uma amostragem vem acompanhada de certo grau de risco ou incerteza, há de se ter a visão de que ela não é determinística, mas sim probabilística, como se ilustra nas figuras abaixo:

Figura 27 – A visão determinística



Fonte: Autor (2011). Adaptado de (FERRARI NETO, et al., 2007).

Figura 28 – A visão probabilística ou estocástica



Fonte: Autor (2011). Adaptado de (FERRARI NETO, et al., 2007).

4.1.1.1 Análise de regressão

A técnica mais utilizada para estudar o comportamento de uma variável dependente em relação a outras que são responsáveis pela variabilidade observada nos preços é a chamada **análise de regressão**.

O termo **regressão** foi introduzido por Francis Galton³³, criador da Lei de Regressão Universal. Hoje, sua interpretação é entendida quanto à sua função e objetivo como:

A análise de regressão ocupa-se do estudo da dependência de uma variável, a *variável dependente*, em relação a uma ou mais variáveis, as *variáveis explicativas*, com o objetivo de estimar e/ou prever a média (da população) ou o valor médio da dependente em termos dos valores conhecidos ou fixos (em amostragem repetida) das explicativas. (GUJARATI, 2011, p. 39).

A NBR 14.653-2 apresenta algumas definições para as variáveis:

variáveis independentes: variáveis que dão conteúdo lógico à formação à variação dos preços de mercado coletados na amostra.

variáveis qualitativas: variáveis que não podem ser medidas ou contadas, mas apenas ordenadas ou hierarquizadas, de acordo com atributos inerentes ao bem.

variáveis quantitativas: variáveis que podem ser medidas ou contadas.

variável dependente: variável cujo comportamento se pretende explicar pelas variáveis independentes.

variável dicotômica: variável que assume apenas duas posições (as variáveis dicotômicas são conhecidas na literatura como variáveis binárias, “*dummies*”, “de estado”, “zero-um” e outros termos).

variável *proxy*: variável utilizada para substituir outra de difícil mensuração e que se presume guardar com ela relação de pertinência, obtida por meio de indicadores publicados ou inferidos em outros estudos de mercado. (ABNT, 2011, p. 8)

Especificação das variáveis:

Para a especificação correta da variável dependente, é necessária uma investigação no mercado em relação à sua conduta e às formas de expressão dos preços (por exemplo, preço total ou unitário, moeda de referência, formas de pagamento), bem como observar a homogeneidade nas unidades de medida.

As variáveis independentes referem-se às características físicas (por exemplo: área, frente), de localização (como bairro, logradouro, distância a

³³ Francis Galton, (1822 -1911), foi um antropólogo, meteorologista, matemático e estatístico inglês. Intellecto prolífero (um QI estimado de 200) produziu mais de 340 artigos e livros em toda sua vida. Criou o conceito estatístico de correlação, a amplamente promovida *regressão em direção à média* e foi o primeiro a aplicar métodos estatísticos para o estudo das diferenças e herança humanas de inteligência (SALGADO-NETO, Geraldo. Revista de Ciências Humanas - Florianópolis - Volume 45, Número 1 - p. 223-239 - Abril de 2011).

pólo de influência, entre outros) e econômicas (como oferta ou transação, época e condição do negócio – à vista ou a prazo). As variáveis devem ser escolhidas com base em teorias existentes, conhecimentos adquiridos, senso comum e outros atributos que se revelem importantes no decorrer dos trabalhos, pois algumas variáveis consideradas no planejamento da pesquisa podem se mostrar pouco relevantes na explicação do comportamento da variável explicada e vice-versa.

Sempre que possível, recomenda-se a adoção de variáveis quantitativas. As diferenças qualitativas das características dos imóveis podem ser especificadas na seguinte ordem de prioridade:

- a) por meio de codificação, com o emprego de variáveis dicotômicas quantas forem necessárias, especialmente quando a quantidade de dados for abundante e puderem ser preservados os graus de liberdade necessários à modelagem estatística definidos nesta Norma (por exemplo: aplicação de condições booleanas do tipo “maior do que” ou “menor do que”, “sim” ou “não”);
- b) pelo emprego de variáveis proxy por exemplo:
 - custos unitários básicos de entidades setoriais para expressar padrão construtivo;
 - índice fiscal, índice de desenvolvimento humano, renda média do chefe de domicílio, níveis de renda da população para expressar localização;
 - coeficientes de depreciação para expressar estado de conservação das benfeitorias;
 - valores unitários de lojas em locação para expressar a localização na avaliação de lojas para venda;
- c) por meio de códigos ajustados, quando seus valores são extraídos de amostra com a utilização dos coeficientes de variáveis dicotômicas que representem cada uma das características. O modelo intermediário gerador dos códigos deve constar no laudo de avaliação (ver A.7);
- d) por meio de códigos alocados construídos de acordo com A.6. (ABNT, 2011, p. 13-14)

No modelo linear para representar o mercado, a variável dependente é expressa por uma combinação linear, em escalas original ou transformada, das variáveis independentes e suas respectivas estimativas dos parâmetros populacionais, acrescidas do erro aleatório (estocástico) oriundo da imprecisão da teoria aplicada, que faz com que o erro ou perturbação seja usado como o substituto de todas as variáveis omitidas no modelo. Além disso, isso ocorre pela indisponibilidade de dados, pela ausência de variáveis periféricas ou não essenciais; pela causalidade do comportamento humano como habilidades diversas de negociação, desejos, necessidades, compulsões, caprichos e ansiedades. Também ocorre por diferenças de poder aquisitivo ou diferenças culturais, e pela existência de

erros de medição que implicam na estimativa dos coeficientes de regressão, na utilização de variáveis explicativas em demasia e ou pelo desconhecimento da relação funcional entre os parâmetros regredido e regressando (GUJARATI, 2000, p. 28-30).

Na modelagem do sistema, devem ser expostas as hipóteses relativas aos comportamentos das variáveis dependentes e independentes, com base no conhecimento que o avaliador tem a respeito do mercado, quando serão formuladas as hipóteses, nula e alternativa, para cada parâmetro (ABNT, 2011, p. 34).

Gujarati traz, na 5ª edição (2011) de seu renomado livro *Econometria Básica*, que o modelo clássico de regressão linear com utilização do método dos mínimos quadrados, formula 10 hipóteses para a realização da inferência estatística sobre a variável dependente “Y” (GUJARATI, 2011, p. 84-90, 119, 206, 325):

Hipótese 1: **Modelo de regressão linear.** O modelo de regressão é linear nos parâmetros, embora possa não ser linear nas variáveis.

Hipótese 2: **Valores de X são fixos ou independentes do termo de erro.** Os valores assumidos pelo regressor X podem ser fixos (caso do regressor fixo) em amostras repetidas ou os seus valores podem mudar de acordo com a variável dependente Y (no caso do regressor estocástico). Neste último caso, $cov(X_i, u_i) = 0$.

Hipótese 3: **Valor médio do termo de erro u_i é zero.** Dado o valor de X_i , o valor médio ou esperado do termo de erro aleatório u_i é zero. Implica em correta especificação do modelo (GUJARATI, 2011, p. 86).

Hipótese 4: **Homocedasticidade ou variância constante de u_i .** A variância do termo de erro é a mesma independentemente do valor de X. Isto é, $var(u_i) = \sigma^2$.

Hipótese 5: **Não há autocorrelação entre os termos de erro.** Dados quaisquer dois valores de X, X_i e X_j ($i \neq j$) a correlação entre quaisquer dois u_i e u_j é zero.

Hipótese 6: **O número de observações n deve ser maior que o número de parâmetros a serem estimados.** Alternativamente, o número de observações n deve ser maior que o número de variáveis explicativas.

Hipótese 7: **Variabilidade dos valores de X.** Os valores X em uma amostra não devem ser os mesmos. Tecnicamente, $var(X)$ deve ser um número positivo. Além disso, não pode haver valores extremos (*outliers*) da variável X, isto é, valores muito grandes ou discrepantes em relação ao resto das observações.

Hipótese 8: **Não existe colinearidade entre as variáveis X.** Ou seja, não existe relações lineares perfeitas entre as variáveis explicativas.

Hipótese 9: **O modelo de regressão está corretamente especificado.** Alternativamente, não deve haver nenhum viés ou erro de especificação no modelo usado na análise empírica.

Hipótese 10: **O termo estocástico (de erro) u_i , é distribuído normalmente.** Ou seja, $u_i \sim N(0, \sigma^2)$, significa que o erro se distribui normalmente segundo os parâmetros da distribuição normal: a média e a variância.

Esse é o pano de fundo para o estudo e aplicação da análise de regressão.

4.1.1.1 Regressão linear simples

O principal objetivo na análise de regressão é estimar a função de regressão da população através da função de regressão da amostra. A equação que pretende explicar o comportamento do mercado imobiliário com base em sua população é:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i \quad (127)$$

em que,

Y_i = variável dependente ou variável resposta

X_i = variável independente ou explicativa

β_1 = intercepto ou estimador da regressão

β_2 = inclinação da reta ou estimador da regressão

u_i = erros ou desvios da estimativa

Como é inviável o levantamento de todos os dados de mercado da população, trabalha-se então com uma amostra dela, composta de n elementos através da qual, utilizando-se a inferência estatística, estimam-se os seus parâmetros representativos (DANTAS, 2005, p.126). A equação do modelo inferido é:

$$Y_i = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_i + \hat{u}_i \quad (128)$$

em que,

$\hat{\beta}_1$ = estimador de β_1

$\hat{\beta}_2$ = estimador de β_2 .

\hat{u}_i = estimador dos resíduos

A estimativa do valor médio de mercado é obtida pela equação:

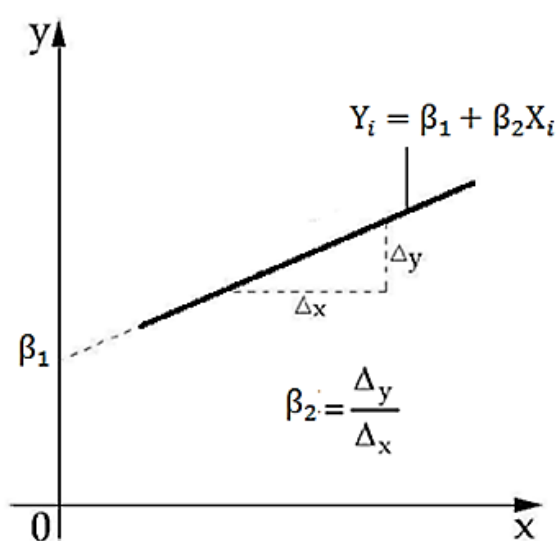
$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_i + \hat{u}_i \quad (129)$$

em que,

\hat{Y}_i = estimador de $E(Y|X)$, o valor médio estimado.

Pode-se representar a equação graficamente conforme na figura abaixo:

Figura 29 – Equação da reta

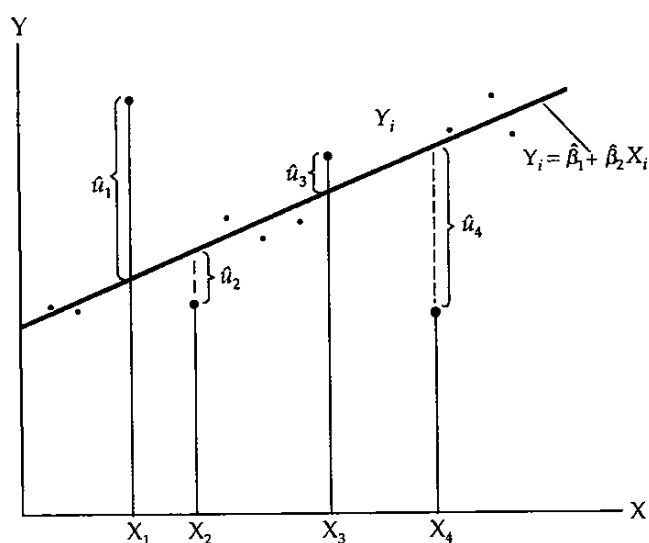


Fonte: Autor, adaptado de (MACIEL, 2010, p. 33)

O método utilizado com mais frequência para determinar as estimativas é o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Esse método é atribuído a Carl Friedrich Gauss³⁴, (GUJARATI, 2011, p. 78), e consiste em um processo de busca dos coeficientes que minimizam a soma dos quadrados dos resíduos ou erros. A figura abaixo o ilustra:

³⁴ Johann Carl Friedrich Gauss, (1777-1855), um matemático alemão. Conhecido como o *príncipe dos matemáticos*, muitos o consideram o maior gênio da história da matemática. (TENT, Margaret. *The Prince of Mathematics: Carl Friedrich Gauss*. [S.l.]: A K Peters, 2006).

Figura 30 – Ilustração do método dos mínimos quadrados ordinários



Fonte: (GUJRATI, 2011, p. 79)

A aplicação do método dos mínimos quadrados, considerando exemplificativamente duas variáveis (Y_1 , X_1), consiste em encontrar, a partir dos dados amostrais as estimativas para o coeficiente angular $\hat{\beta}_2$ (que define o aumento ou diminuição da variável Y_i por unidade de variação da variável X_i) e para o intercepto $\hat{\beta}_1$ (que define o ponto em que a reta corta o eixo das ordenadas), de modo que os erros (ou resíduos) sejam mínimos (MARQUES, 1994, p. 134; MOREIRA, 1994, p. 162; GUJARATI, 2011, p. 78-81, 209-210, 241; MACIEL, 2010, p. 35-36).

$$\text{mín.} \sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2 = \sum_{i=1}^n [Y_i - (\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_i)]^2 \quad (130)$$

Para minimização da equação 129 é necessário que as derivadas parciais em relação às constantes $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_2$ sejam nulas, logo:

$$\frac{\partial(\sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2)}{\partial \hat{\beta}_1} = 0 \quad \text{e} \quad \frac{\partial(\sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2)}{\partial \hat{\beta}_2} = 0 \quad (131)$$

Prosseguindo com a derivação tem-se:

$$\frac{\partial(\sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2)}{\partial \hat{\beta}_1} = -2 \sum [Y_i - (\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_i)] = 0 \quad (132)$$

$$\frac{\partial(\sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2)}{\partial \hat{\beta}_2} = -2 \sum [Y_i - (\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_i)] X_i = 0 \quad (133)$$

Simplificando as equações 131 e 132 obtém-se o sistema de equações normais:

$$\begin{cases} \sum Y_i = n\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \sum X_i \\ \sum X_i Y_i = \hat{\beta}_1 \sum X_i + \hat{\beta}_2 \sum X_i^2 \end{cases} \quad (134)$$

resolvendo, determina-se $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_2$.

Ou, avançando na simplificação algébrica, pode-se reduzi-las aos termos dos parâmetros procurados (OLIVEIRA, 2004, p. 69; MOREIRA, 1994, p. 162; GUJARATI, 2011, p. 80-81):

$$\hat{\beta}_2 = \frac{n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (135)$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} = \bar{Y} - \hat{\beta}_2 \bar{X} \quad (136)$$

Exemplo:

Determinar a equação de regressão linear para a seguinte amostra de terrenos:

Tabela 22 – Exemplo de aplicação do MQO

Observação	Testada m (X)	Preço R\$/m ² (Y)	X ²	XY	Y ²
1	8,00	50,00	64,00	400,00	2500,00
2	10,00	55,00	100,00	550,00	3025,00
3	10,00	60,00	100,00	600,00	3600,00
4	11,00	58,00	121,00	638,00	3364,00
5	13,00	75,00	169,00	975,00	5625,00
6	12,00	65,00	144,00	780,00	4225,00
7	12,00	70,00	144,00	840,00	4900,00
Somas	∑ X =76,00	∑ Y =433,00	842,00	4783,00	27239,00
Médias	10,86 \bar{X}	61,86 \bar{Y}	$\sum X^2$	$\sum XY$	$\sum Y^2$

Fonte: Autor (2011).

Utilizando o modelo normal, aplica-se o sistema formado pelas equações 133 em que se tem:

$$\begin{cases} 433 = 7\hat{\beta}_1 + 76\hat{\beta}_2 \\ 4783 = 76\hat{\beta}_1 + 842\hat{\beta}_2 \end{cases}$$

que resolvendo fornece:

$$\hat{\beta}_1 = 9,12 \quad \text{e} \quad \hat{\beta}_2 = 4,86$$

portanto, a equação de regressão linear estimada será:

$$\hat{Y} = 9,12 + 4,86 \times \text{testada}$$

Ou, aplicando as equações 134 e 135 tem-se:

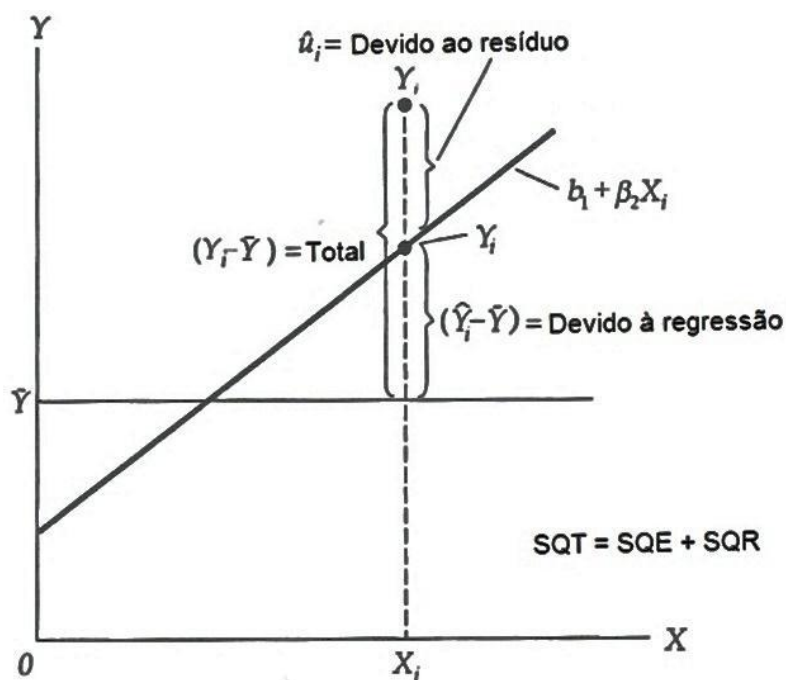
$$\hat{\beta}_2 = \frac{7(4783) - (76)(433)}{7(842) - (76)^2} = 4,86$$

$$\hat{\beta}_1 = 61,86 - 4,86 \times 10,86 = 9,12$$

Portanto,

$$\hat{Y} = 9,12 + 4,86 \times \text{testada}$$

Figura 31 – Representação gráfica dos erros ou desvios da estimativa



Fonte: (GUJARATI, 2011, p. 96)

4.1.1.2 Regressão múltipla

A regressão múltipla é baseada no modelo linear. Como as variáveis necessárias para explicar o valor de mercado procurado são diversas, como, por exemplo, área construída, padrão construtivo, localização, etc., o modelo resultante é o de uma regressão múltipla. Assim pode ser expressada:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_1 + \beta_3 X_2 + \dots + \beta_k X_k + u_i \quad (137)$$

em que,

u_i = erros da estimativa.

Uma vez que se define o modelo de regressão, podemos realizar as estimativas para o valor do imóvel. A equação fornece o valor médio de Y_i condicionado aos valores fixados de X_1, X_2, \dots, X_k . Para isso, são necessários alguns ajustamentos do modelo a fim de se obter resultados confiáveis.

4.1.2 Grau de fundamentação para utilização de modelos de regressão linear

A norma NBR 14.653-2 estabelece o grau de fundamentação mínimo para a utilização de modelos de regressão linear:

9.2.1 O grau de fundamentação, no caso de utilização de modelos de regressão linear, deve ser determinado conforme a Tabela 1, observando o descrito em 9.1 e 9.2. (ABNT, 2011, p. 21).

Tabela 1 – Grau de fundamentação no caso de utilização de modelos de regressão linear

Item	Descrição	Grau		
		III	II	I
1	Caracterização do imóvel avaliando	Completa quanto a todas as variáveis analisadas	Completa quanto às variáveis utilizadas no modelo	Adoção de situação paradigma
2	Quantidade mínima de dados de mercado efetivamente utilizados	6 (k+1), onde k é o número de variáveis independentes	4 (k+1), onde k é o número de variáveis independentes	3 (k+1), onde k é o número de variáveis independentes
3	Identificação dos dados de mercado	Apresentação de informações relativas a todos os dados e variáveis analisados na modelagem, com foto e características observadas no local pelo autor do laudo	Apresentação de informações relativas aos dados e variáveis analisados na modelagem	Apresentação de informações relativas aos dados e variáveis efetivamente utilizados no modelo
4	Extrapolação	Não admitida	Admitida para apenas uma variável, desde que: a) as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100% do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior	Admitida, desde que: a) as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100% do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior b) o valor estimado não ultrapasse 20%

Item	Descrição	Grau		
		III	II	I
			b) o valor estimado não ultrapasse 15% do valor calculado no limite da fronteira amostral, para a referida variável, em módulo	do valor calculado no limite da fronteira amostral, para as referidas variáveis, de <i>per si</i> e simultaneamente, em módulo
5	Nível de significância α (somatório do valor das duas caudas) máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal)	10%	20%	30%
6	Nível de significância máximo admitido nos demais testes estatísticos realizados	1%	2%	5%

Fonte: NBR 14.653-2:2011 (ABNT, 2011, p. 22-23)

9.2.1.1 Para atingir o Grau III, são obrigatórias:

- a) apresentação do laudo na modalidade completa;
- b) apresentação da análise do modelo no laudo de avaliação, com a verificação da coerência do comportamento da variação das variáveis em relação ao mercado, bem como suas elasticidades em torno do ponto de estimação;
- c) identificação completa dos endereços dos dados de mercado usados no modelo, bem como das fontes de informação;
- e) adoção da estimativa de tendência central.

9.2.1.2 É permitido ao engenheiro de avaliações fazer ajustes prévios nos atributos dos dados de mercado, sem prejuízo do grau de fundamentação, desde que devidamente justificados, em casos semelhantes aos seguintes:

- a) conversão de valores a prazo em valores à vista, com taxas de desconto praticadas no mercado na data de referência da avaliação;
- b) conversão de valores para a moeda nacional na data de referência da avaliação;
- c) conversão de áreas reais de construção em áreas equivalentes, desde que com base em coeficientes publicados (por exemplo, os da ABNT NBR 12721) ou inferidos no mercado;

d) incorporação de luvas ao aluguel, com a consideração do prazo remanescente do contrato e taxas de desconto praticadas no mercado financeiro.

9.2.1.3 É permitida a utilização de tratamento prévio dos preços observados, limitado a um único fator de homogeneização, desde que fundamentado conforme 8.2.1.4.2, sem prejuízo dos ajustes citados em 9.2.1.2 (por exemplo, aplicação do fator de fonte para a transformação de preços de oferta para as condições de transação).

9.2.1.4 Recomenda-se a não extrapolação de variáveis que presumivelmente explicariam a variação dos preços e que não foram contempladas no modelo, especialmente quando o campo de arbítrio não for suficiente para as compensações necessárias na estimativa de valor.

9.2.1.5 O engenheiro de avaliações deve analisar o modelo, com a verificação da coerência da variação das variáveis em relação ao mercado, bem como o exame de suas elasticidades em torno do ponto de estimação.

9.2.1.6 Para fins de enquadramento global do laudo em graus de fundamentação, devem ser considerados os seguintes critérios:

- a) na Tabela 1, identificam-se três campos (Graus III, II e I) e seis itens;
- b) o atendimento a cada exigência do Grau I terá um ponto; do Grau II, dois pontos; e do Grau III, três pontos;
- c) o enquadramento global do laudo quanto à fundamentação deve considerar a soma de pontos obtidos para o conjunto de itens, atendendo à Tabela 2.

9.2.1.6.1 No caso de amostras homogêneas, será adotada a Tabela 1, com as seguintes particularidades:

- a) serão admitidos os itens 3 e 4 apenas no Grau III, de forma a ficar caracterizada a homogeneidade;
- b) será atribuído o Grau III para os itens 5 e 6, por ser nulo o modelo de regressão.

Tabela 2 – Enquadramento do laudo segundo seu grau de fundamentação no caso de utilização de modelos de regressão linear

Graus	III	II	I
Pontos mínimos	16	10	6
Itens obrigatórios	2, 4, 5 e 6 no Grau III e os demais no mínimo no Grau II	2, 4, 5 e 6 no mínimo no Grau II e os demais no mínimo no Grau I	Todos, no mínimo no grau I

Fonte: NBR 14.653-2:2011 (ABNT, 2011, p. 24)

4.1.3 Procedimentos para a utilização de modelos de regressão linear

Seguindo o exemplo do que é demonstrado em toda a literatura especializada em análise de regressão³⁵, que se faz necessária a observação das hipóteses de validação do modelo de regressão linear gaussiano ou padrão, o Anexo A da norma NBR 14.653-2 (ABNT, 2011, p. 34-36) recomenda também a aplicação de alguns pressupostos básicos para se obter avaliações não-tendenciosas, eficientes e consistentes.

4.1.3.1 Pressupostos básicos da regressão

Para melhor compreensão e para a correta aplicação do modelo de regressão linear normal trazido pela literatura especializada e pela ABNT, faz-se aqui um quadro comparativo das recomendações destas fontes:

³⁵ Por exemplo, *Econometria Básica* de Damodar N. Gujarati, já referida.

Quadro 3 – Comparação das hipóteses / pressupostos de validação do MCRLN

NÚMERO HIPÓTESE / PRESSUPOSTO	HIPÓTESE DO MCRLN PARA ESTIMATIVA PELO MQO SEGUNDO OS PRINCÍPIOS ESTATÍSTICOS	PRESSUPOSTOS DA ABNT NBR 14653-2:2011	TESTES RECOMENDADOS	
			PRINCÍPIOS ESTATÍSTICOS	ABNT
1	Modelo de regressão é linear	Linearidade	<ul style="list-style-type: none"> – Gráfico valores observados <i>versus</i> variável independente – Gráfico de resíduos <i>versus</i> variável independente – Teste de Tukey – Transformação de Box e Cox – Teste nlcheck no STATA 	<ul style="list-style-type: none"> – Gráfico Y x X em escala original; – Transformação de Box e Cox
2	Valores de X são fixos (não estocásticos) ou se aleatórios, independentes do termo de erro		<ul style="list-style-type: none"> – Esse pressuposto significa que a regressão é uma análise condicionada aos valores das variáveis explicativas obtidas no processo de amostragem. – É uma qualidade esperada da amostra que vai depender do seu comportamento e do processo de amostragem 	
3	Valor médio do termo de erro é zero (erro de especificação)		<ul style="list-style-type: none"> – Essa hipótese é decorrente do método, que gera sempre o valor médio do termo de erro igual a zero. 	
4	Homocedasticidade ou variância constante dos erros	Homocedasticidade	<ul style="list-style-type: none"> – Gráfico dos resíduos <i>versus</i> valores ajustados – Testes de Park (estat imtest no STATA), – Teste de White (estat imtest no STATA), – Teste de Glejser – Teste de correlação por ordem de Spearman – Teste de Goldfeld-Quandt – Teste de Breusch-Pagan (estat hetttest no STATA) 	<ul style="list-style-type: none"> – Gráfico dos resíduos <i>versus</i> valores ajustados – Testes de Park e de White

NÚMERO HIPÓTESE / PRESSUPOSTO	HIPÓTESE DO MCRLN PARA ESTIMATIVA PELO MQO SEGUNDO OS PRINCÍPIOS ESTATÍSTICOS	PRESSUPOSTOS DA ABNT NBR 14653-2:2011	TESTES RECOMENDADOS	
			PRINCÍPIOS ESTATÍSTICOS	ABNT
			– Teste de Koenker-Bassett (KB)	
5	Não há autocorrelação entre os termos de erro	Autocorrelação	– Gráfico dos resíduos padronizados <i>versus</i> valores ajustados – Teste de Geary (teste das carreiras) – Teste de Durbin-Watson – Teste de Breusch-Godfrey (BG) também conhecido como teste LM	– Gráfico dos resíduos padronizados <i>versus</i> valores ajustados – Teste de Durbin-Watson
6	O número de observações n deve ser maior que o número de parâmetros a serem estimados (micronumerosidade)	Micronumerosidade	– Isso é uma questão de "feeling" do pesquisador, se ele respeita questões como normalidade, questões de micronumerosidade são "automáticas" pois não se pode ter uma amostra muito pequena composta por um grande número de variáveis. O próprio método MQO não admite esse tipo de comportamento;	– Critério estabelecido: $n \geq 3(k+1)$; para $n \leq 30$, $n_i \geq 3$ para $30 < n \leq 100$, $n_i \geq 10\% n$; e para $n > 100$, $n_i \geq 10$ k = número de variáveis independentes, e n_i = número de dados de mesma característica
7	Variabilidade suficiente dos valores de X	Outliers	– Gráfico dos resíduos <i>versus</i> cada variável independente, – Gráfico resíduos <i>versus</i> valores ajustados – Gráfico de Box; – Teste de Chauvenet; – Teste de Dixon; – Teste de Grubbs; – Teste de Cook; – Z-scores; – Esse pressuposto quer dizer que os valores das variáveis explicativas devem variar para viabilizar o cálculo de regressão.	– Gráfico dos resíduos <i>versus</i> cada variável independente, – Gráfico resíduos <i>versus</i> valores ajustados – Estatística de Cook – Distância de Mahalanobis
8	Não existe colinearidade entre as variáveis X	Colinearidade e multicolinearidade	– Diagrama de dispersão das variáveis; – Testes vif e collin no STATA	– Analisar a matriz das correlações (atenção especial para resultados superiores a 0,80)

NÚMERO HIPÓTESE / PRESSUPOSTO	HIPÓTESE DO MCRLN PARA ESTIMATIVA PELO MQO SEGUNDO OS PRINCÍPIOS ESTATÍSTICOS	PRESSUPOSTOS DA ABNT NBR 14653-2:2011	TESTES RECOMENDADOS	
			PRINCÍPIOS ESTATÍSTICOS	ABNT
				– Regressões auxiliares
9	O modelo de regressão está corretamente especificado	Especificação do modelo	– Teste reset no STATA – Teste de Ramsey ou estat ovtest no STATA	
10	O termo estocástico (de erro) u_i é distribuído normalmente	Normalidade	– Histograma dos resíduos – Gráfico de probabilidade normal – Teste A^2 de Anderson-Darling – Teste de Kolmogorov-Smirnov – Teste de normalidade Lilliefors – Teste de Jarque-Bera – Teste de Shapiro-Wilk (swilk no STATA) – Teste IQR (iqr no STATA)	– Histograma dos resíduos – Gráfico de resíduos padronizados <i>versus</i> valores ajustados, – Comparação da frequência relativa dos resíduos [-1;+1], [-1,64;+1,64] e [-1,96;+1,96] – Gráfico dos resíduos ordenados padronizados <i>versus</i> quantis – Testes: Qui-quadrado, Kolmogorov-Smirnov ajustado por Stephens e o de Jarque-Bera
11	Endogeneidade (equações simultâneas)		– Teste de Whu-Hausman	
<p>MCRLN: Modelo Clássico de Regressão Linear Normal. MQO: Método dos Mínimos Quadrados Ordinários. ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas. STATA: <i>Data Analysis and Statistical Software</i>.</p>				

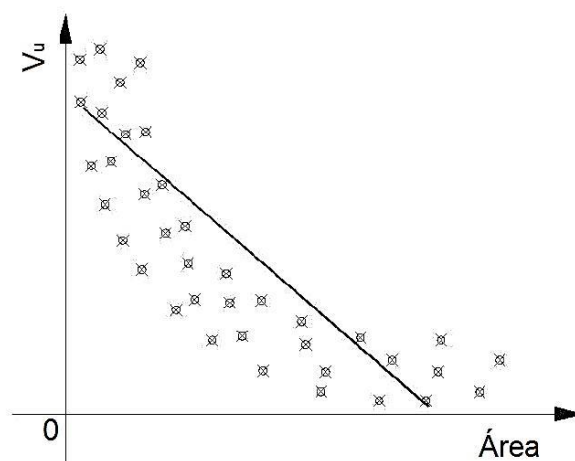
Fonte: Autor (2011).

4.1.3.2 Verificação dos pressupostos do modelo

1) Linearidade

Quando se faz uma regressão linear, assume-se que o relacionamento entre a variável dependente e as explicativas é linear. Esta é a suposição de linearidade. O primeiro procedimento de verificação pode ser feito construindo um gráfico de dispersão, em escala original, dos preços observados para a variável dependente *versus* cada variável independente. O que se espera é que o gráfico mostre a disposição aleatória dos pontos com indicações de linearidade. Se o modelo for de regressão linear simples, o gráfico será construído de igual forma, apenas mostrará uma única variável explicativa (CHEN et al., 2003).

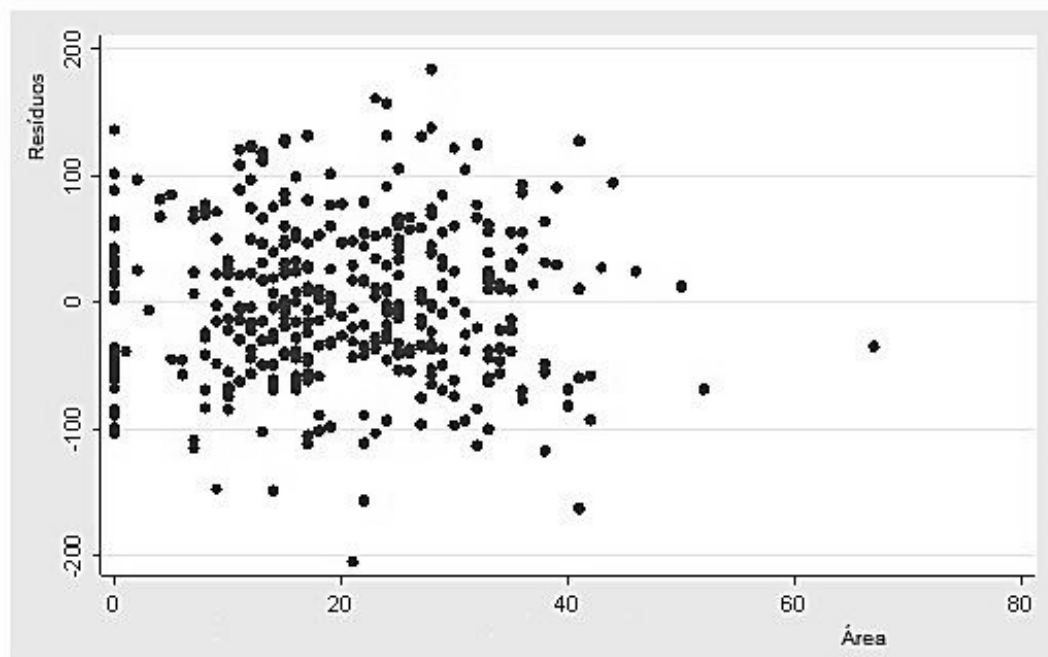
Figura 32 – Gráfico não-linear de preços observados *versus* variável independente



Fonte: Autor (2011). Adaptado de (MACIEL, 2010, p. 61).

Outra forma é construir o gráfico de dispersão, em escala original, dos resíduos padronizados *versus* cada variável independente. O que se espera é que cada gráfico apresente apenas uma dispersão aleatória de pontos. Caso contrário, se há um padrão claro não-linear, existe um problema de não-linearidade.

Figura 33 – Gráfico resíduos *versus* variável independente



Fonte: Autor (2011). Adaptado de (CHEN et al., 2003).

Se uma relação não-linear é encontrada, a abordagem mais direta é transformar uma ou as duas variáveis de modo que se tenha linearidade. Esse procedimento pode ser feito de modo empírico, isto é, utilizando transformações matemáticas nas variáveis, dependente e independente (DANTAS, 2005, p. 102). Pode-se utilizar as seguintes transformações:

Tabela 23 – Transformações de relação não-linear em linear

TIPO	EQUAÇÃO	TRANSFORMAÇÃO
Linear	$Y = \beta_1 + \beta_2 X$	$Y = \beta_1 + \beta_2 X$
Potencial	$Y = \beta_1 \times X^{\beta_2}$	$\ln Y = \ln \beta_1 + \beta_2 \ln X$
Exponencial	$Y = \beta_1 \times e^{\beta_2 X}$	$\ln Y = \ln \beta_1 + \beta_2 X$
Logarítmica	$Y = \beta_1 + \beta_2 \ln X$	$Y = \beta_1 + \beta_2 \ln X$
Hiperbólica 1	$Y = \beta_1 + \frac{\beta_2}{X}$	$Y = \beta_1 + \beta_2 \frac{1}{X}$
Hiperbólica 2	$Y = \frac{1}{\beta_1 + \beta_2 X}$	$\frac{1}{Y} = \beta_1 + \beta_2 X$

Fonte: Autor (2011)

Além da linearização empírica baseada na observação gráfica das variáveis, existem formas estatísticas de se buscar a transformação mais adequada, como, por exemplo: o teste de Tukey e as transformações de Box e Cox.

a) Teste de Tukey³⁶

Este teste, além de verificar se os dados necessitam de uma transformação, também calcula se for o caso, o expoente da transformação potência que deve ser utilizada (DANTAS, 2005, p. 143).

As etapas do teste são:

1ª) Ajusta-se o modelo aos dados em suas escalas originais;

2ª) Inclui-se no modelo mais uma covariável Z com seus elementos definidos por $Z = \hat{Y}_i^2$ e testa-se a significância do parâmetro $\hat{\beta}_z$ desta nova covariável a um dado nível α ;

3ª) Se o parâmetro for significativo ao nível α , conclui-se que a não aditividade é significativa e alguma transformação potência Y_i^λ é necessária aos dados observados, requerendo que a equação seja do tipo:

$$\hat{Y}_i^\lambda = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_1 + \hat{\beta}_3 X_2 + \dots + \hat{\beta}_k X_k + u_i \quad (138)$$

Se o parâmetro adicionado não for significativo, deve-se permanecer com o modelo ajustado aos dados originais;

4ª) Calcula-se o expoente da função potência que é dado por:

$$\lambda = 1 - 2\hat{\beta}_z \bar{Y} \quad (139)$$

O valor de λ sugere a transformação para a variável dependente:

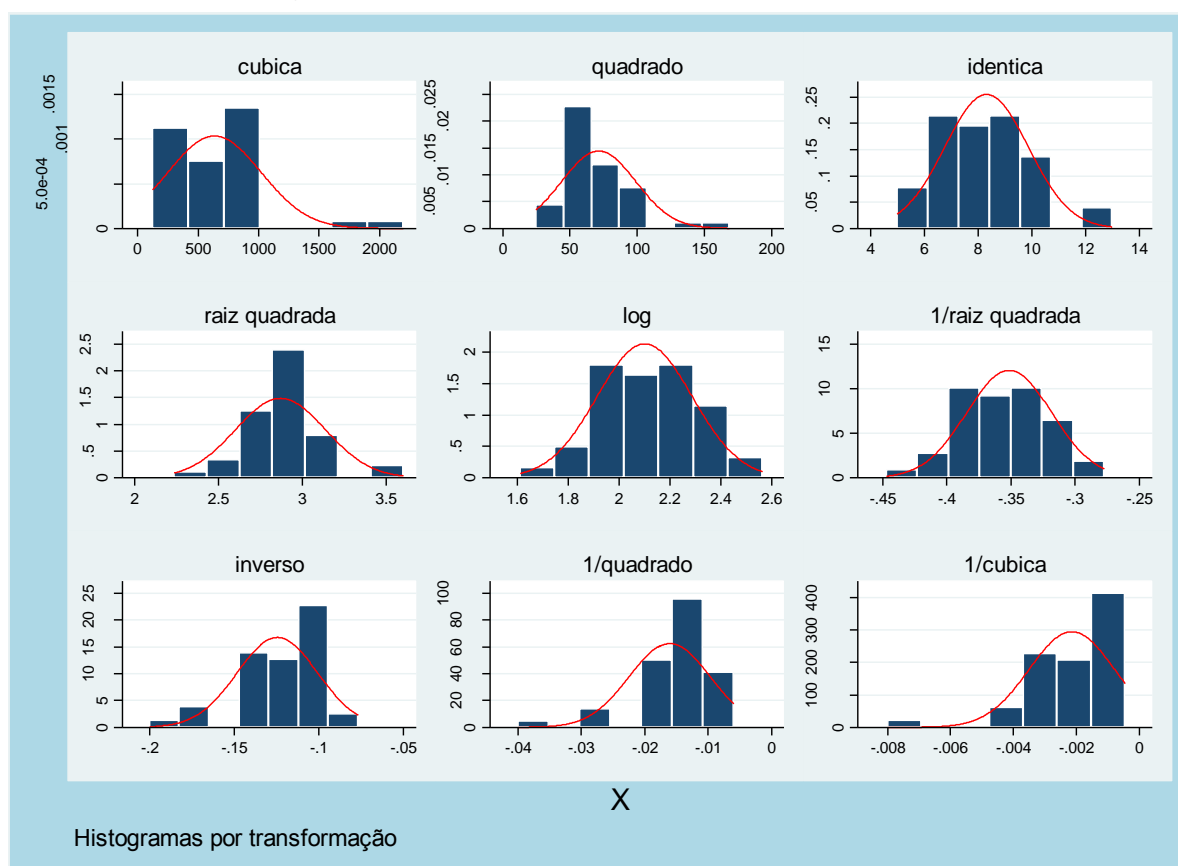
λ	Transformação
- 2	Quadrática inversa $\left(\frac{1}{Y^2}\right)$
- 1	Inversa $\left(\frac{1}{Y}\right)$

³⁶ John Wilder Tukey, (1915-2000), estatístico americano.

λ	Transformação
-0,5	Inversa da raiz quadrada ($\frac{1}{\sqrt{Y}}$)
~ 0	Logarítmo ($\ln Y$)
0,5	Raiz quadrada (\sqrt{Y})
1	Y
2	Quadrática (Y^2)

E assim por diante. Uma representação gráfica de transformação sugerida pelo teste de Tukey é a seguinte:

Figura 34 – Transformação pelo teste de Tukey



Fonte: Autor (2012).

Dantas menciona que este método, também conhecido como método das covariáveis adicionais, pode ser utilizado para verificar se há necessidade de transformações sobre as variáveis independentes. O procedimento é análogo, ou seja, para se verificar a escala proposta para uma covariável $X_{\lambda i}$ com o respectivo $\hat{\beta}_{\lambda}$ deve-se ampliar o modelo com a covariável adicional $\hat{\beta}_{\lambda}^2 X_{\lambda i}^2$ e seguir as etapas já citadas (DANTAS, 2005, p. 144). A tabela dos coeficientes de Tukey pode ser encontrada no Anexo R.

b) Transformação de Box-Cox³⁷

A transformação BOX-COX foi introduzida na literatura em 1964 para resolver o problema de estimação de regressões não lineares. A transformação que foi proposta por Box e Cox consiste em aplicar à variável independente Y um parâmetro de potência λ para descobrir a melhor escala para a variável aproximar-se da distribuição normal. O valor de λ é estimado pelo método da máxima verossimilhança. A equação transformadora é a seguinte:

$$Y_i^{\lambda} = \begin{cases} \frac{Y_i^{\lambda} - 1}{\lambda}, & \text{para } \lambda \neq 0 \\ \log Y_i, & \text{para } \lambda = 0 \end{cases}$$

Então, a equação potencializada:

$$Y_i^{\lambda} = \beta_1 + \beta_2 X_1 + \beta_3 X_2 + \dots + \beta_k X_k + u_i$$

torna-se:

$$\frac{Y_i^{\lambda} - 1}{\lambda} = \beta_1 + \beta_2 X_1 + \beta_3 X_2 + \dots + \beta_k X_k + u_i \quad (140)$$

Gujarati menciona que o parâmetro λ pode ser negativo, zero ou positivo. As várias transformações de Y dependem de seu valor. De acordo com o valor de λ tem-se os seguintes modelos de regressão (GUJARATI, 2011, p. 203-204):

³⁷ George EP Box e Sir David Cox, estatísticos ingleses.

λ	Modelo de regressão
- 2	$\frac{1}{Y_i^2} = \beta_1 + \beta_2 X_1 + u_i$
- 1	$\frac{1}{Y_i} = \beta_1 + \beta_2 X_1 + u_i$
- 0,5	$\frac{1}{\sqrt{Y_i}} = \beta_1 + \beta_2 X_1 + u_i$
0	$\log Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_1 + u_i$
0,5	$\sqrt{Y_i} = \beta_1 + \beta_2 X_1 + u_i$
1	$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_1 + u_i$
2	$Y_i^2 = \beta_1 + \beta_2 X_1 + u_i$

De igual modo pode-se aplicar essas transformações às variáveis X para aproximá-las da distribuição normal. No caso, a equação de transformação é:

$$Y_i = \begin{cases} \frac{X_i^\lambda - 1}{\lambda}, & \text{para } \lambda \neq 0 \\ \log X_i, & \text{para } \lambda = 0 \end{cases}$$

Para verificar se a transformação foi eficiente basta fazer a análise da normalidade dos dados transformados via histograma, papel de probabilidade normal ou teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov ou de Anderson-Darling.

A verificação de linearidade pode ser feita também pelo teste `nlcheck` do STATA.

2) Variáveis explicativas X são fixas ou se estocásticas são independentes do termo de erro.

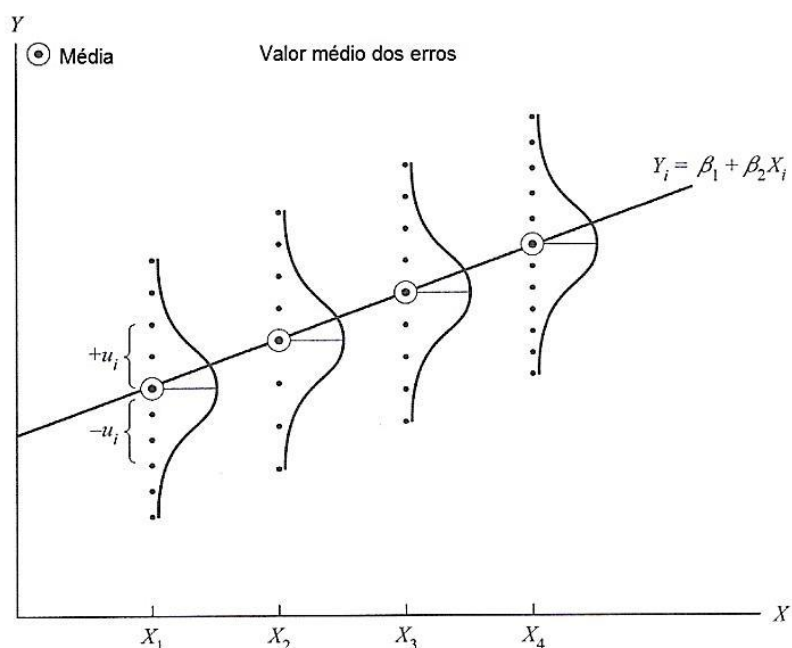
Esse pressuposto significa que a regressão é uma análise condicionada aos valores das variáveis explicativas obtidas no processo de amostragem. O modelo clássico de regressão pressupõe que as variáveis explicativas ou regressoras são fixas ou não estocásticas ou, se estocásticas, devem ser independentes do termo de

erro. Isso significa que se exige covariância zero entre u_i e cada variável X (GUJARATI, 2011, p. 508).

3) Valor médio do termo de erro u_i é zero.

Dado o valor de X_i , o valor médio ou esperado do termo de erro aleatório u_i é zero. Isso implica na correta especificação do modelo (GUJARATI, 2011, p. 86).

Figura 35 – Diagrama do valor médio dos resíduos (erros)

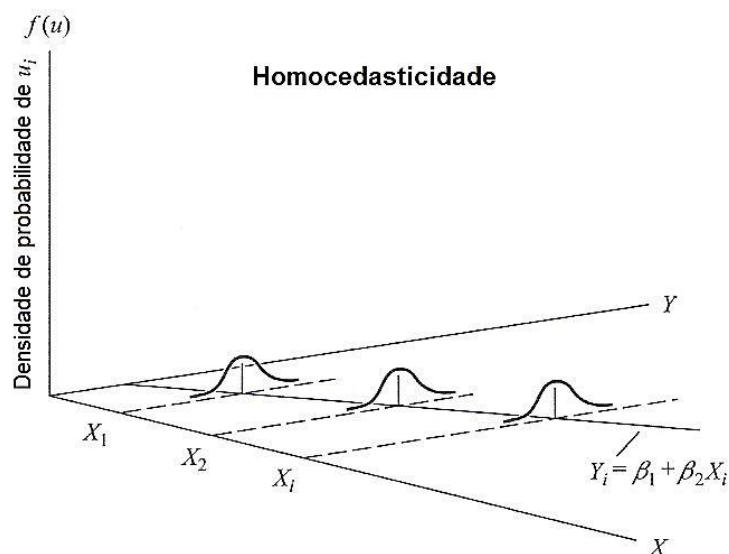


Fonte: Autor, adaptado de (GUJARATI, 2011, p. 85)

4) Homocedasticidade dos resíduos

A premissa da homocedasticidade ou *igual* (homo) *dispersão* (cedasticidade) ou *variância igual*, indica que a variação em torno da linha de regressão é a mesma para todos os X.

Figura 36 – Homocedasticidade

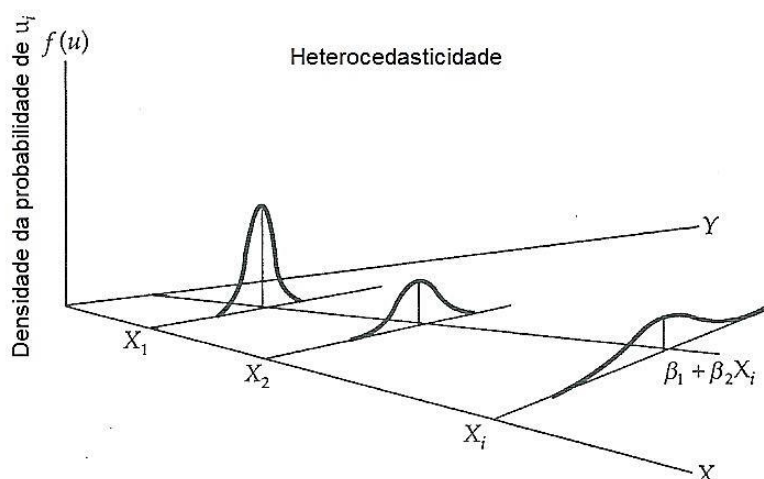


Fonte: Autor, adaptado de (GUJARATI, 2011, p. 87).

Em contrapartida com a homocedasticidade, pode ocorrer que a variância condicional da população de Y varia com X . Essa situação é conhecida como heterocedasticidade ou *dispersão* ou *variância desigual*. Esta condição ocorre em razão de dados discrepantes (*outliers*) presentes na amostra, erro na especificação do modelo, assimetria na distribuição de regressores e da transformação incorreta de dados (GUJARATI, 2011, p. 372-373).

A heterocedasticidade se não percebida e tratada, afeta a apuração do desvio-padrão dos coeficientes e por consequência pode invalidar os testes **t**, **F** e o intervalo de confiança (**IC**). O que se busca é obter homocedasticidade dos resíduos.

Figura 37 – Heterocedasticidade



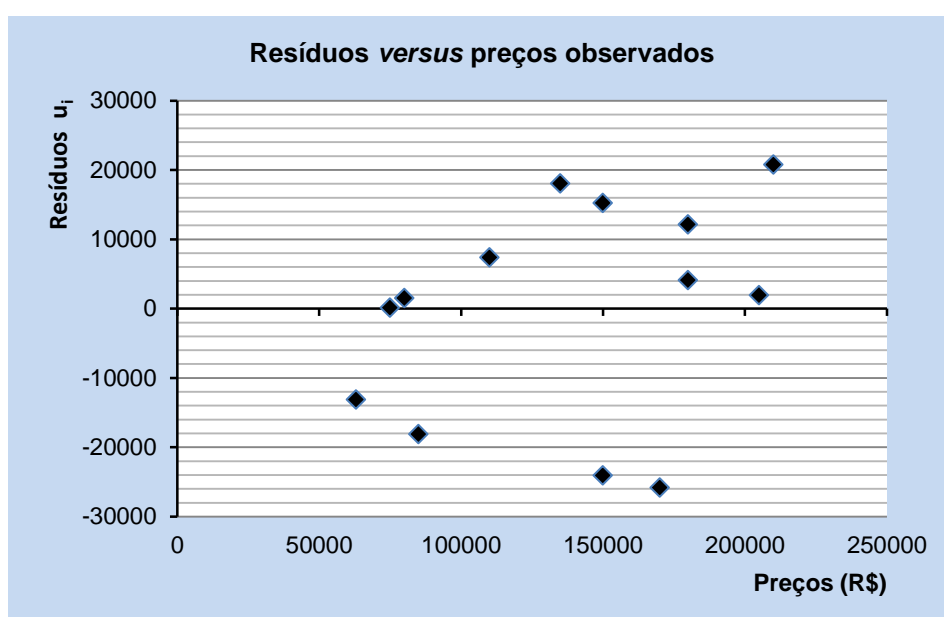
Fonte: Autor, adaptado de (GUJARATI, 2011, P.88)

A verificação da homocedasticidade pode ser feita por meio dos seguintes métodos:

Método empírico:

a) análise gráfica dos resíduos *versus* valores ajustados, que devem apresentar pontos dispostos aleatoriamente em torno de uma reta horizontal, sem nenhum padrão definido (ABNT, 2011, p. 36).

Figura 38 – Gráfico resíduos padronizados *versus* preços observados



Fonte: Autor (2010).

Método formal:

Relaciona-se a seguir diversos testes aplicados para identificação de heterocedasticidade no modelo de regressão, mas a abordagem será feita para dois dos mais usuais.

- b) teste de Park;
- c) teste de correlação por ordem de Spearman;
- d) teste de Glejser;
- e) teste de Goldfeld-Quandt;
- f) teste de heterocedasticidade de Breusch-Pagan (`estat hettest` no STATA);
- g) teste de heterocedasticidade de White (`estat imtest` no STATA);
- h) teste de Koenker-Bassett (KB).

Teste de Park:

Na explanação de Gujarati, Park formaliza o método gráfico sugerindo que σ_i^2 seja uma função da variável explicativa X_i . A forma sugerida por ele é:

$$\sigma_i^2 = \sigma^2 X_i^\beta e^{u_i} \quad (141)$$

ou

$$\ln \sigma_i^2 = \ln \sigma^2 + \beta \ln X_i + u_i \quad (142)$$

em que u_i é o termo de erro aleatório.

Como σ_i^2 em geral não é conhecido, Park sugere usar \hat{u}_i^2 como *proxy* e calcular a seguinte regressão:

$$\begin{aligned} \ln \hat{u}_i^2 &= \ln \sigma^2 + \beta \ln X_i + u_i \\ &= \alpha + \beta \ln X_i + u_i \end{aligned} \quad (143)$$

Se β for significativo estatisticamente, isso sugere que a heterocedasticidade está presente nos dados. Se for insignificante, pode-se aceitar a hipótese de homocedasticidade. O procedimento para aplicação do teste se dá em duas etapas. Na primeira faz-se a regressão de MQO desconsiderando a questão da heterocedasticidade e obtém-se \hat{u}_i . Na segunda etapa faz-se a regressão usando a equação deduzida por Park (GUJARATI, 2011, p. 383).

Teste de correlação por ordem de Spearman;

Na demonstração de Gujarati, o coeficiente de correlação de *rankings* (classificação) de Spearman, r_s , é definido assim:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)} \quad (144)$$

em que,

d = diferença de *rankings* atribuídos ao mesmo indivíduo ou fenômeno.

n = número de indivíduos ou fenômenos classificados.

O coeficiente de correlação de ordem precedente pode ser usado para detectar a heterocedasticidade. Supondo-se:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_1 + u_i$$

Etapa 1: Ajuste a regressão aos dados em Y e X e obtenha-se os resíduos \hat{u}_i

Etapa 2: Ignorando o sinal de \hat{u}_i , ou seja, tomando o seu valor absoluto $|\hat{u}_i|$, ordene tanto $|\hat{u}_i|$ quanto X_i (ou \hat{Y}_i) de acordo com uma ordem ascendente ou descendente e calcule o coeficiente de correlação pela ordem apresentada anteriormente;

Etapa 3: Supondo que o coeficiente de correlação por ordem da população r_s seja zero e $n > 8$, a significância de r_s na amostra pode ser verificada pelo teste t como a seguir:

$$t = \frac{r_s \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_s^2}} \quad (145)$$

com graus de liberdade iguais a $n - 2$.

Se o valor de t calculado exceder o valor crítico t, pode-se aceitar a hipótese de heterocedasticidade; caso contrário, rejeita-se. Se o modelo de regressão envolver mais que uma variável X, r_s poderá ser calculado entre $|\hat{u}_i|$ e cada uma das variáveis X separadamente e poderá ser testado quanto à significância estatística pelo teste t apresentado (GUJARATI, 2011, p. 385).

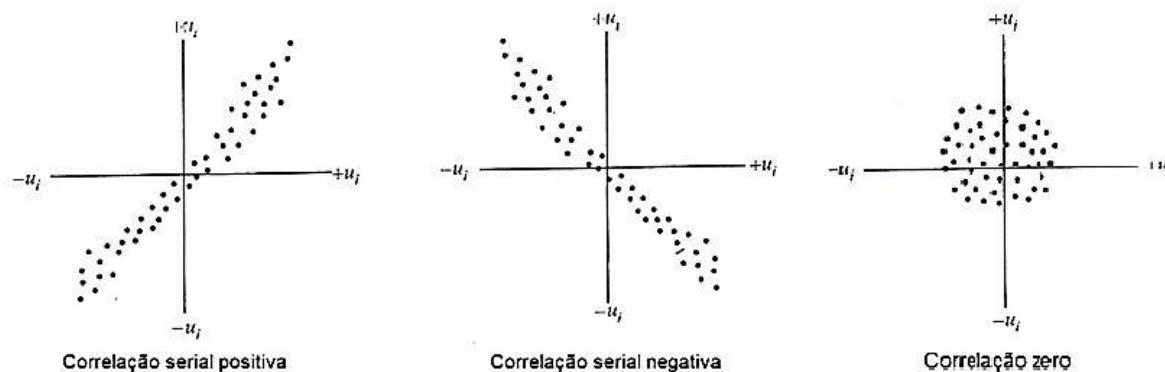
5) Autocorrelação

A autocorrelação é um dos grandes problemas nas regressões por Mínimos Quadrados Ordinários. Uma condição do modelo clássico de regressão linear é que os erros não são correlacionados, ou seja, são independentes sob a condição de normalidade. Essa independência dos resíduos está relacionada à independência dos dados de mercado. Cada transação no mercado se realiza independente da outra e o conhecimento do preço e das condições de negociação de uma transação não interfere na outra (DANTAS, 2005, p.110).

A norma de avaliações urbanas vigente adverte que:

não devem existir correlações evidentes entre o erro aleatório e as variáveis independentes do modelo, ou seja, o gráfico de resíduos não pode sugerir evidências de regularidade estatística com respeito às variáveis independentes (ABNT, 2011, p. 35).

Figura 39 – Padrões de correlação entre os termos de erro.



Fonte: Autor, adaptado de (GUJARATI, 2011, p. 89).

Por que ocorre a autocorrelação?

Há várias causas: inércia ou lentidão dos preços; problemas de especificação do modelo como variáveis excluídas, forma funcional incorreta do modelo; manipulação de dados como interpolação ou extrapolação e transformação dos dados (GUJARATI, 2011, p. 417-421).

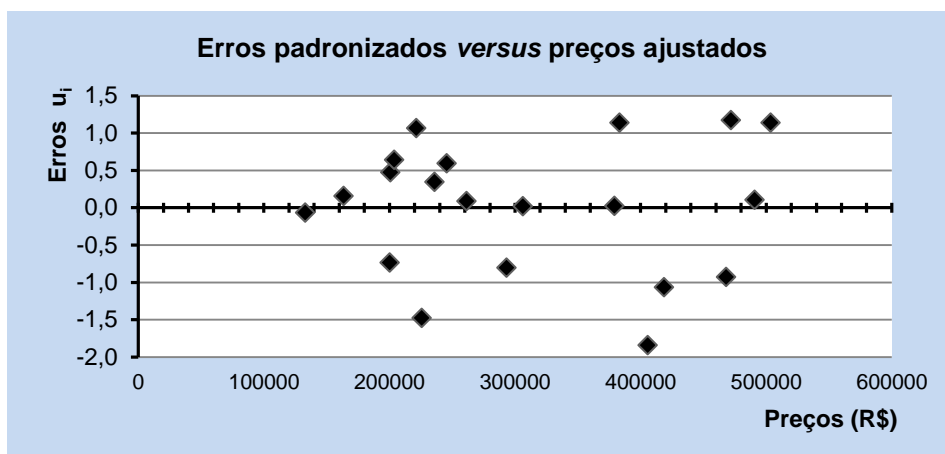
Como detectar a autocorrelação?

De duas maneiras: método empírico e método formal. O método empírico é feito através de testes gráficos ou qualitativos e o formal através de testes formais ou quantitativos.

Método empírico: Teste gráfico

O exame da autocorrelação deve ser precedido pelo pré-ordenamento dos elementos amostrais, em relação aos preços ajustados e, se for o caso, às variáveis independentes possivelmente causadoras do problema. Sua verificação se dá pela análise do gráfico dos resíduos padronizados $\left(\frac{\hat{u}_i}{\hat{\sigma}}\right)$ versus preços ajustados, que deve apresentar pontos dispersos aleatoriamente, sem nenhum padrão definido (ABNT, 2011, p. 36).

Figura 40 – Gráfico erros padronizados versus preços estimados



Fonte: Autor (2010)

Método formal:

Há na literatura específica diversos testes formais ou quantitativos para se detectar a presença de autocorrelação no modelo de regressão linear, entre eles cita-se:

- a) teste das carreiras ou teste de Geary;
- b) teste d de Durbin-Watson;
- c) teste de Breusch-Godfrey (BG), também conhecido como teste LM (multiplicador de Lagrange).

Teste d de Durbin-Watson:

O teste mais famoso para a detectar a autocorrelação é o desenvolvido pelos estatísticos Durbin e Watson, popularmente conhecido como estatística d de Durbin-Watson (GUJARATI, 2011, p. 435). Ele é definido como:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^{i=n} (\hat{u}_i - \hat{u}_{i-1})^2}{\sum_{i=2}^{i=n} \hat{u}_i^2} \quad (146)$$

Esta equação pode ainda ser simplificada em:

$$d \approx 2 \left(1 - \frac{\sum \hat{u}_i \hat{u}_{i-1}}{\sum \hat{u}_i^2} \right) \quad (147)$$

que significa aproximadamente. Assim, definindo:

$$\hat{\rho} = \frac{\sum \hat{u}_i \hat{u}_{i-1}}{\sum \hat{u}_i^2} \quad (148)$$

que pode ainda ser expressada como:

$$d \approx 2(1 - \hat{\rho}) \quad (149)$$

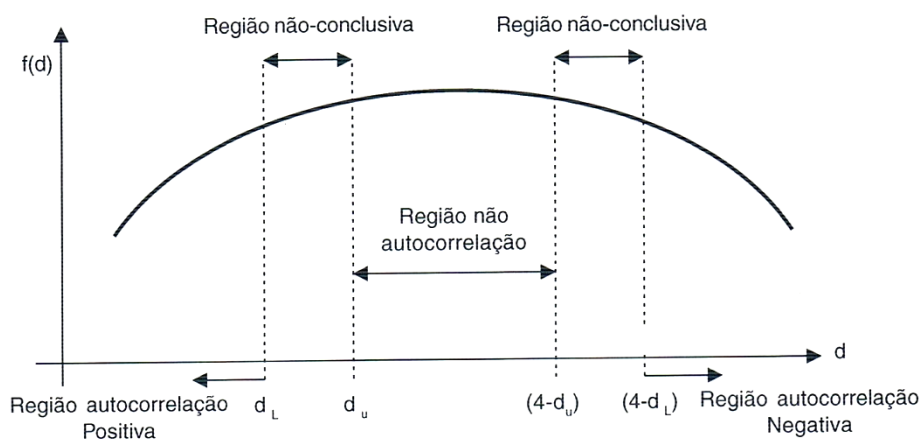
sob a condição em que:

$$0 \leq d \leq 4 \quad (150)$$

Esses são os limites de d , e portanto qualquer valor estimado de d deve ficar entre esses limites.

Em síntese, o teste d é apenas a razão da soma das diferenças elevadas ao quadrado entre resíduos sucessivos e a Soma dos Quadrados dos Resíduos (SQR). O numerador é o número de observações $n - 1$ porque se perde uma observação no cálculo das diferenças sucessivas. Durbin e Watson conseguiram determinar um limite inferior d_L e um superior, d_U , tal que, se o d calculado da equação estiver fora desses valores críticos, pode-se tomar uma decisão a respeito da presença de correlação serial positiva ou negativa. Os limites dependem apenas do número de observações n e do número de variáveis explicativas. Os limites para n foram tabelados por Durbin e Watson e estão nos Anexos K e L

Figura 41 – Estatística d de Durbin-Watson.



Fonte: (DANTAS, 2005, p. 111)

As etapas do teste d de Durbin-Watson são:

1ª) efetua-se a regressão por meio de MQO, obtendo-se os resíduos;

2ª) calcula-se d através da equação 146;

3ª) para um dado tamanho de amostra e número de variáveis explicativas, determina-se os valores d_L e d_U críticos;

4ª) seguir as regras de decisão da tabela abaixo:

Tabela 24 – Regras de decisão do teste d de Durbin-Watson

Hipótese nula	Decisão	Se
Não há autocorrelação positiva	Rejeitar	$0 < d < d_L$
Não há autocorrelação positiva	Sem decisão	$d_L \leq d \leq d_U$
Não há autocorrelação negativa	Rejeitar	$4 - d_L < d < 4$
Não há autocorrelação negativa	Sem decisão	$4 - d_U \leq d \leq 4 - d_L$
Nenhuma autocorrelação	Não rejeitar	$d_U < d < 4 - d_U$

Fonte: (GUJARATI, 2011, p. 437)

6) Número de observações deve ser maior que o número de coeficientes a ser estimado segundo os níveis de fundamentação.

Se o objetivo do avaliador é realizar avaliações eficientes, consistentes e não tendenciosas, o procedimento natural é o de respeitar questões como normalidade e micronumerosidade. O método dos mínimos quadrados exige amostra com número suficiente de dados para validação dos procedimentos de cálculo.

A norma atual estabelece o número mínimo de dados a ser efetivamente utilizados no modelo com respeito ao número de variáveis independentes:

$$n \geq 3(k+1)$$

$$\text{para } n \leq 30, n_i \geq 3$$

$$\text{para } 30 < n \leq 100, n_i \geq 10\% n$$

$$\text{para } n > 100, n_i \geq 10$$

em que,

k = número de variáveis independentes, e

n_i = número de dados de mesma característica, no caso de utilização de variáveis dicotômicas e variáveis qualitativas expressas por códigos alocados ou códigos ajustados (ABNT, 2011, p. 34).

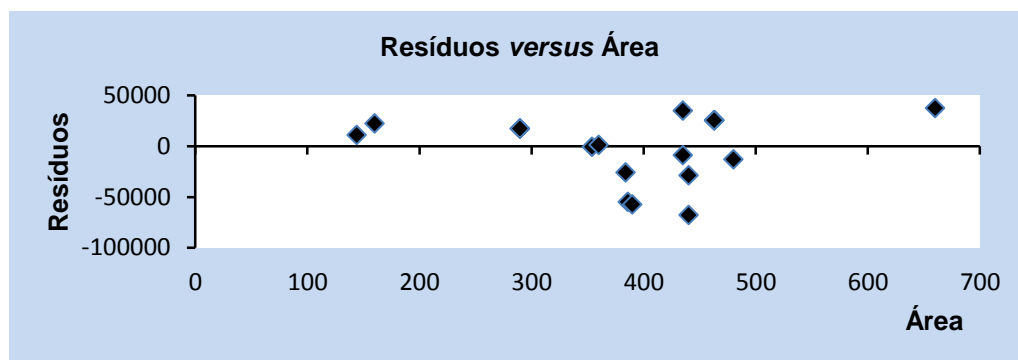
7) Variabilidade dos valores de X (*outliers*)

Os valores de X em uma amostra devem ser variados e não repetitivos. Além disso, a variável independente não deve apresentar valores extremos (*outliers*) que sejam discrepantes em relação às demais observações. *Outliers* graves consistem daqueles pontos que estão ou três intervalos inter-quartilísticos abaixo do 1º quartil ou 3 intervalos inter-quartilísticos acima do 3º quartil. A presença de qualquer *outlier* grave deveria ser evidência suficiente para rejeitar a normalidade ao nível de significância de 5%. Como o uso do método dos mínimos quadrados busca o ajuste de todos os pontos observados, um ou mais pontos extremos afetam os coeficientes de regressão, mascarando os resultados. *Outliers* leves são comuns em amostras de qualquer tamanho. A forma de detecção dos *outliers* é realizada por métodos empírico e formal.

Método empírico: Análise gráfica

A elaboração de um gráfico dos resíduos *versus* cada variável independente e dos resíduos *versus* valores ajustados, pode mostrar os pontos discrepantes.

Figura 42 – Gráfico resíduos *versus* variável independente



Fonte: Autor (2010)

Método Formal: Testes quantitativos

Há diversos testes utilizados para detectar a presença de pontos discrepantes. Entre eles tem-se:

- a) gráfico de Box-Plot;
- b) teste de Chauvenet;
- c) teste de Dixon;
- d) teste de Grubbs;
- e) teste de Cook;
- f) Z-scores;
- g) distância de Mahalanobis.

Teste de Chauvenet:

É o teste mais usado atualmente. Sua demonstração e aplicação já foram abordadas neste trabalho.

Teste de Grubbs:

O teste de Grubbs é um teste para pequenas amostras com distribuição normal que se realiza verificando a existência de um valor disperso em cada extremidade do conjunto. Se um dos dois valores for considerado disperso, ele é rejeitado, retirado do conjunto, e novo teste verificando a existência de outro valor disperso em cada extremidade do conjunto é realizado e assim sucessivamente (CHEN, 2003).

As etapas de sua aplicação são:

- 1ª) Calcular desvio d_i de cada ponto em relação à média:

$$d_i = |X_i - \bar{X}| \quad (151)$$

- 2ª) Calcular o desvio-padrão s :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (152)$$

- 3ª) Calcular o valor de G :

$$G = \frac{|X_i - \bar{X}|}{s} = \frac{d_i}{s} \quad (153)$$

4ª) Comparar o valor calculado com o valor crítico tabelado de Grubbs ao nível de significância escolhido.

5ª) Um valor é considerado como *outlier* se $G_{\text{calc}} > G_{\text{crit}}$.

A tabela de Grubbs ao nível de significância de 5% é:

Tabela 25 – Tabela de Grubbs ao nível de significância de 5%

n	G _{crit} 95%
3	1,154
4	1,481
5	1,715
6	1,887
7	2,020
8	2,127
9	2,215
10	2,290
11	2,355
12	2,412
14	2,507
16	2,586
18	2,652
20	2,708
50	3,128

Fonte: *Engineering and Statistics Handbook*³⁸, paragraph 1.3.5.17

No STATA esse teste é realizado pelo comando **grubbs**.

8) Colinearidade ou multicolinearidade

O modelo de regressão pelos mínimos quadrados pressupõe que não existem relações lineares perfeitas entre as variáveis independentes. Uma forte

³⁸ *Engineering and Statistics Handbook*, paragraph 1.3.5.17. Disponível em: <<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda35h.htm>>. Acesso em: 02 jan. 2012.

dependência linear entre duas ou mais variáveis explicativas provoca degenerações no modelo e limita a sua utilização. As variâncias das estimativas dos parâmetros podem ser muito grandes e acarretar a aceitação da hipótese nula e a eliminação de variáveis fundamentais. Assim, em presença de colinearidade os coeficientes não são confiáveis impossibilitando o uso dos modelos para a análise do mercado ou previsão de valores (GONZALEZ, 1997, p. 97).

A detecção da multicolinearidade pode ser feita observando-se evidências como: Coeficiente de determinação R^2 alto, mas nenhum dos coeficientes de regressão é estatisticamente significativo com base no t convencional; se o R^2 é alto mas as correlações parciais são baixas, é possível a presença de multicolinearidade; e também observando o diagrama de dispersão das variáveis explicativas

Para tratar dados na presença de multicolinearidade recomenda-se a adoção de medidas corretivas, como a ampliação da amostra ou adoção de técnicas estatísticas mais avançadas; ou a omissão de uma variável altamente colinear; e a transformação dos dados.

Nos casos em que o imóvel avaliando segue os padrões estruturais do modelo, a existência de multicolinearidade pode ser negligenciada, desde que adotada a estimativa pontual.

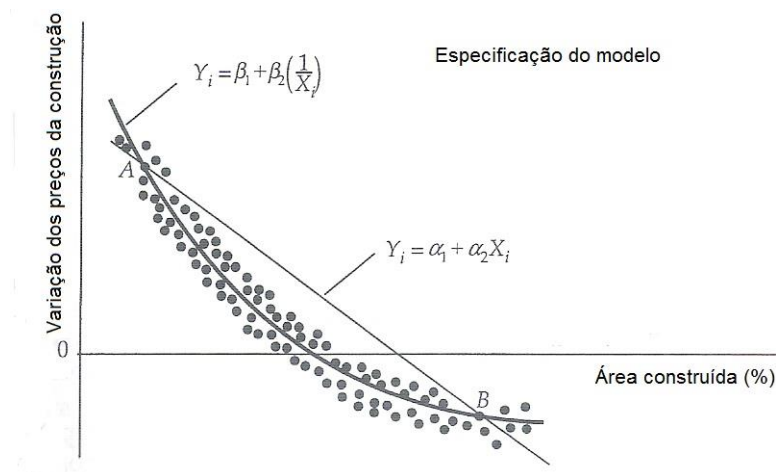
No STATA a verificação pode ser feita pelos testes `vif` e `collin`.

9) Especificação correta do modelo

Uma boa maneira de especificar corretamente o modelo de regressão a ser utilizado é evitar que se cometa os chamados erros de especificação (CHEN, 2011, Cap. 2, p. 20; GUJARATI, 2011, p. 510). Os mais comuns são:

- Omissão de uma ou mais variáveis relevantes;
- Inclusão de uma ou mais variáveis desnecessárias;
- Adoção da forma funcional errada;
- Erros de medida das variáveis dependente e independente;
- Especificação incorreta do termo de erro aleatório; e,
- Pressuposição de que os resíduos tem distribuição normal.

Figura 43 – Adoção da forma funcional errada



Fonte: (GUJARATI, 2011)

As consequências dos erros de especificação podem ser tão sérios quanto os de especificação da equação de regressão. A detecção dos erros de especificação da equação pode ser feita através de testes como:

- a) Exame dos resíduos;
- b) Estatística de Durbin-Watson;
- c) Teste RESET de Ramsey;
- d) Teste do multiplicador de Lagrange;
- e) Método **linktest** no STATA;
- f) Método **ovtest** no STATA.

a) Exame dos Resíduos

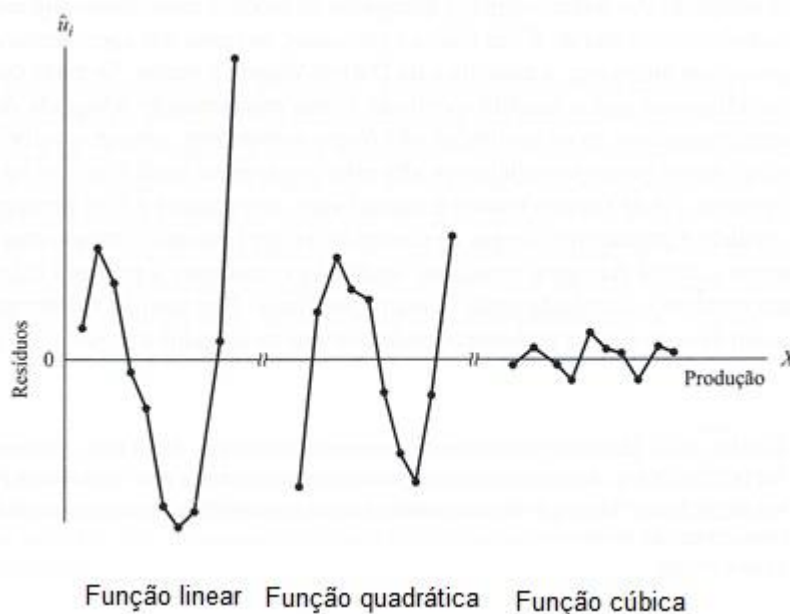
O exame gráfico dos resíduos é um bom diagnóstico visual para detectar erros de especificação do modelo, como, por exemplo, a omissão de uma variável importante ou o uso de uma forma funcional incorreta (GUJARATI, 2011, p. 476). Exemplificando, pode-se analisar o caso de três avaliadores que adotem cada um, uma função distinta para especificar o modelo:

$$\text{Função cúbica: } Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + \beta_3 X_i^2 + \beta_4 X_i^3 + u_i$$

$$\text{Função quadrática: } Y_i = \alpha_1 + \alpha_2 X_i + \alpha_3 X_i^2 + u_{2i}$$

$$\text{Função linear: } Y_i = \lambda_1 + \lambda_2 X_i + u_{3i}$$

Figura 44 – Exame de resíduos para especificação do modelo



Fonte: Adaptado de (GUJARATI, 2011, p. 476)

Pode-se observar que a função adequada é aquela que apresentar menores resíduos, portanto, é a função cúbica. Os avaliadores que adotaram as outras funções erraram na especificação do modelo.

b) A estatística de Durbin-Watson

A demonstração do teste de Durbin-Watson já foi apresentada. Faz-se aqui, apenas a indicação das etapas necessárias para testar o modelo.

1ª) Fazer a regressão para se obter os resíduos pelo MQO;

2ª) Ordena-se os resíduos da variável independente relevante com valores crescentes;

3ª) Calcula-se a estatística d com base nos resíduos ordenados segundo a fórmula 146, já apresentada;

4ª) Vai-se às tabelas de Durbin-Watson e verifica se o valor estimado de d é significativo. Se for, aceita-se a hipótese de má especificação do modelo.

No caso do gráfico 42, apresentado, vê-se que o modelo original, o linear, estava mal especificado, requerendo medidas corretivas como a transformação das variáveis em quadrática e, por fim, em função cúbica.

c) Teste RESET de Ramsey

O teste RESET (*Regression Specification Error Tests*) computa muitas formas da especificação de erros do teste de Ramsey após a execução de uma regressão linear. A finalidade do teste é especificar se o modelo está correto ou se está esquecendo de alguma variável importante entre as variáveis explicativas ou de algum termo autoregressivo. O teste é realizado após a regressão linear das variáveis. No STATA o comando é:

reset variáveldependente variáveisindependentes.

reset variáveldependente variáveisindependentes, noconstant

Exemplo: analisar os resultados do teste RESET sobre a regressão efetuada em um banco de dados com 50 observações e 10 variáveis explanatórias.

Tabela 26 – Teste RESET para especificação do modelo

* Ramsey RESETF3 Test: Y= X Yh2 Yh3 Yh4 =	9.543	P-Value > F(3, 37)	0.0001
* Functional Form White LM Test	= 49.545	P-Value > Chi2(14)	0.0000

Fonte: Autor (2011).

O programa calcula através do teste de White LM, a forma funcional utilizada, com ou sem correlação espacial, para responder às seguintes hipóteses:

Ho: a forma funcional está correta (o modelo está bem especificado)

Ha: a forma funcional utilizada está incorreta (o modelo está mal especificado).

Se o qui-quadrado tabelado for menor que a estatística calculada, então rejeita-se Ho, pois a forma funcional adotada está incorreta, existe correlação espacial. No caso, o modelo está mal especificado, pois $p - \text{value } 49,545 > \text{Chi}^2 0,000$.

Os demais testes não serão desenvolvidos neste momento. Após os testes de especificação ainda resta observar os critérios recomendados para seleção dos modelos especificados.

Critérios para seleção de modelos:

Vários critérios são utilizados para isso, especialmente o R^2 , o R^2 ajustado, o CIA (critério de informação de Akaike), o CIS (critério de informação de Schwarz, o critério C_p de Mallows e a previsão χ^2 (qui-quadrado).

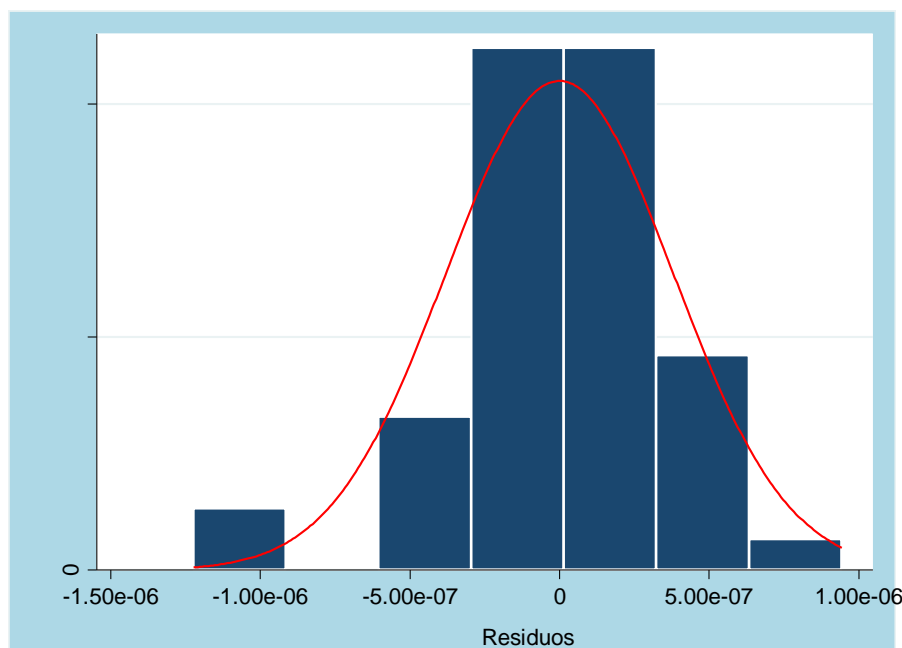
10) Normalidade dos resíduos

O modelo clássico de regressão linear normal supõe que cada resíduo u_i seja distribuído normalmente em relação à média e à variância. Essa normalidade é justificada pelo chamado Teorema do Limite Central (TCL), pelo qual, qualquer soma de muitas variáveis aleatórias independentes e com mesma distribuição de probabilidade tende a uma distribuição normal. Em função deste princípio, os estimadores do método dos mínimos quadrados ordinários (MQO) também são distribuídos normalmente permitindo o uso dos testes estatísticos t, F, e IC (GUJARATI, 2011, p. 120, 507). Quando falta a normalidade dos resíduos esses testes não tem validade, sobretudo em pequenas amostras. A NBR 14.653-2 relaciona alguns procedimentos para se verificar a normalidade dos resíduos para a validação do modelo:

A verificação da normalidade pode ser realizada, entre outras, por uma das seguintes formas:

- a) pelo exame de histograma dos resíduos amostrais padronizados, com o objetivo de verificar se sua forma guarda semelhança com a da curva normal;

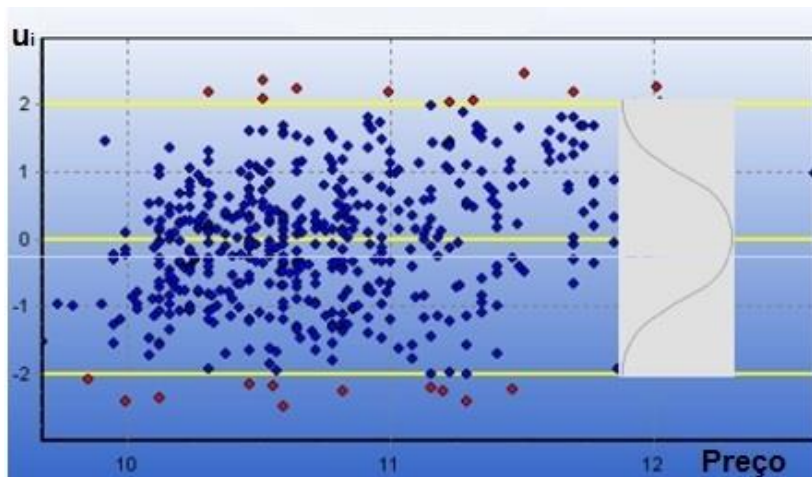
Figura 45 – Histograma dos resíduos padronizados



Fonte: Autor (2012).

- b) pela análise do gráfico de resíduos padronizados *versus* valores ajustados, que deve apresentar pontos dispostos aleatoriamente, com a grande maioria situados no intervalo $[-2;+2]$.

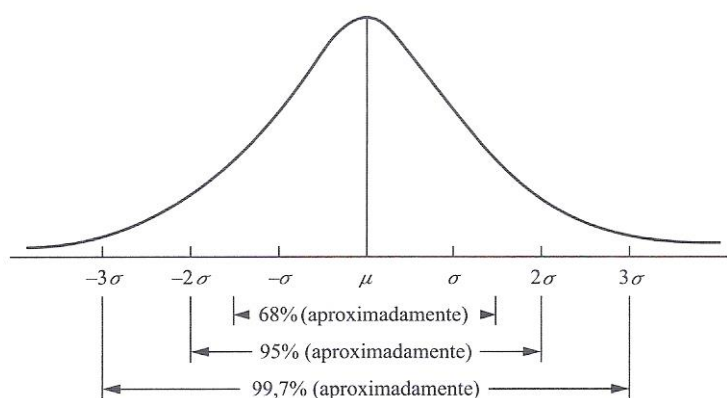
Figura 46 – Gráfico resíduos *versus* preço



Fonte: (MACIEL, 2010, p. 61).

- c) pela comparação da frequência relativa dos resíduos amostrais padronizados nos intervalos de $[-1;+1]$, $[-1,64;+1,64]$ e $[-1,96;+1,96]$, com as probabilidades da distribuição normal padrão nos mesmos intervalos, ou seja, 68%, 90% e 95%;

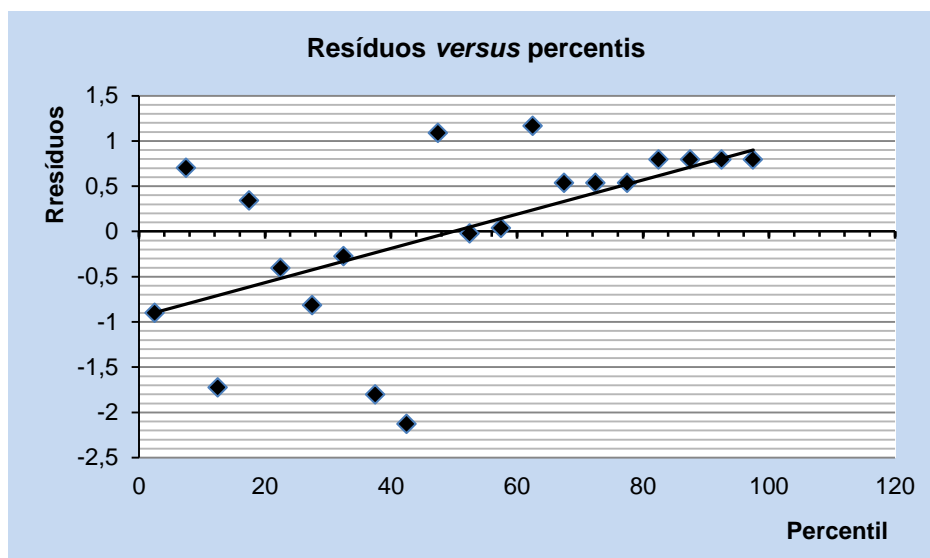
Figura 47 – Probabilidade de distribuição normal dos resíduos



Fonte: (GUJARATI, 2011, p. 813).

- d) pelo exame do gráfico dos resíduos ordenados padronizados *versus* quantis da distribuição normal padronizada, que deve se aproximar da bissetriz do primeiro quadrante;

Figura 48 – Gráfico resíduos padronizados versus percentis



Fonte: Autor (2010).

- e) pelos testes de aderência não-paramétricos, como, por exemplo, o qui-quadrado, o de Kolmogorov-Smirnov ajustado por Stephens e o de Jarque-Bera (ABNT, 2011, p. 36-36).

Além dos procedimentos recomendados pode-se aplicar os seguintes testes: A^2 de Anderson-Darling, Lilliefors, Shapiro-Wilk e o IQR (*swilk* e *iqr* no STATA). Cada um destes tem sua particularidade a ser levada em conta segundo a amostra e as variáveis escolhidas.

Teste qui-quadrado (χ^2)

O teste não paramétrico de qui-quadrado foi desenvolvido por Pearson³⁹ e define a qualidade do ajuste de uma distribuição. É um teste de fácil construção e baseia-se na comparação da distribuição dos dados da amostra (frequências observadas) com a distribuição teórica à qual se supõe pertencer.

Esse teste não é aplicável a distribuições contínuas e, se for esse o caso, deve ser aplicado sobre o histograma da distribuição. Necessita do conhecimento prévio do valor médio e do desvio padrão (RODRIGUES, 2010, p. 36).

A fórmula usada para calcular o qui-quadrado é:

³⁹ Karl Pearson (1857–1936), inglês, foi um grande contribuidor para o desenvolvimento da Estatística como uma disciplina científica séria e independente. Página do *Department of Statistical Sciences at University College London*. Disponível em: <<http://www.ucl.ac.uk/statistics/department/pearson>>. Acesso em: 11 jan. 2012.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^m \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \quad (154)$$

em que,

χ^2 = estatística do teste qui-quadrado

f_o = frequência observada

f_e = frequência esperada

m = número de classes

Sendo verdadeira a hipótese nula a estatística de teste tem distribuição assintótica com $m-k-1$ graus de liberdade (χ_{m-k-1}^2), em que, k é o número de parâmetros desconhecidos da distribuição proposta em H_0 .

Na sua aplicação são necessárias as seguintes observações:

- Deve-se agrupar os dados entre 2 a 20 classes excludentes (ideal ≥ 5);
- Se houver apenas 2 classes, o valor esperado de cada uma deve ser ≥ 5 ;
- Se houver mais que 2 classes, não mais de 20% dos valores esperados devem ser < 5 , e nenhum deve ser nulo;
- Não é necessário que as classes sejam equiprováveis;
- Este teste não é sensível ao ordenamento de classes; e
- Para cada parâmetro estimado, perde-se 1 grau de liberdade.

Exemplo: Considerando os dados da amostra de terrenos para venda composta de 20 observações já homogeneizadas da variável preço, deseja-se testar a hipótese de que esta variável aleatória tenha distribuição normal.

Tabela 27 – Amostra para teste qui-quadrado

207863,54	142841,00	180784,74	207938,57	250597,36
71175,14	142841,00	186085,17	225306,97	250597,36
105662,27	157876,18	203046,56	250597,36	268851,43
142841,00	220094,98	207863,54	250597,36	282786,47

Fonte: Autor (2010).

Etapas do cálculo:

1ª) Cálculo da média, variância e desvio padrão:

$$\bar{X} \rightarrow \mu = 197812,40$$

$$s^2 \rightarrow \sigma^2 = 3190167001,00$$

$$s = 56481,56$$

2ª) Elaboração das hipóteses:

$$H_0: X \sim N(\mu=197812,40; \sigma^2 = 3190167001,00) \Leftrightarrow H_0: \frac{X - 197812,40}{56481,56} = Z \sim N(0,1)$$

$$H_1: X - ? \Leftrightarrow H_1: \frac{X - 197812,40}{56481,56} - ?$$

3ª) Construir tabela com os valores padronizados $\left(\frac{X-\bar{X}}{s}\right)$:

Tabela 28 – Amostra padronizada para o teste qui-quadrado

0,18	-0,97	-0,30	0,18	0,93
-2,24	-0,97	-0,21	0,49	0,93
-1,63	-0,71	0,09	0,93	1,26
-0,97	0,39	0,18	0,93	1,50

Fonte: Autor (2011).

4ª) Agrupando os valores padronizados em classes equiprováveis:

$$\text{Número de classes } m = \sqrt{n} = \sqrt{20} = \sim 5$$

$$\text{Amplitude da classe } c \cong \frac{A}{m} = \frac{3,74}{5} = 0,748$$

5ª) Aplicando a equação da estatística qui-quadrado:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^m \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \sim \chi_{5-2-1}^2$$

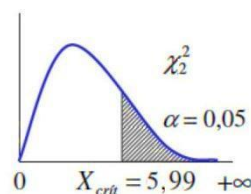


Tabela 29 – Cálculo da estatística do qui-quadrado

Limites	fo	fe	$\frac{(fo - fe)^2}{fe}$
$-\infty$ a -1,49	2	$\frac{20}{5} = 4$	1
-1,49 a -0,74	3	4	0,25
-0,74 a 0,00	3	4	0,25
0,00 a 0,75	6	4	1
0,75 a 1,50	6	4	1
SOMA	20		3,5

$\chi_{calc}^2 = 3,5 < \chi_{tab}^2 5,99$

Fonte: Autor (2011).

6ª) Conclusão:

Aceita-se H_0 a 5% de significância, ou seja, $X \sim N$.

Teste de Kolmogorov-Smirnov⁴⁰ (K-S):

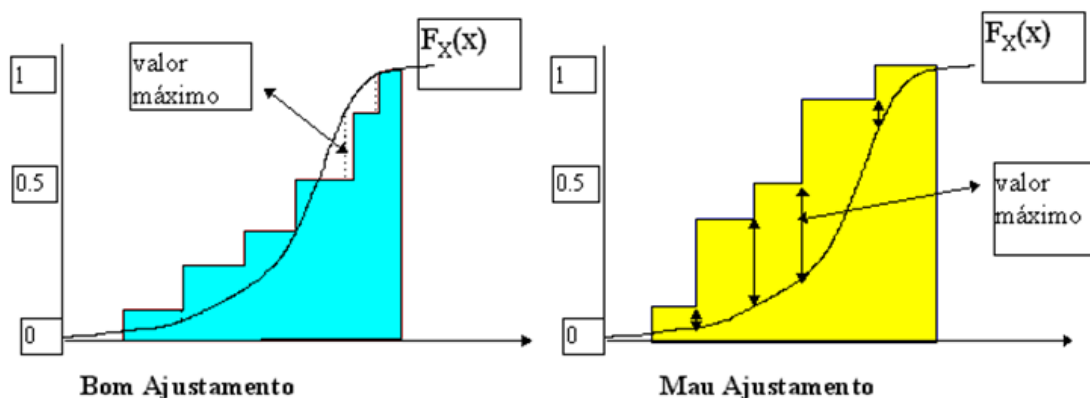
O princípio deste teste baseia-se na comparação da curva da frequência cumulativa dos dados observados, com a função de distribuição teórica em hipótese. Quando as duas curvas se sobrepõem a estatística de teste é calculada através da máxima diferença entre elas. A grandeza da diferença é estabelecida segundo a lei de probabilidade dessa estatística, que se encontra tabelada (ver Anexo N).

Como particularidade, o teste apenas indica se a distribuição é ou não normal, sem fornecer os motivos de tal classificação. Ele não se aplica a dados qualitativos nem a variáveis discretas, pois a tabela disponível para ele só é exata caso a distribuição testada seja contínua. Além disso, necessita do conhecimento antecipado do valor médio e do desvio padrão (RODRIGUES, 2010, p. 31).

Deve-se observar que, se o valor calculado de D_n é estatisticamente significativo (para p -value = 0,05) rejeita-se a hipótese que a distribuição estudada é normal, ou seja, para a distribuição ser considerada normal o valor de p deve ser maior que 0,05.

⁴⁰ O nome é uma referência aos matemáticos russos Andrey Kolmogorov e Vladimir Ivanovich Smirnov.

Figura 49 – Ilustração do ajustamento proposto pelo teste K-S



Fonte: (PORTAL ACTION, 2011)

As funções, observada e esperada são calculadas pelas equações:

$$F_{\text{obs}}(Z_i) = \frac{i}{n} \quad (155)$$

$$F_{\text{esp}}(Z_i) = P(Z < Z_i) \quad (156)$$

A frequência esperada Z_i é calculada com o auxílio da tabela de distribuição normal para o correspondente valor padronizado de Z_i .

A estatística D_n do teste K-S é encontrada pela equação:

$$D_n = \max |F_{\text{obs}}(Z_i) - F_{\text{esp}}(Z_i)| \quad (157)$$

Se $D_n > D_{\text{crit}}$ conclui-se que a distribuição teórica não é válida para um determinado nível de significância. Os valores tabelados para D_{crit} podem ser encontrados na tabela inserida no Anexo N.

Considerando a amostra utilizada para o teste do Qui-quadrado pode-se percorrer as etapas para o cálculo do teste K-S:

1ª) Cálculo da média, variância e desvio padrão:

$$\bar{X} \rightarrow \mu = 197812,40$$

$$s^2 \rightarrow \sigma^2 = 3190167001,00$$

$$s = 56481,56$$

2ª) Elaboração das hipóteses:

$$H_0: X \sim N(\mu=197812,40; \sigma^2 = 3190167001,00) \Leftrightarrow H_0: \frac{X - 197812,40}{56481,56} = Z \sim N(0,1)$$

$$H_1: X - ? \Leftrightarrow H_1: \frac{X - 197812,40}{56481,56} - ?$$

3ª) Construir tabela para o cálculo da estatística D_n do teste K-S

Tabela 30 – Cálculo da estatística D_n do teste K-S

X_i	F_a	F_{ac}	$F_{ra\ obs}$	F_{rai-1}	$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S}$	$F_{ra\ esp}$	$ F_{ra\ obs} - F_{ra\ esp} $	$ F_{rai-1\ obs} - F_{ra\ esp} $
71175.14	1	1	0.05	0.00	-2.062	0.020	0.030	-0.020
105662.27	1	2	0.10	0.05	-1.481	0.069	0.031	-0.019
142841.00	3	5	0.25	0.10	-0.855	0.196	0.054	-0.096
157876.18	1	6	0.30	0.25	-0.602	0.274	0.026	-0.024
180784.74	1	7	0.35	0.30	-0.216	0.414	-0.064	-0.114
186085.17	1	8	0.40	0.35	-0.127	0.449	-0.049	-0.099
203046.56	1	9	0.45	0.40	0.158	0.437	0.013	-0.037
207863.54	2	11	0.55	0.45	0.240	0.405	0.145	0.045
207938.57	1	12	0.60	0.55	0.241	0.405	0.195	0.145
220094.98	1	13	0.65	0.60	0.445	0.328	0.322	0.272
225306.97	1	14	0.70	0.65	0.533	0.297	0.403	0.353
250597.36	4	18	0.90	0.70	0.959	0.169	0.731	0.531
268851.43	1	19	0.95	0.90	1.266	0.103	0.847	0.797
282786.47	1	20	1.00	0.95	1.501	0.067	0.933	0.883

Fonte: Autor (2011).

4ª) Decisão

$$D_{20} = 0,883 > D_{crit} = 0,294 \quad (\alpha = 5\%)$$

Conclusão: pode-se rejeitar a hipótese nula de que os dados provenham de uma distribuição normal, a 5% de significância.

Teste Jarque-Bera (JB)

É um teste de normalidade assintótico, isto é, para grandes amostras, que se baseia nos resíduos de MQO. No teste calcula-se, primeiro, a assimetria e a curtose dos resíduos, para depois realizar o teste estatístico (GUJARATI, 2011, p. 150). Então,

Assimetria:

$$S = \frac{E(X - \mu)^3}{\sigma^3} = \frac{\text{terceiro momento em torno da média}}{\text{cubo do desvio padrão}} \quad (158)$$

em que,

S = coeficiente de assimetria;

E = esperança do valor

X = variável explicativa

μ = média

σ = desvio padrão

Curtose:

$$K = \frac{E(X - \mu)^4}{[E(X - \mu)^2]^2} = \frac{\text{quarto momento em torno da média}}{\text{quadrado do segundo momento}} \quad (159)$$

em que,

K = coeficiente de curtose

Estatística de Jarque-Bera (JB):

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K - 3)^2}{24} \right] \quad (160)$$

em que,

n = tamanho da amostra,

S = coeficiente de assimetria

K = coeficiente de curtose

Para uma variável normalmente distribuída, $S = 0$ e $K = 3$. O teste de normalidade JB é um teste da hipótese conjunta de que S e K são iguais a 0 e 3, esperando, neste caso, que o valor da estatística JB seja igual a 0. Portanto, um teste simples de normalidade é descobrir se os valores calculados de assimetria e curtose afastam-se das normas de 0 e 3. Esta é a lógica do teste de Jarque-Bera.

Sob a hipótese nula de que os resíduos são normalmente distribuídos a estatística JB segue a distribuição qui-quadrado (χ^2) com 2 graus de liberdade. Se o p calculado para a estatística JB em uma aplicação for suficientemente baixo, podemos rejeitar a hipótese de que a distribuição dos resíduos é normal. Se o valor p calculado for razoavelmente alto, o que acontece quando o valor da estatística está próximo de zero, não se rejeita a hipótese de normalidade (GUJARATI, 2011, p. 151, 815).

Teste A^2 de Anderson-Darling:

Esse teste é uma modificação do teste Kolmogorov-Smirnov, e leva em consideração a distribuição especificada na hipótese nula para calcular os quantis críticos do teste. É uma ferramenta poderosa para indicar se um conjunto de dados provem, em particular, da distribuição normal.

Teste Lilliefors⁴¹:

É um teste para pequenas amostras que permite o ajuste do teste de Kolmogorov-Smirnov quando o valor médio e o desvio padrão são desconhecidos previamente. O teste Lilliefors é uma adaptação do teste de Kolmogorov-Smirnov. Ele é usado para testar a hipótese nula de que os dados vêm de uma população normalmente distribuída, quando a hipótese nula não especifica qual é a distribuição normal, ou seja, não especifica o valor esperado e a variância da distribuição (UFPE, 2009).

Sejam X_1, X_2, \dots, X_n uma amostra aleatória de uma população X com distribuição F desconhecida. Pretende-se testar se X tem distribuição $N(\mu, \sigma^2)$ sem especificar μ e σ , isto é, para algum μ e algum σ . As hipóteses a testar são:

⁴¹ Hubert Lilliefors, professor de estatística da Universidade George Washington. LILLIEFORS, H., On the Kolmogorov–Smirnov test for normality with mean and variance unknown, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 62. pp. 399–402, June 1967.

$$H_0: Z \sim N(\mu, \sigma^2)$$

$$H_1: Z \neq N(\mu, \sigma^2).$$

O teste de normalidade Lilliefors processa-se como o teste de Kolmogorov-Smirnov, mas os dados originais são estandardizados, usando estimativas de μ e σ :

$$Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s} \quad (i = 1, \dots, n)$$

Assim, as hipóteses a testar são:

$$H_0: Z \sim N(0, 1)$$

$$H_1: Z \neq N(0, 1).$$

Sendo F_0 a função de distribuição $N(0,1)$, a estatística teste de Lilliefors é:

$$D_n^* = \sup_{-\infty < z < +\infty} |F_n(z) - F_0(z)|,$$

em que,

F_n = função de distribuição da amostra depois de padronizada, i.e., definida para as variáveis aleatórias Z_1, Z_2, \dots, Z_n .

Mais uma vez, o valor observado da estatística de teste D_n^* , d_n^* é obtido substituindo na estatística a função distribuição da amostra padronizada pela função distribuição empírica.

A hipótese H_0 é rejeitada, para um nível de significância α , se o valor observado d_n^* for superior ou igual ao ponto crítico $D_{n,\alpha}^*$, com $D_{n,\alpha}$ tal que,

$$P(D_n^* \geq D_{n,\alpha}^* \mid H_0 \text{ é verdadeira}) = \alpha$$

As etapas para realização do teste são:

1ª) Calcular a estimativa da média da população μ e a variância σ^2 com base nos dados.

2ª) Encontrar a discrepância máxima D_n^* entre a função de distribuição empírica e a função de distribuição cumulativa da distribuição normal com a média estimada e a variância estimada.

3ª) Avaliar se a discrepância máxima D_n^* é grande o suficiente para ser estatisticamente significativa, exigindo assim a rejeição da hipótese nula.

Esta é a distribuição Lilliefors. Os pontos críticos são consultados na tabela elaborada por Lilliefors (Anexo O).

Teste de Shapiro-Wilk:

O teste de Shapiro-Wilk é um dos testes padrão para normalidade. Ele não necessita do conhecimento prévio do valor médio nem do desvio padrão. Apenas indica se a distribuição é ou não normal e não deve ser aplicado a um número de amostras superior a 2000. Para amostras maiores, o teste Kolmogorov-Smirnov é mais recomendado.

“Nos últimos anos o teste SW tem sido preferido ao teste K-S pela capacidade de adaptação a uma variada gama de problemas sobre a variação de normalidade” (RODRIGUES, 2010, p. 31).

A estatística do teste, W , pode ser pensada como a correlação entre os dados e os valores correspondentes da normal. Seja $X_1; X_2; \dots; X_n$ a amostra ordenada, então W é dada por:

$$W = \frac{b^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (161)$$

em que, as constantes a_i são geradas pelas médias, variâncias e covariâncias das estatísticas de ordem de uma amostra de tamanho n de uma distribuição Normal. Seus valores, tabelados, são dados no Anexo Q.

Menores valores de W , são evidências de que os dados são normais. A constante b é determinada da seguinte forma:

$$b = \sum_{i=1}^{\frac{n}{2}} a_{n-i+1} \times (X_{n-i+1} - X_i) \quad (162)$$

O cálculo de b é realizado dividindo-se a amostra ao meio. No caso de suas observações serem de número ímpar, desconsiderar a observação mediana. Procede-se ordenando o cálculo da metade maior, em sentido decrescente, e a metade menor em sentido crescente.

As etapas para realizar o teste de Shapiro-Wilk são:

1ª) Formulação da hipótese:

H_0 : A amostra provém de uma população normal

H_1 : A amostra não provém de uma população normal

2ª) Estabelecer o nível de significância do teste α , normalmente 0,05.

3ª) Calcular a estatística de teste:

- Ordenar as n observações da amostra: $X_1; X_2; \dots; X_n$;
- Calcular a somatória dos valores padronizados: $\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$;
- Calcular a constante b ;
- Calcular a estatística de teste W .

4ª) Tomar a decisão:

Rejeitar H_0 ao nível de significância α se $W_{\text{calculado}} < W_{\alpha}$

Os valores críticos da estatística W de Shapiro-Wilk são dados na Tabela do Anexo Q.

Exemplo:

Avaliar a normalidade da seguinte amostra ao nível de significância de 5%:

12 8 10 9 10 12 16 10 19 24

1) Ordenar as observações: 8 9 10 10 10 12 12 16 19 24

2) Calcular a somatória dos valores padronizados: $\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 = 236$

3) Calcular a constante $b = \sum_{i=1}^{\frac{n}{2}} a_{n-i+1} \times (X_{n-i+1} - X_i)$. O valor da constante a é encontrado na Tabela do Anexo Q.

Tabela 31 – Cálculo da constante b para o teste de Shapiro-Wilk

i	$n - i + 1$	a_{n-i+1}	X_{n-i+1}	X_i	$a_{n-i+1}(X_{n-i+1} - X_i)$
1	10	0,5739	24	9	9,1824
2	9	0,3291	19	9	3,2910
3	8	0,2141	16	10	1,2846
4	7	0,1224	12	10	0,2448
5	6	0,0399	12	10	0,0798
					$b=14,0826$

Fonte: Adaptado do (PORTAL ACTION, 2011)

$$4) \text{ Cálculo da estatística } W = \frac{b^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} = \frac{14,0826^2}{236} = 0,840.$$

5) Decisão:

$W_{\text{calculado}} < W_{\alpha}$, então $W_{\text{calculado}} = 0,840 < W_{0,05;10} = 0,842$. Deve-se rejeitar a hipótese de normalidade da amostra.

$$\text{Cálculo do } p\text{-value} = \Pr(W > W_{\text{calc}}) = 0,0443 < \alpha (0,05)$$

Para a distribuição ser considerada normal o valor de p tem de ser maior que 0,05. Portanto, rejeita-se a hipótese nula de normalidade.

Teste IQR:

IQR significa inter-quartile gama. Esse teste se baseia na existência ou não de *outliers* graves entre resíduos. Se existe *outlier* grave, então a distribuição não é normal; se não existe, então a distribuição é normal. O teste assume a simetria da distribuição. Normalmente é desenvolvido com auxílio de programas específicos como o STATA em que se executa sob o comando **iqr**.

11) **Endogeneidade:**

A endogeneidade é um dos principais problemas nas regressões por MQO. Uma das hipóteses fundamentais do método dos MQO é que as variáveis explicativas X não são aleatórias, ou se forem, estão distribuídas independentemente do termo de erro estocástico. Se nenhuma dessas condições for atendida, os estimadores dos mínimos quadrados estarão viesados e inconsistentes, isto é, eles não convergem para os verdadeiros valores. Na prática, as variáveis explicativas não podem ter relação com os resíduos (GUJARATI, 2011, p. 667).

Nos modelos em que há uma única variável dependente Y e mais que uma variável independente X , a ênfase é posta na estimativa ou previsão do valor médio de Y condicionado aos valores fixos das variáveis X . Ocorre que, em muitas situações, existe uma relação simultânea entre Y e alguns X tornando a distinção entre variáveis dependentes e independentes de valor duvidoso. Esses modelos são chamados de modelos de equações simultâneas, em que há mais de uma equação, uma para cada variável mutuamente dependente, estas são chamadas endógenas.

Gujarati comenta que uma característica singular dos modelos de equações simultâneas é que a variável endógena (isto é, regressando) em uma equação pode aparecer como uma variável explicativa (isto é, regressor) em outra equação do sistema. Em consequência tal “variável explicativa endógena” se torna aleatória e geralmente tem correlação com o termo de erro da equação em que ela aparece como uma variável explicativa (GUJARATI, 2011, p. 678).

Diante do problema de simultaneidade é necessário identificar a existência da endogeneidade, pois a utilização do método dos mínimos quadrados é ineficiente para a estimativa.

O principal teste de endogeneidade é o teste de especificação de Whu-Hausman. Seu objetivo é identificar se uma variável ou grupo de variáveis é endógena ou não. O teste faz uso de uma variável, chamada variável instrumental, para substituir a variável que se desconfia seja endógena. Os passos para sua realização são estes:

- 1) Fazer a regressão das variáveis independentes X para obter o termo de erro.

- 2) Fazer a regressão das variáveis dependentes Y e o termo de erro e fazer o teste t de Sudent sobre o termo de perturbação para verificar a sua significância. Se for significativa, existe a endogeneidade.

Uma vez identificada a endogeneidade a estimativa é feita utilizando-se métodos MQO, MQI e MQ2E. O método MQO é o mais inapropriado nestas circunstâncias, sendo usado com restrição. O método MQI (mínimos quadrados indiretos) é apropriado para equações apenas identificadas ou exatamente identificadas. O método MQ2E (método dos mínimos quadrados de 2 estágios) é especialmente desenvolvido para equações superidentificadas, podendo também ser aplicado às equações exatamente identificadas (GUJARATI, 2011, p. 723)

Para executar o teste de endogeneidade no STATA usa-se os comandos:

- . regress variaveldependente variavelindependente
- . predict variaveldependente_res, res
- . ivreg variaveldependente variavelindependente
variaveldependente_res
- . ivreg variaveldependente (variavelendogena 1 = variavelendogena 2)
variaveldependente _res
- . ivendog

4.1.3.3 Testes de significância

A análise da precisão ou de ajustamento do modelo estatístico obtido pelas amostras requer a verificação dos parâmetros de várias formas. A significância individual dos parâmetros das variáveis do modelo deve ser submetida ao teste t de Student, enquanto a hipótese nula deve ser submetida ao teste F de Snedecor e rejeitada ao nível máximo de significância de 1%.

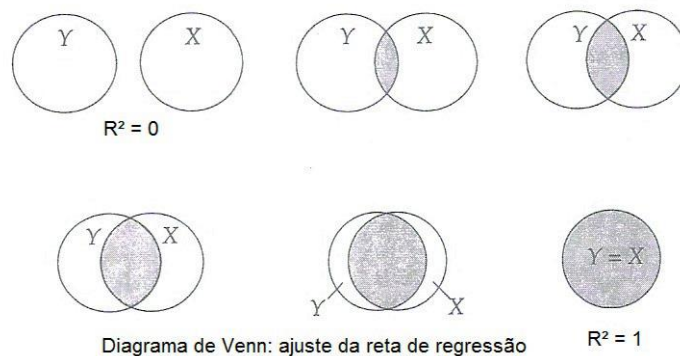
4.1.3.4 Poder de explicação

Em uma mesma amostra, a explicação do modelo pode ser aferida pelo seu coeficiente de determinação. Devido ao fato de que este coeficiente sempre cresce com o aumento do número de variáveis independentes e não leva em conta o número de graus de liberdade perdidos a cada parâmetro estimado, é recomendável considerar também o coeficiente de determinação ajustado.

1) Coeficiente de determinação R^2

A medida de ajuste na regressão múltipla, entre a variação explicada pela equação e a variação total da variável dependente é chamada de coeficiente de determinação designada pelo símbolo R^2 . É uma medida resumida que diz quanto a linha de regressão da amostra se ajusta aos dados.

Figura 50 – Diagrama do ajuste da regressão



Fonte: Adaptado de (GUJARATI, 2011, p. 95)

No caso de $R^2 = 0,86$ significa que 86% da variância é explicada pelo modelo. O coeficiente R^2 é um número no intervalo $[0; 1]$.

$$R^2 = \frac{\sum (y_i^h - \bar{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} = \frac{\text{variação explicada}}{\text{variação total}} \quad (163)$$

2) Coeficiente de determinação ajustado R_a^2

González (GONZÁLEZ, 2000, p. 82) menciona que “muitos autores recomendam o uso do coeficiente de determinação ‘ajustado’ R_a^2 que leva em conta o número de variáveis explicatórias em relação ao número de observações.”

$$R_a^2 = \bar{R}^2 = 1 - \left(\frac{n-1}{n-k-1} \right) \times (1 - R^2) \quad (164)$$

em que,

k = número de regressores

n = número de elementos da amostra.

3) Coeficiente de correlação R

Este coeficiente representa a relação entre duas ou mais variáveis e informa a dependência entre a variável dependente Y e as variáveis explicativas X . Se existe relação direta é positivo. Se a relação for inversa é negativo.

$$R = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \sum(Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (165)$$

O modo mais simples para se obter o coeficiente de correlação é pela raiz quadrada do coeficiente de determinação.

$$R = \sqrt{R^2} \quad (166)$$

Assim, se:

R = 0, a correlação é nula;

R = 0,30 a 0,60, é média;

R = 0,60 a 0,90, é forte; e

R = 1, a correlação é perfeita.

4) Análise de variância – teste do modelo F

O teste mais usual para se analisar os parâmetros de um modelo de regressão múltipla é o de análise de variância, em que se compara a variação explicada com a variação não explicada da variável dependente (y). A relação encontrada na comparação tem distribuição F, de Fischer-Snedecor, com k e (n-k-1) graus de liberdade.

O procedimento é comparar o parâmetro estatístico calculado F_{calc} com parâmetro tabelado $F_{(k,n-k-1)}$. Se $F_{\text{calc}} < F_{\text{tab}}$ rejeita-se a hipótese de inexistência de relação linear, ao nível de significância de 5% da norma de avaliações. Nesse caso, rejeita-se a equação de regressão obtida como inadequada para explicar o modelo.

$$F_{\text{calc}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \times \frac{(n-2)}{1} \quad (167)$$

5) Teste t de significância das variáveis explicativas

A determinação da importância de um coeficiente individual no modelo de regressão é usualmente feita pelo teste estatístico t de Student. Esse teste

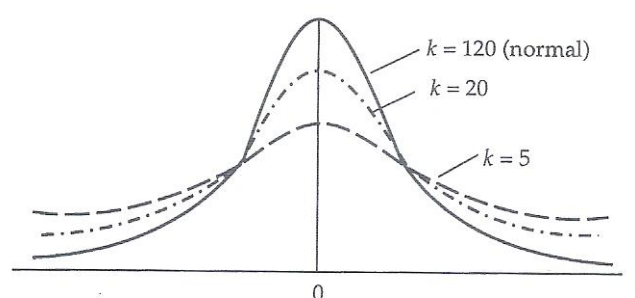
normalmente é aplicado para o caso de pequenas amostras ($n < 30$). O parâmetro estatístico calculado, t_{calc} , deve ser maior que o tabelado, $t_{(n-k-1)}$, sendo que,

k = número de regressores

n = tamanho da amostra.

A condição é que se $t_{\text{calc}} > t_{(n-k-1)}$, rejeita-se a hipótese de que os parâmetros são não-significantes segundo os níveis de significância indicados pela norma, usualmente, 5%.

Figura 51 – Distribuição t de Student



Fonte: (GUJARATI, 2011)

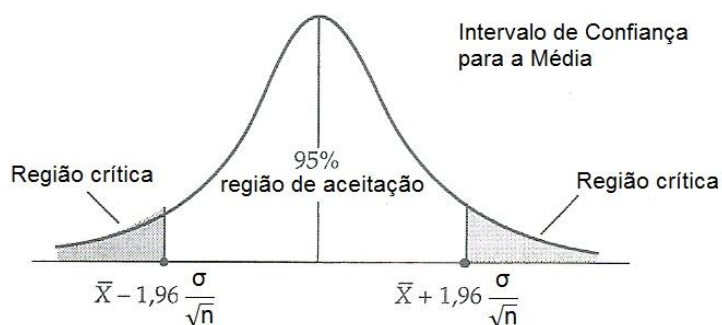
O coeficiente t_{calc} pode ser obtido assim (GUJARATI, 2011, p. 135):

$$t_{\text{calc}} = \frac{(\hat{\beta}_2 - \beta_2) \sqrt{\sum \hat{X}_i^2}}{\hat{\sigma}} \quad (168)$$

6) Intervalo de confiança dos parâmetros IC

Como a determinação do valor procurado nas avaliações de imóveis partem de uma visão probabilística há que se encontrar a faixa dentro do limite de confiança no qual o valor obtido pode ser aceito em conformidade com as normas de avaliação. Exemplificando:

Figura 52 – Intervalo de confiança



Fonte: (GUJARATI, 2011)

O intervalo de confiança para os parâmetros é calculado pela fórmula:

$$IC = \hat{Y}_i \pm t_{1 - \frac{\alpha}{2}(n-k-1)} \times s_e \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X_1 - \bar{X})^2}{\sum(X_i - \bar{X})^2}} \quad (169)$$

em que,

\bar{X} = média aritmética

\hat{Y}_i = valor estimado da variável dependente

$t_{1 - \frac{\alpha}{2}}$ = ponto crítico da distribuição t de Student, que deixa uma área de $1 - \frac{\alpha}{2}$ à sua esquerda, considerando-se $n - 1$ graus de liberdade, dado que se estima uma única média para a população.

s_e = desvio padrão do modelo

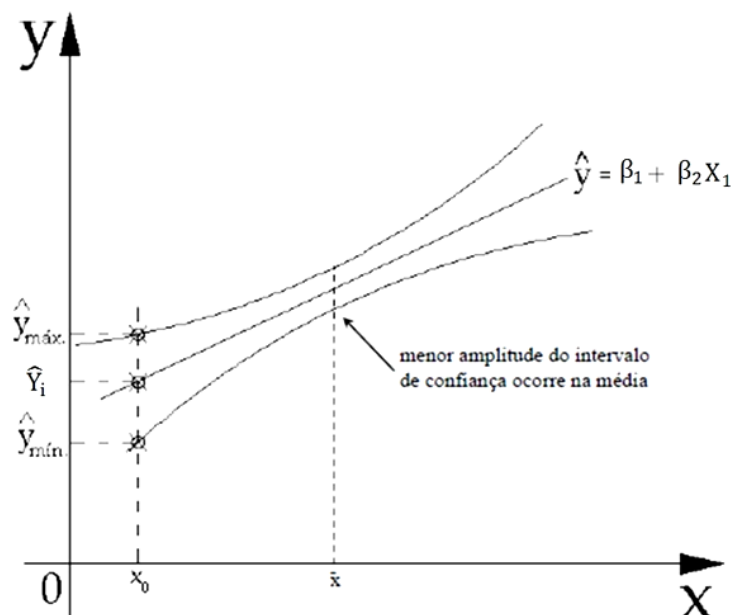
n = número de elementos da amostra.

$(X_1 - \bar{X})^2$ = desvio do valor da variável X_1 em relação à média \bar{X}

$\sum(X_i - \bar{X})^2$ = desvio do valor da variável X_i em relação à média \bar{X}

Exemplificando:

Figura 53 – Gráfico do intervalo de confiança



Fonte: MACIEL, 2010, p. 56.

4.1.3.5 Campo de arbítrio

O campo de arbítrio corresponde à semi-amplitude de 15% em torno da estimativa pontual adotada. Caso não seja adotada a estimativa pontual, o avaliador deve justificar sua escolha.

4.1.3.6 Códigos alocados

Recomenda-se considerar tantas variáveis dicotômicas quantas forem necessárias para descrever as diferenças qualitativas, em lugar da utilização de códigos alocados, especialmente quando a quantidade de dados é abundante e pode-se preservar os graus de liberdade necessários à modelagem estatística.

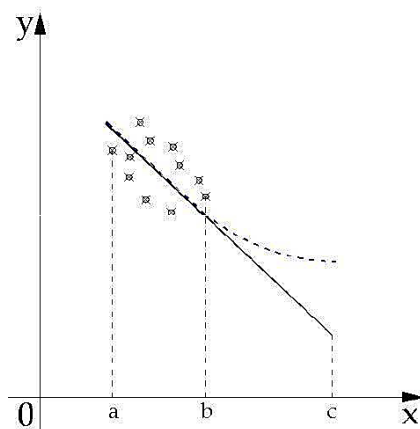
A utilização de códigos alocados é tolerada nos seguintes casos, na seguinte ordem de prioridade:

a) quando seus valores são extraídos da amostra com a utilização de variáveis dicotômicas;

b) A escala será composta por números naturais consecutivos em ordem crescente (1, 2, 3,...), em função da importância das características possíveis na formação do valor, com valor inicial igual a 1.

c) É vedada a extrapolação de variáveis expressas por códigos alocados (ABNT, 2011, p. 38).

Figura 54 – Extrapolação

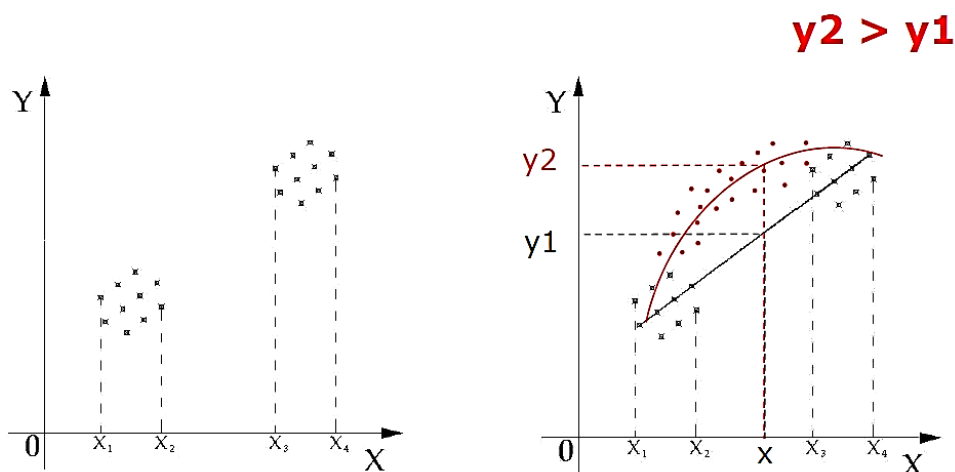


Fonte: (MACIEL, 2010, p. 28).

4.1.3.7 Códigos ajustados

Admite-se que os códigos sejam extraídos da amostra por meio de modelo de regressão com a utilização de variáveis dicotômicas, desde que haja pelo menos três dados por característica. É vedada a extrapolação ou a intrapolação de variáveis expressas por códigos ajustados.

Figura 55 – Intrapolação



Fonte: (MACIEL, 2010, p. 27)

4.1.3.8 Diferentes agrupamentos

No caso de utilização no mesmo modelo de regressão de diferentes agrupamentos (tipologia, mercados, localização, usos etc.), recomenda-se verificar a independência entre os agrupamentos, entre as variáveis utilizadas e possíveis interações entre elas.

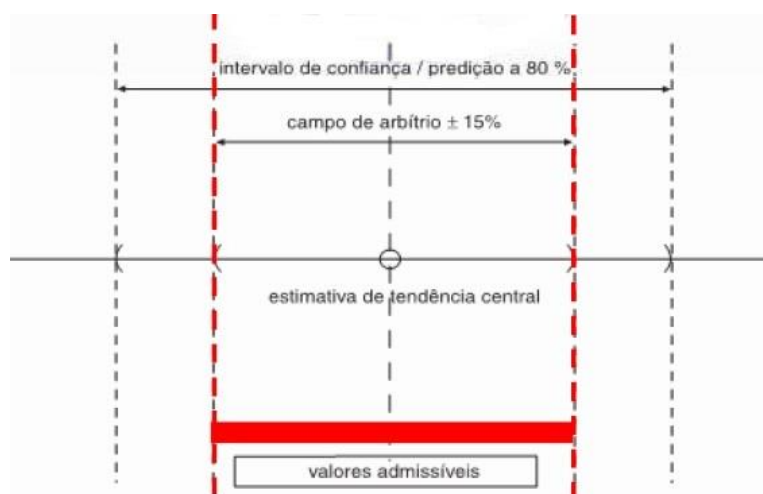
4.1.3.9 Apresentação do modelo

A variável dependente no modelo de regressão deve ser apresentada no laudo na forma não transformada.

4.1.3.10 Avaliação intervalar

A avaliação intervalar, tem como objetivo estabelecer, quando solicitado pelo contratante, um intervalo de valores admissíveis em torno da estimativa de tendência central ou do valor arbitrado. Quando for adotada a estimativa de tendência central, o intervalo de valores admissíveis deve estar limitado simultaneamente ao intervalo de predição ou ao intervalo de confiança de 80% para a estimativa de tendência central e ao campo de arbítrio.

Figura 56 – Avaliação intervalar



Fonte: Adaptado de (ABNT, 2011, p. 38)

Estas condições são garantias de que o modelo encontrado e a própria análise de regressão alcançarão resultado satisfatório.

4.2 APLICAÇÃO SOBRE A BASE DE DADOS

Para demonstrar o passo a passo da aplicação dos princípios de análise de regressão, será analisada uma base de dados composta de 50 elementos que formam uma amostra suficiente para avaliar o preço de um apartamento localizado sob CEP 80060162, Centro/Alto da XV, Curitiba – PR.

O imóvel tem as seguintes características:

Área construída: 236,00 m²;

Padrão construtivo: Normal + (CUB R\$ 1206,84/m²);

Número de cômodos: 13;

Posição vertical: 20º andar;

Número de vagas de garagem: 2;

Número de elevadores: 2;

Idade aparente: 15 anos;

Atributos de valor: 3 sacadas, salão de festas, quadra poliesportiva, etc.;

Posição horizontal: Frente.

A amostra coletada é a seguinte:

Tabela 32 – Base de dados da amostra de apartamento de 3 quartos em 23/11/2011.

Nº Obs	Variáveis Localização	Preço Total Y	Área Constr X1	Padrão X2	Cômodos X3	Dummy Vert 2 X4	Dummy Vert 3 X5	Garagem X6	Elevador X7	Idade X8	Dummy Atrib 1 X9	Dummy Atrib 2 X10	Horizontal X11	Preço unit	Fonte	Data da Pesquisa
1	Alto da XV CEP 80000000	330000.00	156.18	1139.45	7	0	0	0	0	360	0	0	0	2112.95	Imobiliárias	23/10/2011
2	Alto da XV CEP 80040110	361000.00	125.00	1206.84	9	0	0	1	2	144	1	0	1	2888.00	Imobiliárias	23/10/2011
3	Alto da XV CEP 80050000	300000.00	162.64	984.21	9	5	0	1	2	360	0	0	1	1844.56	Imobiliárias	23/10/2011
4	Alto da XV CEP 80050100	500000.00	257.00	984.21	10	0	0	2	0	360	1	0	1	1945.53	Imobiliárias	23/10/2011
5	Alto da XV CEP 80060030	1950000.00	514.00	1453.87	17	8	0	2	2	156	1	0	1	3793.77	Imobiliárias	23/10/2011
6	Alto da XV CEP 80060190	360000.00	136.00	1139.45	8	7	0	2	2	120	1	0	1	2647.06	Imobiliárias	23/10/2011
7	Alto da XV CEP 80060250	500000.00	269.13	901.54	13	0	0	2	2	432	1	0	1	1857.84	Imobiliárias	23/10/2011
8	Centro CEP 80060150	700000.00	276.00	1206.84	10	0	0	2	2	132	1	0	1	2536.23	Imobiliárias	23/10/2011
9	Centro CEP 81150110	386000.00	144.00	1206.84	9	5	0	1	2	156	1	0	1	2680.56	Imobiliárias	23/10/2011
10	Centro CEP 81150110	580000.00	204.30	1206.84	10	5	0	2	2	240	1	0	0	2838.96	Imobiliárias	23/10/2011
11	Cristo Rei CEP 80000000	183000.00	86.12	901.54	7	0	0	1	0	360	0	0	0	2124.94	Imobiliárias	23/10/2011
12	Cristo Rei CEP 80040240	260000.00	100.00	984.21	8	0	0	1	0	360	1	0	1	2600.00	Imobiliárias	23/10/2011
13	Cristo Rei CEP 80050040	600000.00	97.80	1453.87	8	0	0	1	1	12	1	0	1	6134.97	Imobiliárias	23/10/2011
14	Cristo Rei CEP 80050150	220000.00	102.72	984.21	8	0	0	1	0	12	0	0	0	2141.74	Imobiliárias	23/10/2011
15	Cristo Rei CEP 80050200	550000.00	191.96	1206.84	12	6	0	2	2	12	1	0	0	2865.18	Imobiliárias	23/10/2011
16	Cristo Rei CEP 80050210	377000.00	152.00	1139.45	8	0	10	1	2	360	1	0	1	2480.26	Imobiliárias	23/10/2011
17	Cristo Rei CEP 80050210	320000.00	151.74	1139.45	9	0	0	2	2	120	0	1	1	2108.87	Imobiliárias	23/10/2011
18	Cristo Rei CEP 80050230	270000.00	123.99	984.21	6	0	0	1	0	360	0	0	1	2177.59	Imobiliárias	23/10/2011
19	Cristo Rei CEP 80050240	250000.00	112.00	984.21	8	0	12	1	2	360	0	1	1	2232.14	Imobiliárias	23/10/2011
20	Cristo Rei CEP 80050250	558000.00	269.56	1139.45	9	0	25	2	2	240	1	0	1	2070.04	Imobiliárias	23/10/2011
21	Cristo Rei CEP 80050250	380000.00	137.00	1206.84	8	7	0	1	2	180	0	1	1	2773.72	Imobiliárias	23/10/2011
22	Cristo Rei CEP 80050250	290000.00	123.00	1139.45	6	0	0	1	0	360	0	0	1	2357.72	Imobiliárias	23/10/2011
23	Cristo Rei CEP 80050270	950000.00	265.05	1453.87	10	7	0	1	2	216	0	1	0	3584.23	Imobiliárias	23/10/2011
24	Cristo Rei CEP 80050345	491000.00	193.77	1206.84	7	7	0	1	1	300	1	0	1	2533.93	Imobiliárias	23/10/2011

Nº Obs	Variáveis	Preço Total Y	Área Constr X1	Padrão X2	Cômodos X3	Dummy Vert 2 X4	Dummy Vert 3 X5	Garage m X6	Elevador X7	Idade X8	Dummy Atrib 1 X9	Dummy Atrib 2 X10	Horizonta l X11	Preço unit	Fonte	Data da Pesquisa
	Localização															
25	Cristo Rei CEP 80050350	198000.00	69.65	1206.84	7	0	0	1	0	432	0	0	1	2842.79	Imobiliárias	23/10/2011
26	Cristo Rei CEP 80050350	370000.00	153.00	1139.45	9	5	0	1	2	180	1	0	1	2418.30	Imobiliárias	23/10/2011
27	Cristo Rei CEP 80050350	210000.00	95.00	901.54	9	0	0	1	0	360	0	0	0	2210.53	Imobiliárias	23/10/2011
28	Cristo Rei CEP 80050350	215000.00	95.00	901.54	5	0	0	1	0	360	0	0	1	2263.16	Imobiliárias	23/10/2011
29	Cristo Rei CEP 80050360	225000.00	86.12	984.21	8	0	0	1	0	360	0	0	0	2612.63	Imobiliárias	23/10/2011
30	Cristo Rei CEP 80050360	180000.00	86.12	901.54	7	0	0	1	0	372	0	0	0	2090.11	Imobiliárias	23/10/2011
31	Cristo Rei CEP 80050360	170000.00	86.00	901.54	8	0	0	1	0	360	0	0	0	1976.74	Imobiliárias	23/10/2011
32	Cristo Rei CEP 80050370	348000.00	130.00	1206.84	7		21	1	2	180	1	0	1	2676.92	Imobiliárias	23/10/2011
33	Cristo Rei CEP 80050390	235000.00	83.00	984.21	6	6	0	1	1	12	1	0	0	2831.33	Imobiliárias	23/10/2011
34	Cristo Rei CEP 80050390	240000.00	97.93	984.21	9	7	0	1	1	24	1	0	0	2450.73	Imobiliárias	23/10/2011
35	Cristo Rei CEP 80050450	345000.00	130.00	1139.45	10	0	14	1	2	216	1	0	1	2653.85	Imobiliárias	23/10/2011
36	Cristo Rei CEP 80050450	270000.00	129.61	984.21	7	9	0	1	2	228	0	0	1	2083.17	Imobiliárias	23/10/2011
37	Cristo Rei CEP 80050460	450000.00	138.97	1206.84	9	6	0	1	1	72	1	0	1	3238.11	Imobiliárias	23/10/2011
38	Cristo Rei CEP 80050510	369000.00	171.00	1139.45	10	0	15	2	2	120	0	1	1	2157.89	Imobiliárias	23/10/2011
39	Cristo Rei CEP 80050520	320000.00	90.00	1139.45	8	0	0	1	2	156	1	0	1	3555.56	Imobiliárias	23/10/2011
40	Cristo Rei CEP 80050520	370000.00	166.00	1206.84	9	0	13	1	2	180	1	0	1	2228.92	Imobiliárias	23/10/2011
41	Cristo Rei CEP 80050520	315000.00	136.00	1139.45	8	8	0	1	2	180	1	0	1	2316.18	Imobiliárias	23/10/2011
42	Cristo Rei CEP 80050520	350000.00	96.30	984.21	8	0	15	1	2	120	0	1	1	3634.48	Imobiliárias	23/10/2011
43	Cristo Rei CEP 80050520	680000.00	249.00	1453.87	10	0	0	3	2	96	1	0	1	2730.92	Imobiliárias	23/10/2011
44	Cristo Rei CEP 80050370	370000.00	134.00	1206.84	7	0	10	1	2	72	1	0	1	2761.19	Imobiliárias	23/10/2011
45	Cristo Rei CEP 80050370	230000.00	95.00	901.54	7	5	0	1	1	24	1	0	0	2421.05	Imobiliárias	23/10/2011
46	Cristo Rei CEP 82020770	350000.00	171.00	1139.45	9	0	0	1	2	120	0	1	1	2046.78	Imobiliárias	23/10/2011
47	Cristo Rei CEP 82020770	245000.00	110.00	984.21	7	6	0	1	2	300	0	0	1	2227.27	Imobiliárias	23/10/2011
48	Cristo Rei CEP 82530020	270000.00	125.00	984.21	7	0	0	1	0	120	1	0	0	2160.00	Imobiliárias	23/10/2011
49	Cristo Rei CEP 82530020	155000.00	70.00	901.54	7	0	0	0	0	120	1	0	0	2214.29	Imobiliárias	23/10/2011

Nº Obs	Variáveis Localização	Preço Total Y	Área Constr X1	Padrão X2	Cômodos X3	Dummy Vert 2 X4	Dummy Vert 3 X5	Garage m X6	Elevad or X7	Idade X8	Dummy Atrib 1 X9	Dummy Atrib 2 X10	Horizo ntal X11	Preço unit	Fonte	Data da Pesquisa
50	Cristo Rei CEP 82530020	260000.00	125.00	901.54	7	0	0	1	0	36	1	0	0	2080.00	Imobiliárias	23/10/2011
	AVALIANDO	$\hat{Y} = ?$	236.00	1206.84	13	0	1	1	1	180	1	0	1	?	Avaliação	

Fonte: Autor (2011).

Nesta avaliação será utilizado o programa STATA como ferramenta auxiliar para a elaboração dos cálculos. Proceder-se-á ao cálculo seqüencial dos pressupostos recomendados pela estatística para a análise de regressão pelo método dos mínimos quadrados, observando os parâmetros exigidos pelas normas vigentes da ABNT quanto à fundamentação e precisão. O primeiro passo é especificar as variáveis do modelo adotado para o imóvel avaliando.

4.2.1 Especificação das variáveis

Os dados disponíveis para formar a base de dados foram coletados no mesmo bairro e vizinhança próxima do imóvel avaliando, buscando formar uma base homogênea, todavia, pela variação de áreas e padrão construtivos encontrados resultou em uma amostra com observações heterogêneas. Em face disso, a ponderação feita sobre os elementos amostrais levou à seguinte escolha de variáveis:

a) Variável dependente:

Y : Preço total. Variável quantitativa (R\$). Preço observado de cada elemento amostral.

b) Variáveis independentes:

X₁ : Área total construída. Variável quantitativa (m²). Área total de cada elemento da amostra.

X₂ : Padrão construtivo. Variável quantitativa (R\$/m²). Padrão referenciado no valor do CUB para o mês setembro/2011, anterior à data da pesquisa, equiparando os elementos amostrais a 5 padrões construtivos assim representados:

+ Baixo :	R\$ 901,54 / m ²
Baixo :	R\$ 984,21 / m ²
Normal :	R\$ 1139,45 / m ²
Normal + :	R\$ 1206,84 / m ²
Alto :	R\$ 1453,87 / m ²

X₃ : N^o de cômodos. Variável quantitativa (un). Número de cômodos do elemento observado.

X₄ : *Dummy vertical 2*. Variável qualitativa (un). Indicador para ajuste do diferencial de preço decorrente da elevação do imóvel paradigma situado entre o 5º e o 9º andar, segundo a escala seguinte:

5º ao 9º andar = 1

Todos os demais = 0

X₅: *Dummy vertical 3*. Variável qualitativa (un). Indicador para ajuste do diferencial de preço decorrente da elevação do imóvel paradigma situado acima do 9º andar, segundo a escala seguinte:

Acima do 9º andar = 1

Todos os demais = 0

X₆: *Garagem*. Variável qualitativa em (un). Indicador para ajuste do diferencial de preço decorrente da quantidade de vagas de garagem pertencentes ao elemento da amostra, segundo a escala seguinte:

Sem vaga de garagem = 0

Com vaga de garagem = 1

X₇: *Nº de elevadores*. Variável qualitativa (un). Indicador para ajuste do diferencial de preço decorrente da existência ou não de elevador no edifício do elemento amostral, segundo a escala seguinte:

Sem elevador = 0

Com elevador = 1

X₈ : *Idade aparente*. Variável quantitativa (un). Idade aparente da construção do elemento da amostra representada em meses.

X₉ : *Dummy Atributo de valor 1*. Variável qualitativa (un). Indicador para ajuste do diferencial de preço decorrente da existência dos atributos sacada e/ou churrasqueira individual no elemento amostrado; segundo a escala seguinte:

Sem atributo = 0

Com atributo = 1

X₁₀ : *Dummy Atributo de valor 2*. Variável qualitativa (un). Indicador para ajuste do diferencial de preço decorrente da existência dos atributos churrasqueira coletiva e/ou quadra poliesportiva no elemento amostrado, segundo a escala seguinte:

Sem atributo = 0

Com atributo = 1

X₁₁ : Posição horizontal. Variável qualitativa (un). Indicador para ajuste do diferencial de preço decorrente da posição horizontal de localização do imóvel, se frente ou fundos, segundo a escala seguinte:

Fundos ou lateral = 0

Frente = 1

Uma vez especificadas as variáveis, deve-se formatar uma tabela com os dados atribuídos a cada uma delas para o devido processamento dos cálculos. A base de dados formatada e tabelada é a seguinte:

Tabela 33 – Base de dados formatada.

Nº Obs	Preço Total Y	Área Constr X1	Padrão X2	Cômodos X3	Dum my vert2 X4	Dum my vert3 X5	Dum my Gara gem X6	Dum my Elev ador X7	Idade X8	Dum my Atrib 1 X9	Dum my Atrib 2 X10	Dum my Horiz ontal X11
1	330000.00	156.18	1139.45	7	0	0	0	0	360	0	0	0
2	361000.00	125.00	1206.84	9	0	0	1	1	144	1	0	1
3	300000.00	162.64	984.21	9	1	0	1	1	360	0	0	1
4	500000.00	257.00	984.21	10	0	0	1	0	360	1	0	1
5	1950000.00	514.00	1453.87	17	1	0	1	1	156	1	0	1
6	360000.00	136.00	1139.45	8	1	0	1	1	120	1	0	1
7	500000.00	269.13	901.54	13	0	0	1	1	432	1	0	1
8	700000.00	276.00	1206.84	10	0	0	1	1	132	1	0	1
9	386000.00	144.00	1206.84	9	1	0	1	1	156	1	0	1
10	580000.00	204.30	1206.84	10	1	0	1	1	240	1	0	0
11	183000.00	86.12	901.54	7	0	0	1	0	360	0	0	0
12	260000.00	100.00	984.21	8	0	0	1	0	360	1	0	1
13	600000.00	97.80	1453.87	8	0	0	1	1	12	1	0	1
14	220000.00	102.72	984.21	8	0	0	1	0	12	0	0	0
15	550000.00	191.96	1206.84	12	1	0	1	1	12	1	0	0
16	377000.00	152.00	1139.45	8	0	1	1	1	360	1	0	1
17	320000.00	151.74	1139.45	9	0	0	1	1	120	0	1	1
18	270000.00	123.99	984.21	6	0	0	1	0	360	0	0	1
19	250000.00	112.00	984.21	8	0	1	1	1	360	0	1	1
20	558000.00	269.56	1139.45	9	0	1	1	1	240	1	0	1
21	380000.00	137.00	1206.84	8	1	0	1	1	180	0	1	1
22	290000.00	123.00	1139.45	6	0	0	1	0	360	0	0	1
23	950000.00	265.05	1453.87	10	1	0	1	1	216	0	1	0

Nº Obs	Preço Total Y	Área Constr X1	Padrão X2	Cômodos X3	Dumy vert2 X4	Dumy vert3 X5	Dumy Garagem X6	Dumy Elevador X7	Idade X8	Dumy Atrib 1 X9	Dumy Atrib 2 X10	Dumy Horizontal X11
24	491000.00	193.77	1206.84	7	1	0	1	1	300	1	0	1
25	198000.00	69.65	1206.84	7	0	0	1	0	432	0	0	1
26	370000.00	153.00	1139.45	9	1	0	1	1	180	1	0	1
27	210000.00	95.00	901.54	9	0	0	1	0	360	0	0	0
28	215000.00	95.00	901.54	5	0	0	1	0	360	0	0	1
29	225000.00	86.12	984.21	8	0	0	1	0	360	0	0	0
30	180000.00	86.12	901.54	7	0	0	1	0	372	0	0	0
31	170000.00	86.00	901.54	8	0	0	1	0	360	0	0	0
32	348000.00	130.00	1206.84	7	0	1	1	1	180	1	0	1
33	235000.00	83.00	984.21	6	1	0	1	1	12	1	0	0
34	240000.00	97.93	984.21	9	1	0	1	1	24	1	0	0
35	345000.00	130.00	1139.45	10	0	1	1	1	216	1	0	1
36	270000.00	129.61	984.21	7	1	0	1	1	228	0	0	1
37	450000.00	138.97	1206.84	9	1	0	1	1	72	1	0	1
38	369000.00	171.00	1139.45	10	0	1	1	1	120	0	1	1
39	320000.00	90.00	1139.45	8	0	0	1	1	156	1	0	1
40	370000.00	166.00	1206.84	9	0	1	1	1	180	1	0	1
41	315000.00	136.00	1139.45	8	1	0	1	1	180	1	0	1
42	350000.00	96.30	984.21	8	0	1	1	1	120	0	1	1
43	680000.00	249.00	1453.87	10	0	0	1	1	96	1	0	1
44	370000.00	134.00	1206.84	7	0	1	1	1	72	1	0	1
45	230000.00	95.00	901.54	7	1	0	1	1	24	1	0	0
46	350000.00	171.00	1139.45	9	0	0	1	1	120	0	1	1
47	245000.00	110.00	984.21	7	1	0	1	1	300	0	0	1
48	270000.00	125.00	984.21	7	0	0	1	0	120	1	0	0
49	155000.00	70.00	901.54	7	0	0	0	0	120	1	0	0
50	260000.00	125.00	901.54	7	0	0	1	0	36	1	0	0
AVA	?	236.00	1206.84	13	0	1	2	1	180	1	0	1

Fonte: Autor (2011).

Uma vez que os dados foram tabelados há condições para iniciar aos cálculos atendendo, sempre, às hipóteses/pressupostos de validação do método clássico de regressão linear normal, recomendados pela ciência estatística e pela ABNT, indicados no Quadro 3. Todavia, como uma sequência lógica, a análise deve iniciar-se pela identificação dos dados incomuns e influenciadores da amostra, visto

que, esses dados, normalmente chamados de extremos ou *outliers*, podem enviesar os regressores, distorcer o desvio padrão, alterar os testes t e F e os resultados de todos os pressupostos.

4.2.2 Dados incomuns e influenciantes – *Outliers*

Um *outlier* é uma observação com grande resíduo que indica, ou discrepância em relação à amostra ou erro de entrada dos dados. Tomando a base de dados tabelada e introduzida no programa de análise de regressão STATA, inicia-se o processo de regressão resumindo os dados que serão objetos da análise. Isso é feito sob o comando **summarize + variáveis** para se obter o resumo das variáveis:

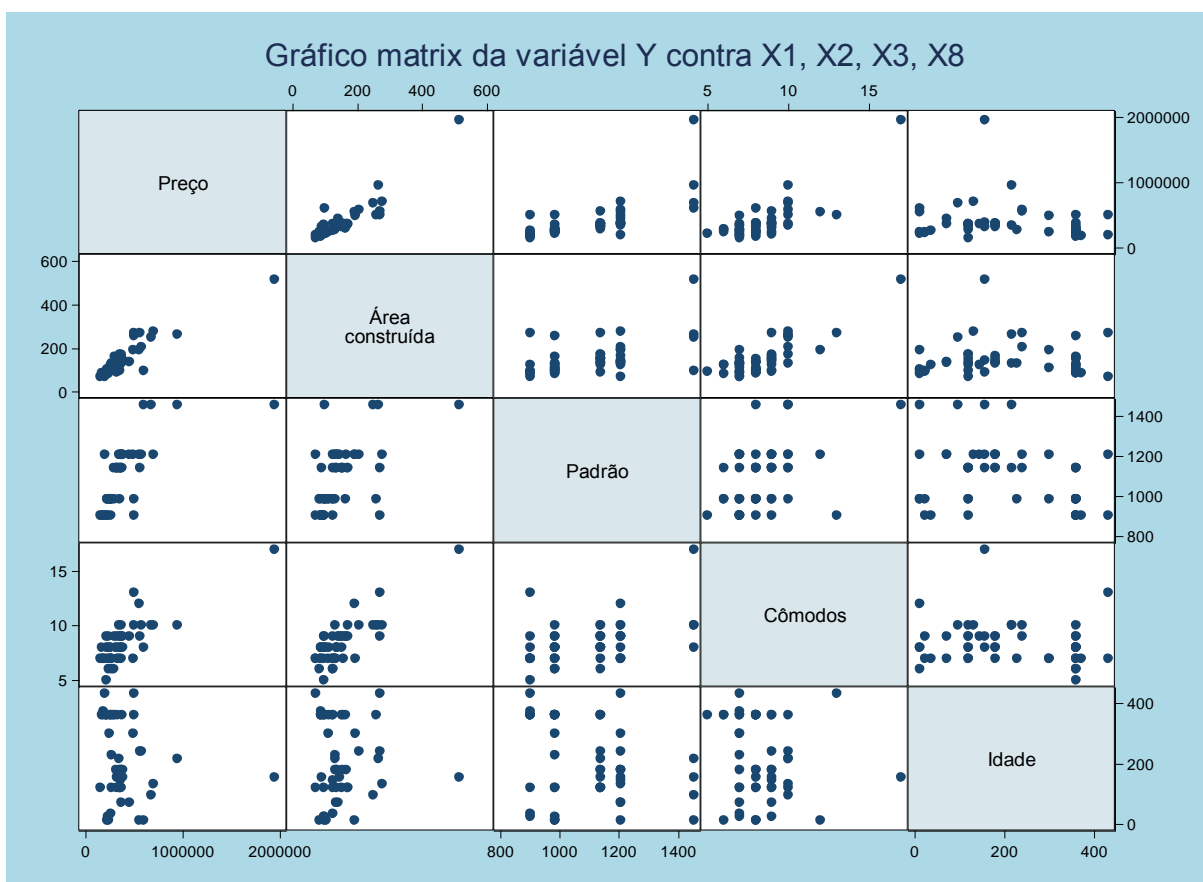
Tabela 34 – Resumo das variáveis

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
preco	50	388120	274172.9	155000	1950000
areaconst	50	149.3932	76.56287	69.65	514
padrao	50	1097.591	155.5131	901.54	1453.87
comodos	50	8.42	1.949254	5	17
dummyvert2	50	.34	.4785181	0	1
dummyvert3	50	.18	.3880879	0	1
dummygar	50	.96	.1979487	0	1
dummyelev	50	.68	.4712121	0	1
idade	50	210.24	129.6354	12	432
dummyatrib1	50	.58	.4985694	0	1
dummyatrib2	50	.14	.3505098	0	1

Fonte: Autor (2012).

Como se pretende construir um modelo de regressão linear entre a variável dependente e as demais variáveis explicativas, pode-se observar a dispersão da variável Preço contra as variáveis quantitativas contínuas através do gráfico matrix com se vê abaixo:

Figura 57 – Gráfico matrix da variável Y contra X1, X2, X3, X8



Fonte: Autor (2012).

A visão que se tem é de acentuada dispersão com pontos distantes dos demais. Portanto, deve-se fazer a regressão linear da variável dependente Y contra todas as demais para se analisar a distribuição dos resíduos e identificar a presença de algum *outlier*.

Tabela 35 – Regressão dos dados formatados

Source	SS	df	MS			
Model	3.3358e+12	11	3.0325e+11	Number of obs = 50		
Residual	3.4758e+11	38	9.1468e+09	F(11, 38) = 33.15		
Total	3.6834e+12	49	7.5171e+10	Prob > F = 0.0000		
				R-squared = 0.9056		
				Adj R-squared = 0.8783		
				Root MSE = 95639		

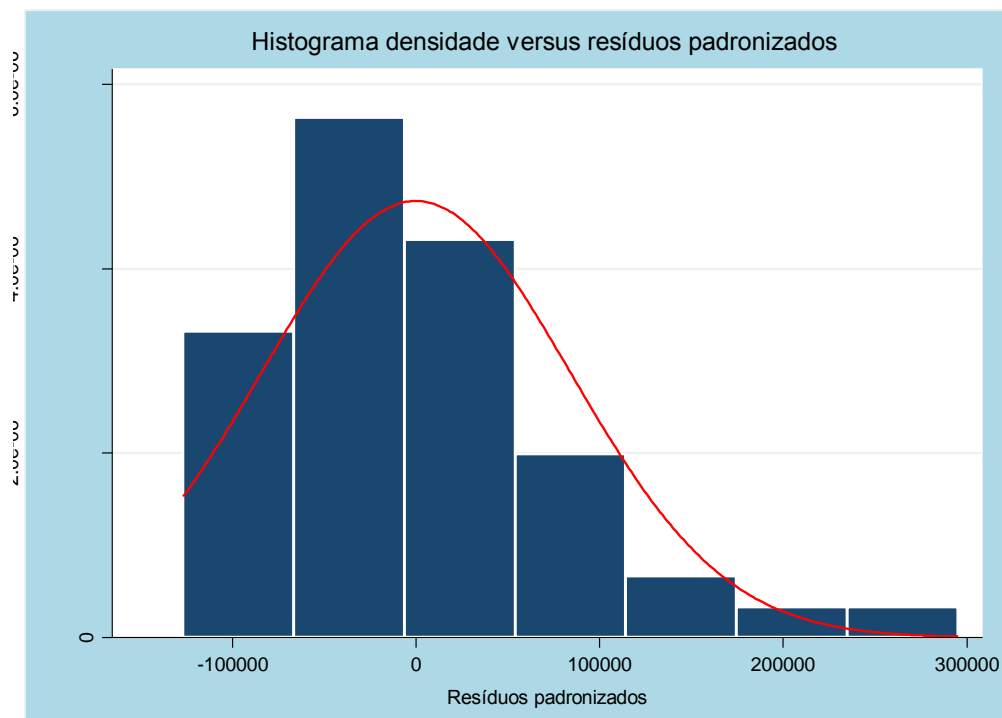
preco	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
areaconst	2388.842	345.2806	6.92	0.000	1689.858	3087.826
padrao	549.1917	121.7418	4.51	0.000	302.7383	795.6452
comodos	22517.44	13078.42	1.72	0.093	-3958.443	48993.32
dummyvert2	73372.68	45229	1.62	0.113	-18188.65	164934
dummyvert3	34408.83	48676.42	0.71	0.484	-64131.43	132949.1
dummygar	34729.71	75228.15	0.46	0.647	-117561.7	187021.1
dummyelev	-110322.9	63551.78	-1.74	0.091	-238976.7	18331
idade	-209.8415	154.4496	-1.36	0.182	-522.5083	102.8253
dummyatrib1	-29550.83	46666.31	-0.63	0.530	-124021.8	64920.17
dummyatrib2	-18083.39	60007.99	-0.30	0.765	-139563.2	103396.4
dummyhoriz	-9159.264	41494.36	-0.22	0.826	-93160.21	74841.69
_cons	-680586.2	162088.6	-4.20	0.000	-1008717	-352455

Fonte: Autor (2012).

O que se vê na regressão inicial? Vê-se que o p-valor de F-teste com valor zero para quatro casas decimais indica que o modelo no geral é estatisticamente significativo. O teste de significância do modelo $F_{\text{calc}} 33,15 > F_{\text{tab}} 2,54$ indica confiabilidade ao nível de 95%. O coeficiente de determinação R^2 é 0,9216 e o coeficiente de determinação ajustado, R_a^2 , indicam que mais de 90% da variabilidade do Preço é contabilizada pelo modelo. Os coeficientes para cada uma das variáveis indica a quantidade de mudança que se pode esperar no Preço em função da mudança de uma unidade no valor de uma variável considerando que as demais permaneçam constantes. Por exemplo, a variação de uma unidade na variável Área construída provocará um aumento de 2534,90 na variável Preço.

Embora se tenha indicadores de bondade do modelo, ainda persiste a indicação gráfica da presença de dados incomuns e influenciadores. Portanto, o uso de um gráfico histograma dos resíduos pode oferecer mais informações quanto à distribuição dos dados.

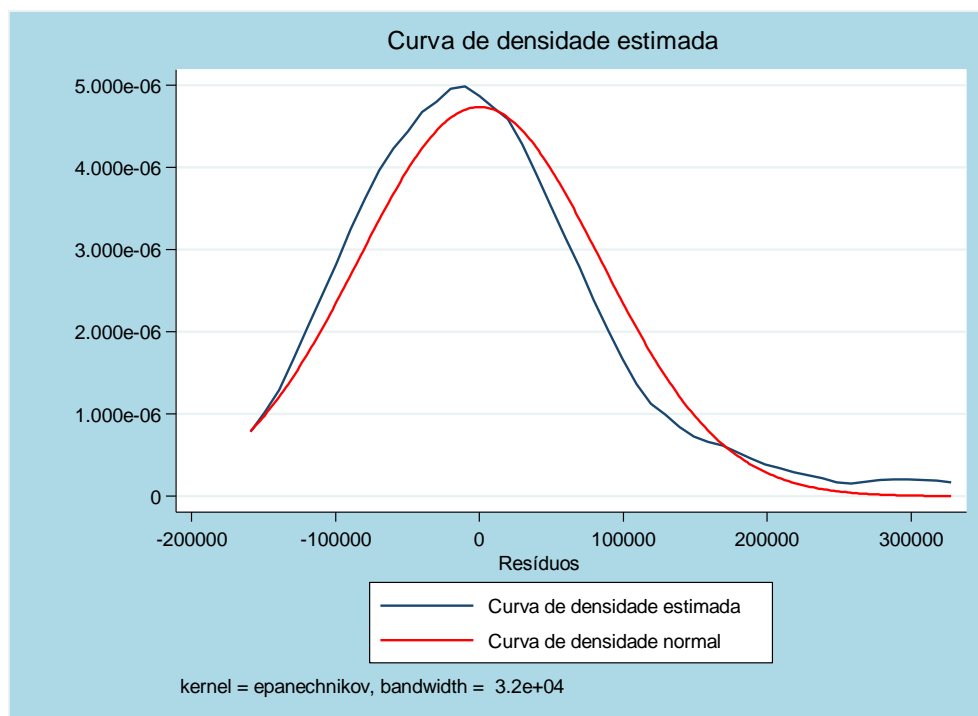
Figura 58 – Histograma densidade versus resíduos



Fonte: Autor (2012).

Pode-se ainda considerar a distribuição dos resíduos em um gráfico de curva de densidade estimada comparada à curva normal, como se vê a seguir:

Figura 59 – Curva de densidade estimada dos resíduos



Fonte: Autor (2012).

4.2.2.1 Saneamento da amostra

Considerada a análise gráfica da dispersão dos dados, pode ser feito um teste específico para identificação de *outliers*, o teste de Cook, que se realiza sob o comando **predict d, cooks**. O ponto de corte convencional para a distância de Cook é de $4/n$, em que n é o número de observações (CHEN, 2003). Após o cálculo da distância de Cook, o programa oferece a identificação das observações espúrias mediante o comando **list variável dependente variável independente d if d>4/n**. Testando as variáveis quantitativas e contínuas, que podem apresentar pontos discrepantes tem-se:

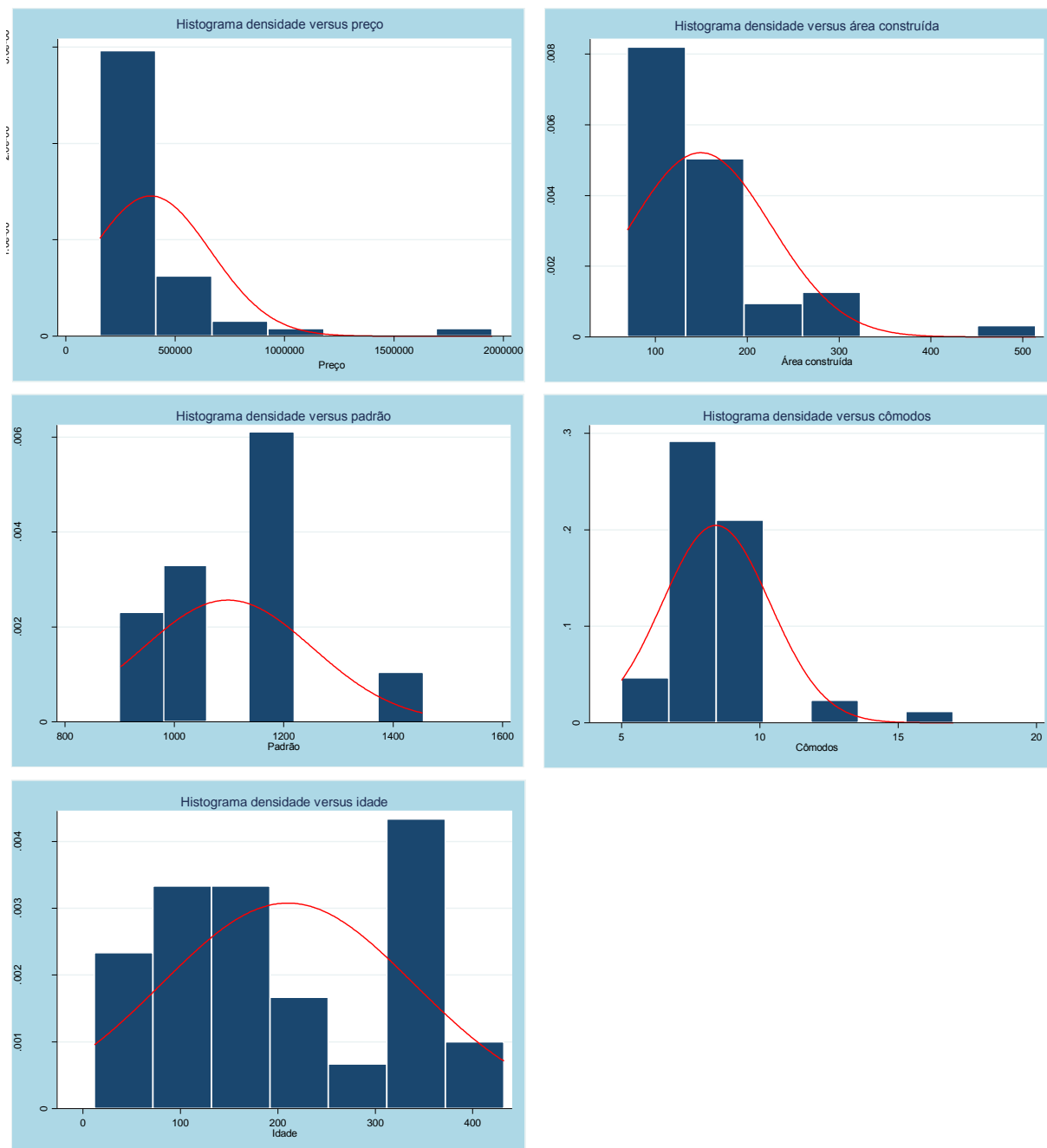
Tabela 36 – Identificação de *outliers* pelo teste de Cook

	preco	areaco~t	padrao	comodos	idade	d
1.	330000	156.18	1139.45	7	360	.161891
5.	1950000	514	1453.87	17	156	3.597637
13.	600000	97.8	1453.87	8	12	.2167237
42.	350000	96.3	984.21	8	120	.1249539
49.	155000	70	901.54	7	120	.161891

Fonte: Autor (2012).

Então, a amostra tem cinco observações incomuns e influenciadoras, as de número 1, 5, 13, 42 e 49, que devem ser examinadas e se confirmados os elementos levantados eliminá-las da amostra. Pode-se elaborar os histogramas destas variáveis antes e após a exclusão das observações aberrantes.

Figura 60 – Histogramas das variáveis contínuas sem saneamento da amostra



Fonte: Autor (2012).

Excluídas da amostra as observações incomuns e influenciantes, procede-se a novo cálculo do resumo das variáveis e de nova regressão para aferir o resultado. Na tabela abaixo tem-se o resumo já expurgado:

Tabela 37 – Resumo das variáveis com a amostra saneada

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
preco	45	356022.2	157643.7	170000	950000
areaconst	45	145.2307	56.74582	69.65	276
padrao	45	1087.702	140.9157	901.54	1453.87
comodos	45	8.311111	1.564118	5	13
dummyvert2	45	.3555556	.4840903	0	1
dummyvert3	45	.1777778	.3866458	0	1
dummygar	45	1	0	1	1
dummyelev	45	.6888889	.4681794	0	1
idade	45	216.5333	129.7483	12	432
dummyatrib1	45	.5777778	.4994947	0	1
dummyatrib2	45	.1333333	.3437758	0	1
dummyhoriz	45	.6888889	.4681794	0	1

Fonte: Autor (2012).

Agora, a regressão dos dados saneados:

Tabela 38 – Regressão da amostra saneada

Source	SS	df	MS	Number of obs = 45		
Model	1.0373e+12	10	1.0373e+11	F(10, 34) =	62.79	
Residual	5.6169e+10	34	1.6520e+09	Prob > F =	0.0000	
Total	1.0935e+12	44	2.4852e+10	R-squared =	0.9486	
				Adj R-squared =	0.9335	
				Root MSE =	40645	

preco	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
areaconst	1984.732	167.2032	11.87	0.000	1644.935	2324.53
padrao	508.0742	58.66387	8.66	0.000	388.8549	627.2935
comodos	-5298.634	5985.157	-0.89	0.382	-17461.94	6864.668
dummyvert2	13885.89	21235.54	0.65	0.518	-29269.91	57041.69
dummyvert3	-24032.28	22490.72	-1.07	0.293	-69738.92	21674.36
dummygar	0	(omitted)				
dummyelev	12835.5	29658.98	0.43	0.668	-47438.79	73109.79
idade	127.4797	70.70318	1.80	0.080	-16.20648	271.1658
dummyatrib1	27327.4	21285.76	1.28	0.208	-15930.46	70585.27
dummyatrib2	27945.64	27341.09	1.02	0.314	-27618.13	83509.42
dummyhoriz	-75844.27	18573.51	-4.08	0.000	-113590.2	-38098.36
_cons	-445195.3	68669.58	-6.48	0.000	-584748.7	-305642

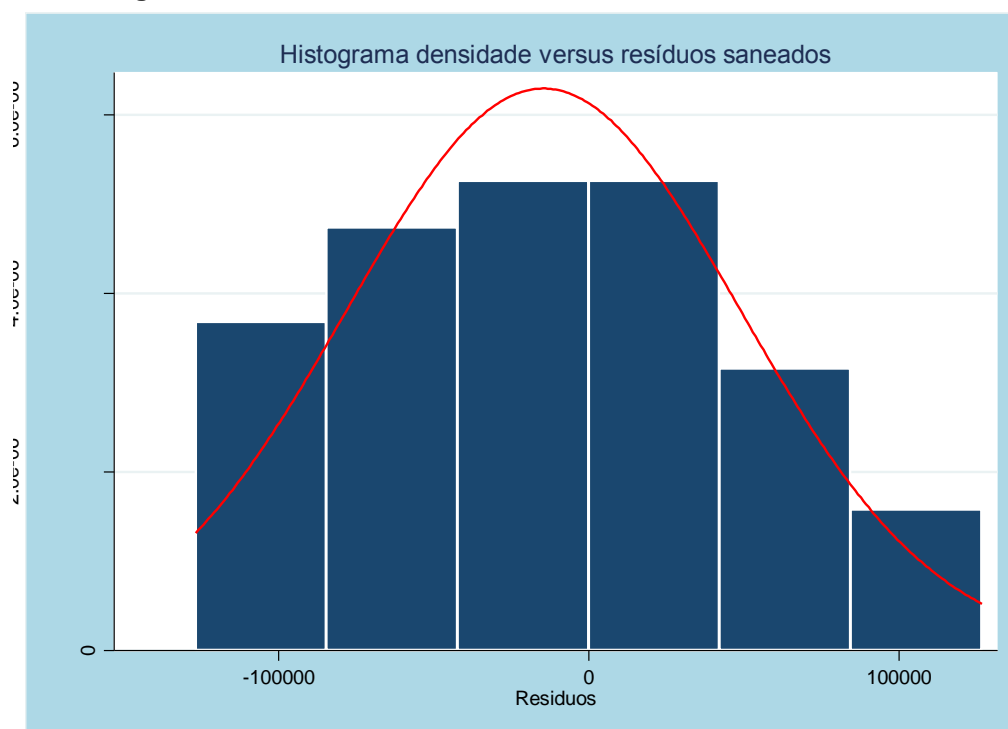
note: dummygar omitted because of collinearity

Fonte: Autor (2012).

Vê-se que houve sensível melhora nos indicadores da amostra não obstante a colinearidade apresentada, que ocorre quando duas variáveis tem combinações próximas uma da outra. Quando há mais de duas variáveis envolvidas é chamado de multicolinearidade. Essas combinações desestabiliza os coeficientes de regressão e aumentam os erros padronizados. Tem-se que tratar a colinearidade.

Os resíduos descontaminados dos *outliers* tem o seguinte histograma:

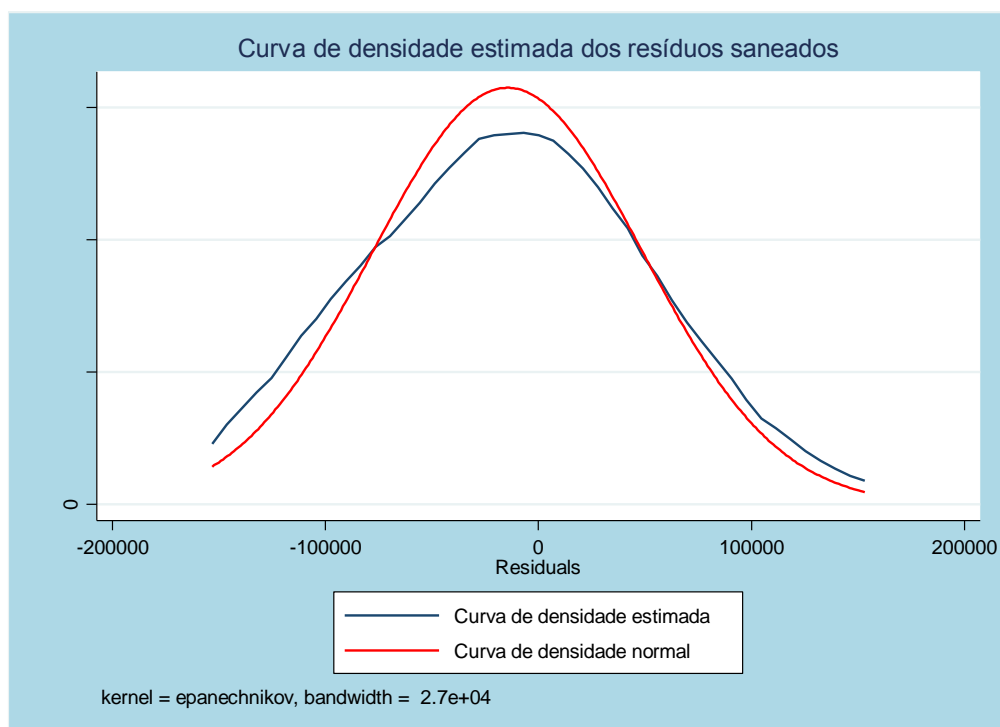
Figura 61 – Histograma densidade versus resíduos saneados



Fonte: Autor (2011).

A curva de distribuição da densidade estimada dos resíduos saneados apresentou o seguinte formato:

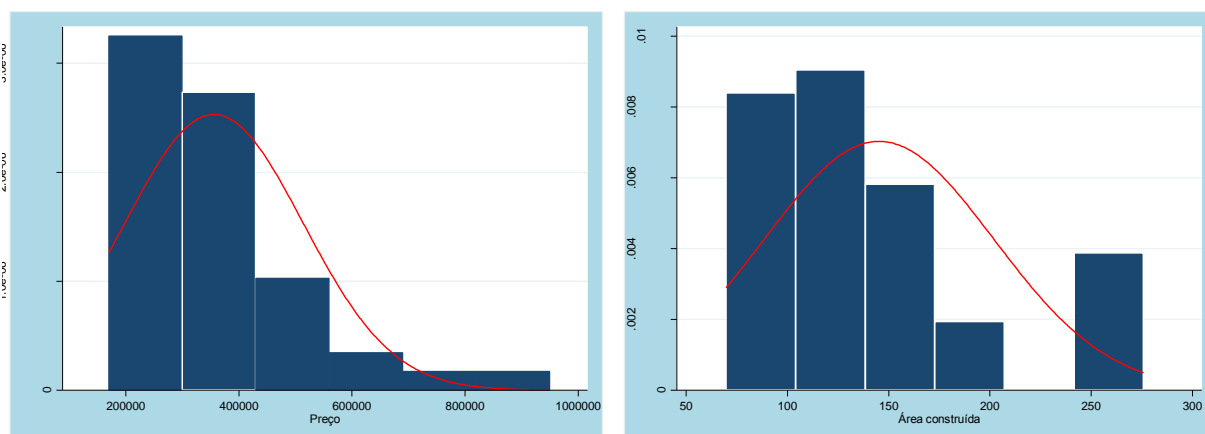
Figura 62 – Curva de densidade estimada dos resíduos saneados

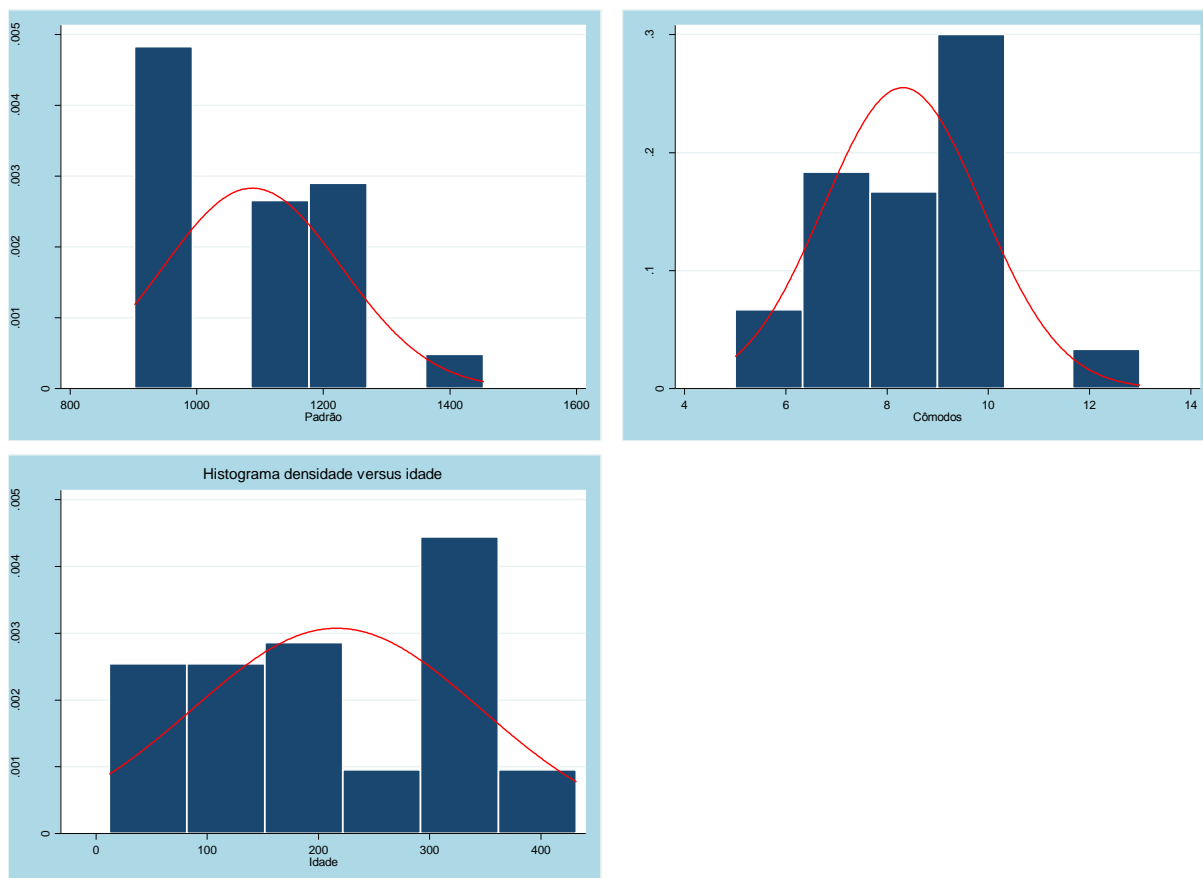


Fonte: Autor (2012).

Agora pode-se analisar o comportamento das variáveis saneadas através de seus histogramas:

Figura 63 – Histogramas das variáveis contínuas saneadas





Fonte: Autor (2012).

4.2.2.2 Transformação das variáveis

A eliminação das observações contaminantes não são suficientes para aproximar as variáveis da normalidade. Requer-se então, proceder ao teste de transformação do modelo matemático, que no STATA é feito sob o comando **ladder variável**, uma aplicação do teste de Tukey já apresentado que indica a transformação matemática da variável que mais a aproxima da curva normal. A melhor transformação é a que oferece a menor estatística qui-quadrado, com a maior probabilidade qui-quadrado de transformação.

Variável Preço:

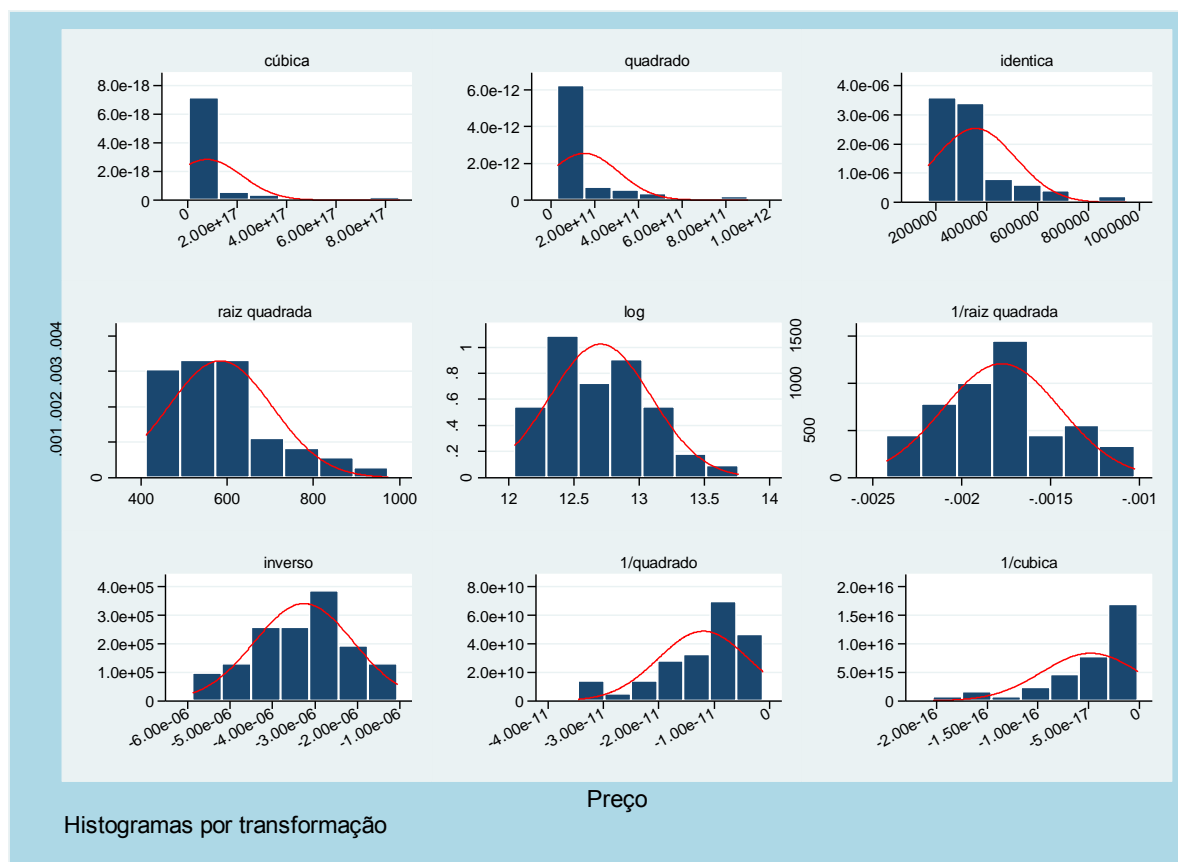
A transformação da variável é obtida sob o comando **ladder preco** e apresentou as seguintes indicações:

Tabela 39 – Transformação da variável preço

Transformation	formula	chi2 (2)	P(chi2)
cubic	preco ³	49.42	0.000
square	preco ²	35.95	0.000
identity	preco	17.90	0.000
square root	sqrt(preco)	9.17	0.010
log	log(preco)	2.83	0.243
1/(square root)	1/sqrt(preco)	0.55	0.760
inverse	1/preco	1.31	0.520
1/square	1/(preco ²)	6.93	0.031
1/cubic	1/(preco ³)	14.92	0.001

Fonte: Autor (2012).

O comando **gladder preco** oferece a representação gráfica das transformações indicadas pelo teste **ladder**:

Figura 64 – Histogramas por transformação da variável preço

Fonte: Autor (2012).

A transformação recomendada para a variável Preço é o inverso de sua raiz quadrada, que terá nova rotulação, lspreço .

Variável Área construída:

A variável Área construída tem a seguinte indicação para transformação pelo teste **ladder areaconst**:

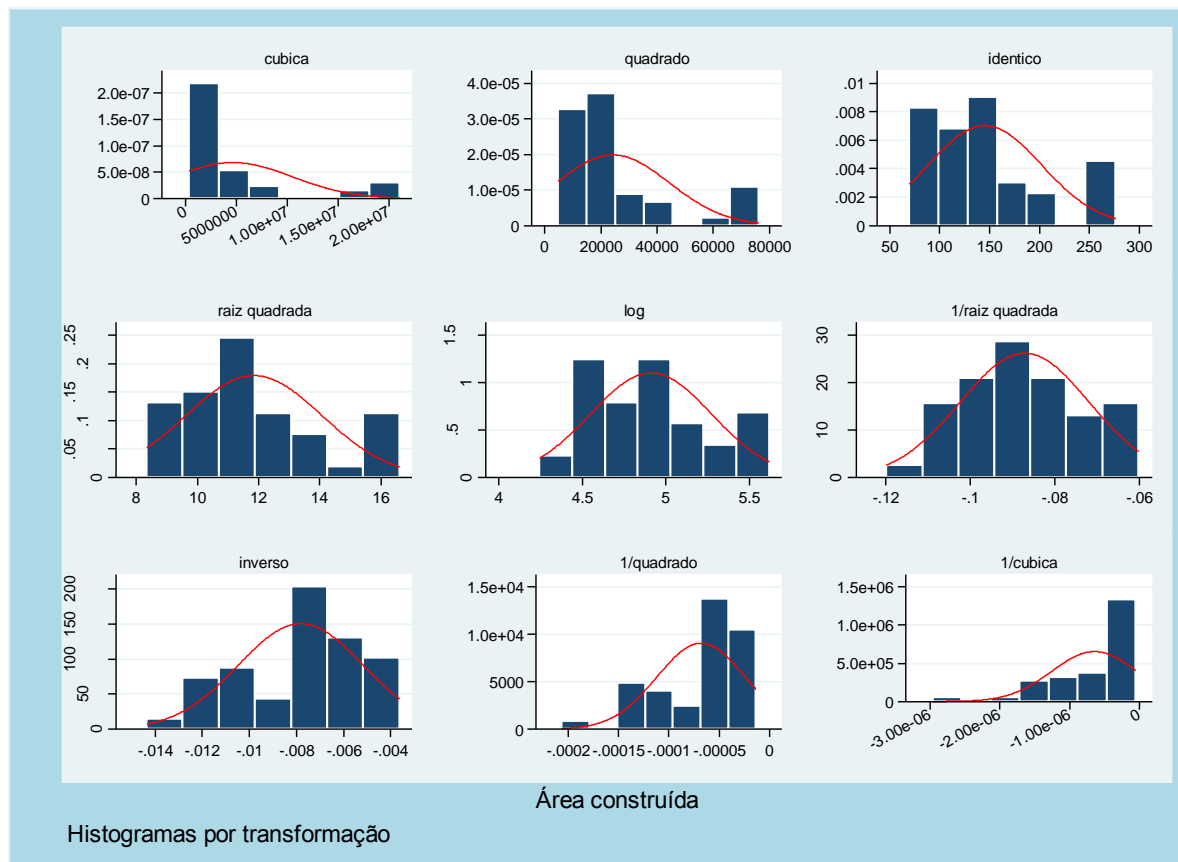
Tabela 40 – Transformação da variável área construída

Transformation	formula	chi2 (2)	P (chi2)
cubic	$\text{areaco} \sim t^3$	17.68	0.000
square	$\text{areaco} \sim t^2$	13.36	0.001
identity	$\text{areaco} \sim t$	7.45	0.024
square root	$\text{sqrt}(\text{areaco} \sim t)$	4.57	0.102
log	$\text{log}(\text{areaco} \sim t)$	2.21	0.331
1/(square root)	$1/\text{sqrt}(\text{areaco} \sim t)$	1.19	0.551
inverse	$1/\text{areaco} \sim t$	1.20	0.549
1/square	$1/(\text{areaco} \sim t^2)$	7.01	0.030
1/cubic	$1/(\text{areaco} \sim t^3)$	17.18	0.000

Fonte: Autor (2012).

A transformação indicada para a variável área construída o inverso de sua raiz quadrada e sua representação gráfica, sob **gladder areaconst** é:

Figura 65 – Histogramas por transformação da variável área construída



Fonte: Autor (2012).

Variável Padrão:

A transformação indicada para a variável Padrão, **ladder padrão**, é segundo a tabela abaixo:

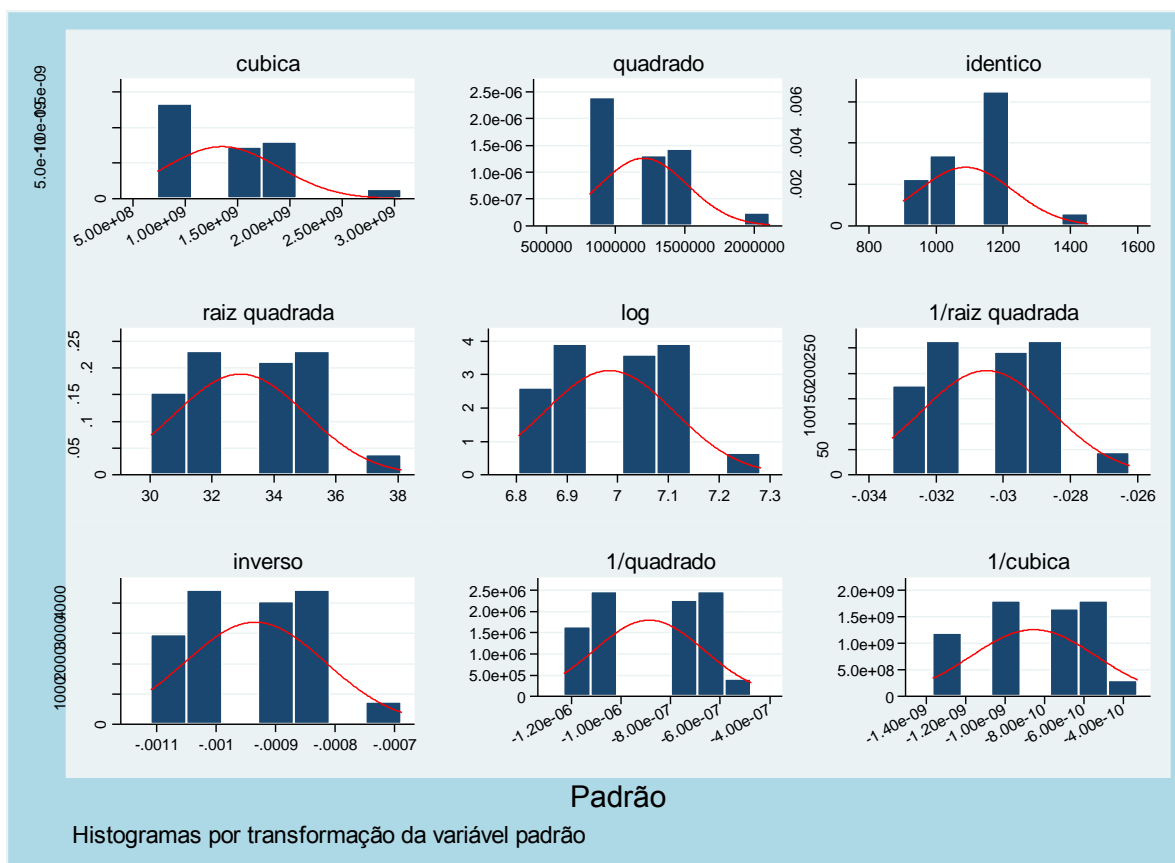
Tabela 41 – Transformação da variável padrão

Transformation	formula	chi2 (2)	P(chi2)
cubic	padrao ³	12.47	0.002
square	padrao ²	6.54	0.038
identity	padrao	2.03	0.363
square root	sqrt (padrao)	1.01	0.602
log	log (padrao)	1.25	0.536
1/(square root)	1/sqrt (padrao)	2.54	0.280
inverse	1/padrao	4.33	0.115
1/square	1/(padrao ²)	7.03	0.030
1/cubic	1/(padrao ³)	8.07	0.018

Fonte: Autor (2012).

A transformação da variável padrão representada graficamente sob o comando **gladder padrao** se vê abaixo:

Figura 66 – Histogramas por transformação da variável padrão



Fonte: Autor (2012).

Variável Cômodos:

A variável Cômodos, sob **ladder cômodos**, tem a seguinte indicação de transformação:

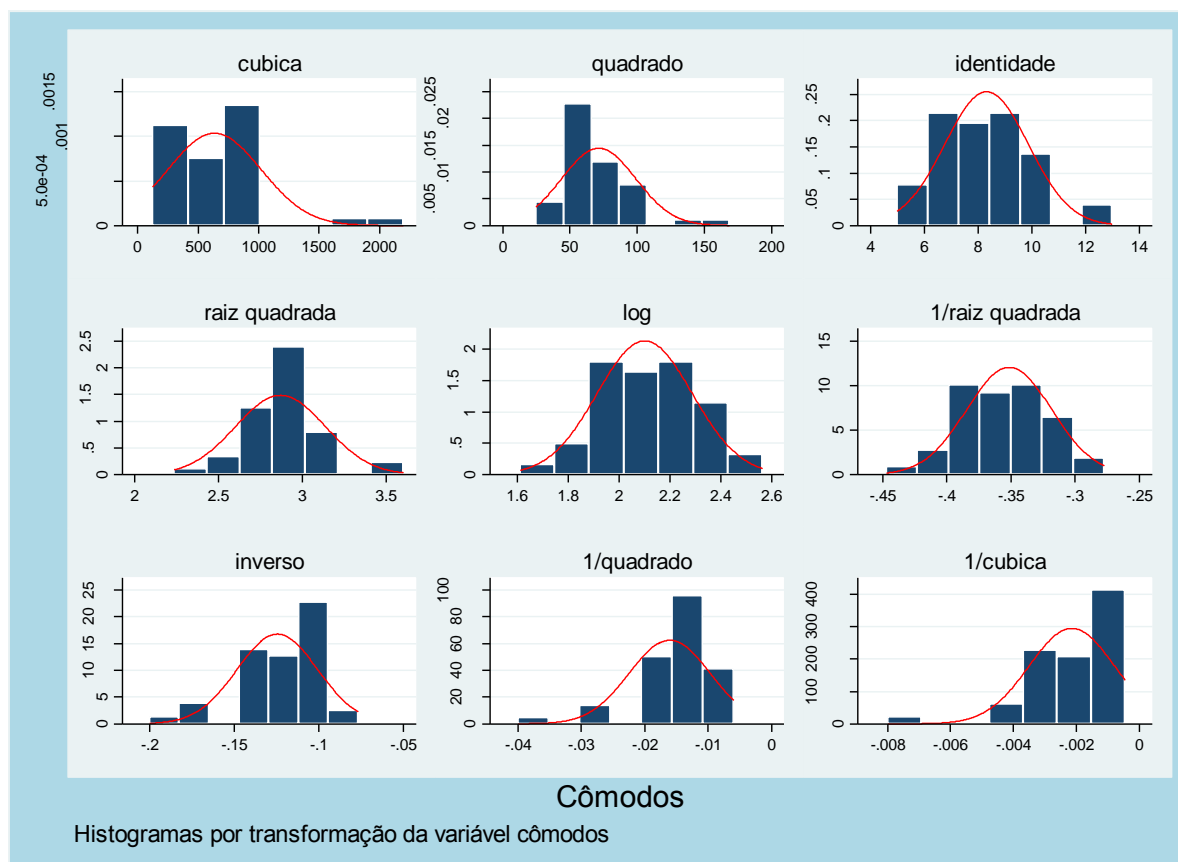
Tabela 42 – Transformação da variável cômodos

Transformation	formula	chi2 (2)	P (chi2)
cubic	comodos^3	23.34	0.000
square	comodos^2	13.28	0.001
identity	comodos	4.61	0.100
square root	sqrt (comodos)	1.47	0.480
log	log (comodos)	0.73	0.696
1/(square root)	1/sqrt (comodos)	2.62	0.269
inverse	1/comodos	6.11	0.047
1/square	1/ (comodos^2)	15.39	0.000
1/cubic	1/ (comodos^3)	25.90	0.000

Fonte: Autor (2012).

A representação gráfica da transformação sugerida sob **gladder comodos** é a seguinte:

Figura 67 – Histogramas por transformação da variável cômodos



Fonte: Autor (2012).

Variável Idade:

A melhor indicação de transformação sob **ladder idade** para a variável se vê na tabela:

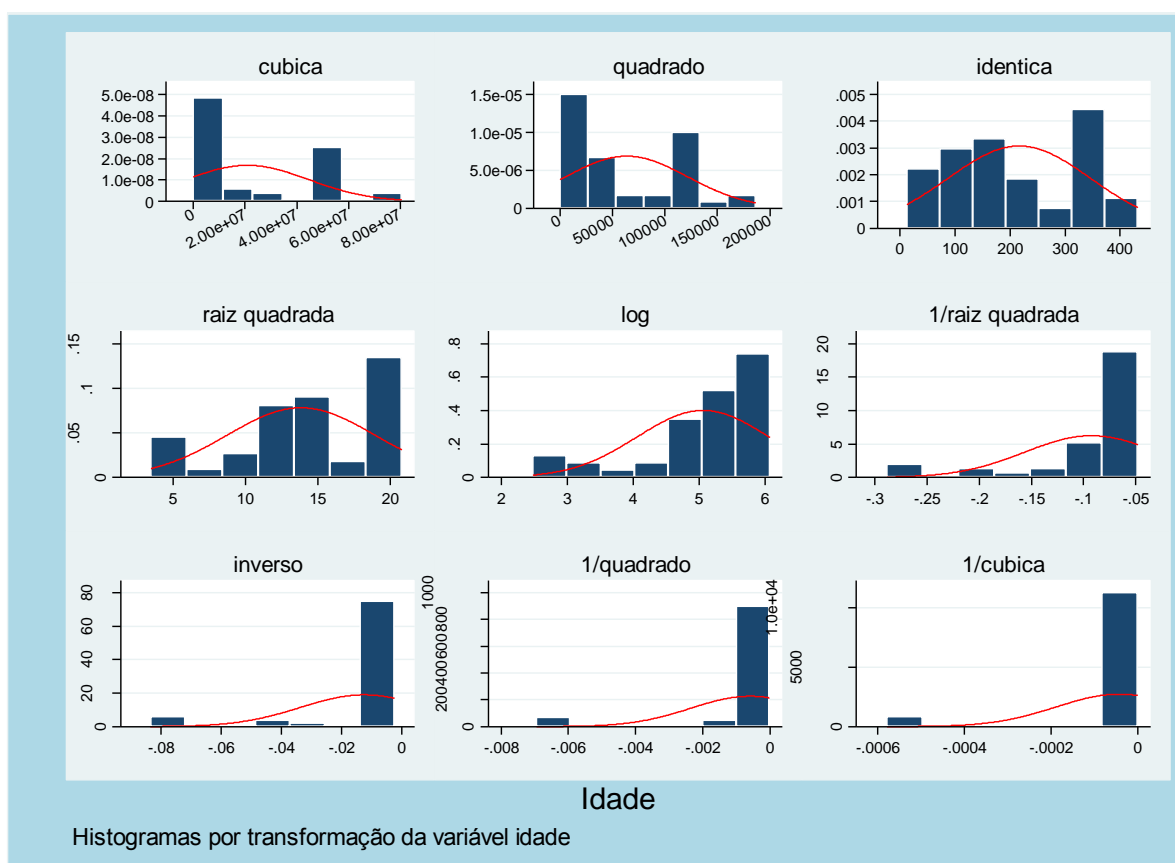
Tabela 43 – Transformação da variável idade

Transformation	formula	chi2 (2)	P(chi2)
cubic	idade ³	5.76	0.056
square	idade ²	9.33	0.009
identity	idade	11.76	0.003
square root	sqrt(idade)	3.90	0.142
log	log(idade)	11.80	0.003
1/(square root)	1/sqrt(idade)	23.31	0.000
inverse	1/idade	30.78	0.000
1/square	1/(idade ²)	37.21	0.000
1/cubic	1/(idade ³)	39.01	0.000

Fonte: Autor (2012).

Graficamente, sob **gladder idade**, a transformação sugerida pode ser visualizada nos histogramas:

Figura 68 – Histogramas por transformação da variável idade



Fonte: Autor (2012).

Após identificar os pontos incomuns e influenciantes, eliminá-los e transformar as variáveis, o passo seguinte é o de verificação da normalidade dos resíduos.

4.2.3 Normalidade

As variáveis do modelo de regressão linear devem ter distribuição normal para que se tenha um teste de hipóteses válido. A normalidade é condição *sine qua non* para que os valores de p para os testes de t e F sejam válidos.

A base de dados com as variáveis transformadas e formatada para os testes de normalidade ficou com os seguintes elementos:

Tabela 44 – Base de dados formatada com as variáveis transformadas

Nº obs.	$\frac{1}{\sqrt{\text{preco}}}$	$\frac{1}{\sqrt{\text{areacon}}}$	$\sqrt{\text{padrao}}$	logcom	dum myve rt2	dum myve rt3	dum myga r	dum myel ev	$\sqrt{\text{idade}}$	dum myatr ib1	dum myatr ib2	dum myho riz	u
2	0.0013	0.0722	34.7396	2.4849	1	0	1	1	3.4641	1	0	0	-0.00006
3	0.0012	0.0634	38.1297	2.3026	0	0	1	1	9.7980	1	0	1	0.00009
4	0.0014	0.0624	31.3721	2.3026	0	0	1	0	18.9737	1	0	1	-0.00004
6	0.0016	0.0765	33.7557	2.3026	0	1	1	1	10.9545	0	1	1	-0.00002
7	0.0013	0.0609	33.7557	2.1972	0	1	1	1	15.4919	1	0	1	-0.00001
8	0.0021	0.0987	31.3721	2.0794	0	0	1	0	3.4641	0	0	0	-0.00001
9	0.0016	0.0776	34.7396	2.1972	0	1	1	1	13.4164	1	0	1	0.00010
10	0.0017	0.0765	33.7557	2.1972	0	0	1	1	10.9545	0	1	1	0.00008
11	0.0016	0.0833	34.7396	2.1972	1	0	1	1	12.4900	1	0	1	0.00005
12	0.0016	0.0808	33.7557	2.1972	1	0	1	1	13.4164	1	0	1	0.00007
14	0.0018	0.0784	31.3721	2.1972	1	0	1	1	18.9737	0	0	1	0.00004
15	0.0018	0.0812	33.7557	2.1972	0	0	1	1	10.9545	0	1	1	0.00009
16	0.0018	0.0857	33.7557	2.0794	1	0	1	1	13.4164	1	0	1	0.00014
17	0.0014	0.0610	30.0257	2.5649	0	0	1	1	20.7846	1	0	1	-0.00006
18	0.0022	0.1198	34.7396	1.9459	0	0	1	0	20.7846	0	0	1	0.00003
19	0.0016	0.0854	34.7396	2.0794	1	0	1	1	13.4164	0	1	1	-0.00004
20	0.0019	0.0902	33.7557	1.7918	0	0	1	0	18.9737	0	0	1	-0.00001
21	0.0013	0.0700	34.7396	2.3026	1	0	1	1	15.4919	1	0	0	-0.00003
22	0.0019	0.0894	31.3721	1.9459	0	0	1	0	10.9545	1	0	0	0.00007
23	0.0012	0.0602	34.7396	2.3026	0	0	1	1	11.4891	1	0	1	-0.00005

Nº obs.	$\frac{1}{\sqrt{\text{preco}}}$	$\frac{1}{\sqrt{\text{areacon}}}$	$\sqrt{\text{padrao}}$	logcomc	dum myve rt2	dum myve rt3	dum myga r	dum myel ev	$\sqrt{\text{idade}}$	dum myatr ib1	dum myatr ib2	dum myho riz	u
24	0.0017	0.0857	33.7557	2.0794	1	0	1	1	10.9545	1	0	1	0.00002
25	0.0020	0.1011	31.3721	2.1972	1	0	1	1	4.8990	1	0	0	0.00005
26	0.0015	0.0848	34.7396	2.1972	1	0	1	1	8.4853	1	0	1	-0.00010
27	0.0017	0.0877	33.7557	2.3026	0	1	1	1	14.6969	1	0	1	-0.00003
28	0.0020	0.0894	30.0257	1.9459	0	0	1	0	6.0000	1	0	0	0.00002
29	0.0014	0.0718	34.7396	1.9459	1	0	1	1	17.3205	1	0	1	0.00004
30	0.0019	0.0878	31.3721	1.9459	1	0	1	1	15.0997	0	0	1	-0.00001
31	0.0016	0.0864	34.7396	1.9459	0	1	1	1	8.4853	1	0	1	-0.00004
32	0.0022	0.1026	30.0257	2.1972	0	0	1	0	18.9737	0	0	0	-0.00003
33	0.0024	0.1078	30.0257	2.0794	0	0	1	0	18.9737	0	0	0	0.00014
34	0.0017	0.0877	34.7396	1.9459	0	1	1	1	13.4164	1	0	1	0.00001
35	0.0021	0.1078	31.3721	2.0794	0	0	1	0	18.9737	0	0	0	-0.00011
36	0.0017	0.0894	34.7396	2.1972	0	0	1	1	12.0000	1	0	1	0.00001
37	0.0019	0.0898	31.3721	1.7918	0	0	1	0	18.9737	0	0	1	-0.00006
38	0.0020	0.0953	31.3721	1.9459	1	0	1	1	17.3205	0	0	1	-0.00001
39	0.0010	0.0614	38.1297	2.3026	1	0	1	1	14.6969	0	1	0	-0.00010
40	0.0016	0.0811	33.7557	2.0794	0	1	1	1	18.9737	1	0	1	0.00000
41	0.0024	0.1078	30.0257	1.9459	0	0	1	0	19.2873	0	0	0	0.00007
43	0.0023	0.1078	30.0257	1.9459	0	0	1	0	18.9737	0	0	0	0.00005
44	0.0020	0.1000	31.3721	2.0794	0	0	1	0	18.9737	1	0	1	-0.00003
45	0.0021	0.1026	30.0257	1.9459	1	0	1	1	4.8990	1	0	0	0.00000
46	0.0021	0.1098	31.3721	1.7918	1	0	1	1	3.4641	1	0	0	-0.00006
47	0.0020	0.0945	31.3721	2.0794	0	1	1	1	18.9737	0	1	1	-0.00002
48	0.0022	0.1026	30.0257	1.6094	0	0	1	0	18.9737	0	0	1	-0.00009
50	0.0018	0.1054	33.7557	2.0794	0	0	1	1	12.4900	1	0	1	-0.00016

Fonte: Autor (2012).

Prossegue-se o cálculo obtendo um novo resumo das variáveis:

Tabela 45 – Resumo das variáveis

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
ispreco	45	.0017753	.0003304	.001026	.0024254
isareaconst	45	.0871511	.0152301	.0601929	.1198228
spadrao	45	32.91374	2.118439	30.02566	38.12965
lcomodos	45	2.100479	.1874882	1.609438	2.564949
dummyvert2	45	.3555556	.4840903	0	1
dummyvert3	45	.1777778	.3866458	0	1
dummygar	45	1	0	1	1
dummyelev	45	.6888889	.4681794	0	1
sidade	45	13.82091	5.108382	3.464102	20.78461
dummyatrib1	45	.5777778	.4994947	0	1
dummyatrib2	45	.1333333	.3437758	0	1
dummyhoriz	45	.6888889	.4681794	0	1

Fonte: Autor (2012).

Agora, faz-se uma nova regressão para se encontrar os resíduos padronizados e verificar a sua normalidade:

Tabela 46 – Regressão das variáveis saneadas e transformadas

Source	SS	df	MS	Number of obs = 45		
Model	4.6087e-06	10	4.6087e-07	F(10, 34) = 81.02		
Residual	1.9340e-07	34	5.6882e-09	Prob > F = 0.0000		
Total	4.8021e-06	44	1.0914e-07	R-squared = 0.9597		
				Adj R-squared = 0.9479		
				Root MSE = 7.5e-05		

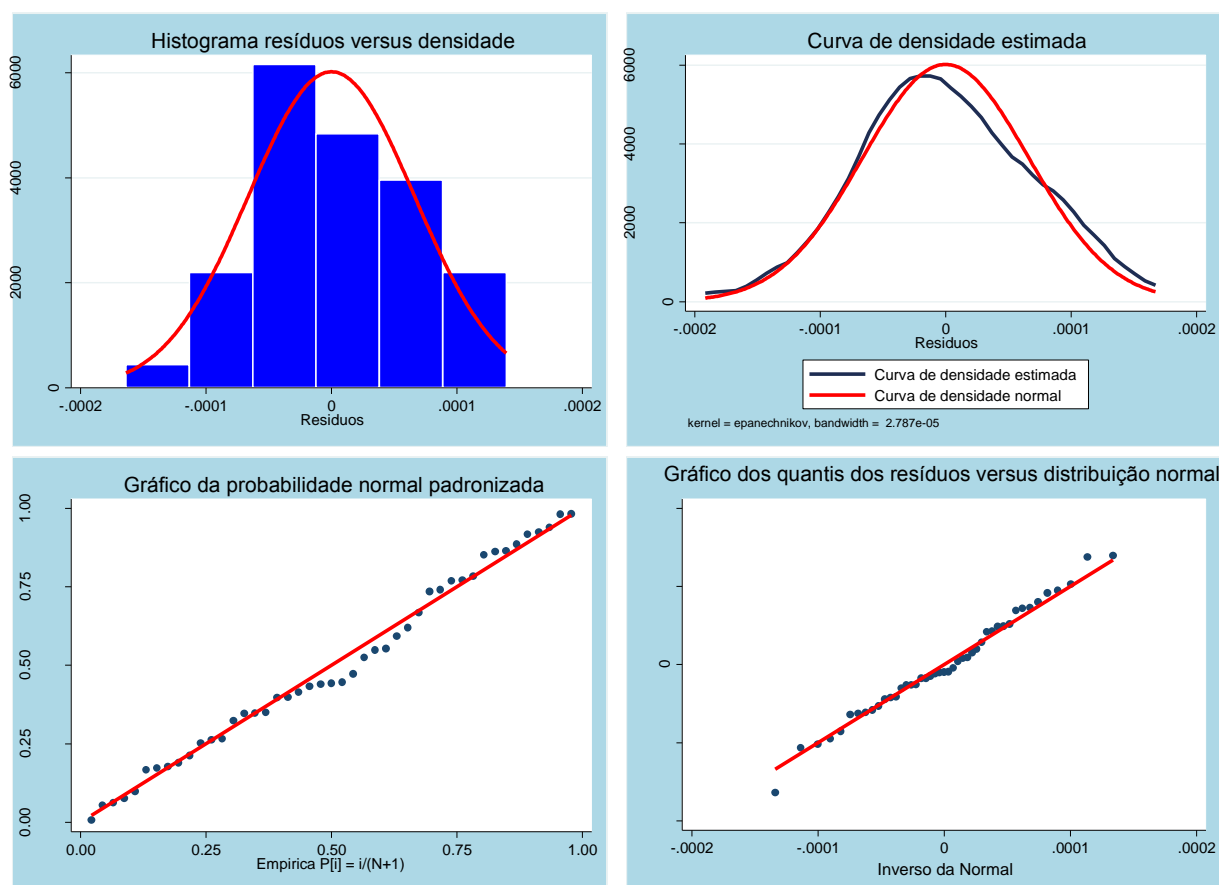
ispreco	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
isareaconst	.0139502	.001149	12.14	0.000	.0116152	.0162853
spadrao	-.0000533	7.11e-06	-7.49	0.000	-.0000678	-.0000389
lcomodos	-.000017	.0000901	-0.19	0.852	-.0002001	.0001661
dummyvert2	-.0000117	.0000392	-0.30	0.768	-.0000913	.0000679
dummyvert3	.0000551	.0000411	1.34	0.189	-.0000285	.0001386
dummygar	0	(omitted)				
dummyelev	-.0000271	.0000542	-0.50	0.620	-.0001372	.000083
sidade	-3.57e-06	3.16e-06	-1.13	0.267	-9.99e-06	2.86e-06
dummyatrib1	-.0001387	.0000391	-3.55	0.001	-.000218	-.0000593
dummyatrib2	-.0000598	.0000506	-1.18	0.246	-.0001627	.0000431
dummyhoriz	.0000193	.0000361	0.53	0.597	-.0000541	.0000927
_cons	.002487	.0003581	6.94	0.000	.0017592	.0032148

note: dummygar omitted because of collinearity

Fonte: Autor (2012).

Tendo regredido as variáveis independentes contra a variável explicada, faz-se primeiramente a análise gráfica dos resíduos. Isso pode ser feito através dos gráficos: histograma; densidade da probabilidade estimada comparada à densidade normal; e o da probabilidade normal padronizada. Este, visa verificar o intervalo médio dos dados e dos quantis dos resíduos comparando-os à distribuição normal, para analisar as proximidades das caudas:

Figura 69 – Curva de densidade estimada versus densidade normal



Fonte: Autor (2012).

Percebe-se pela análise gráfica a existência de alguma não-normalidade na distribuição dos resíduos. A correta análise de sua gravidade pode ser feita por testes teóricos de normalidade, como, entre os citados, o IQR e o de Shapiro-Wilk.

As hipóteses dos testes:

H0: A amostra tem distribuição normal.

H1: A amostra não tem distribuição normal.

Teste do intervalo inter-quartil de normalidade IQR:

Comando **iqr u** (variável resíduos) no STATA.

Tabela 47 – Teste de normalidade IQR

```

. iqr u

      mean=  6.1e-14      std.dev.=  6.6e-05      (n= 45)
      median= -9.6e-06  pseudo std.dev.=  6.7e-05      (IQR=  9.1e-05)
      10 trim= -4.0e-07

                                     low      high
      -----
            inner fences      -1.8e-04      1.9e-04
      # mild outliers          0              0
      % mild outliers          0.00%          0.00%

            outer fences      -3.2e-04      3.2e-04
      # severe outliers        0              0
      % severe outliers        0.00%          0.00%

```

Fonte: Autor (2012).

Esse teste se baseia na existência ou não de *outliers* graves entre os resíduos. Se existir *outlier* grave, então a distribuição não é normal; se não existe, então a distribuição é normal.

Decisão: Aceita-se a hipótese H_0 de normalidade da amostra, pela inexistência de *outliers*.

Teste Shapiro-Wilk:

Comando **swilk u** (variável resíduos) no STATA:

Tabela 48 – Teste Shapiro-Wilk de normalidade

```

. swilk u

                Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable | Obs   W       V       z       Prob>z
-----|-----
      u  |  45  0.98790  0.524  -1.370  0.91464

```

Fonte: Autor (2012).

A condição do teste de Shapiro-Wilk é que a estatística $W_{\text{calc}} > W_{\text{tab}}$ ao nível de significância, no caso, de 95%, Quando $W_{\text{calc}} = 1$ indica que a distribuição tem perfeita normalidade.

Portanto,

$$W_{\text{calc}} = 0,988 > W_{0,05;45} = 0,973.$$

$$p\text{-value} = \Pr(W_{\text{tab}} > W_{\text{calc}}) = 0,915 > \alpha = 0,05$$

O p – valor baseia-se no pressuposto de que a distribuição é normal. Neste caso, é muito grande (0,915), indicando não ser possível rejeitar que os resíduos são normalmente distribuídos.

Decisão: Aceita-se a hipótese H_0 de normalidade da amostra.

Uma vez comprovada a normalidade da amostra, pode-se testar a sua homocedasticidade, pois esta depende daquela.

4.2.4 Homocedasticidade ou Heterocedasticidade

Um dos principais pressupostos para a regressão de mínimos quadrados ordinários é o da homogeneidade da variância dos resíduos. A variação constante é a homocedasticidade; a variação não-constante é a heterocedasticidade. O que se espera na análise de regressão é encontrar homocedasticidade dos resíduos. Há métodos gráficos e teóricos para se testar a heterocedasticidade. O método gráfico é realizado pela elaboração de um gráfico dos resíduos contra os preços ajustados. A comprovação teórica é feita por testes de heterocedasticidade como, entre os citados, o de White e o de Breusch-Pagan. As hipóteses dos testes são:

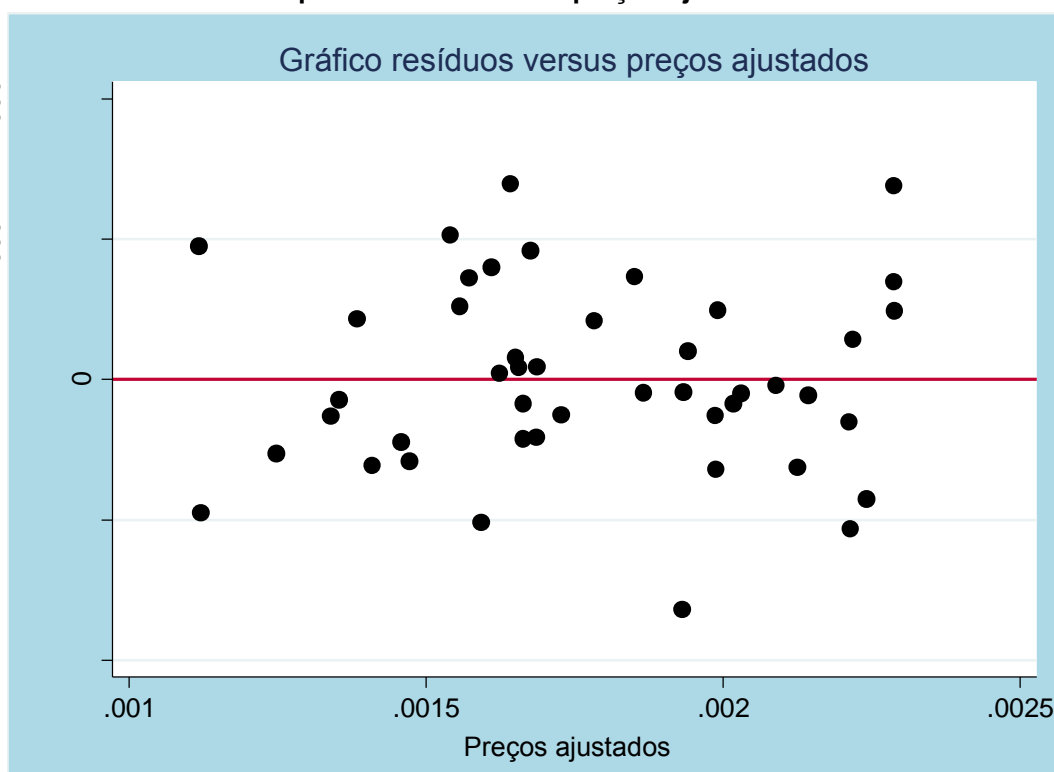
H_0 : A variância dos resíduos mostram homocedasticidade.

H_1 : A variância dos resíduos não mostram homocedasticidade.

Teste gráfico:

O teste é feito pela elaboração de um gráfico dos preços ajustados contra os resíduos. Esse teste é realizado no STATA sob o comando **rvfplot, yline (0)**.

Figura 70 – Gráfico resíduos padronizados versus preços ajustados



Fonte: Autor (2012).

Como não há um padrão sistemático entre as duas variáveis, a análise gráfica sugere que não há heterocedasticidade nos dados.

Teste de White:

A base do teste de White no STATA para testar a hipótese nula, que a variância dos resíduos é homogênea, é através do p – valor. Se o p – valor é muito pequeno, rejeita-se a hipótese nula, o contrário, deve-se aceitá-la (CHEN et al., 2003, p. 54-55). O teste é realizado sob o comando **estat imtest**. Na base teórica do teste de White, a aceitação da hipótese nula é feita mediante comparação do valor do qui-quadrado calculado contra o valor crítico tabelado para um grau de liberdade igual ao número de regressores formados pela equação auxiliar do teste. Se $\chi^2_{\text{calc}} < \chi^2_{\text{tab}}$ aceita-se a hipótese nula, caso contrário, há heterocedasticidade (GUJARATI, 2011, p. 391).

Tabela 49 – Teste de White para heterocedasticidade

```
. estat imtest
```

```
Cameron & Trivedi's decomposition of IM-test
```

Source	chi2	df	p
Heteroskedasticity	45.00	44	0.4298
Skewness	10.70	10	0.3816
Kurtosis	0.22	1	0.6387
Total	55.92	55	0.4402

Fonte: Autor (2012).

Portanto,

$$p\text{-value} = 0,44 > \alpha = 0,05$$

O p – valor baseia-se no pressuposto de que a variância dos resíduos é homogênea. Neste caso, é grande (0,44), indicando não ser possível rejeitar a hipótese nula de que a variância dos resíduos mostram homocedasticidade.

Na comparação teórica do teste de White, com 55 graus de liberdade e 95% de significância,

$$\chi^2_{\text{calc}} = 55,92 < \chi^2_{0,05,55} = 73,34.$$

Então, não há heterocedasticidade nos dados.

Decisão: Aceita-se a hipótese H0 de existência de homocedasticidade.

Teste de Breusch-Pagan:

A exemplo do teste de White, no STATA, a verificação da hipótese nula de que não há heterocedasticidade nos dados para o teste de Breusch-Pagan é feita pelo p – valor. Um valor pequeno do p – valor indica que há heterocedasticidade, no contrário, aceita-se a hipótese nula de homogeneidade dos dados (CHEN et al., 2003, p. 54-55). O teste é realizado sob o comando **estat hettest**. Na base teórica, a conclusão do teste é feita pela comparação do qui-quadrado calculado contra o qui-quadrado crítico tabelado numa distribuição de $m - 1$ graus de liberdade a um certo

nível de significância adotado. Se o $\chi^2_{\text{calc}} < \chi^2_{\text{tab}}$ aceita-se a hipótese nula, de existência de homocedasticidade (GUJARATI, 2011, p. 390).

Tabela 50 – Teste de Breusch-Pagan para heterocedasticidade

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of ispreco

      chi2(1)      =      0.02
      Prob > chi2  =      0.8835
```

Fonte: Autor (2012).

Portanto,

a conclusão do teste para a hipótese H0 é a de variância constante, isto é, há homocedasticidade. Analisando os resultados pode-se confirmar, pois:

$$p - \text{value} = 0,88 > \alpha = 0,05$$

Como é muito grande o p – valor (0,88) não é possível rejeitar a hipótese nula. Na comparação teórica com 1 grau de liberdade e 95% de significância,

$$\chi^2_{\text{calc}} = 0,02 < \chi^2_{0,05;1} = 3,84.$$

Então, não há heterocedasticidade nos dados.

Decisão: Aceita-se a hipótese H0 de existência de homocedasticidade.

4.2.5 Multicolinearidade

Os termos colinearidade e multicolinearidade indicam, o primeiro, combinação linear perfeita entre duas variáveis e, o segundo, mais que duas variáveis combinando linearmente. A multicolinearidade perfeita afeta os resultados da regressão, ou seja, duas variáveis explicativas idênticas explicam igualmente uma variável dependente. A multicolinearidade surge porque se estabelece muitas variáveis que medem a mesma coisa.

Na utilização do STATA para a análise de regressão, há vários testes para detecção da multicolinearidade: o teste **vif** (*fator de inflação da variância*), o teste **collin**, os testes de correlação: simples **correlate**, parcial **pcorr** e por pares **pwcorr**;

os testes **coldiag** e **coldiag2**, entre outros. Apresenta-se aqui o teste **vif** por sua simplicidade.

Teste **vif**:

O teste **vif** calcula o coeficiente de inflação de variância para as variáveis independentes no modelo linear, medindo o grau de colinearidade numa escala VIF de 1 a 10, com um nível de tolerância de escala $1/VIF$, ou seja 0,1. As regras para o teste **vif** são:

Escala VIF:

> 10 → há colinearidade ou multicolinearidade entre as variáveis;

1 a 10 → não há colinearidade ou multicolinearidade entre as variáveis.

Escala $1/VIF$:

0,1 a 1 → não há colinearidade ou multicolinearidade entre as variáveis;

< 0,1 → há colinearidade ou multicolinearidade entre as variáveis.

Se houver colinearidade ou multicolinearidade tem-se que eliminar a variável ou substituí-la por outra que não meça a mesma coisa.

O teste **vif** requer a execução prévia da regressão, ou seja, primeiro faz-se uso do comando **regress**. Como já se fez previamente a regressão, Tabela 37, executa-se o teste apenas com o comando **vif**. As hipóteses do teste são:

H0: Não existe colinearidade nos dados.

H1: Existe colinearidade nos dados.

Tabela 51 – Teste vif de multicolinearidade

```
. vif
```

Variable	VIF	1/VIF
dummyelev	4.98	0.200932
dummyatrib1	2.94	0.339746
dummyvert2	2.78	0.359588
isareaconst	2.37	0.422172
dummyatrib2	2.34	0.426833
dummyhoriz	2.21	0.452592
lcomodos	2.21	0.452933
sidade	2.02	0.495516
dummyvert3	1.95	0.511789
spadrao	1.76	0.569247
Mean VIF	2.56	

Fonte: Autor (2012).

Importante notar que no cálculo de regressão previamente realizado, a variável *dummygar* havia sido omitida por apresentar colinearidade, por isso ela não aparece no teste **vif**, dado este depender daquele.

Concluindo, os valores VIF e 1/VIF calculados estão em conformidade com os parâmetros de inexistência de colinearidade ou multicolinearidade.

Decisão:

Aceita-se a hipótese H_0 de inexistência de colinearidade ou multicolinearidade entre as variáveis testadas.

4.2.6 Linearidade

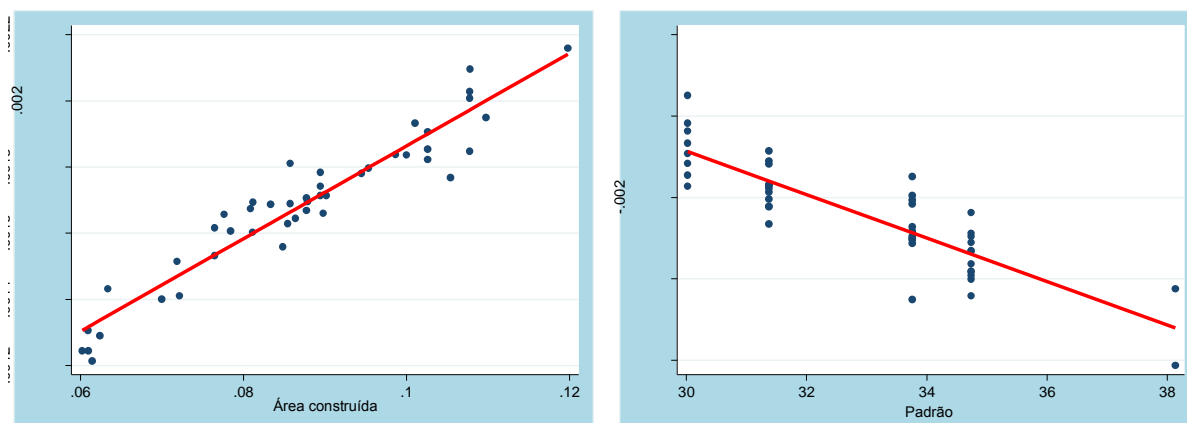
Foi apresentado que para testar a linearidade no caso de regressão múltipla o procedimento mais simples é fazer um gráfico de dispersão em escala original, dos resíduos padronizados *versus* cada variável independente. Se houver um claro padrão não linear, há um problema de não-linearidade. No STATA há vários testes gráficos para a detectar não-linearidade, entre eles, os comandos: **scatter r**; **acprplot**. O teste implica nas hipóteses:

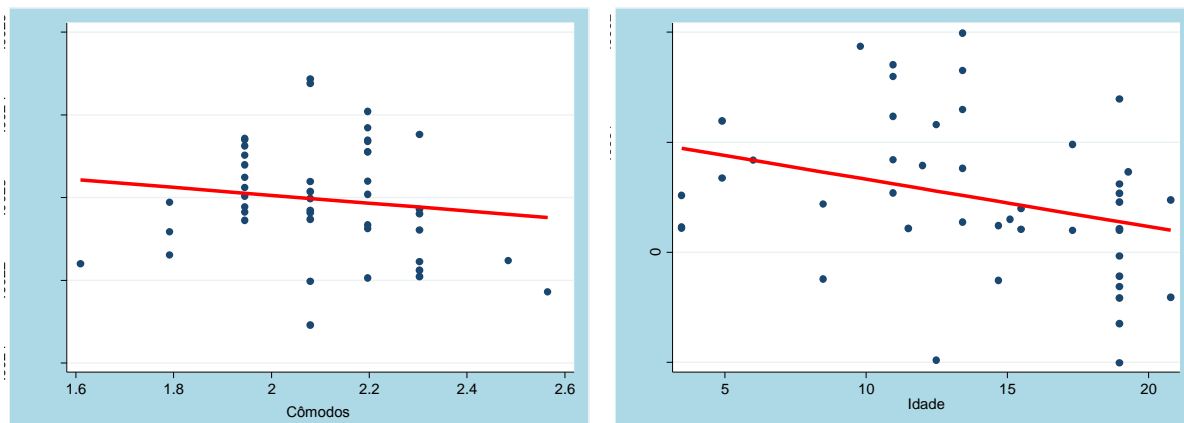
H_0 : as variáveis tem comportamento linear

H_1 : as variáveis não tem comportamento linear.

Pela simplicidade, escolhe-se o teste sob o comando **acprplot**.

Figura 71 – Teste gráfico de linearidade das variáveis contínuas





Fonte: Autor (2012).

Outra forma de testar a não-linearidade é teórica através do comando **nlcheck**. O teste implica nas seguintes hipóteses:

H0: a variável tem comportamento linear

H1: a variável não tem comportamento linear.

A decisão é feita comparando-se a estatística F calculada com a F tabelada. Se o valor de F tabelado é maior que o de F calculado aceita-se a hipótese H0, de que a variável tem comportamento linear.

Tabela 52 – Teste de linearidade das variáveis contínuas

<pre>. nlcheck isareaconst</pre> <p>Nonlinearity test:</p> <p style="text-align: center;">F(9, 25) = 1.24 Prob > F = 0.3144</p> <p>$F_{\text{tab}} = 1,24 > F_{\text{calc}} = 2,90$</p> <p>Decisão: Aceita-se H0, a variável Área construída tem comportamento linear.</p>	<pre>. nlcheck spadrao</pre> <p>Nonlinearity test:</p> <p style="text-align: center;">F(3, 31) = 0.46 Prob > F = 0.7099</p> <p>$F_{\text{tab}} = 8,62 > F_{\text{calc}} = 0,46$</p> <p>Decisão: Aceita-se H0, a variável Padrão tem comportamento linear.</p>
<pre>. nlcheck lcomodos</pre> <p>Nonlinearity test:</p> <p style="text-align: center;">F(5, 29) = 1.70 Prob > F = 0.1658</p>	<pre>. nlcheck sidade</pre> <p>Nonlinearity test:</p> <p style="text-align: center;">F(9, 25) = 1.48 Prob > F = 0.2087</p>

$F_{\text{tab}} = 4,50 > F_{\text{calc}} = 1,70$ Decisão: Aceita-se H_0 , a variável Cômodos tem comportamento linear.	$F_{\text{tab}} = 2,90 > F_{\text{calc}} = 1,48$ Decisão: Aceita-se H_0 , a variável Idade tem comportamento linear.
---	---

Fonte: Autor (2012).

4.2.7 Especificação do modelo

Um erro de especificação do modelo pode ocorrer quando uma ou mais variáveis relevantes são omitidas dele ou uma ou mais irrelevantes variáveis são nele incluídas. Os erros de especificação do modelo podem afetar substancialmente a estimativa dos coeficientes de regressão (CHEN et al., 2011, Cap. 2, p. 20). O STATA oferece alguns testes de especificação do modelo, entre eles, o **linktest** e o teste de Ramsey, **ovtest**, para variáveis omitidas.

Teste **linktest**:

Este teste é baseado na idéia de que a variável dependente precisa de uma transformação ou de uma função de ligação que a faça se relacionar corretamente com as variáveis independentes. O que o teste então faz, é adicionar duas variáveis estimadoras, a variável **_hat** que é o valor previsto e a variável estimadora ao quadrado **_hatsq** ao modelo. O modelo então é ajustado usando essas variáveis e, se ele está especificado corretamente, a variável **_hat** deve ser significativa, enquanto a variável **_hatsq** deve ser insignificante porque os estimadores quadrados não tem muita capacidade explicativa em modelos especificados corretamente (CHEN et al., 2003, p. 65).

A análise dos resultados é feita pela observação dos valores alcançados pelas duas variáveis. Se **_hatsq** tem valor significativo então o modelo está mal especificado, o contrário leva à aceitação de que está especificado corretamente.

O teste é realizado sob o comando **linktest** devendo ser precedido da regressão das variáveis. As hipóteses do teste são:

H_0 : O modelo está especificado corretamente.

H_1 : O modelo não está especificado corretamente.

Tabela 53 – Teste linktest de especificação do modelo

```
. linktest
```

Source	SS	df	MS			
Model	4.6088e-06	2	2.3044e-06	Number of obs =	45	
Residual	1.9324e-07	42	4.6009e-09	F(2, 42) =	500.86	
Total	4.8021e-06	44	1.0914e-07	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9598	
				Adj R-squared =	0.9578	
				Root MSE =	6.8e-05	

ispreco	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
_hat	1.060959	.327732	3.24	0.002	.3995693	1.722349
_hatsq	-17.31133	92.63638	-0.19	0.853	-204.2591	169.6364
_cons	-.0000519	.0002835	-0.18	0.856	-.0006239	.0005201

Fonte: Autor (2012).

Análise dos resultados mostra que a variável do teste **_hatsq** não tem valor significativo, portanto deve-se aceitar que o modelo está especificado corretamente.

Decisão: Aceita-se H0.

Teste **ovtest**:

O teste **ovtest** executa um teste de erro de especificação de regressão (RESET) para variáveis omitidas. A idéia por trás do **ovtest** é muito semelhante ao **linktest**. Ele também cria novas variáveis baseadas nos estimadores e reajusta o modelo usando essas novas variáveis para ver se alguma delas seria significativa. O teste verifica se não existe variáveis omitidas no modelo. O teste requer a execução prévia da regressão, portanto, comanda-se **regress** e após **ovtest**. A análise dos resultados é feita pela estatística $F_{calculada}$ contra a $F_{tabelada}$. Se $F_{calc} < F_{tab}$ então não há variáveis omitidas. As hipóteses do teste são:

H0: Não existe variáveis omitidas no modelo.

H1: Existe variáveis omitidas no modelo.

Tabela 54 – Teste ovtest de especificação do modelo

```
. ovtest
```

```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of ispreco
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 31) =      2.71
      Prob > F =      0.0620
```

Fonte: Autor (2012).

Análise dos resultados:

$F_{\text{calc}} = 2,71 < F_{\text{tab}} = 8,61$, indica que não há variáveis omitidas no modelo.

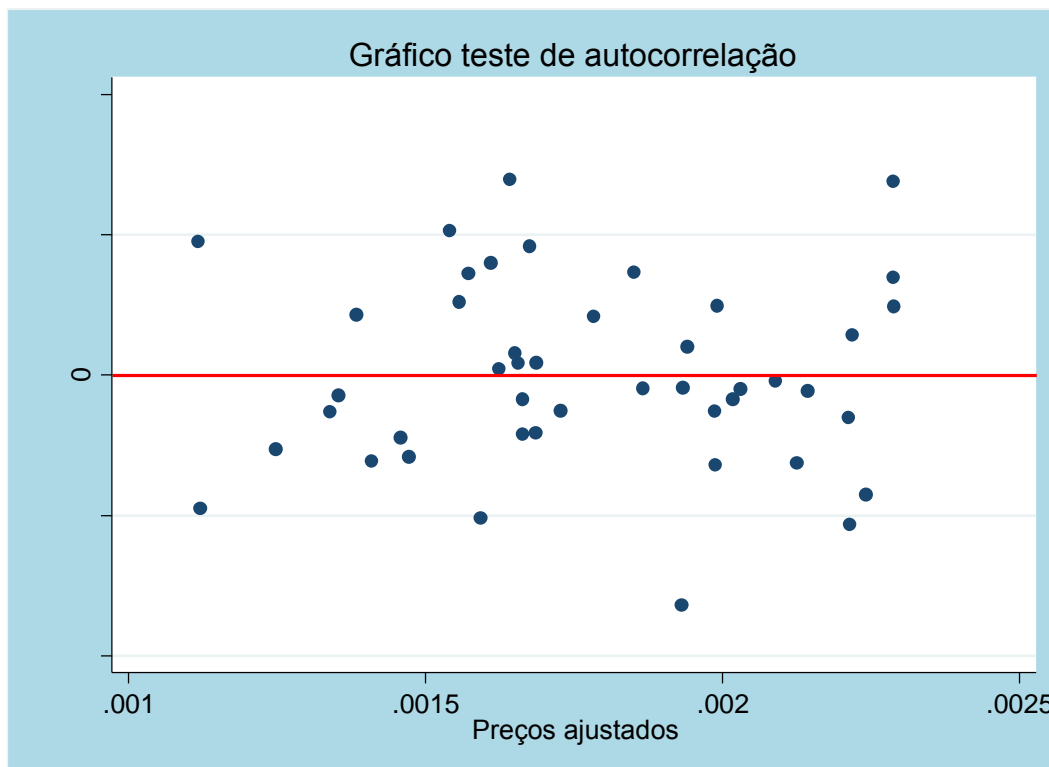
Decisão: Aceita-se H0.

4.2.8 Autocorrelação

No método dos mínimos quadrados pressupõe-se que não exista autocorrelação entre os termos de erro das observações. Os erros associados a uma observação não são correlacionados com os erros de qualquer outra nas várias situações diferentes. Em outras palavras, os erros devem ser independentes um do outro. O problema da autocorrelação aparece, normalmente, quando os dados são coletados nas mesmas variáveis ao longo do tempo, as chamadas séries cronológicas.

A autocorrelação pode ser percebida por testes gráficos e teóricos. Os testes teóricos como os Durbin-Watson e Breusch-Godfrey, são para correlação serial, que não é o caso dos dados analisados. O teste gráfico recomendável e de fácil percepção é o dos resíduos padronizados contra os preços ajustados, A análise é feita observando a distribuição dos resíduos se não apresentam alguma ordem ou sequência de relação características da existência de autocorrelação. No STATA o gráfico é elaborado, após a regressão, sob o comando **rvfplot**.

Figura 72 – Gráfico teste de autocorrelação



Fonte: Autor (2012).

Conclui-se pela distribuição aleatória dos resíduos e portanto não há autocorrelação dos dados.

4.2.9 Endogeneidade

A endogeneidade se apresenta quando as variáveis explicativas mostram existir relação entre os seus resíduos. É o caso de equações simultâneas que explicam a mesma coisa. O principal teste de endogeneidade é o teste de Whu-Hausman, para tanto é necessária uma variável (chamada variável instrumental) para substituir a variável que se desconfia que seja endógena.

No caso, tomando as variáveis **ispreco** e as independentes **dummyvert2** **dummyvert3**, estas sob suspeita de serem endógenas, executa-se no STATA o teste de Whu-Hausman com os comandos **regress, ispreco dummyvert2 dummyvert3**. Tem-se então:

Tabela 55 – Regressão para o teste de endogeneidade

```
. regress ispreco dummyvert2 dummyvert3
```

Source	SS	df	MS			
Model	5.2438e-07	2	2.6219e-07	Number of obs =	45	
Residual	4.2777e-06	42	1.0185e-07	F(2, 42) =	2.57	
Total	4.8021e-06	44	1.0914e-07	Prob > F =	0.0882	
				R-squared =	0.1092	
				Adj R-squared =	0.0668	
				Root MSE =	.00032	

ispreco	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
dummyvert2	-.00021	.0001059	-1.98	0.054	-.0004237	3.77e-06
dummyvert3	-.0002281	.0001326	-1.72	0.093	-.0004957	.0000395
_cons	.0018905	.0000696	27.15	0.000	.00175	.0020311

Fonte: Autor (2012).

A seguir, a criação da variável instrumental e após o ajuste da regressão com a sua inclusão:

```
predict ispreco_res, res
```

```
ivreg ispreco dummyvert2 ispreco_res, res
```

Tabela 56 – Teste Whu-Hausman para endogeneidade

```
. predict ispreco_res, res
```

```
. ivreg ispreco dummyvert2 ispreco_res
```

Instrumental variables (2SLS) regression

Source	SS	df	MS			
Model	4.5006e-06	2	2.2503e-06	Number of obs =	45	
Residual	3.0149e-07	42	7.1783e-09	F(2, 42) =	313.48	
Total	4.8021e-06	44	1.0914e-07	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9372	
				Adj R-squared =	0.9342	
				Root MSE =	8.5e-05	

ispreco	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
dummyvert2	-.000147	.0000264	-5.57	0.000	-.0002003	-.0000938
ispreco_res	1	.0409644	24.41	0.000	.9173305	1.08267
_cons	.0018276	.0000157	116.16	0.000	.0017958	.0018594

(no endogenous regressors)

Fonte: Autor (2012).

A conclusão do teste apresentado é de não existência de endogeneidade.

4.2.10 Os valores das variáveis explicativas X são fixos

A análise de regressão é condicionada aos valores das variáveis explicativas e se espera um comportamento ajustado à normalidade para qualificação do modelo. Os valores das variáveis explanatórias são fixos e, se aleatórios, são independentes do termo de erro ou resíduos.

4.2.11 O valor médio do termo de erro é zero

Em decorrência do método dos mínimos quadrados ordinários, o valor médio dos resíduos é sempre igual a zero ($\sum \frac{u_i}{n} = 0$).

4.2.12 Testes de significância

Concluída a verificação dos pressupostos de validade da regressão prossegue-se com os testes de significância do modelo e dos regressores.

1) Significância do modelo:

A significância do modelo é realizado pela estatística F, de Fischer-Snedecor, respeitando os parâmetros trazidos pela ABNT em suas normas. A condição é que $F_{\text{calc}} > F_{\text{tab}}$ ao nível de significância normatizado de 1%.

Tabela 57 – Teste F de significância do modelo

Teste de significância do modelo ao nível de 1%	
Limite mínimo: $F_{\text{tab}}(0,01;10;34)$	$F_{\text{crit}(1\%)} = 2,90$
F_{calc}	82,02
Nível de significância ou erro	0,0000%
Grau de fundamentação	Grau III

Fonte: Autor (2012).

2) Significância das variáveis explicativas

As variáveis explicativas tem sua significância avaliada pelo teste t de Student, na hipótese de que $t_{\text{calc}} > t_{\text{tab}}$ ao nível dos graus I, II e III de fundamentação da norma com as significâncias respectivas de 30%, 20% e 10%.

Tabela 58 – Teste t de Student para significância dos regressores

Variável	t_{calc}	10%	20%	30%	Nível significância ou erro	Grau de fundamentação
		$t_{0,1;33}$	$t_{0,2;33}$	$t_{0,3;33}$		
isareaconst	12.14	1.697	1.31	1.08	0.00%	III
spadrão	-7.49	1.697	1.31	1.08	0.00%	III
lcomodos	-0.19	1.697	1.31	1.08	85.20%	insignificante
dummyvert2	-0.3	1.697	1.31	1.08	76.80%	insignificante
dummyvert3	1.34	1.697	1.31	1.08	18.90%	II
dummygar	0	1.697	1.31	1.08	100.00%	insignificante
dummyelev	-0.5	1.697	1.31	1.08	62.00%	insignificante
sidade	-1.13	1.697	1.31	1.08	26.70%	I
dummyatrib1	-3.55	1.697	1.31	1.08	0.10%	III
dummyatrib2	-1.18	1.697	1.31	1.08	24.60%	I
dummyhoriz	0.53	1.697	1.31	1.08	59.70%	insignificante

Fonte: Autor (2012).

As variáveis insignificantes podem ser excluídas do modelo por não exercerem influência relevante sobre a variável dependente. No caso, não devem constar da equação de regressão linear determinadora do preço.

3) Base de dados ajustada

Após a verificação da significância do modelo e dos regressores pode-se proceder à elaboração da base de dados ajustados os quais serão utilizados para a elaboração do modelo matemático procurado.

Tabela 59 – Base de dados transformada e ajustada

Nº obs.	Variáveis												Resíduos	Variáveis ajustada	
	$\frac{1}{\sqrt{\text{preco}}}$	$\frac{1}{\sqrt{\text{areacon}}}$	$\sqrt{\text{padrao}}$	logcom	dum myvert2	dum myvert3	dum mygar	dum myel ev	$\sqrt{\text{idade}}$	dum myat rib1	dum myat rib2	dum myhoriz	u	$\frac{1}{\sqrt{\text{preco}}}$ ajustado	Preço ajustado normal
2	0.0013	0.0722	34.7396	2.4849	1	0	1	1	3.4641	1	0	0	-0.00006	0.0015	449716.30
3	0.0012	0.0634	38.1297	2.3026	0	0	1	1	9.7980	1	0	1	0.00009	0.0012	736717.81
4	0.0014	0.0624	31.3721	2.3026	0	0	1	0	18.9737	1	0	1	-0.00004	0.0015	457392.93
6	0.0016	0.0765	33.7557	2.3026	0	1	1	1	10.9545	0	1	1	-0.00002	0.0017	341661.27
7	0.0013	0.0609	33.7557	2.1972	0	1	1	1	15.4919	1	0	1	-0.00001	0.0014	511232.13
8	0.0021	0.0987	31.3721	2.0794	0	0	1	0	3.4641	0	0	0	-0.00001	0.0022	210627.96
9	0.0016	0.0776	34.7396	2.1972	0	1	1	1	13.4164	1	0	1	0.00010	0.0016	397237.32
10	0.0017	0.0765	33.7557	2.1972	0	0	1	1	10.9545	0	1	1	0.00008	0.0017	364779.77
11	0.0016	0.0833	34.7396	2.1972	1	0	1	1	12.4900	1	0	1	0.00005	0.0016	383591.53
12	0.0016	0.0808	33.7557	2.1972	1	0	1	1	13.4164	1	0	1	0.00007	0.0016	376828.51
14	0.0018	0.0784	31.3721	2.1972	1	0	1	1	18.9737	0	0	1	0.00004	0.0018	295045.57
15	0.0018	0.0812	33.7557	2.1972	0	0	1	1	10.9545	0	1	1	0.00009	0.0017	337475.31
16	0.0018	0.0857	33.7557	2.0794	1	0	1	1	13.4164	1	0	1	0.00014	0.0017	347066.00
17	0.0014	0.0610	30.0257	2.5649	0	0	1	1	20.7846	1	0	1	-0.00006	0.0015	430511.41
18	0.0022	0.1198	34.7396	1.9459	0	0	1	0	20.7846	0	0	1	0.00003	0.0022	200597.90
19	0.0016	0.0854	34.7396	2.0794	1	0	1	1	13.4164	0	1	1	-0.00004	0.0017	338204.56
20	0.0019	0.0902	33.7557	1.7918	0	0	1	0	18.9737	0	0	1	-0.00001	0.0019	283557.32
21	0.0013	0.0700	34.7396	2.3026	1	0	1	1	15.4919	1	0	0	-0.00003	0.0014	497774.83
22	0.0019	0.0894	31.3721	1.9459	0	0	1	0	10.9545	1	0	0	0.00007	0.0019	281492.30
23	0.0012	0.0602	34.7396	2.3026	0	0	1	1	11.4891	1	0	1	-0.00005	0.0013	595955.73
24	0.0017	0.0857	33.7557	2.0794	1	0	1	1	10.9545	1	0	1	0.00002	0.0017	343499.56
25	0.0020	0.1011	31.3721	2.1972	1	0	1	1	4.8990	1	0	0	0.00005	0.0021	233748.29
26	0.0015	0.0848	34.7396	2.1972	1	0	1	1	8.4853	1	0	1	-0.00010	0.0016	367418.82
27	0.0017	0.0877	33.7557	2.3026	0	1	1	1	14.6969	1	0	1	-0.00003	0.0018	317301.80
28	0.0020	0.0894	30.0257	1.9459	0	0	1	0	6.0000	1	0	0	0.00002	0.0020	256561.38
29	0.0014	0.0718	34.7396	1.9459	1	0	1	1	17.3205	1	0	1	0.00004	0.0014	484269.06
30	0.0019	0.0878	31.3721	1.9459	1	0	1	1	15.0997	0	0	1	-0.00001	0.0020	253455.96
31	0.0016	0.0864	34.7396	1.9459	0	1	1	1	8.4853	1	0	1	-0.00004	0.0017	335440.21
32	0.0022	0.1026	30.0257	2.1972	0	0	1	0	18.9737	0	0	0	-0.00003	0.0023	197502.96
33	0.0024	0.1078	30.0257	2.0794	0	0	1	0	18.9737	0	0	0	0.00014	0.0023	185281.13
34	0.0017	0.0877	34.7396	1.9459	0	1	1	1	13.4164	1	0	1	0.00001	0.0017	335131.06
35	0.0021	0.1078	31.3721	2.0794	0	0	1	0	18.9737	0	0	0	-0.00011	0.0023	197464.92
36	0.0017	0.0894	34.7396	2.1972	0	0	1	1	12.0000	1	0	1	0.00001	0.0017	345375.60
37	0.0019	0.0898	31.3721	1.7918	0	0	1	0	18.9737	0	0	1	-0.00006	0.0020	250014.58
38	0.0020	0.0953	31.3721	1.9459	1	0	1	1	17.3205	0	0	1	-0.00001	0.0021	230445.52
39	0.0010	0.0614	38.1297	2.3026	1	0	1	1	14.6969	0	1	0	-0.00010	0.0012	695256.89
40	0.0016	0.0811	33.7557	2.0794	0	1	1	1	18.9737	1	0	1	0.00000	0.0017	359425.67
41	0.0024	0.1078	30.0257	1.9459	0	0	1	0	19.2873	0	0	0	0.00007	0.0023	185627.10
43	0.0023	0.1078	30.0257	1.9459	0	0	1	0	18.9737	0	0	0	0.00005	0.0023	185448.13
44	0.0020	0.1000	31.3721	2.0794	0	0	1	0	18.9737	1	0	1	-0.00003	0.0020	249139.73
45	0.0021	0.1026	30.0257	1.9459	1	0	1	1	4.8990	1	0	0	0.00000	0.0022	213996.62
46	0.0021	0.1098	31.3721	1.7918	1	0	1	1	3.4641	1	0	0	-0.00006	0.0022	207548.46
47	0.0020	0.0945	31.3721	2.0794	0	1	1	1	18.9737	0	1	1	-0.00002	0.0021	235512.14
48	0.0022	0.1026	30.0257	1.6094	0	0	1	0	18.9737	0	0	1	-0.00009	0.0023	197502.96
50	0.0018	0.1054	33.7557	2.0794	0	0	1	1	12.4900	1	0	1	-0.00016	0.0020	256367.51
AV.	?	0.0651	34.7396	1.1139	0	1	1	1	3.8730	1	0	1	?	?	?

Fonte: Autor (2012).

Elaborada a tabela com a base de dados pode-se agora calcular os indicadores de estatística descritiva para subsidiar os demais cálculos.

Tabela 60 – Indicadores estatísticos do modelo

Estatística descritiva	
Indicador	Valor
Média	332360.06
Erro padrão	19426.98
Mediana	335131.06
Modo	197502.96
Desvio padrão	130320.16
Variância da amostra	16983344694.85
Curtose	1.81
Assimetria	1.30
Intervalo	551436.67
Mínimo	185281.13
Máximo	736717.81
Soma	14956202.52
Contagem	45
Nível de confiança(95.0%)	39152.51

Fonte: Autor (2012).

4) A equação do modelo

A equação que representa o modelo matemático tem este formato:

$$\hat{Y} = \beta_1 + \beta_2 X_1 - \beta_3 X_2 + \beta_6 X_5 - \beta_9 X_8 - \beta_{10} X_9 - \beta_{11} X_{10} \quad (170)$$

As variáveis Cômodos, Dummyvert2, Dummygar, Dummyelev e Dummyhoriz foram omitidas do modelo por sua insignificância, restando caracterizado pela análise de regressão que o modelo matemático que melhor representa a base de dados é expressado pela seguinte equação:

$$\begin{aligned} \text{Preço total} = & 0,002487 + 0,0139502 \times \frac{1}{\sqrt{\text{Área construída}}} - 0,0000533 \times \sqrt{\text{Padrão}} \\ & + 0,0000551 \times \text{Dummyvert3} - 0,00000357 \times (\text{Idade})^2 - 0,0001387 \times \text{Dummyatrib}^{171)} \\ & - 0,0000598 \times \text{Dummyatrib2} \end{aligned}$$

4.2.13 Poder de explicação do modelo

O poder de explicação do modelo está na “força” dos coeficientes de determinação e determinação ajustado.

1) Coeficiente de determinação R^2

Esse coeficiente indica o quanto a equação de regressão explica da variação do total do modelo. No caso, $R^2 = 0,9597$ indica que 95,97% da variação total é explicado pela equação de regressão.

2) Coeficiente de determinação ajustado R_a^2

O coeficiente de determinação ajustado leva em conta o número de variáveis explicativas em relação ao número de observações consideradas. No caso, $R_a^2 = 0,9479$ indica que 94,79% do modelo está sendo explicado pela equação resultante.

3) Coeficiente de correlação R

Esse coeficiente indica a dependência entre a variável dependente Y e as variáveis explicativas X . Ele é calculado na forma mais simples pela raiz quadrada do coeficiente de determinação.

$$R = \sqrt{R^2} = \sqrt{0,9597} = 0,9796 .$$

No caso, indica uma correlação fortíssima entre as variáveis dependente e explanatórias.

4) Coeficiente de variação

Esse coeficiente mede, de forma relativa, a dispersão dos dados. Ele elimina o efeito de magnitude dos dados e apresenta a variabilidade em relação à média.

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100 \quad (172)$$

Normalmente o CV é interpretado da seguinte forma:

$CV \leq 0,5$ = indica que a média é representativa do conjunto de dados.

$CV > 0,5$ = indica que a média não representa bem o conjunto de dados.

Calculando o CV:

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100 = \frac{130320,16}{332360,06} \times 100 = 39,21\%$$

A indicação é de haver um grau de variação de 39,21% em relação à média.

4) Intervalo de confiança dos parâmetros IC

O intervalo de confiança dos regressores é calculado pela equação:

$$IC = \hat{Y}_i \pm t_{1 - \frac{\alpha}{2}(n-k-1)} \times s_e \times \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X_0 - \bar{X})^2}{\sum(X_i - \bar{X})^2}}$$

$$IC = 332360,06 \pm 1,30 \times 130320,16 \times \sqrt{\frac{1}{45} + \frac{(1064797,48)^2}{864446,16^2}}$$

$$IC = 332360,06 \pm 260812,12$$

$$LS = 593172,18$$

$$LI = 71547,93$$

$$\text{Amplitude do intervalo de confiança: } 1 - \frac{LI}{\bar{x}} = 21,53\%$$

4.2.14 Campo de arbítrio

O campo de arbítrio corresponde à semi-amplitude de 15% em torno da estimativa pontual adotada.

4.2.15 Códigos alocados

Nesta avaliação não foi utilizado códigos alocados.

4.2.16 Códigos ajustados

Não foram utilizados códigos ajustados para este trabalho. Avaliatório.

4.2.17 Apresentação do modelo

A variável dependente no modelo adotado para está apresentada na forma não transformada.

4.2.18 Avaliação intervalar

A avaliação intervalar, se solicitado pelo interessado, deve ser limitada à 15% da medida de tendência central.

4.2.19 Especificação da avaliação

O modelo de análise de regressão adotado para esta avaliação requer os seguintes parâmetros: de fundamentação do modelo, de tamanho da amostra e do grau de precisão alcançado na estimativa do preço.

Tabela 61 – Graus de fundamentação para o modelo de regressão linear

Item	Descrição	Graus de fundamentação		
		III (3 pontos)	II (2 pontos)	I (1 ponto)
1	Caracterização do imóvel avaliando	X		
2	Coleta de dados de mercado	X		
3	Quantidade mínima de dados de mercado, efetivamente utilizados			X
4	Identificação dos dados de mercado		X	
5	Extrapolação	X		
6	Nível de significância máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal)		X	
7	Nível de significância máximo admitido nos demais testes estatísticos	X		
Total de pontuação atingida		17		
Grau de Fundamentação do laudo		I		

Grau I, em virtude do número de dados utilizados na amostra não atingir grau maior.

Fonte: Autor (2012).

Tabela 62 – Especificação do tamanho da amostra do laudo

Tamanho da amostra			
Número de variáveis independentes (k)	11		
Grau de fundamentação	Grau III	Grau II	Grau I
Pontos mínimos (NBR 14653-2)	18	11	7
Número de dados da amostra (n)			45
Grau de fundamentação			Grau I

Fonte: Autor (2012).

Tabela 63 – Grau de precisão da estimativa do valor

Descrição	Graus de precisão		
	III	II	I
Amplitude do intervalo de confiança de 80% em torno do valor central (21,53% < 30%).	X		

Fonte: Autor (2012).

Assim, foi alcançado quanto ao tamanho das amostras, Grau I; quanto à fundamentação pontuada, Grau I e quanto à precisão, Grau III. Portanto, a classificação do presente laudo é de **AVALIAÇÃO GRAU I**.

4.2.20 Identificação do resultado

Uma vez concluída toda a fundamentação teórica que rege a análise de regressão e realizada a verificação de todos os pressupostos de validade do modelo, pode-se aplicá-lo então ao imóvel avaliando. Como indicado na Tabela 49, os dados do imóvel são:

Área: 236,00 m² (transformada pelo inverso da raiz quadrada, 0,0651).

Padrão construtivo: R\$ 2684,96 (transformado pela raiz quadrada, 34,7396).

Número de cômodos: 13 (transformado pelo logaritmo na base 10, 1,1139).

Altura vertical do apartamento: 20º andar (Dummyvert3), 1).

Vagas de garagem: 2 (Dummygar 1).

Número de elevadores: 2 (Dummyelev 1).

Idade aparente: 15 anos (transformado pela raiz quadrada, 3,8730).

Atributo de valor 1: Sacadas (Dummyatrib1, 1).

Posição horizontal: Frente (Dummyhoriz, 1).

Preço total do imóvel: ?

$$\begin{aligned} \text{Preço total} = & 0,002487 + 0,0139502 \times 0,0651 - 0,0000533 \times 34,7396 \\ & + 0,0000551 \times 1 - 0,00000357 \times 3,8730 - 0,0001387 \times 1 - 0,0000598 \times 1 \end{aligned}$$

$$\text{Preço total transformado} = \frac{1}{\sqrt{0,0014}}$$

$$\text{Preço total sem transformação} = 0,0014^{-2} = \text{R\$ } 510.204,00$$

Dentro da amplitude do intervalo de confiança e do uso do campo do arbítrio, designa-se o preço do imóvel em:

$$\text{Preço total} = \text{R\$ } 560.000,00$$

Margem de negociação em caso de venda, $\pm 5\%$.

Em conclusão, o preço de mercado para o imóvel avaliado é de **R\$ 560.000,00 tendo como referência o mês de outubro de 2011.**

4.3 AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS RURAIS

Introdução

Conceitua-se imóvel rural como um bem econômico, destinado à exploração agrícola, de qualquer natureza, cujo preço oscila no mercado imobiliário em função da sua capacidade de gerar rendimentos. Os imóveis rurais são subdivididos segundo a Lei n.º 8.629 de 25/02/93 como:

Art. 4º Para os efeitos desta lei, conceituam-se:

I - Imóvel Rural - o prédio rústico de área contínua, qualquer que seja a sua localização, que se destine ou possa se destinar a exploração agrícola, pecuária, extrativa vegetal, florestal ou agroindustrial;

II - Pequena Propriedade - o imóvel rural:

a) de área compreendida entre 1 (um) e 4 (quatro) módulos fiscais;

III - Média Propriedade - o imóvel rural:

a) de área superior a 4 (quatro) e até 15 (quinze) módulos fiscais; (BRASIL, 1993).

Os critérios para avaliação de um imóvel rural são fundamentalmente o estado de conservação, a situação e acessibilidade, a localização em relação aos centros consumidores, os meios de transporte e comunicação disponíveis, as características físicas, a vegetação nativa, as pastagens, os processos de exploração da terra e seus aproveitamentos, as benfeitorias, entre outros.

O estado de conservação ou a sua capacidade de uso, é o principal fator de estimativa do preço das terras. A situação do imóvel rural assemelha-se ao valor do chamado fundo de comércio que sempre se refere à melhor ou pior localização da propriedade. Outro fator de relevância é a topografia do terreno, cuja inclinação, quando maior que 10% afeta significativamente a capacidade de produção do solo. Além deste aspecto, há que se observar também a pedregosidade que restringe igualmente a produção.

Os solos rurais são classificados segundo a capacidade de uso e cada classe tem seu preço diferente, não sendo possível alguém atribuir preços iguais para propriedades distintas. A classificação dos solos segundo a capacidade de uso obedece à conhecida Escala de Norton. Eis a classificação:

Tabela 64 – Escala de Norton

CLASSE DE SOLO	CAPACIDADE DE USO
Classe I	Terras próprias para culturas, sem problemas de conservação, exigindo somente adubação e manutenção.
Classe II	Terras próprias para culturas, com pequenos problemas de conservação, exigindo práticas simples de conservação da fertilidade.
Classe III	Terras próprias para culturas, com problemas sérios de conservação, exigindo práticas conservacionistas complexas.
Classe IV	Terras próprias para culturas ocasionalmente, não devendo ser usadas para culturas mais que dois (2) anos consecutivos, seguindo-se de preferência, as pastagens, por períodos de três (3) anos.
Classe V	Terras próprias somente para pastagens, sem problemas de conservação.
Classe VI	Terras próprias para pastagens, com problemas simples de conservação.
Classe VII	Terras próprias para reflorestamento.
Classe VIII	Terras próprias somente para abrigo da vida silvestre.

Fonte: (DEI-VEGNERI, 1976, p. 16).

As terras também são classificadas segundo a capacidade de produção econômica. Por isso, na avaliação sempre se separa as benfeitorias do preço atribuído às terras. As separações para fins de avaliação são:

Terras: são avaliadas segundo a sua capacidade de uso, localização, acesso e outras melhorias, mas dentro do conceito de terra nua.

Recursos naturais: tudo aquilo que é considerado como dádiva da natureza e que se encontra no solo ou abaixo da superfície e que possa ser extraído para gerar riquezas. Isso inclui jazidas, pedreiras, nascentes, quedas d'água, vegetação, etc.

Benfeitorias produtivas: engloba todas os bens introduzidos no imóvel e capazes de gerar rendimentos, provenientes de venda de seus produtos como: pastos cultivados, pomares, reflorestamentos, e outros.

Benfeitorias não produtivas: incluem todas as melhorias trazidas ao imóvel rural que não proporcionam rendimentos, como o caso de casas, galpões, currais,

etc.; e outros trabalhos para melhoramentos como conservação do solo, drenagem irrigação, açudes e outros.

Semoventes: animais para o trabalho e outros produtores.

Máquinas, implementos, motores: incluem tratores, moto-bomba, arados, máquinas de beneficiamento, e outras.

Produtos e outros materiais: produtos que servem ao comércio como sementes, mudas, adubos, etc.

A avaliação de imóveis rurais é feita normalmente pelo método comparativo direto de dados de mercado, com tratamento dos dados por fatores ou por metodologia científica, como a análise de regressão.

Considerando que o procedimento de elaboração de um laudo avaliatório é um bom roteiro de como apurar o valor de um imóvel, seja rural ou urbano, inclui-se, como Apêndice, um Parecer Técnico de Avaliação - PTAM de imóvel rural como paradigma do processo. Maiores detalhes do processo pode ser visto nele.

4.4 TÉCNICA DE ELABORAÇÃO DE LAUDOS

4.4.1 Roteiro de elaboração de laudo completo de avaliação de imóvel rural

1 Interessado

Identificação da pessoa física ou jurídica ou seu representante legal que tenha solicitado o trabalho.

2 Proprietário

Identificação do proprietário.

3 Objetivo e objeto da avaliação:

Objetivo (exemplo: valor de mercado ou outro valor) e

Finalidade (exemplo: garantia, dação em pagamento, venda e compra).

4 Pressupostos, ressalvas e fatores limitantes:

Na impossibilidade de o contratante ou interessado fornecer toda a documentação necessária ou esclarecer eventuais incoerências, o engenheiro de avaliações deverá julgar sobre a possibilidade de elaborar a avaliação. Em caso positivo, deverá deixar claramente expressas as ressalvas relativas à insuficiência ou incoerência da informação, bem como os pressupostos assumidos em função dessas condições (ABNT NBR 14653-1:2001, item 7.2.2);

5 Vistoria

Data da vistoria.

5.1 Caracterização da região

Localização.

Aspectos físicos: relevo (altitude, topografia) e classes de solos predominantes, ocupação existente e tendências de modificação a curto e médio prazos, clima, recursos hídricos, vegetação;

Aspectos ligados à infra-estrutura pública, como canais de irrigação, energia elétrica, telefonia, sistema viário e sua praticabilidade durante o ano agrícola;

Sistema de transporte coletivo, escolas, facilidade de comercialização dos produtos, cooperativas, agroindústrias, assistência técnica agrícola, sistemas de armazenagem de produtos e insumos, comércio de insumos e máquinas agrícolas e rede bancária;

Estrutura fundiária, vocação econômica, disponibilidade de mão-de-obra;

Aspectos ligados às possibilidades de desenvolvimento local, posturas legais para o uso e a ocupação do solo, restrições físicas e ambientais condicionantes do aproveitamento (ABNT NBR 14.653-3:2004, item 7.3.1);

Cidade pólo.

5.2 Caracterização do imóvel

5.2.1 Características gerais

Denominação;
Localização;
Titularidade;
Cadastro no INCRA;
Dimensões – área registrada e área levantada topograficamente, quando existente;
Limites e confrontações;
Acesso (planta esquemática de localização);
Situação, localização;
Destinação;
Recursos naturais;
Sistema viário interno;
Telefonia; rede de energia elétrica interna;
Utilização econômica atual e condicionantes legais.

5.3 Caracterização das terras

Aspectos físicos (topografia do imóvel);
Identificação pedológica (solos);
Classificação da capacidade de uso das terras:

As terras são enquadradas segundo o Sistema de Classificação da Capacidade de Uso das Terras, conforme o Manual Brasileiro para Levantamento da Capacidade de Uso da Terra - III aproximação, ou o que vier a substituí-lo para fins de avaliação de imóveis rurais.

Quanto ao seu estágio de exploração atual, as terras são classificadas como:

Terra bruta, terra nua, terra cultivada.
Recursos hídricos;
Cobertura vegetal;
Vocação;
Uso atual;
Condicionantes legais.

5.4 Caracterização das construções e instalações

Benfeitorias e edificações;

Instalações

Dimensões;

Aspectos construtivos (qualitativos, quantitativos e tecnológicos);

Estado de conservação, idade aparente, vida útil;

Aspectos funcionais;

Condicionantes legais.

5.5 Caracterização das produções vegetais

Culturas;

Estado vegetativo;

Estágio atual de desenvolvimento, estado fitossanitário (infestação de doenças, pragas e invasoras), nível tecnológico;

Produtividades esperadas, riscos de comercialização;

Adaptação à região, considerando o risco de ocorrência de intempéries;

Condicionantes legais.

5.6 Caracterização das máquinas e equipamentos

Fabricante, tipo (marca, modelo, ano de fabricação, número de série);

Características técnicas (exemplo: potência, capacidade operacional);

Estado de conservação e funcionalidade.

5.7 Caracterização das atividades pecuárias – semoventes

Espécie, raça, categoria dos animais;

Índices zootécnicos e aspectos sanitários;

Manejo, alimentação e outros.

5.8 Caracterização das obras e trabalhos de melhoria das terras

Devem ser caracterizadas as obras e trabalhos de melhoria que não foram enquadrados quando da classificação da capacidade de uso das terras, nos seguintes aspectos:

- Dimensões e quantidade;
- Aspectos qualitativos e tecnológicos;
- Estado de conservação, idade aparente, vida útil;
- Aspectos funcionais;
- Condicionantes legais.

5.9 Caracterização de outras atividades (agroindústria, turismo rural, hotelaria, mineração)

Recomenda-se que a caracterização do bem avaliando seja complementada com a apresentação de cartografia, desenhos, fotografias, imagens de satélite e outros documentos que esclareçam aspectos relevantes, com citação da respectiva autoria.

6 Pesquisa de mercado

6.1 Planejamento da pesquisa

Na pesquisa, o que se pretende é a composição de uma amostra representativa de dados de mercado de imóveis com características, tanto quanto possível, semelhantes às do avaliando, usando-se toda a evidência disponível.

Esta etapa deve iniciar-se pela caracterização e delimitação do mercado em análise, com o auxílio de teorias e conceitos existentes ou hipóteses advindas de experiências adquiridas pelo avaliador sobre a formação do valor.

Na estrutura da pesquisa são eleitas as variáveis que, em princípio, são relevantes para explicar a formação de valor e estabelecidas as supostas relações entre si e com a variável dependente.

A estratégia de pesquisa refere-se à abrangência da amostragem e às técnicas a serem utilizadas na coleta e análise dos dados, como a seleção e abordagem de fontes de informação, bem como a escolha do tipo de análise (quantitativa ou qualitativa) e a elaboração dos respectivos instrumentos para a coleta de dados (fichas, planilhas, roteiros de entrevistas, entre outros).

6.2 Identificação das variáveis do modelo

As variáveis do modelo são identificadas como:

6.2.1 Variável dependente

Para a especificação correta da variável dependente, é necessária uma investigação no mercado em relação à sua conduta e às formas de expressão dos preços (por exemplo, preço total ou unitário, moeda de referência, formas de pagamento), bem como é também necessário observar a homogeneidade nas unidades de medida.

6.2.2 Variáveis independentes

As variáveis independentes referem-se às características físicas (área, classes de capacidade de uso das terras, entre outros), de situação (acesso, localização, distância a centro de referência, entre outros) e econômicas (oferta ou transação, época, condição do negócio – à vista ou a prazo).

As variáveis devem ser escolhidas com base em teorias existentes, conhecimentos adquiridos, senso comum e outros atributos que se revelem importantes no decorrer dos trabalhos, pois algumas variáveis consideradas importantes no planejamento da pesquisa podem se mostrar pouco relevantes posteriormente e vice-versa.

Sempre que possível, recomenda-se a adoção de variáveis quantitativas.

As diferenças qualitativas das características dos imóveis podem ser especificadas na seguinte ordem de prioridade:

- a) por meio de codificação, com o emprego de variáveis booleanas (por exemplo: condições “maior do que” ou “menor do que”, “sim” ou “não”);
- b) pelo emprego de variáveis “proxy” (por exemplo: padrão construtivo expresso pelo custo unitário básico);
- c) por meio de códigos alocados (por exemplo: padrão construtivo baixo igual a 1, normal igual a 2 e alto igual a 3).

6.3 Pesquisa de valores imobiliários

Indicação da fonte e dos elementos necessários para sua comprovação.

6.3.1 Pesquisa de opinião

6.3.2 Pesquisa de valores da construção civil

6.3.3 Pesquisas de valores de máquinas e equipamentos

6.3.4 Pesquisa de valores de semoventes

6.3.5 Pesquisa de valores de lenha, carvão e madeira de lei

6.3.6 Pesquisa de valores de produtos agropecuários

6.4 Informações adicionais

7 Métodos e critérios utilizados

Indicação do(s) método(s) utilizado(s), com justificativa da escolha;

Homogeneização dos elementos pesquisados atendendo às prescrições da norma segundo o nível de precisão alcançado.

7.1 Para a avaliação da terra nua

7.2 Para avaliação das edificações e benfeitorias

7.3 Para avaliação das culturas

7.4 Para avaliação da cobertura vegetal

7.5 Para avaliação dos semoventes

8 Tratamento dos dados

8.1 Tratamento por fatores

Homogeneização por fatores e critérios, fundamentados por estudos conforme 7.7.2.1, e posterior análise estatística dos resultados homogeneizados.

8.2 Tratamento científico

Tratamento de evidências empíricas pelo uso de metodologia científica que leve à indução de modelo validado para o comportamento do mercado.

8.3 Identificação do valor de mercado:

- a) Determinação do valor da terra nua
- b) Determinação do valor das edificações e benfeitorias
- c) Determinação do valor das culturas
- d) Determinação do valor da cobertura vegetal
- e) Determinação do valor dos semoventes
- f) Determinação do valor das máquinas e equipamentos
- g) Determinação do valor total do imóvel
- h) Determinação do valor de liquidação forçada

8.4 Liquidação forçada

Para determinação do valor de liquidação forçada pode-se adotar os seguintes parâmetros:

VM = valor de mercado encontrado para o imóvel;

t = prazo médio para venda do imóvel;

i = taxa média de rendimentos ao mês.

Então, o fator de redução (FLF) para a liquidação forçada é obtido por:

$$FLF = \frac{i}{t} \quad (1)$$

e,

$$VLF = VM \times FLF \quad (2)$$

9 Conclusão

Data da vistoria;
Resultado da avaliação;
Sua data de referência.

10 Encerramento

Especificação da avaliação, com grau de fundamentação e precisão;
Local e data do laudo;
Qualificação legal completa e assinatura do(s) profissional(is) responsável(is) pela avaliação.

11 Anexos

- a) Documentação fotográfica
- b) Plantas
- c) Documentação de titularidade
- d) Croquis de acesso
- e) Mapa da região
- f) Inventário florestal
- g) Relação do rebanho
- h) Memórias de cálculo
- i) Planilhas de custo
- j) Selo certificador COFECI / Anotação de responsabilidade técnica – ART
- k) Bibliografia

4.3.2 Roteiro para elaboração de laudo simplificado

O laudo simplificado deve incluir:

- a) identificação da pessoa física ou jurídica e/ou seu representante legal que tenha solicitado o trabalho;
- b) objetivo da avaliação;
- c) roteiro de acesso ao imóvel avaliando;
- d) identificação e caracterização do bem avaliando (terras, produções vegetais, etc.);
- e) indicação do(s) método(s) utilizado(s), com justificativa da escolha;

f) especificação da avaliação;

g) data da vistoria, conclusão, resultado da avaliação e sua data de referência;

h) qualificação legal completa e assinatura do(s) profissional(is) responsável(is) pela avaliação;

i) local e data do laudo.

5 CONCLUSÃO

Buscou-se apresentar neste trabalho os princípios e conceitos mais usuais aplicados à avaliação de imóveis, seguidos, sempre que possível, de aplicações práticas a fim de nortear eventuais interessados no tema a terem um caminho introdutório de início do conhecimento ou prática.

Foi demonstrado o processo de avaliação em todas as suas etapas, desde a formação do banco de dados até o cálculo resultante, sendo apresentadas as metodologias aplicáveis nos aspectos teóricos e práticos, seguindo com a apresentação dos princípios básicos de estatística descritiva e matemática financeira pertinentes, concluindo sempre cada tópico com um exemplo prático que pudesse servir de modelo.

Delineou-se ainda, os princípios de inferência estatística para fundamentar a sua aplicação sobre a base de dados levantada, em que foi desenvolvido todo o processo avaliatório de um apartamento em Curitiba, fazendo uso da aplicação do software STATA 12, para deixar um exemplo completo de cálculo com toda as verificações dos pressupostos básicos exigidos pelas normas de avaliação vigentes.

Abordou-se os princípios e a prática para avaliação de imóveis rurais oferecendo um exemplo de trabalho já realizado pelo autor que bem pode servir de roteiro dos procedimentos necessários em situações semelhantes. Tomou-se como necessário apresentar também as técnicas básicas para elaboração de laudos avaliatórios oferecendo-se um roteiro de laudos completo e simplificado.

Buscou-se no desenvolvimento deste mostrar que o processo de avaliação é um trabalho de especialista, requerendo de quem o faz, conhecimentos com alguma profundidade dos princípios, modelos matemáticos, normas, experiência de campo, conhecimento e operação de ferramentas auxiliares como os programas estatísticos gerais e específicos, além de dedicada procura por novas metodologias e saberes próprios de quem milita neste segmento imobiliário.

Pretendeu esta autoria que a abordagem empreendida sobre o tema torne mais compreensível e interessante a elaboração do processo avaliatório. Não obstante a vastidão e complexidade do assunto, pode-se, sim, alcançar domínio sobre as especificidades que compõem a engenharia de avaliações. Entretanto, devido a isso, este trabalho pode ser considerado apenas como uma introdução ao

assunto, sendo, portanto, recomendável que novos pesquisadores possam explorar outras técnicas de avaliação representadas por modelos que não foram abordados, como análise envoltória de dados por dupla ótica, avaliação por regressão espacial, redes neurais, método de inteligência artificial e outros.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5676:1990**: Avaliação de imóveis urbanos. Rio de Janeiro, 1990.

_____. **NBR 6023:2002**: Informação e documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

_____. **NBR 6024:2003**: Informação e documentação - Numeração progressiva das seções de um documento escrito - Apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 6027:2003**: Informação e documentação - Sumário - Apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 6028:2003**: Informação e documentação - Resumo - Apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 10520:2002**: Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

_____. **NBR 12.721:2005** - Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios. Rio de Janeiro : ABNT, 2005.

_____. **NBR 14.653-1:2001**: Avaliação de bens - Parte 1: Procedimentos Gerais. Rio de Janeiro : ABNT, 2001. Norma técnica.

_____. **NBR 14.653-2:2004**: Avaliação de bens - Parte 2: Imóveis Urbanos. Rio de Janeiro : ABNT, 2004. Norma técnica.

_____. **NBR 14.653-2:2011**: Avaliação de bens - Parte 2: Imóveis Urbanos. Rio de Janeiro : ABNT, 2011. Norma técnica.

_____. **NBR 14.653-3:2004**: Avaliação de bens - Parte 3: Imóveis Rurais. Rio de Janeiro : ABNT, 2004. Norma técnica.

_____. **NBR 14.653-4:2002**: Avaliação de bens - Parte 4: Empreendimentos. Rio de Janeiro : ABNT, 2002. Norma técnica.

_____. **NBR 14724:2002**: Informação e documentação - Trabalhos acadêmicos - Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ABUNAHMAN, Sérgio Antonio. **Curso básico de engenharia de avaliações**. São Paulo : PINI, 2000.

ANACLETO, Eduardo Arantes Montans. **Uso do método da renda para avaliação de um edifício comercial e um posto de combustíveis**. Internet. Disponível em: <<http://www.pellisistemas.com.br/downloads/Anacleto.pdf>>. Acessado em: 16 abr 2011.

ARANTES, Carlos Augusto; SALDANHA, Marcelo Suarez. **Avaliação de Imóveis Rurais: norma NBR 14.653-3: ABNT comentada**. São Paulo : Liv. e Ed. Universitária de Direito, 2009.

AZEVEDO, Ney Fernando Perracini de. Estatística aplicada à Engenharia de Avaliações. in: **INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIA DE ENGENHARIA – IBAPE. Engenharia de Avaliações**. São Paulo: PINI, 1974. p.p. 19-26.

BERRINI, Luiz Carlos. **Avaliação de Imóveis**. São Paulo : Freitas Bastos, 1957.

BRASIL. Lei 6.530, de 12 de maio de 1978. Regulamentação da profissão de corretor de imóveis. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 mai. 1978. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6530.htm>. Acesso em: 14 nov. 2010.

_____. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Código de defesa do consumidor. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 set. 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8078.htm>. Acesso em: 18 nov. 2009.

_____. Superior Tribunal de Justiça. RECURSO ESPECIAL Nº 779.196 - RS (2005/0146535-8) Rel. Ministro TEORI ALBINO ZAVASCKI, PRIMEIRA TURMA, julgado em 25/08/2009, **Diário da Justiça Eletrônico**, Brasília, DF, 9 set. 2009. Não exclusividade para a atividade de avaliações. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaeletronica/ita.asp?registro=200501465358&dt_publicacao=09/09/2009>. Acesso em: 23 dez. 2011.

_____. Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. Lei da reforma agrária. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 26 fev. 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8629.htm>. Acesso em: 23 dez. 2011.

BUNCHAFT, Guenia; KELLNER, Sheilah Rubino de Oliveira. **Estatística sem mistérios**. Petrópolis,RJ : Vozes, 1997.

CHEN, Xiao; et al. **Regressão com Stata**. UCLA : 2003. Disponível em: <<http://www.ats.ucla.edu/stat/stata/webbooks/reg/default.htm>>. Acesso em: 23 dez 2011.

CINELLI, Antonia Rosa. **Avaliação de imóveis para atividades periciais de engenharia civil**. 129 f. Trabalho de Graduação (Engenharia Civil) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

COSTA, Maria Valéria da. **Normas técnicas: Monografias: considerações gerais**. Apostila, 63 p. Curitiba: UFPR, 2009. Material didático da disciplina de Metodologia Científica apresentado no Curso Superior de Tecnologia em Negócios Imobiliários.

DANTAS, Rubens Alves. **Engenharia das Avaliações: uma introdução à metodologia científica**. São Paulo : PINI, 2005.

DEMÉTRIO, Valdemar Antonio. **Curso de engenharia de avaliações e perícias agrônômicas**. Piracicaba : FEALQ, 1995.

_____. **Apostila do curso de avaliações de imóveis rurais**. Piracicaba: ESALQ, 2008. 81 f.

DESLANDES, Cristiano Augusto. **Avaliação de Imóveis Rurais**. Viçosa : Aprenda Fácil, 2002.

DIB, Márcio Nascif; ARAÚJO JÚNIOR, Rui; MEIRELES, Silo Duarte de. **A importância da engenharia de avaliações de imóveis para o Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro**. 2008. 87 f. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da PUC – Rio. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.ecg.tce.rj.gov.br/arquivos/08CEAOP_DibMarcio.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2011.

FERRARI NETO, Alcides, et al. **Avaliação: o que é e como contratar**. IBAPE São Paulo: 2007

FERREIRA, Alessandra Henriques; ATTADIA, Lesley C. L.; SPINELLI, Paula. **Gestão do valor organizacional**. Ribeirão Preto : UNISEB, 2011.

FERREIRA, Daniel Furtado. **Estatística básica**. Apostila, 140 f. Lavras : UFLA, 1996.

FIKER, José. **Manual de avaliações e perícias em imóveis urbanos**. 3ª ed.: São Paulo : Pini, 2008.

GONZALEZ, Marco Aurélio Stumpf. **A engenharia de avaliações na visão inferencial**. São Leopoldo : UNISINOS, 2000.

_____. **Aplicação de técnicas de descobrimento de conhecimento em bases de dados e de inteligência artificial em avaliação de imóveis**. Novo Hamburgo : SGE, 2003.

_____. **Avaliação de imóveis e metodologia de perícias**. São Leopoldo : UNISINOS, 2007.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. **Econometria básica**. Porto Alegre: AMGH, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO – IBAPE SP. **Glossário de terminologia básica aplicável à engenharia de avaliações e perícias do IBAPE/SP**. 2002. Disponível em: <http://www.ibape-sp.org.br/arquivos/glossario_de_terminologia.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2011.

_____. **Normas e estudos**. 2011. Disponível em: <http://www.ibape-sp.org.br/normas_estudos/Default.aspx>. Acesso em: 22 abr. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Normas de apresentação tabular**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Centro de Documentação e Disseminação de Informações. – 3. ed. – Rio de Janeiro : IBGE, 1993. 62 p.

INTERNATIONAL VALUATION STANDARDS COMMITTEE – IVSC. **Norma IVSC-1, 4.2. Conceptos y Principios Generales de Valuación**. London, United Kingdom : 1997. Traduzida sob autorização pela Asociación Nacional de Institutos Mexicanos de Valuación. Disponível em: <http://www.iat-tasaciones.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=60>. Acesso em 01 jan. 2012.

_____. **Norma IVS-1, 5.2**. Seminário do IVSC no Rio de Janeiro, nov. 2005. Disponível em: <<http://www.upav.org/pags/declaracoes.html>>. Acesso em: 20 abr. 2011.

_____. **Norma IVS-1, item 5.2.** UPAV - Union Panamericana de Asociaciones de Valuaciones. Disponível em: <<http://www.upav.org/pags/declaracoes.html>>. Acesso em: 20 abr. 2011.

LIMA, Marcelo Rossi de Camargo. **Avaliação de propriedades rurais:** Apostila para o curso do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – IBAPE/SP. São Paulo: 2004. Apostila. 112 f.

MACIEL, Carlos Humberto. **Engenharia de avaliações por inferência estatística.** Apostila, 118 f. Maringá : 2010. Apostila do curso realizado em Curitiba-PR em Janeiro de 2011, 2011.

MARQUES, Jair Mendes. **Curso de Engenharia Cartográfica:** Estatística. Curitiba: UFPR, 1994. Apostila, 160 f.

MEYER, Rivadavia Maciel Corrêa. **Avaliação de imóveis - Uma análise no campo da Engenharia Legal.** Rio de Janeiro : LUMEN JURIS, 2003.

MOREIRA, Alberto Lélío. **Princípios de engenharia de avaliações.** São Paulo : PINI, 1984.

MORETTIN, Luiz Gonzaga. **Estatística básica:** Inferência. São Paulo: Pearson, 2000.

NADAL, Carlos A.. **Avaliação de imóveis pelo método dos mínimos quadrados.** 1a Ed. Curitiba, Departamento de Geomática - UFPR: 2008. 49 p.;il. Disponível em: <http://www.escoladegoverno.pr.gov.br/arquivos/File/material_didatico_PDC/Avaliacao_de_Imoveis_Publicos/area_urbana/materiais/artigos_teses_dissertacoes/avaliacao_de_imoveis.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2010.

NETHER, Osmar Sadi. Depreciação de bens - Um método para determinação da depreciação de edificações. **Revista do IRB** – Edição online. Revista 290 (out/dez. 2002). Disponível em: <http://www.irbrasilre.com.br/revista/290/osmar_nether_290.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2008.

OLIVEIRA, Ana Maria de Biazzí Dias de. **Avaliação de imóveis urbanos.** São Paulo, 2006. Apostila, 86 f. Disponível em: <<http://xa.yimg.com/kq/groups/23473274/929303571/name/Apostila++ACRE.pdf>>. Acesso em: 30 dez. 2011.

OLIVEIRA et al., Sônia Valle Walter de. **Estatística e pesquisa operacional.** Ribeirão Preto : Editora COC, 2009.

OSAKABE, Érika; BOTELHO, Marcelo. **Instrumentos de gestão empresarial**. Ribeirão Preto: Editora COC, 2009.

PAMPLONA, Edson de Oliveira; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra. **Engenharia econômica I**. Apostila, 103 f. Juiz de Fora : UNIFEI, 2006.

_____. **Engenharia econômica II**. Apostila, 146 f. Juiz de Fora : UNIFEI, 2005.

PELLEGRINO, José Carlos; MARTINS, Fernando Guilherme. Critério para cálculo de fundo de comércio. In: **INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA – IBAPE. Engenharia de Avaliações**. São Paulo: PINI, 1974.

PORTAL ACTION. **Conteúdo estatístico**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br>>. Acesso em: 14 mai. 2011.

RODRIGUES, William Costa. **Estatística aplicada**. Rio de Janeiro: FAETEC-RJ, 2010. Apostila. 70 f.

SANTOS, Kamila Canan. **Aula 6 de engenharia de avaliações – Tratamento por fatores**. Disponível em: <<http://www.fag.edu.br/professores/ronaldpd/6-Aula%2006-Civil-Tratamento-fatores-30-03.pdf>>. Acesso em: 31 dez. 2011.

_____. **Aula 5 de engenharia de avaliações – Homogeneização por fatores**. Disponível em: <<http://www.fag.edu.br/professores/ronaldpd/5-Aula%2005-Civil-Homogeneiza%E7%E3o-fatores.pdf>>. Acesso em: 31 dez. 2011.

SCHMUTZ, George L. **O processo de avaliação**. São Paulo : Escolas profissionais salesianas, 1943.

SECRETARIA DE PATRIMÔNIO DA UNIÃO – SPU. **Manual de avaliação - Conceitos e metodologias de avaliação técnica de imóveis**. Disponível em: <http://homspu.serpro.gov.br/arquivos_down/spu/orientacao_normativa/ON_GEADE_004_FINAL_anexo.PDF>. Acesso em: 8 ago. 2002.

SOUSA, Luiz Gonzaga de. **Valor e preços em Marx**. 2006. Disponível em: <<http://www.eumed.net/libros/2006b/lgs-art/3j.htm>>. Acesso em 02 jan. 2012.

UNION PANAMERICANA DE ASOCIACIONES DE VALUACIÓN-UPAV. **Estatuto da la Union Panamericana de Asociaciones de Valuación**. XX Congreso Panamericano de la UPAV. Buenos Aires, nov. 2002. Disponível em: <<http://www.upav.org/statutes/>>. Acesso em: 01 jan. 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Sistema de bibliotecas. **Orientação para Normalização de Trabalhos Acadêmicos**. Curitiba : Ago/2011. Disponível em: <http://www.portal.ufpr.br/tutoriais_normaliza/modelo_dissertacao.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PERNAMBUCO. **Testes não paramétricos**. Arquivo datamining. 06 Out. 2009. Disponível em: <http://www.cin.ufpe.br/~tvrc/arquivos/datamining/Testes_Nao_Parametricos.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2011.

VEGNI-NERI, Guilherme Bomfim Dei. **Prática de avaliação de imóveis**. São Paulo: Impressão própria, 1965.

_____. **Avaliação de glebas, loteamentos, distritos industriais**. São Paulo: Ed. Nacional, 1979.

_____. **Avaliação de imóveis rurais**. São Paulo: Impressão própria, 1976.

ZANCAN, Evelise Chemale. **Avaliação de imóveis em massa para efeitos de tributos municipais**. Florianópolis : Rocha, 1996.

APÊNDICE A – Laudo técnico de avaliação do preço de imóvel urbano

Considerações iniciais

O presente trabalho de avaliação de bens imóveis foi executado sob a responsabilidade técnica de **João Margarido Diniz**, brasileiro, casado, Tecnólogo em Negócios Imobiliários, credenciado junto ao Conselho Regional de Corretores de Imóveis – CRECI/PR sob nº 9.174, Avaliador de Imóveis Certificado junto ao Conselho Federal de Corretores de Imóveis – COFECI sob nº CNAI 1.222, experiente no campo das avaliações do valor de bens imóveis em geral.

Para execução dos serviços, foram utilizados os dados e informações fornecidas pela solicitante e/ou retirados de documentação apresentada, bem como aqueles obtidos de terceiros por ocasião da pesquisa de mercado realizada, julgados “a priori” corretos, todos considerados idôneos e de boa fé.

Não foram realizadas investigações específicas, no que concerne a títulos, documentos, regularidades fiscais, hipotecas, superposições de divisas e providências de ordem jurídico-legal, por fugirem ao objeto do presente trabalho, estando o valor baseado no valor médio de imóveis da região.

Todas as medidas e cálculos das áreas foram retirados da documentação e das plantas cedidas pela solicitante, não tendo sido realizadas medições de conferência.

Os dados e informações fornecidas e/ou retirados de documentação apresentada, tais como área dos terrenos e medidas das edificações, que influem diretamente no valor final deste trabalho de estimativa de valor, foram utilizadas considerando que a responsabilidade e a veracidade delas, são única e exclusivamente da solicitante, que deverá responder pelas mesmas.

Interessado / Proprietário

M. R. B., RG ..., CPF ..., brasileira, separada judicialmente, professora, residente à Rua, ..., Santa Cândida, Curitiba – PR.

Objetivo / Finalidade

O objetivo da avaliação é a determinação do Valor Patrimonial dos imóveis avaliados segundo o Valor de Mercado.

A finalidade deste laudo técnico de avaliação é fundamentar a partilha de bens em decorrência de processo de divórcio.

Caracterização do trabalho

Sobre o que é uma avaliação de bens, são inúmeras as definições consensuais com o entendimento exarado das Normas de Avaliações da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e assim definindo

AVALIAÇÃO:

É a técnica de estimar, comercialmente ou para efeitos legais, o valor dos imóveis e de outros bens.

É o trabalho técnico que compreende um conjunto de raciocínios, inspeções e cálculos, tendentes a determinar o valor de um bem móvel ou imóvel.

É a apuração do justo valor que poderia ser definido como o preço que um bem poderia alcançar, em determinada data, se colocado à venda ou compra em prazo razoável pelo vendedor que, desejando, mas não estando obrigado a vendê-lo, ou pelo comprador, adquirindo-o com total conhecimento dos usos e finalidades para as quais o mesmo poderá ser destinado, sem, contudo, estar compelido a realizar a compra.

VALOR:

Valor a ser determinado corresponde sempre aquele que, num dado instante, é único, qualquer que seja a finalidade da avaliação.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, valor de mercado é a quantia mais provável pela qual se negociaria voluntariamente e conscientemente um bem, numa data de referência, dentro das condições do mercado vigente.

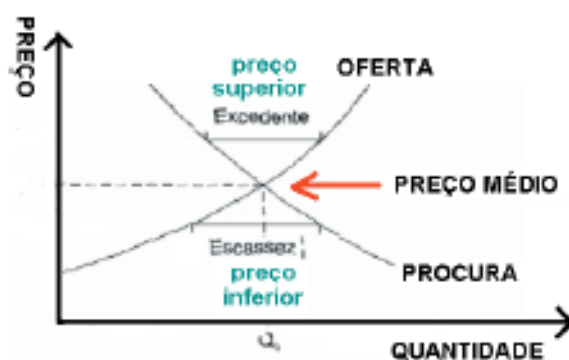
Segundo o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo – IBAPE/SP, valor de mercado é a quantia mais provável pela qual se

negociaria com conhecimento, prudência e sem compulsão um bem, numa data de referência, dentro das condições do mercado vigentes.

De forma simples, valor é a aplicação do princípio ou lei da oferta e da procura⁴², pelo qual o equilíbrio do preço médio de mercado equilibra a oferta e a procura. Esse equilíbrio possibilita as seguintes visões em determinado momento,

A visão determinística do preço médio:

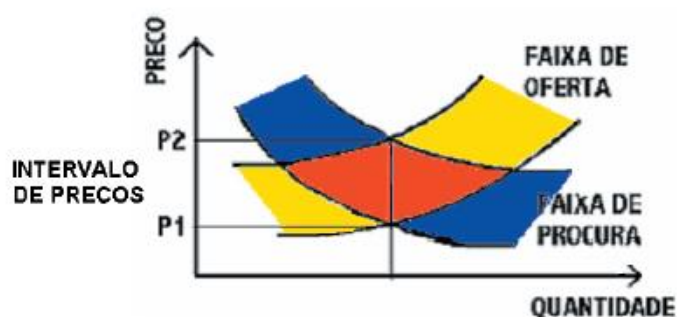
Figura 1: A visão determinística.



Fonte: NETO, Alcides Ferrari, et al., 2007

A visão probabilística – faixas de preços onde se encontra o preço médio:

Figura 2: A visão probabilística



Fonte: NETO, Alcides Ferrari, et al., 2007

Pressupostos, ressalvas e fatores limitantes

⁴² NETO, Alcides Ferrari, et al. Avaliação: o que é e como contratar. IBAPE São Paulo: 2007.

O presente trabalho atende aos requisitos do Artigo 3º da Lei 6.530/78 (D.O.U. de 15/05/1978), que regulamenta a profissão de Corretor de Imóveis, o Artigo 145 da Lei 5.869/73, CPC, com a nova redação que lhe foi dada pela Lei 7.270/84 (D.O.U. de 11.12.1984), às Resoluções do Conselho Federal de Corretores de Imóveis – COFECI, sob nº 957/2006 (D.O.U. de 26/06/2006) e 1.066/2007 (D.O.U. de 29/11/2007) que dispõem sobre a elaboração de pareceres técnicos de avaliações mercadológicas, à jurisprudência dos tribunais superiores sobre competência para avaliações de imóveis⁴³ e aos procedimentos de avaliação normatizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, constantes nas NBR 14.653-1 e NBR 14.653-2 – Avaliação de Imóveis Urbanos. Fatores limitantes não foram detectados.

Métodos e critérios utilizados

A Norma Brasileira de Avaliação de imóveis urbanos da ABNT (NBR 14.653-1:2001) diz em seu artigo oitavo o seguinte:

8 Metodologia aplicável

8.1 Generalidades

8.1.1 A metodologia aplicável é função, basicamente, da natureza do bem avaliando, da finalidade da avaliação e da disponibilidade, qualidade e quantidade de informações colhidas no mercado. A sua escolha deve ser justificada e ater-se ao estabelecido nesta parte da NBR 14653, bem como nas demais partes que compõem a NBR 14653, com o objetivo de retratar o comportamento do mercado por meio de modelos que suportem racionalmente o convencimento do valor.

8.1.2 Esta parte da NBR 14653 e as demais partes se aplicam a situações normais e típicas do mercado. Em situações atípicas, onde ficar comprovada a impossibilidade de utilizar as metodologias previstas nesta parte da NBR 14653, é facultado ao engenheiro de avaliações o emprego de outro procedimento, desde que devidamente justificado.

8.1.3 Os procedimentos avaliatórios usuais, com a finalidade de identificar o valor de um bem, de seus frutos e direitos, o seu custo, bem como aqueles para determinar indicadores de viabilidade, estão descritos em 8.2, 8.3 e 8.4, respectivamente.

8.2 Métodos para identificar o valor de um bem, de seus frutos e direitos

8.2.1 Método comparativo direto de dados de mercado

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

Complementando, a Norma Brasileira de Avaliação de imóveis urbanos da ABNT (NBR 14.653-2:2004) diz em seu artigo oitavo o seguinte:

8.2 Métodos para identificar o valor de um bem, de seus frutos e direitos

8.2.1 Método comparativo direto de dados de mercado

8.2.1.1 Planejamento da pesquisa

⁴³ Rec. Esp. nº 277443 - STJ – data 11.06.2002.

No planejamento de uma pesquisa, o que se pretende é a composição de uma amostra representativa de dados de mercado de imóveis com características, tanto quanto possível, semelhantes às do avaliando, usando-se toda a evidência disponível. Esta etapa – que envolve estrutura e estratégia da pesquisa – deve iniciar-se pela caracterização e delimitação do mercado em análise, com o auxílio de teorias e conceitos existentes ou hipóteses advindas de experiências adquiridas pelo avaliador sobre a formação do valor.

Na estrutura da pesquisa são eleitas as variáveis que, em princípio, são relevantes para explicar a formação de valor e estabelecidas as supostas relações entre si e com a variável dependente.

A estratégia de pesquisa refere-se à abrangência da amostragem e às técnicas a serem utilizadas na coleta e análise dos dados, como a seleção e abordagem de fontes de informação, bem como a escolha do tipo de análise (quantitativa ou qualitativa) e a elaboração dos respectivos instrumentos para a coleta de dados (fichas, planilhas, roteiros de entrevistas, entre outros).

8.2.1.2 Identificação das variáveis do modelo

8.2.1.2.1 Variável dependente

Para a especificação correta da variável dependente, é necessária uma investigação no mercado em relação à sua conduta e às formas de expressão dos preços (por exemplo, preço total ou unitário, moeda de referência, formas de pagamento), bem como observar a homogeneidade nas unidades de medida.

8.2.1.2.2 Variáveis independentes

As variáveis independentes referem-se às características físicas (por exemplo: área, frente), de localização (como bairro, logradouro, distância a pólo de influência, entre outros) e econômicas (como oferta ou transação, época e condição do negócio – à vista ou a prazo). Devem ser escolhidas com base em teorias existentes, conhecimentos adquiridos, senso comum e outros atributos que se revelem importantes no decorrer dos trabalhos, pois algumas variáveis consideradas no planejamento da pesquisa podem se mostrar pouco relevantes e vice-versa.

Sempre que possível, recomenda-se a adoção de variáveis quantitativas. As diferenças qualitativas das características dos imóveis podem ser especificadas na seguinte ordem de prioridade:

- a) por meio de codificação, com o emprego de variáveis dicotômicas (por exemplo: aplicação de condições booleanas do tipo “maior do que” ou “menor do que”, “sim” ou “não”);
- b) pelo emprego de variáveis *proxy* (por exemplo: padrão construtivo expresso pelo custo unitário básico);
- c) por meio de códigos alocados (por exemplo: padrão construtivo baixo igual a 1, normal igual a 2 e alto igual a 3).

8.2.1.3 Levantamento de dados de mercado

8.2.1.3.1 Observar o disposto em 7.4.2 da ABNT NBR 14653-1:2001.

8.2.1.3.2 O levantamento de dados tem como objetivo a obtenção de uma amostra representativa para explicar o comportamento do mercado no qual o imóvel avaliando esteja inserido e constitui a base do processo avaliatório. Nesta etapa o engenheiro de avaliações investiga o mercado, coleta dados e informações confiáveis preferentemente a respeito de negociações realizadas e ofertas, contemporâneas à data de referência da avaliação, com suas principais características econômicas, físicas e de localização.

Adotou-se para este trabalho, em função da qualidade e da quantidade de dados e informações disponíveis, o **Método comparativo direto de dados de mercado** com a utilização das ferramentas analíticas: inferência estatística aplicando a análise de regressão múltipla; tratamento por fatores aplicando a análise

estatística dos dados; e inferência estatística aplicando a análise de regressão da função potencial linearizada.

Na utilização destas técnicas, foram observados, quando cabíveis, os pressupostos básicos seguintes:

- a) Relação linear entre a variável dependente e as independentes;
- b) Não-aleatoriedade das variáveis independentes (são fixas; só a dependente é aleatória);
- c) Normalidade dos resíduos;
- d) Média zero dos resíduos $[(\sum e_i)/n=0]$;
- e) Homocedasticidade dos resíduos (variância constante);
- f) Independência serial dos resíduos (não existe autocorrelação dos erros);
- g) Não existência de relação exata (colinearidade perfeita) entre quaisquer das variáveis independentes;
- h) Não existência de observações espúrias (outliers);
- i) A inclusão das variáveis importantes;
- j) Número de observações maior que o número de coeficientes a ser estimado.

Estas condições são garantias de que o modelo encontrado e a própria análise de regressão alcançaram resultado satisfatório.

Grau de rigor da avaliação

A especificação de uma avaliação está relacionada tanto com o empenho do avaliador como com o mercado e as informações que dele possam ser extraídas. Por isso tanto o grau de fundamentação quanto o grau de precisão alcançados, dependem exclusivamente das características do mercado e da amostra coletada, não sendo, portanto, passível de fixação *a priori*.

As Normas Brasileiras de Avaliação classificam os níveis de precisão para o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado com tratamento científico dos dados pela análise de regressão linear da seguinte maneira:

Tabela 1: Grau de fundamentação no caso de utilização de modelos de regressão linear

Item	Descrição	Graus de fundamentação		
		III	II	I
1	Caracterização do imóvel avaliando	Completa quanto a todas as variáveis analisadas	Completa quanto às variáveis utilizadas no modelo	Adoção de situação paradigma
2	Coleta de dados de mercado	Características conferidas pelo autor do laudo	Características conferidas por profissional credenciado pelo autor do laudo	Podem ser utilizadas características fornecidas por terceiros
3	Quantidade mínima de dados de mercado, efetivamente utilizados	6 (k+1), onde k é o número de variáveis independentes	4 (k+1), onde k é o número de variáveis independentes	3 (k+1), onde k é o número de variáveis independentes
4	Identificação dos dados de mercado	Apresentação de informações relativas a todos os dados e variáveis analisados na modelagem, com foto	Apresentação de informações relativas aos dados e variáveis efetivamente utilizados no modelo	Apresentação de informações relativas aos dados e variáveis efetivamente utilizados no modelo
5	Extrapolação	Não admitida	Admitida para apenas uma variável, desde que: a) as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100% do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior b) o valor estimado não ultrapasse 10% do valor calculado no limite da fronteira amostral, para a referida variável	Admitida, desde que: a) as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100% do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior b) o valor estimado não ultrapasse 10% do valor calculado no limite da fronteira amostral, para as referidas variáveis, simultaneamente
6	Nível de significância máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal)	10%	20%	30%
7	Nível de significância máximo admitido nos demais testes estatísticos realizados	1%	5%	10%

Fonte: NBR 14.653-2:2004

Ainda, segundo a Norma,

9.2.1.1 Para atingir o grau III, são obrigatórias:

- a) apresentação do laudo na modalidade completa;
- b) discussão do modelo, verificadas a coerência da variação das variáveis em relação ao mercado, bem como suas elasticidades no ponto de estimação.

9.2.1.2 A utilização de códigos alocados no modelo de regressão implica a obtenção, no máximo, de grau II de fundamentação.

9.2.1.3 A utilização de tratamento prévio por fatores de homogeneização, para a transformação de variáveis em modelos de regressão, implica a obtenção, no máximo, de grau II de fundamentação.

9.2.1.4 Para fins de enquadramento global do laudo em graus de fundamentação, devem ser considerados os seguintes critérios:

- a) na tabela 1, identificam-se três campos (graus III, II e I) e sete itens;
- b) o atendimento a cada exigência do grau I terá um ponto; do grau II, dois pontos; e do grau III, três pontos;
- c) o enquadramento global do laudo deve considerar a soma de pontos obtidos para o conjunto de itens, atendendo à tabela 2.

A Norma enquadra os laudos segundo o grau de fundamentação da seguinte maneira:

Tabela 2: Enquadramento dos laudos segundo seu grau de fundamentação no caso da utilização de modelos de regressão linear

Graus	Grau III	Grau II	Grau I
Pontos mínimos	18	11	7
Itens obrigatórios no grau correspondente	3, 5, 6 e 7, com os demais no mínimo no grau II	3, 5, 6 e 7 no mínimo no grau II	Todos, no mínimo no grau I

Fonte: NBR 14.653-2:2004

Os graus de precisão no caso de utilização de modelos de regressão linear são conforme tabela 3.

Tabela 3: Grau de precisão da estimativa do valor no caso de utilização de modelos de regressão linear

Descrição	Grau		
	III	II	I
Amplitude do intervalo de confiança de 80% em torno do valor central da estimativa	≤ 30%	30% - 50%	> 50%

Fonte: NBR 14.653-2:2004

Quando se utiliza o tratamento por fatores são assim classificados:

Tabela 4: Graus de fundamentação no caso de utilização do tratamento por fatores

Item	Descrição	Graus de fundamentação		
		III	II	I
1	Caracterização do imóvel avaliando	Completa quanto a todas as variáveis analisadas	Completa quanto às variáveis utilizadas no modelo	Adoção de situação paradigma
2	Coleta de dados de mercado	Características conferidas pelo autor do laudo	Características conferidas por profissional credenciado pelo autor do laudo	Podem ser utilizadas características fornecidas por terceiros
3	Quantidade mínima de dados de mercado, efetivamente utilizados	12	6	3
4	Identificação dos dados de mercado	Apresentação de informações relativas a todas as características dos dados analisadas, com foto	Apresentação de informações relativas a todas as características dos dados analisadas	Apresentação de informações relativas a todas as características dos dados correspondentes aos fatores utilizados
5	Extrapolação conforme B.5.2	Não admitida	Admitida para apenas uma variável.	Admitida
6	Intervalo admissível de ajuste para cada fator e para o conjunto de fatores	0,90 a 1,10	0,80 a 1,20	0,50 a 1,50

NOTA Observar subseção 9.1.

Fonte: NBR 14.653-2:2004

Ainda, segundo a Norma,

9.2.3.1 Para atingir o grau III, é obrigatória a apresentação do laudo na modalidade completa.

9.2.3.2 Para fins de enquadramento global do laudo em graus de fundamentação, devem ser considerados os seguintes critérios:

- a) na tabela 5, identificam-se três campos (graus III, II e I) e seis itens;
- b) o atendimento a cada exigência do grau I terá um ponto; do grau II, dois pontos; e do grau III, três pontos;
- c) o enquadramento global do laudo deve considerar a soma de pontos obtidos para o conjunto de itens, atendendo à tabela 5.

A Norma enquadra os laudos segundo o grau de fundamentação da seguinte maneira:

Tabela 5: Enquadramento dos laudos segundo seu grau de fundamentação no caso de utilização de tratamento por fatores

Graus	Grau III	Grau II	Grau I
Pontos mínimos	15	9	6
Itens obrigatórios no grau correspondente	3, 5 e 6, com os demais no mínimo no grau II	3, 5 e 6 no mínimo no grau II	Todos, no mínimo no grau I

Fonte: NBR 14.653-2:2004

Os graus de precisão no caso de utilização de modelos de regressão linear são conforme tabela 6.

Tabela 6: Grau de precisão da estimativa do valor no caso de utilização de tratamento por fatores

Descrição	Grau		
	III	II	I
Amplitude do intervalo de confiança de 80% em torno do valor central da estimativa	≤ 30%	30% - 50%	> 50%

NOTA: Observar subseção 9.1.

Fonte: NBR 14.653-2:2004

De acordo com as Normas Técnicas das Avaliações este laudo apresentará o enquadramento de cada imóvel avaliando, quanto à fundamentação e à precisão, demonstrando o respectivo grau atingido.

Caracterização do ben avaliando

Trata-se da avaliação de um imóvel urbanols localizado no bairro de Santa Cândida pertencente a A. E. B. e M. R. B.

Identificação e descrição básica do imóvel

O imóvel, objeto desta avaliação, está assim identificado e descrito resumidamente: Residência em alvenaria construída sobre o lote 9, da quadra 5, da planta Jardim Karla, à Rua Guilherme Matter, 355, Santa Cândida, Curitiba/PR, constante na matrícula sob nº 7.398 da 9ª circunscrição da comarca de Curitiba/PR. Indicação Fiscal: 96.020.010.000-2.

Vistoria e análise dos documentos

Conforme a NBR 14.653-1, vistoria é a “constatação local de fatos, mediante observações criteriosas em um bem e nos elementos e condições que o constituem ou o influenciam”.

Tem o objetivo de permitir ao avaliador conhecer da melhor maneira possível o imóvel avaliando e a região em que se situa e o influencia, formando, a partir daí, as condições para a pesquisa de dados.

A vistoria deste imóvel e de sua região amostral decorreu de visitas realizadas entre 28 de outubro de 2010 e 11 de novembro de 2010, quando se investigou a situação das construções e se realizou a busca de dados sobre o mercado imobiliário local.

A localização do imóvel pode ser identificada no mapa apresentado no Anexo A e a sua retratação pode ser vista nas fotografias inseridas no Anexo B.

A residência em questão refere-se a uma construção em alvenaria edificada sobre o terreno de número predial 355, descrito como o lote 9, da quadra 5, da planta Jardim Karla, medindo 12,00 metros de frente para a Rua Guilherme Matter, do lado esquerdo registra-se 28,00 metros limitando com o lote 8, aos fundos registra-se 12,00 metros limitando com os lotes 2 e 4, do lado direito registra-se 28,00 metros limitando com o lote 10, perfazendo a área de 336,00 m² conforme matrícula nº 7.398 do Registro de Imóveis da 9ª circunscrição da comarca de Curitiba/PR. Cópia desta matrícula está inserida no Anexo C. – Documentos.

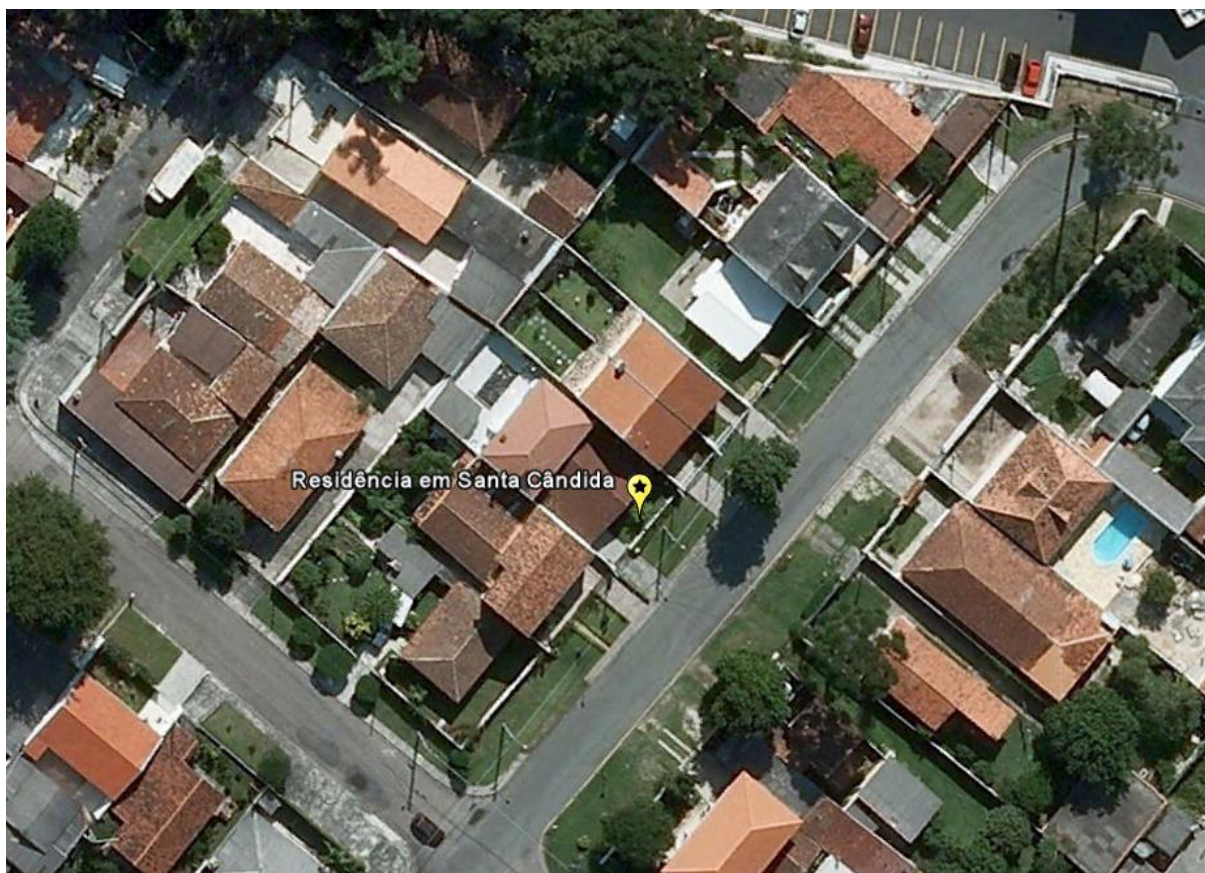
A topografia apresenta-se com ligeiro declive em relação à rua, o formato do terreno é retangular.

A Indicação fiscal é a de nº 96.020.010.

O zoneamento é ZR4 – Zona Residencial 4.

A posição do terreno e da residência em relação à quadra pode ser visto na Foto 1, abaixo:

Foto 1 – Posição da residência na quadra



Fonte: GOOGLE EARTH.

Caracterização da região

A região do imóvel é a região norte de Curitiba/PR e está inserida na malha urbana do município fazendo divisa com o município de Colombo. Possui infraestrutura com ruas pavimentadas, água tratada, telefone, transporte coletivo, escolas, praças, jardins, uma estação de tratamento de esgoto sanitário e outros.

A Rua Guilherme Matter, 355, rua que leva o nome do pintor de paisagens paranaenses, nascido na Alemanha em 1904, erradicado em Curitiba desde os vinte anos de idade e falecido no dia 08 de outubro de 1978, localiza-se entre a Rua Dr. Barreto Coutinho e Rua Professora Sandália Monzon, distante meia quadra da Superintendência Regional da Polícia Federal, a uma quadra da via rápida Rua João Gbur e próximo ao Terminal de Ônibus e da Igreja de Santa Cândida.

O tipo de ocupação regional é mista – comercial, residencial uni e multifamiliar – com padrão de ocupação normal, possui facilidade de acessos e está

localizada próximo ao cruzamento da Av. Paraná com a Av. Mal. Mascarenha de Moraes.

A região é formada por construções de bom padrão construtivo, comércio de padrão normal, do tipo local, com atratividade média e intensidade de tráfego de veículos.

O bairro Santa Cândida é de classe média, com população estimada em 33.000 habitantes, 75% com rendimento superior a três salários mínimos, cerca de 9.500 domicílios, dezesseis escolas, uma faculdade, abriga a superintendência regional da polícia federal, possui atividade econômica⁴⁴ oriunda de cento e dezoito indústrias, sessenta e oito empresas do ramo construção civil, seiscentos e vinte e quatro do comércio e quatrocentos e onze do ramo de prestação de serviços. Da área de 10.325.000 m² do bairro, 37,25% é protegida por áreas verdes. A taxa de crescimento anual está na ordem de 1,68%.

No mês de julho de 2010, a região foi incluída como destaque em termos de unidades de construção liberadas considerando o universo de intenção de construção em Curitiba⁴⁵. Os dados mostram a relevância da região para o mercado imobiliário.

Caracterização do terreno

A utilização atual do imóvel é residencial unifamiliar, mas o terreno, pelos parâmetros de uso e ocupação do solo estabelecido para o zoneamento ZR4, tem vocação sob aspecto residencial, para habitação coletiva, institucional e transitória e, sob aspecto comercial, para comércio e serviço vicinal, serviço de bairro e para culto religioso. É facultado ainda a utilização para indústria do tipo 1, isto é, para atividades industriais compatíveis com o uso residencial, não incômodas ao entorno⁴⁶. A altura permitida para edificação é de até 8 pavimentos em caso de finalidade residencial familiar e de até 2 pavimentos quando comercial. Possui coeficiente de aproveitamento 2,0 estendível sob consulta a 2,5, taxa de ocupação de 50% e índice de permeabilidade 25%.

⁴⁴ Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba - IPPUC/Banco de Dados.

⁴⁵ INPESPAR – Instituto de Pesquisa Paranaense - Agosto/2010.

⁴⁶ Decreto Municipal nº 183 de 03 de abril de 2000 – Regulamentação do art. 34 da Lei 9.800/2000 – Lei de uso e ocupação do solo.

A infra-estrutura existente é a de rua pavimentada (antipó), água, esgoto, iluminação e coleta de lixo.

Caracterização das Edificações e Benfeitorias

Residência unifamiliar, padrão normal R-1 em alvenaria de tijolos revestida de reboco, estrutura em concreto armado, cobertura de telhas cerâmicas, estilo simples, construída no nível do logradouro público em duas etapas, a primeira em 1985, com um pavimento medindo 78,66 m² e a segunda em 1989, com dois pavimentos medindo 75,46 m² e 64,05 m², perfazendo a área de 218,17 m² conforme projetos devidamente aprovados, sendo posteriormente acrescida de edícula em alvenaria medindo 10,00 m², totalizando 228,17 m² de área construída não averbados.

O padrão de acabamento da construção é normal R1-N⁴⁷, idade aparente de dez anos e se encontra em estado de conservação regular, necessitando reparos de pintura e impermeabilização.

A residência é composta, no pavimento térreo, de muro com gradil de ferro e portão eletrônico, vaga de garagem para dois carros, salão de festas com churrasqueira, sala de estar e jantar, cozinha, área de serviço, dois quartos, bwc e nos fundos do terreno murado uma edícula. No pavimento superior é composta de hall, dois quartos e banheiro com hidromassagem.

Foi observado o acabamento do imóvel avaliando como segue:

Fachadas: revestida de reboco, pintura látex e esquadrias de ferro com vidro e grades de proteção nas janelas.

Piso: cerâmico (hall de entrada, garagem, salão de festas, sala de jantar, banheiros e cozinha), carpete (sala de estar), laminado de madeira (quartos, escada, hall superior).

Paredes: revestidas de reboco, pintura látex sobre massa corrida.

Teto: madeira (garagem, salão de festas, sala de estar, quartos e banheiro térreos), laje (sala de jantar, cozinha e o pavimento superior).

Banheiros: paredes revestidas de azulejo, piso cerâmico, box em acrílico, vasos e pias em louça.

⁴⁷ NBR 12.721:2006, item 8.2.

O imóvel é confortável, funcional, tem aspecto arquitetônico e paisagístico adequado ao uso recomendável para a região e está em condições de ocupação.

Edificações e Benfeitorias não Documentadas

As edificações não são averbadas. A edícula não consta dos projetos aprovados para construção.

Metodologia utilizada

O método adotado foi o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado com a aplicação da técnica de inferência estatística, a análise de regressão múltipla.

A análise de regressão múltipla é a técnica mais utilizada quando se deseja estudar o comportamento de uma variável dependente em relação a outras que são responsáveis pela variação observada nos preços.

Este método é, indiscutivelmente, o mais empregado em avaliações de imóveis, mas para a sua aplicação existem alguns requisitos básicos, entre os quais o fato de que é imprescindível a existência de bens semelhantes ao avaliando que tenham sido ou estejam sendo comercializados próximos à data da avaliação. Além disso, o avaliador necessita ter acesso às informações sobre as condições das transações e as características dos bens transacionados.

Fundamentados os quesitos, o modelo estatístico utilizado neste caso será dado pela equação do tipo:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + e$$

Onde,

X é a variável independente ou variável explicativa;

Y é a variável dependente ou variável resposta.

Face à natureza do imóvel avaliando foram assim definidas as variáveis:

a) Variável Dependente:

Valor do Imóvel [Y]: valor total estimado do imóvel.

b) Variáveis Independentes:

Área construída [X₁]: Definida como a área de construção levantada ou oferecida na amostra. Não foi utilizado critério para aplicação de área equivalente devido à característica do mercado imobiliário local de aplicação de preços sobre a área construída total.

Padrão construtivo [X₂]: Fator obtido pela atribuição de um critério de classificação do padrão da construção do imóvel avaliando e dos elementos que compõe a amostra. Adotou-se os seguintes índices de classificação:

Tabela 7: Classificação do padrão construtivo

Simples Mínimo	Simples	Simples Máximo	Médio Mínimo	Médio	Médio Máximo	Superior Mínimo	Superior	Superior Máximo	Fino Min	Fino	Fino Máx
0,65	0,75	0,85	0,90	1	1,10	1,15	1,25	1,35	1,40	1,50	1,60

Inverso da idade aparente do imóvel [X₃]: Variável obtida pela aplicação do inverso da medida da idade aparente percebida no levantamento da amostra. Utilizou-se o inverso dos valores para atribuição de menor peso ao imóvel de maior idade e também por experiência na avaliação de imóveis semelhantes.

Terreno [X₄]: Pela influência da área, do valor e do zoneamento dos terrenos na composição dos preços das residências, adotou-se aplicar como variável a área resultante do potencial construtivo de cada lote, por refletir os componentes do terreno na valorização usual do imóvel.

$$\text{Terreno}_{\text{pot constr}} = \frac{\text{Área do terreno}}{\text{Taxa de ocupação}} \times \text{Altura máxima normal do zoneamento}$$

Diagnóstico do Mercado

O município de Curitiba possui uma população de aproximadamente 1.700.000 habitantes. O bairro, Santa Cândida, onde se localiza o imóvel avaliando, a exemplo de toda região metropolitana, está em franca expansão imobiliária e tem sido alvo de atenção do poder público municipal.

Considerando o momento econômico e político que vivemos observa-se que as pessoas estão acreditando na estabilidade do país e investindo em transações imobiliárias. Esse é um dos fatores que fazem com que o bairro em questão seja destaque nos levantamentos do IPPUC sobre locais com maior intenção de construção.

A quantidade de ofertas de imóveis é menor que a procura pelo mercado o que pode ser considerado como um mercado aquecido.

O imóvel avaliando encontra-se dentro do padrão construtivo encontrado na cidade, sendo sua área similar às residências encontradas para a formação da amostra, sendo seu padrão de acabamento também similar aos dados coletados.

Considerando as condições do mercado e os atributos particulares do imóvel avaliando, estes são classificados como de liquidez normal.

Pesquisa de mercado

Período da pesquisa: 28/10/2010 a 09/11/2010.

Foi realizada uma ampla pesquisa de mercado a fim de formar o grupo de amostras necessário ao enquadramento na fundamentação requerida pela Norma das Avaliações, objetivando conhecer os preços praticados e/ou propostos para propriedades semelhantes e/ou comparáveis ao imóvel objeto da avaliação.

Foram realizadas investigações específicas junto a várias fontes que forneceram subsídios para a determinação dos valores procurados com justeza e imparcialidade, tais como: imobiliárias, cartórios, proprietários vizinhos, corretores de imóveis especializados no mesmo segmento de mercado, instituto de pesquisa do mercado imobiliário, jornais e internet.

Durante a pesquisa foi dada especial atenção às variáveis envolvidas no método de regressão linear múltipla adotado. Para tanto, identificou-se o valor dos imóveis, a área construída, o padrão da construção, a idade aparente do imóvel, a área do terreno e o respectivo zoneamento.

Levantamento de dados de mercado

Segundo a norma reguladora o levantamento de dados visa a obtenção de uma amostra representativa para explicar o comportamento do mercado no qual o imóvel avaliando esteja inserido e constitui a base do processo avaliatório. As amostras levantadas, representativas do mercado no período da avaliação estão inseridas no Anexo E.

Tratamento dos dados

Para se obter o valor de mercado da residência no Santa Cândida pela técnica de inferência estatística, análise de regressão linear múltipla, foi desenvolvido um modelo matemático/estatístico contando com vinte (20) elementos coletados, atendendo os requisitos da NBR 14.653-2:2004. Foi considerada como variável dependente Y , o valor total do imóvel, e quatro (4) variáveis independentes, onde X_1 é a área construída, X_2 é o padrão construtivo observado, X_3 é o inverso da idade aparente observada e X_4 é o terreno, considerando a área total do seu potencial construtivo. As observações coletadas para o cálculo avaliatório estão inseridas na Tabela 8.

Tabela 8: Indicação da amostra levantada entre 28/10/2010 e 09/11/2010

INFORMAÇÕES LEVANTADAS									
Nº	Endereço	Área	Padrão	Idade Aparente	Terreno	Zoneamento	Taxa ocupação terreno	Valor observado do Imóvel	Fonte de informação
1	Rua João Gbur, 873	141,60	Médio	12	456,00	ZR4	0,50	520000,00	Cibraco Imóveis - 41 30721818
2	Rua Reinhard Maack, 12	143,50	Médio	12	360,00	ZR3	0,50	265000,00	Gonzaga Imóveis Ltda. - 41 30226868 - Sr. Alcides
3	Rua Padre João Wislinski, 197	283,20	Médio	12	1114,75	ZR2	0,50	550000,00	Souza Neto Empreendimentos Imobiliários - 41 36680770
4	Rua Ilda Manaszczuk, 12	150,00	Médio min.	12	280,00	ZR2	0,50	170000,00	Souza Neto Empreendimentos Imobiliários - 41 36680770
5	Rua Ebraim S. Castro, 22	120,00	Médio	10	360,00	ZR2	0,50	220000,00	Imobiliária Uniterras - 41 36212883
6	Rua Prof. Julia A. Di Lenna, 570 - casa 02	45,00	Médio min.	0	180,00	ZR2	0,50	130000,00	Oda Imóveis - 41 3236 1404 Sara
7	Rua Profeta Moisés, 35	178,86	Médio	12	615,00	ZR3	0,50	430000,00	Paulo Celles Imóveis - 41 32246464
8	Rua Antonio Antoniacomi, s/n	205,00	Médio min.	12	360,00	ZR2	0,50	265000,00	Apolar Imóveis - 41 33560045
9	Rua Tijuca, 258	200,00	Simples max	12	360,00	ZR2	0,50	170000,00	CRS Imóveis - 41 32227629
10	Rua Rei David, 336	85,00	Simples	10	600,00	ZR3	0,50	165000,00	SRB Corretor de Imóveis - 41 30827207
11	Rua Fabio Fanuchi, 179	210,00	Médio	7	285,00	ZR2	0,50	270000,00	MNS Imóveis - 41 30240501
12	Rua Fabio Fanuchi, 179	237,00	Superior	2	285,00	ZR2	0,50	380000,00	Roma Imóveis - 41 32238015 Dalmo
13	Rua Padre João Wislinski, 197	209,00	Médio	12	1174,00	ZR2	0,50	430000,00	Fruet Imóveis - 41 32744400
14	Rua Clemens Albert Grimm, s/n	300,00	Médio	12	300,00	ZR2	0,50	307000,00	JLA Agente Imobiliário - 41 33527574
15	Rua Camilo Haj Mussi, 60	105,00	Médio max	2	160,00	ZR2	0,50	230000,00	JLA Agente Imobiliário - 41 33527574

INFORMAÇÕES LEVANTADAS

Nº	Endereço	Área	Padrão	Idade Apare nte	Terreno	Zone amen to	Taxa ocupaçã o terreno	Valor observado do Imóvel	Fonte de informação
16	Rua Joaquim Telêmaco Carneiro, 55	297,00	Superior	10	450,00	ZR3	0,50	495000,00	ABIPAR Imóveis - 41 30130203 - Felipe
17	Rua Francisco Zanicotti Sobrinho, 189	280,00	Médio	10	525,00	ZR3	0,50	375000,00	Apolar Imóveis - 41 3362 2401 Maria
18	Rua Dr. Alvaro Teixeira Pinto, s/n	212,00	Superior	5	360,00	ZR3	0,50	330000,00	Apolar Imóveis - 41 33564443
19	Rua Tijuca, s/n	130,00	Médio	12	475,95	ZR2	0,50	250000,00	Apolar Imóveis - 41 33560045 Mendes
20	Rua João Miquetti, 514	145,00	Médio	12	440,00	ZR3	0,50	260000,00	Apolar Imóveis - 41 33560045 Mendes
MÉDIA DO VALOR OBSERVADO DA AMOSTRA								310600,00	
Avaliando		228,17	Médio	10	336,00	ZR4	0,50	?	

Fonte: Autor (2010).

Saneamento da amostra

Foi adotado para saneamento o critério de *Chauvenet*. Consiste em eliminar o registro cujo valor diste mais que certo limite (d_{lim}) da média de valores observados da amostra, ou seja, são eliminados todos os registros que estiverem fora do intervalo

$$(\overline{P_{ori}} - d_{lim}) \leq \overline{P_{ori}} \leq (\overline{P_{ori}} + d_{lim}).$$

O limite $d_{lim} = S_p \times \left(\frac{d}{S_p}\right)_{critico}$ onde, S_p é o desvio padrão dos valores observados calculado na planilha eletrônica do Excel pela função DESVPAD(Num 1; Num 2;..), e $\left(\frac{d}{S_p}\right)_{critico}$, uma função da quantidade de registros da amostra, conforme a tabela seguinte:

Tabela 9: Coeficientes de Chauvenet

n	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\left(\frac{d}{S_p}\right)_{critico}$	1,65	1,73	1,80	1,86	1,92	1,96	1,98	2,03	2,05	2,10	2,12	2,16

n	17	18	19	20	21	22	24	26	30	40	50	
$\left(\frac{d}{S_p}\right)_{critico}$	2,18	2,20	2,23	2,24	2,26	2,28	2,31	2,35	2,39	2,50	2,58	

Fonte: (DESLANDES, 2000)

Pela aplicação da função MÉDIA da planilha Excel sobre a coluna “Valor observado do imóvel” inserida na Tabela 8 obteve-se:

Média dos valores observados $\overline{P_{ori}} = 310.600,00$

Desvio padrão dos valores observados $S_p = 124.208,40$

Coeficiente de *Chauvenet* $\left(\frac{d}{S_p}\right)_{critico} = 2,24$ (para 20 observações)

$d_{lim} = 124.208,40 \times 2,24 = 278.226,71$

Portanto,

Amostra de valor mais reduzido = 310.600,00 – 278.226,71 = 32.273,19

Amostra de valor mais elevado = 310.600,00 + 278.226,71 = 588.8226,81.

Conclui-se que todas as amostras são válidas por pertencerem ao intervalo estabelecido. Uma vez saneada a amostra construiu-se a Tabela 10 – Formatação das amostras saneadas, trazendo as variáveis independentes preparadas para o formato do cálculo estatístico.

Tabela 10: Formatação da amostra saneada

Nº	Informações formatadas				
	Valor do Imóvel Amostrado (R\$) [Y]	Área construída (m²) [X ₁]	Padrão Observado [X ₂]	Inverso da Idade Aparente [X ₃]	Terreno Área Potencial construtivo (m²) [X ₄]
1	520000,00	141,60	1	0,08333	1368,00
2	265000,00	143,50	1	0,08333	540,00
3	550000,00	283,20	1	0,08333	1114,75
4	170000,00	150,00	0,90	0,08333	280,00
5	220000,00	120,00	1	0,1	360,00
6	130000,00	45,00	0,90	1	180,00
7	430000,00	178,86	1	0,08333	922,50
8	265000,00	205,00	0,90	0,08333	360,00
9	170000,00	200,00	0,85	0,08333	360,00
10	165000,00	85,00	0,75	0,1	300,00
11	270000,00	210,00	1	0,14286	360,00
12	380000,00	237,00	1,25	0,5	360,00
13	430000,00	209,00	1	0,08333	1174,00
14	307000,00	300,00	1	0,08333	360,00
15	230000,00	105,00	1,10	0,5	360,00
16	495000,00	297,00	1,25	0,1	540,00
17	375000,00	280,00	1	0,1	540,00
18	330000,00	212,00	1,25	0,2	540,00
19	250000,00	130,00	1	0,08333	475,95
20	260000,00	145,00	1	0,08333	660,00
MÉDIA	310600,00	183,86			
Avaliando	?	228,17	1	0,1	1008,00

Fonte: Autor (2010).

Ajustamento pelo método dos mínimos quadrados

Para uma função linear como a do modelo escolhido, o ajustamento da equação de regressão pode ser realizado com a função estatística da ferramenta de Análise Estatística e de Engenharia do Microsoft Excel 2007.

A ferramenta de análise estatística executa uma análise de regressão linear usando o método de "quadrados mínimos" para ajustar uma linha em um conjunto de observações. A função de planilha do programa calcula as estatísticas para uma linha usando o método "quadrados mínimos" para calcular uma linha reta que melhor se ajusta aos seus dados e, em seguida, retorna uma matriz que descreve essa linha. A precisão da linha calculada dependerá do grau de dispersão dos seus dados. Quanto mais lineares forem os dados, mais preciso será o modelo.

Para o cálculo do modelo adotou-se a função estatística mais automatizada que permite ajuste imediato às alterações nos dados exibindo, como resultado dos cálculos efetuados pelo programa, uma matriz sempre com o seguinte formato:

Tabela 11 – Matriz modelo

b₄	b₃	b₂	b₁	a
ep ₄	ep ₃	ep ₂	ep ₁	ep ₀
R ²	ep _y	#N/D	#N/D	#N/D
F	GL	#N/D	#N/D	#N/D
SQRegres	SQResid	#N/D	#N/D	#N/D

Fonte: Autor (2010).

Onde **a** é a constante, **b₁...b₄** são os coeficientes das variáveis, **ep₀...ep₄** são os erros padrão de cada estimativa, **R²** é o coeficiente de determinação, **ep_y** é o erro padrão da estimativa, **F** é o parâmetro de teste de Fischer-Snedecor, **GL** é o número de graus de liberdade, **SQRegres** é a soma dos quadrados da regressão e **SQResid** é a soma dos quadrados dos resíduos. Os elementos marcados por #N/D são espaços sem resultado, decorrentes do desenho da função.

Os testes **t** de Student podem ser determinados pela razão entre os dados da primeira e segunda linhas $t_{bi} = \frac{b_i}{ep_i}$. O coeficiente de correlação **R** pode ser obtido pela $\sqrt{R^2}$. O coeficiente de determinação ajustado **R_a²**, que leva em conta o número de variáveis explicatórias em relação ao número de observações, pode ser determinado pela equação:

$$R_a^2 = 1 - \left(\frac{n-1}{n-k-1} \right) \times (1 - R^2)$$

onde, **n** é o tamanho da amostra e **k** é o número de regressores ou variáveis explicativas. A análise estatística das variáveis resultou na matriz:

Tabela 12: Resultados da análise estatística

Estatística de regressão	Terreno [b ₄]	Idade aparente [b ₃]	Padrão [b ₂]	Area construída [b ₁]	Constante [a]
Coeficiente a, b ₁ ..b _k	255,9082733	72165,6624	357076,3519	679,559281	-337362,21
Soma erros ep ₀ ..ep _k	29,79560947	52893,22926	88718,94862	171,612684	78953,2064
R ² ep _v	0,913777883	41047,95011	#N/D	#N/D	#N/D
Fcalc GL	39,74232132	15	#N/D	#N/D	#N/D
SQRegres SQResiduos	2,67853E+11	25274013126	#N/D	#N/D	#N/D
R (coef. correlação)	0,955917299				
R ² _a -quadrado ajustado	0,890785319				

Fonte: Autor (2010).

Os resultados apontam para a bondade do ajustamento pelo método dos mínimos quadrados. O modelo atingiu coeficiente de determinação $R^2 = 0,914$ e coeficiente de determinação ajustado de $R^2_a = 0,891$, significando, por este parâmetro, que o modelo apresentado tem um **poder de explicação de no mínimo 89%** das variações da variável dependente (Valor do imóvel), o que é um bom resultado.

a) Teste **F** de Fischer-Snedecor – Teste do modelo

Tabela 13 – Análise de variância – Teste de significância do modelo

Teste de significância do modelo	
Limite mínimo: F _{tab} (0,01;4;15)	F _{crit(1%)} = 4,89
F _{calc}	39,7423
Nível de significância ou erro	0,0000%
Grau de fundamentação	Grau III

Fonte: Autor (2010).

O teste do modelo, através da estatística **F**, de Fischer-Snedecor, consiste em estudar a existência ou não da equação de regressão. A hipótese básica é a de que haja regressão de y em $x_1, x_2, \text{etc.}$, com nível de significância (α) se $F_{\text{calc}} > F_{\text{tab}}$. Como no modelo adotado $F_{\text{calc}(4,15)} = 39,74$, é muito superior ao valor crítico (mínimo) recomendado pela Norma, no caso, $F_{\text{crit}(1\%)} = 4,89$, tem-se a indicação da confiabilidade do modelo ao nível de 99%.

b) Teste t de Student – Teste das variáveis explicativas

Tabela 14 – Teste de significância dos regressores

Teste das variáveis – significância dos regressores					
Limite mínimo: $t_{tab}(0,1;15)$	$t_{crit}(10\%)= 1,75$		$t_{crit}(20\%) = 1,34$		$t_{crit}(30\%)= 1,07$
Variáveis	Terreno	Idade aparente	Padrão	Área construída	Constante
$t_{calc} \left(\frac{b_i}{ep_i} \right)$	8,5888	1,3644	4,0248	3,9598	-4,2729
Níveis de significância ou erro	0,00%	19,26%	0,11%	0,13%	0,07%
Grau de fundamentação	Grau III	Grau II	Grau III	Grau III	

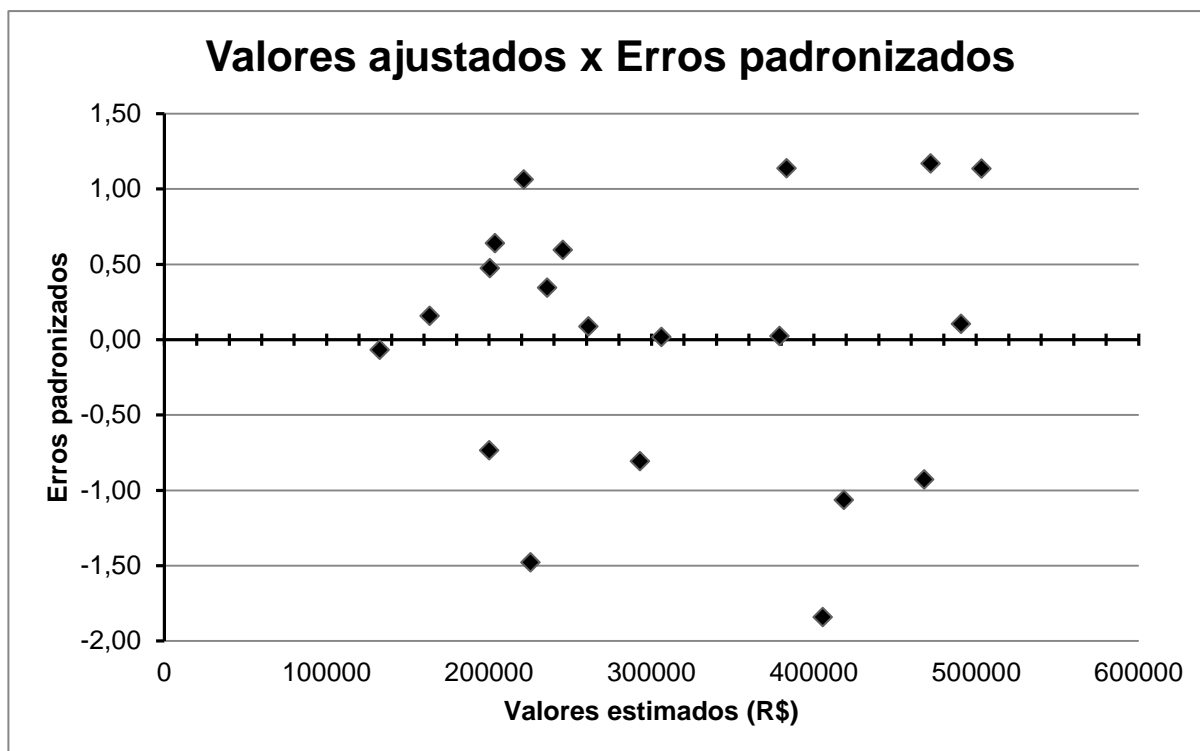
Fonte: Autor (2010).

Utiliza-se a distribuição t de Student (unicaudal), tendo como hipótese básica que os regressores são diferentes de zero a um nível de significância (α). Com base nos valores obtidos da distribuição de Student (t) com entradas 2α e graus de liberdade $n - k - 1$, aceita-se a hipótese básica de que cada um dos coeficientes b_i seja diferente de zero se $t_{calc} > t_{tab\ crit}$.

A Norma das Avaliações exige que o nível de significância das variáveis independentes, medido através do teste t, seja de no máximo 10% para o Grau III, ou seja, que a variável atinja ao menos a confiança de 90%, e de no máximo 20% para o Grau II, ou seja, atinja a confiança de 80%. Os parâmetros de teste apontaram $t_{crit(10\%)}=1,75$ e $t_{crit(20\%)}=1,34$, portanto, $t_{calc} > t_{tab}$, indicando que as variáveis independentes incluídas apresentaram bom desempenho, confirmando que a variação de X reflete em variação de Y, isto é, o valor de Y depende do valor de X.

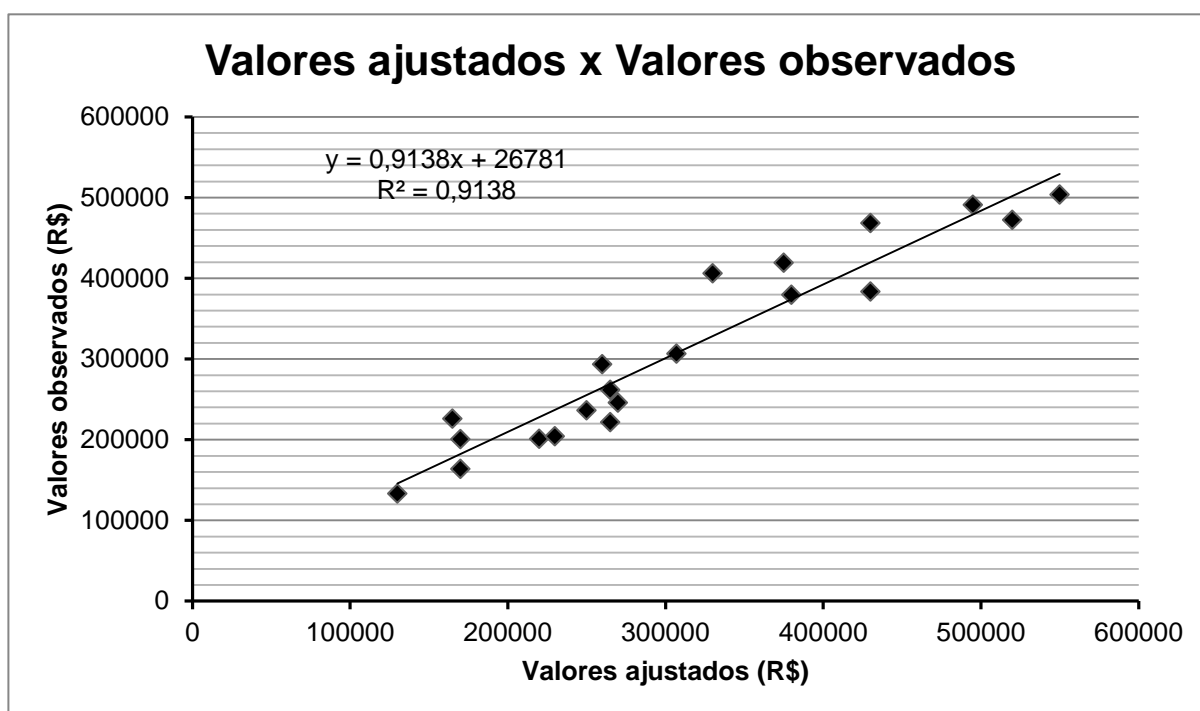
c) Análise gráfica

Gráfico 1 – Valores ajustados x erros padronizados



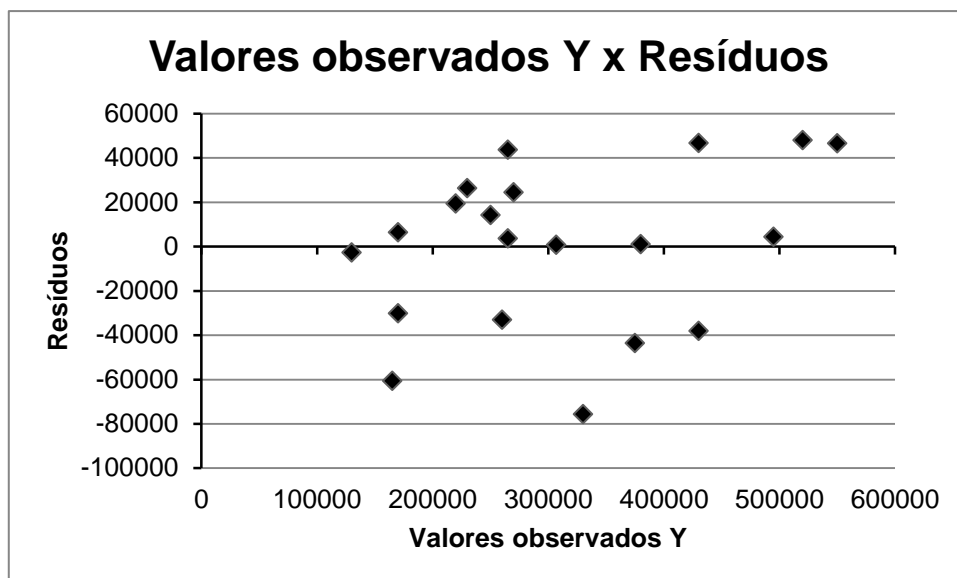
Fonte: Autor (2010).

Gráfico 2 – Valores estimados x valores observados



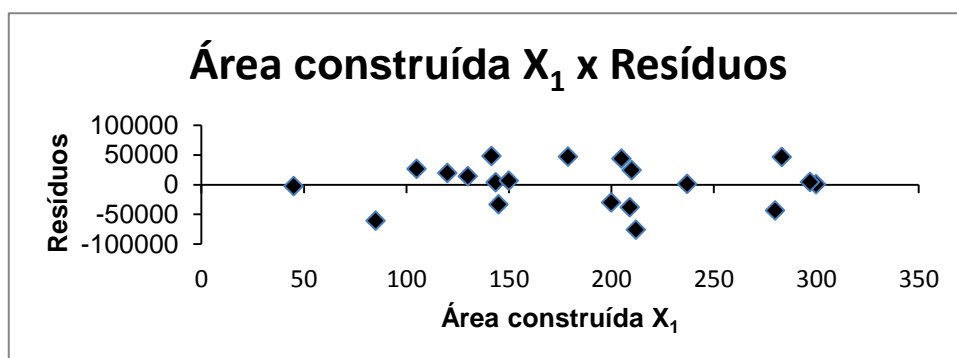
Fonte: Autor (2010).

Gráfico 3 – Variável valores observados Y x Resíduos



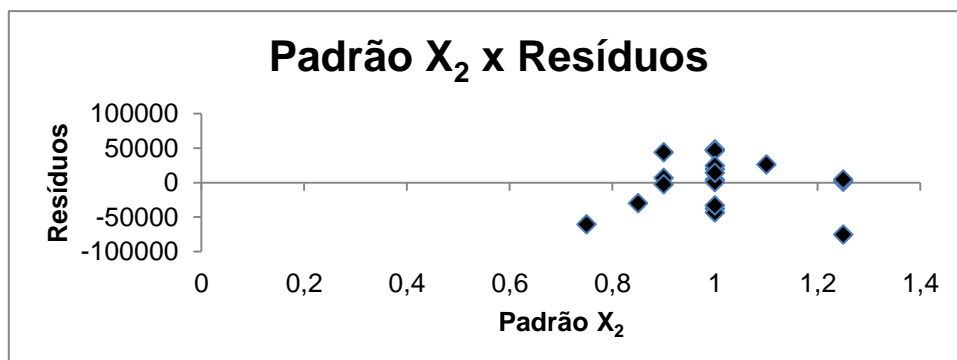
Fonte: Autor (2010).

Gráfico 4 – Variável área construída X_1 x Resíduos



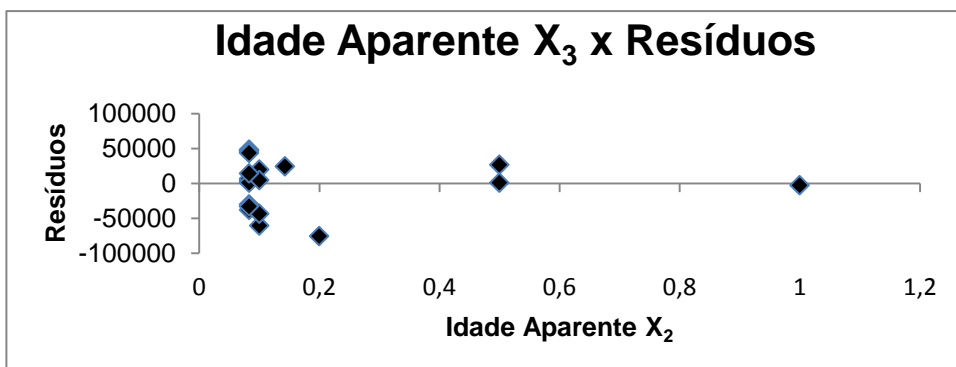
Fonte: Autor (2010).

Gráfico 5 – Variável padrão X_2 x resíduos



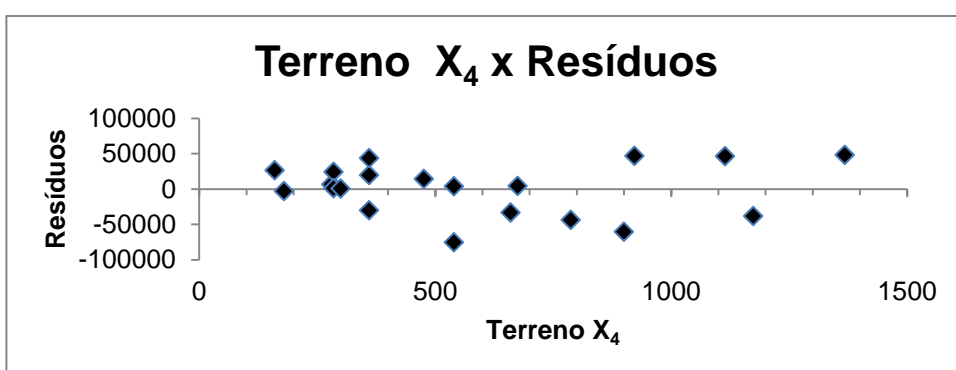
Fonte: Autor (2010).

Gráfico 6 – Variável idade aparente X_3 x resíduos



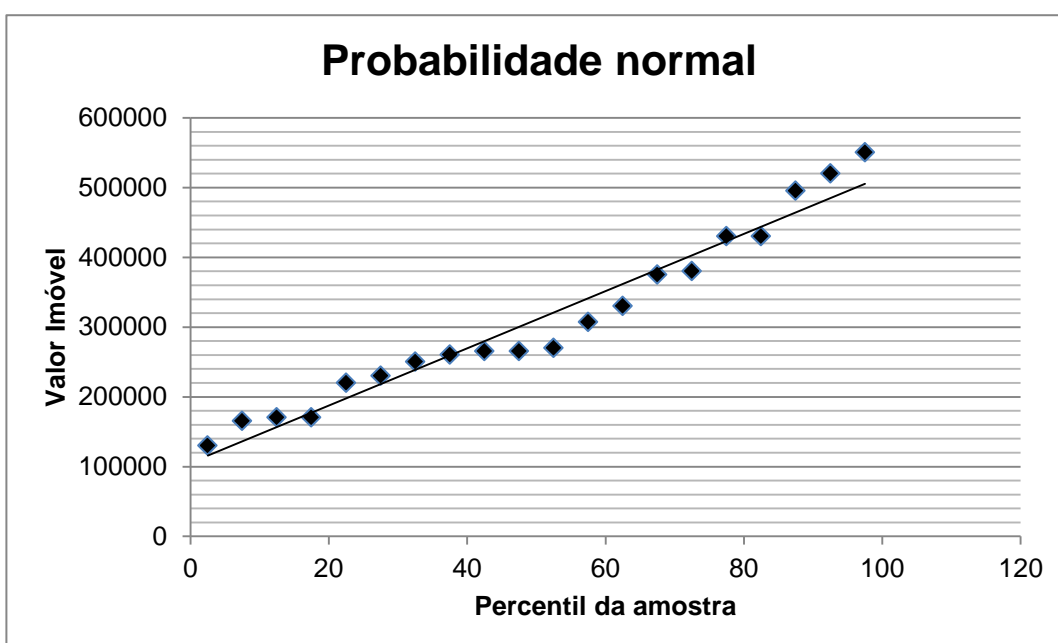
Fonte: Autor (2010).

Gráfico 7 – Variável terreno X_4 x Resíduos



Fonte: Autor (2010).

Gráfico 8 – Probabilidade normal do valor do imóvel



Fonte: Autor (2010).

A análise de normalidade e dos outros pressupostos mostrou-se favorável. O modelo determinado passaria nos requisitos da Norma NBR 14.653-1 e 2. Traduzindo o modelo para o formato de equação temos:

$$\text{Valor estimado} = -337362,21 + 679,56 \times \text{Área} + 357076,35 \times \text{Padrão} + 72165,66 \times \text{Idade} + 255,91 \times \text{Terreno}$$

Os valores estimados, os erros e os erros padronizados (e_i/ep_y) resultantes do modelo são os seguintes:

Tabela 15 – Valores ajustados

Nº	Observações formatadas					Valores calculados		
	Valor Imóvel Amostrado (R\$) [Y]	Área construída (m²) [X ₁]	Padrão Observado [X ₂]	Inverso da Idade Aparente [X ₃]	Terreno Área Potencial construtivo (m²) [X ₄]	Valores ajustados (R\$)	Erro (e _i)	Erro padrão (e _i /ep _y)
1	520000,00	141,60	1	0,08333	1368,00	472036,06	47963,94	1,17
2	265000,00	143,50	1	0,08333	540,00	261435,18	3564,82	0,09
3	550000,00	283,20	1	0,08333	1114,75	503452,89	46547,11	1,13
4	170000,00	150,00	0,90	0,08333	280,00	163608,52	6391,48	0,16
5	220000,00	120,00	1	0,1	360,00	200604,80	19395,20	0,47
6	130000,00	45,00	0,90	1	180,00	132815,83	-2815,83	-0,07
7	430000,00	178,86	1	0,08333	922,50	383349,31	46650,69	1,14
8	265000,00	205,00	0,90	0,08333	360,00	221456,95	43543,05	1,06
9	170000,00	200,00	0,85	0,08333	360,00	200205,33	-30205,33	-0,74
10	165000,00	85,00	0,75	0,1	300,00	225741,61	-60741,61	-1,48
11	270000,00	210,00	1	0,14286	360,00	245664,83	24335,17	0,59
12	380000,00	237,00	1,25	0,5	360,00	379055,47	944,53	0,02
13	430000,00	209,00	1	0,08333	1174,00	468192,15	-38192,15	-0,93
14	307000,00	300,00	1	0,08333	360,00	306368,22	631,78	0,02
15	230000,00	105,00	1,10	0,5	360,00	203803,66	26196,34	0,64
16	495000,00	297,00	1,25	0,1	540,00	490766,99	4233,01	0,10
17	375000,00	280,00	1	0,1	540,00	418735,08	-43735,08	-1,07
18	330000,00	212,00	1,25	0,2	540,00	405673,40	-75673,40	-1,84
19	250000,00	130,00	1	0,08333	475,95	235870,20	14129,80	0,34
20	260000,00	145,00	1	0,08333	660,00	293163,51	-33163,51	-0,81
MÉDIA	310600,00	183,86				310600,00	0,00	0,00
Avaliação	?	228,17	1	0,1	1008,00	439941,29	R\$ 1.928,13 x m²	

Fonte: Autor (2010).

Estatística descritiva

A estatística dos valores ajustados resultou nos seguintes parâmetros:

Tabela 16: Estatística descritiva

Média	310.600,00
Erro padrão	26.549,50
Mediana	277.299,34
Modo	#N/D
Desvio padrão	118.732,96
Variância da amostra	14.097.515.098,62
Curtose	-1,34
Assimetria	0,32
Intervalo	370.637,06
Mínimo	132.815,83
Máximo	503.452,89
Soma	6.212.000,00
Contagem	20
Nível de confiança a (80,0%)	35.250,52

Fonte: Autor (2010).

Coefficiente de variação: Uma das formas de se medir a dispersão de forma relativa é obtida com o coeficiente de variação (CV). A principal característica do CV é que este elimina o efeito da magnitude dos dados e exprime a variabilidade em relação à média. É dado pela expressão:

$$CV = \frac{\delta}{\bar{x}} \times 100$$

isto é, o desvio padrão dividido pela média da amostra multiplicado por cem. Quanto mais próximo de 0 (ou 0%), menor a variabilidade dos dados, ou seja, mais homogêneo será o conjunto de dados. Quanto mais próximo de 1 (ou 100%), maior a variabilidade dos dados, ou seja, mais heterogêneo o conjunto de dados.

Pode ser aplicada a seguinte regra na sua interpretação:

CV ≤ 0,5 (ou 50%), indica que a média é representativa do conjunto de dados.

$CV > 0,5$ (ou 50%), indica que a média não representa bem o conjunto de dados.

Calculando então o coeficiente de variação da amostra, $CV = \frac{\delta}{\bar{x}} \times 100 = \frac{118732,96}{310600,00} \times 100 = 38,23\%$.

CV = 38,23% indica que existe um “grau” de variabilidade de 38,23% dos dados em relação à média, ou seja, a média representa bem o conjunto de dados da amostra.

Intervalo de confiança: Ainda se faz necessário o cálculo da estimativa por intervalo de confiança em torno da média amostral que é obtido da seguinte maneira:

$$P \left[\bar{x} - \frac{\delta}{\sqrt{n}} \times t_{\alpha} \leq x_i \leq \bar{x} + \frac{\delta}{\sqrt{n}} \times t_{\alpha} \right] = 1 - \alpha$$

sendo $1 - \alpha$ o nível de significância da amostra, 80%, portanto $\alpha = 0,20$.

Na tabela de Student obtem-se para $t_{\alpha/2, n-k-1}$, isto é, $t_{0,1;15} = 1,34$

Limite inferior:

$$L_i = \bar{x} - \frac{\delta}{\sqrt{n}} \times t_{\alpha}$$

Limite superior:

$$L_s = \bar{x} + \frac{\delta}{\sqrt{n}} \times t_{\alpha}$$

Limite inferior (L_i) = 275.007,60

Limite superior (L_s) = 346.192,04

Valor central (média) = 310.600,00

Amplitude do intervalo: A amplitude do intervalo de confiança em torno do valor central pode ser obtido:

$$\text{Amplitude do IC} = 1 - \frac{L_i}{\bar{x}} \times 100$$

portanto,

Amplitude do intervalo de confiança = 11,46%

Verificação dos pressupostos do modelo

A NBR 14.653-2 exige seja feita a observação dos pressupostos básicos do modelo de regressão linear para a sua validação.

a) Linearidade da relação

Linearidade significa que a relação entre as variáveis independentes X e dependente Y é linear. Ela é facilmente examinada utilizando os gráficos de dispersão e/ou gráfico de resíduos. O exame dos gráficos mostra resíduos não linearizados apontando para a linearidade das variáveis.

O modelo apresentou relacionamento linear entre as variáveis independente e dependente, verificado pela forma aleatória dos pontos na análise gráfica dos resíduos contra as variáveis.

b) Não aleatoriedade das variáveis independentes

As variáveis independentes são determinísticas, não contem parcelas aleatórias. Pode-se presumir a não aleatoriedade das variáveis X pelas análises de *outliers* e de Normalidade dos resíduos confirmadas no Gráfico 1, resíduos padronizados *versus* valores ajustados, que apresentaram pontos dispostos aleatoriamente, com a grande maioria situados no intervalo [-2;+2].

c) Normalidade dos resíduos

A condição de normalidade dos resíduos não é necessária para a obtenção dos estimadores pelo método dos mínimos quadrados, mas sim para a definição de intervalos de confiança e testes de significância. A falta de normalidade é uma indicação de que os estimadores são não tendenciosos. Sua confirmação pode ser feita pela análise do Gráfico 1, resíduos padronizados *versus* valores ajustados, por apresentar pontos dispostos aleatoriamente, com a grande maioria situados no intervalo [-2;+2].

d) Média zero dos resíduos [$(\sum \varepsilon_i/n) = 0$]

Confirmada pelos resultados apresentados na Tabela 15.

e) Homocedasticidade

É a dispersão homogênea dos resíduos, ou seja, a variância constante, que deve ser garantida sob pena de invalidar toda a análise estatística. Os erros devem ser aleatórios. A análise do Gráfico 1, valores ajustados *versus* resíduos padronizados, aprova o pressuposto segundo a Norma.

f) Independência serial dos resíduos (não-autocorrelação)

Verificação feita, segundo a Norma, pela análise do Gráfico 3, valores observados *versus* resíduos, pois os mesmos não seguem um padrão, isto é, não há correlação.

g) Multicolinearidade

Ao se colocar em um gráfico os resíduos e as variáveis explicativas é possível a verificação da existência de uma multi-colinearidade, ou seja, uma relação exata entre as variáveis, se o coeficiente de correlação apresenta-se muito próximo de um. Se o gráfico demonstrar que os resíduos não estão alinhados então a correlação é meramente casual e os resíduos não mostram nenhuma tendência. Verificação feita observando-se os Gráficos 4 a 7.

h) Outliers ou pontos influenciantes

Os *outliers* são elementos com comportamento muito diferente dos demais. A existência desses pontos atípicos pode ser verificada pelo gráfico dos resíduos *versus* cada variável independente, como também em relação aos valores ajustados. Verificação feita pelos Gráficos 1 e 4 a 7.

i) Variáveis importantes incluídas

Todas as variáveis importantes para o bom desempenho do modelo adotado foram consideradas e participaram da análise. A escolha deveu-se ao conhecimento e à experiência do avaliador quanto ao mercado imobiliário local.

j) Número de observações maior que o número de coeficientes a ser estimado

O tamanho da amostra para a análise de regressão deve ser maior que o número de variáveis analisadas. A diferença entre o tamanho da amostra e o número de regressores é chamada de “grau de liberdade da estimativa” ($GL = n - k - 1$). Um número mínimo de observações é determinado pela Norma.

Tabela 17 – Tamanho da amostra para modelos de regressão linear

Quantidade mínima de dados de mercado, efetivamente utilizados	6 (k+1), onde k é o número de variáveis independentes	4 (k+1), onde k é o número de variáveis independentes	3 (k+1), onde k é o número de variáveis independentes
--	---	---	---

Autor: Autor (2010) adaptado da NBR 14.653-2:2004

Especificação da avaliação

O presente trabalho foi desenvolvido com metodologia científica, através de inferência estatística com o uso da técnica de regressão linear múltipla, alcançando resultados enquadrados nos seguintes níveis de fundamentação e precisão:

Tabela 18 – Graus de fundamentação para o modelo de regressão linear

Item	Descrição	Graus de fundamentação		
		III (3 pontos)	II (2 pontos)	I (1 ponto)
1	Caracterização do imóvel avaliando	X		
2	Coleta de dados de mercado	X		
3	Quantidade mínima de dados de mercado, efetivamente utilizados		X	
4	Identificação dos dados de mercado		X	
5	Extrapolação	X		
6	Nível de significância máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal)		X	
7	Nível de significância máximo admitido nos demais testes estatísticos	X		
Total de pontuação atingida		18		
Grau de Fundamentação do laudo		II		

Grau II, em virtude do nível de significância dos regressores não ter atingido em sua totalidade o grau maior (item 6) e, também, pela utilização de códigos alocados no modelo de regressão (item 9.2.2.1 da NBR 14.653-2).

Fonte: Autor (2010) adaptado da NBR 14.653-2:2004

Tabela 19 – Especificação do tamanho da amostra do laudo

Tamanho da amostra			
Número de variáveis independentes (k)	4		
Grau de fundamentação	Grau III	Grau II	Grau I
Pontos mínimos (NBR 14653-2)	18	11	7
Número de dados da amostra (n)	20		
Grau de fundamentação	Grau III		

Fonte: Autor (2010) adaptado da NBR 14.653-2:2004

Tabela 20 – Grau de precisão da estimativa do valor

Descrição	Graus de precisão
-----------	-------------------

	III	II	I
Amplitude do intervalo de confiança de 80% em torno do valor central (11,46% < 30%).	X		

Fonte: Autor (2010) adaptado da NBR 14.653-2:2004

Assim, foi alcançado quanto ao tamanho das amostras, Grau III; quanto à fundamentação pontuada, Grau II e quanto à precisão, Grau III.

Portanto, a classificação do presente laudo é de **AVALIAÇÃO GRAU II**.

Identificação do resultado

Detalhada a análise, conclui-se que o modelo apresentado pode ser utilizado na estimação do valor do imóvel avaliando.

Dados da residência:

Área construída: 228,17 m²

Padrão observado: 1

Inverso da idade aparente: 0,1

Terreno – área do potencial construtivo: 1.008,00 m²

Cálculo do valor da residência em conformidade com a equação do modelo:

$$\text{Valor de mercado estimado} = -337362,21 + 679,56 \times \text{Área} + 357076,35 \times \text{Padrão} + 72165,66 \times \text{Idade} \times 255,91 \times \text{Terreno}$$

$$\text{Valor de mercado} = -337362,21 + 679,56 \times 228,17 + 357076,35 \times 1 + 72165,66 \times 0,1 \times 255,91 \times 1008,00$$

$$\text{Valor de mercado} = \text{R\$ } 439.941,29$$

Podendo variar dentro de uma margem de negociação entre

Um valor mínimo de R\$ 389.527,36

Um valor máximo de R\$ 490.355,23

Portanto, **o valor de mercado do imóvel**, considerando a negociação praticada no mercado imobiliário de Curitiba, pode ser fixado em **R\$ 440.000,00 (quatrocentos e quarenta mil reais)**, tendo como referência o mês de outubro de 2010.

Resultado da Avaliação e Data de Referência

Concluindo, cumpre reforçar o elemento principal apurado nesta avaliação que é **o valor de mercado do Imóvel A – Residência no Bairro Santa Cândida, Curitiba/PR, de R\$ 440.000,00 (quatrocentos e quarenta mil reais)**, tendo como referência monetária o mês de outubro de 2010.

O valor expresso foi obtido em concordância com a liquidez do mercado local, na referida data, obedecendo aos atributos particulares da amostra como, características físicas, localização e a oferta de imóveis assemelhados no mercado imobiliário.

27. Profissional Responsável

Nada mais tendo a acrescentar, o presente Laudo de Avaliação do Valor de Imóvel Urbano classificado quanto à fundamentação e precisão segundo os procedimentos e métodos requeridos pela Norma NBR 14.653 partes 1 e 2, é encerrado com 37 (trinta e sete) folhas impressas, em um único lado, sendo a última assinada e as demais rubricadas, além de seus anexos.

Curitiba, 22 de novembro de 2010.

João Margarido Diniz

Tecnólogo em Negócios Imobiliários – CRECI 9.174

Avaliador de Imóveis Perito – CNAI 1.222

APÊNDICE B – Parecer técnico de avaliação mercadológica de imóvel rural

PARECER TÉCNICO DE AVALIAÇÃO MERCADOLÓGICA DE ÁREA RURAL

1. INTRODUÇÃO

Para atender a solicitação que me foi feita, relato, de forma sucinta, algumas das características principais observadas por este profissional quando da vistoria do imóvel e sua região, as quais estarão sendo consideradas em detalhes para a obtenção dos resultados objeto deste Parecer.

Trata-se de uma Chácara denominada como Lote 1-1, situada
..... município de São José dos Pinhais – PR, a qual é qualificada como pequena propriedade, está localizada em região nobre e com acesso facilitado, turística, ladeada por restaurantes coloniais, vinícolas, pesque-pagues, hotéis coloniais, haras, sendo servida de energia elétrica, telefonia, transporte coletivo, comércios, escolas, igrejas, rua pavimentada, evidenciando seu potencial residencial e comercial.

Sua topografia é suave com leve ondulação em direção ao córrego, é cercada com cerca tipo alambrado com palanques de concreto e tela, toda com sistema de segurança com alarme e cerca elétrica, portal com portão eletrônico, interfone, está subdividida em piquetes, gramados, seus acessos internos são revestidos de material asfáltico, possui casa sede nova em alvenaria com 473,00 m² aproximadamente⁴⁸, acabamento de alto padrão e mobiliada com armários novos de ótima qualidade, casa de caseiro nova em alvenaria padrão médio com 125,00 m², baia nova em alvenaria tipo tijolo a vista com 222,00 m², pátio cimentado com 300,00 m², galinheiro, pomar, caixa d'água elevada com capacidade de 20.000 litros, dois açudes grandes com muro de arrimo, iluminação, vertedouros, estação de recalque de água, poço semi-artesiano equipado, iluminação externa com colunas de iluminação, todas instalações subterrâneas, canil e instalações hidro-sanitárias com fossa séptica e sumidouro.

A Chácara é peculiar quanto à localização, beleza e qualidade de suas benfeitorias e, diante da proximidade com a Capital do Estado, cerca de 20,00 Km, a

⁴⁸ Medida levantada em campo quando da vistoria do dia 19/02/2008.

menos de 1.000,00 metros do perímetro urbano do seu município, quase contigua aos, apresenta promissora valorização.

Em relação ao objetivo deste trabalho, a obtenção do Valor Patrimonial segundo o seu Preço de Mercado, para que este represente aquele, deve ser apurado e aplicado o fator de comercialização com base em informações de mercado levantadas pelo avaliador. É isto que estarei considerando com mais detalhes nos cálculos e elementos técnicos disponibilizados.

2. IDENTIFICAÇÃO DO SOLICITANTE

A solicitação deste PTAM – Parecer Técnico de Avaliação Mercadológica é da, Curitiba – PR.

3. OBJETIVO E FINALIDADE DO PARECER TÉCNICO

O objetivo do Parecer é a avaliação da propriedade para obter seu Valor Patrimonial, o somatório do valor do terreno, benfeitorias e eventuais equipamentos do imóvel segundo o Valor de Mercado, que pode ser definido como a “quantia mais provável pela qual se negociaria com conhecimento, prudência e sem compulsão um bem, numa data de referência, dentro das condições do mercado vigentes”⁴⁹.

A finalidade do Parecer: Garantias junto a instituição federal.

Este Parecer atende aos requisitos do Artigo 3º da Lei 6.530, de 12 de maio de 1.978, que regulamenta a profissão de Corretor de Imóveis e as Resoluções 957/2006, 1.044/2007 e 1.066/2007 do COFECI – Conselho Federal de Corretores de Imóveis, com o devido selo certificador, fornecido pelo CRECI – Conselho Regional de Corretores de Imóveis, e aos critérios mercadológicos da ABNT NBR 14.643-1 e ABNT NBR 14.643-3 – Avaliação de Imóveis Rurais.

4. ROTEIRO DE ACESSO AO IMÓVEL AVALIANDO

Partindo de Curitiba – PR, segue-se pela Avenida das Torres, entra no município de São José dos Pinhais e, na bifurcação, acessa-se a BR 376 e segue por ela até o trevo. Segue-se a orientação da placa de sinalização até encontrar nova placa indicando nova direção para a mesma....., segue-se a indicação até o Posto de Gasolina, daí, segue-se à direita, passa-se pela trincheira,

⁴⁹ Glossário de Terminologia Básica Aplicável à Engenharia de Avaliações e Perícias do IBAPE/SP; NBR 14.653-1.

prossequindo pela estrada. No trevo, segue-se a orientação da sinalização virando à esquerda em direção a O imóvel está a cerca de 1.000 metros do trevo, no lado esquerdo.

É possível chegar, com igual facilidade, ao imóvel, também pela BR 277 / Contorno Leste e outros caminhos secundários.

5. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO IMÓVEL

5.1. Proprietário: A chácara é propriedade da pessoa jurídica de direito privado, com sede e foro à Av. Pinhais – PR.

5.2. Identificação do Imóvel: Denominado como Lote 1-1 (oriundo da subdivisão do Lote 1 com 73.400,00m²), possui área registrada de 40.351,65 m², perímetro de 901,19 metros, constante na Matrícula nº do Cartório de Registro de Imóveis da Comarca de São José dos Pinhais – PR, 1ª Circunscrição, e área de 10.655,71 m² aproximadamente, perímetro não mencionado, constante na Escritura Pública de Cessão de Direitos Possessórios lavrada no Livro 0417-E, Folhas 175 e 176 do 2º Tabelionato de São José dos Pinhais – PR, contígua ao referido Lote 1-1 e a oeste deste, perfazendo a área total de 51.007,36 m².

5.3. Localização e Confrontações: Está situada na, zona rural denominada, município de São José dos Pinhais – PR, com cuja rua confronta-se ao Sul; a Leste limita-se com o Lote 1-2; ao Norte limita-se com terras de Nelson de tal e a Oeste com o Córrego.

5.4. Destinação: No presente destina-se a moradia e lazer.

5.5. Recursos Naturais: A propriedade é bem servida de água, possui como recursos naturais o córrego, uma nascente que alimenta dois açudes, algumas araucárias, frondosas árvores nativas e a vegetação nativa própria da reserva permanente.

5.6. Quanto à Topografia: A área apresenta relevo suave com leve declive em direção a oeste onde possui pequena várzea junto ao córrego.

5.7. Características Regionais: Quanto à região, em seu contexto e vizinhança, é caracterizada por sua vocação semi-urbana com diversas pequenas propriedades. O imóvel sobressai por situar-se, em relação ao município, em região

turística, junto a vinícolas e produtores rurais, agroindústrias, turismo rural e hotelaria.

5.8. Vocação Econômica: A propriedade tem ressaltadas possibilidades de utilização como hotel fazenda, restaurante, spa, sugerindo, pelo seu entorno, sua inclusão na área urbana do município tornando-a, então, atraente para condomínios e outras atividades, até mesmo comerciais. A proximidade com a área urbana do município determina que a propriedade seja um excelente investimento para, a curto e médio prazo, desenvolver diversos empreendimentos. Aliado a este segmento existe constante demanda por chácaras de lazer, o que a torna com significativa liquidez no mercado imobiliário.

5.9. Infra-Estrutura Existente: Está ligada à infra-estrutura pública urbana do município e usufrui de diversos melhoramentos: pavimentação de ruas, energia elétrica, telefonia, sistema viário, sistema de transporte coletivo, escolas, igrejas e outros de aspectos culturais.

5.10. Quanto à Utilização da Terra: O imóvel possui restrição face ao regime de utilização limitada e de intocabilidade junto ao IAP – Instituto Agrônomo do Paraná, e, conforme consta no SISLEG nº 1.029.548-1 de 12 de dezembro de 2003, 0,807 hectares (8070,00 m²) deverão ser restaurados e conservados como área de preservação permanente e de reserva legal. Todavia, considerada a topografia, seu aspecto natural, e a pequena várzea junto ao córrego, essa restrição tem pouca interferência no preço da propriedade em sua atual utilização. Este avaliador tem a convicção que isso forma e formará um elemento de agregação valioso nesses tempos de depredação ecológica. A utilização da área hoje é voltada a pastagem para alguns animais domésticos, bovinos, eqüinos e ovinos não constantes desta avaliação.

5.11. Quanto às Benfeitorias: Benfeitoria é “o resultado de obra ou serviço realizado num bem e que não pode ser retirado sem destruição, fratura ou dano.”⁵⁰

Quanto à sua reprodução, podem ser classificadas em:

Benfeitorias reprodutivas; e

Benfeitorias não reprodutivas.

5.11.1. Benfeitorias Reprodutivas: As benfeitorias reprodutivas são as culturas comerciais ou domésticas, implantadas no terreno, cuja remoção implica em

⁵⁰ NBR 14.653-1

perda total ou parcial, compreendendo culturas permanentes, florestas e pastagens cultivadas, e que, embora negociáveis separadamente do solo, poderão ter cotação em separado, para base de negócios de propriedades rurais⁵¹.

5.11.1.1. Paisagismo: Há no imóvel, plantados, cerca de setenta (70) árvores tipo “plátamo” e outras com vistas ao reflorestamento e que compõem o seu aspecto paisagístico.

5.11.1.2. Pastagem: Há no imóvel cerca de 11.000,00 m² de grama tipo “sempre verde” compondo parte da pastagem. Há outras espécies de gramas nativas nas demais áreas.

5.11.1.3. Pomar: Há belíssimo pomar em formação com diversas espécies de frutas como: laranja, poncã, goiaba, guabiroba, abacate, limão, manga, etc.

5.11.2. Benfeitorias Não Reprodutivas: As benfeitorias não reprodutivas são as que por se acharem aderidas ao chão e serem de remoção difícil ou inviável não são negociáveis e nem rentáveis separadamente das terras. É o caso das construções e instalações.

5.11.2.1. Construções:

5.11.2.1.1. Casa Sede: Belíssima casa sede, nova, em alvenaria, construída em 2 pavimentos, acabamento de alto padrão, revestimento externo em “grafiatto”, telhas cerâmicas esmaltadas, com área construída de 473,00 m² aproximadamente⁵², assim subdividida:

1º Pavimento: Garagem com portão eletrônico e coberta para 2 carros, sala de estar e jantar com piso em cerâmica, lareira em mármore travertino, porta de entrada em madeira entalhada, lavabo com revestimento em porcelanato, cozinha tipo americana com balcão em granito, armários e bancada da pia em granito, torneira mono-comando, portas em vidro temperado tipo blindex, despensa, área de serviço com revestimento em porcelanato, salão de festas com churrasqueira, bar, balcão em granito, fogão a lenha, fogão a gás cook top de duas bocas, pia com torneira mono-comando, portas em vidro temperado tipo blindex, salão de jogos com piso em cerâmica e forro com acabamento em madeira, banheiro revestido com cerâmica. Todo o teto com acabamento em gesso, com sancas e cortineiros.

⁵¹ Glossário de Terminologia Básica Aplicável à Engenharia de Avaliações e Perícias do IBAPE/SP.

⁵² Medidas tomadas em campo visando ordem de grandeza para avaliação.

2º Pavimento: Escada em cerâmica e granito, 2 aquecedores de passagem da marca Bosch, capacidade 23 litros, instalados em nicho próprio, suíte de hóspedes com terraço, armários novos fixos de madeira com acabamento em rãdica, ar condicionado de 7.500 Btus da marca Springer, banheiro com acabamento em porcelanato, pia balcão em mármore travertino, box em vidro temperado tipo blindex, quarto 1 com armários novos fixos de madeira com acabamento em rãdica, estante com bancada de estudos em madeira, ar condicionado de 7.500 Btus da marca Springer, quarto 2 com armários novos fixos de madeira com acabamento em rãdica, estante com bancada de estudos em madeira, ar condicionado de 7.500 Btus da marca Springer, banheiro social com acabamento em porcelanato, pia balcão em granito, box em vidro temperado tipo blindex, sala íntima com estante em madeira com acabamentos em rãdica, suíte máster com terraço, estante em madeira com acabamento em rãdica, cômoda, cama king size em rãdica, ar condicionado tipo split da marca Fugitsu, closet com armários em madeira com acabamento em rãdica, cômoda em rãdica, banheiro com acabamento em porcelanato, pia balcão em granito, hidromassagem, box em vidro temperado do tipo blindex. Todo o teto em laje com acabamento em gesso, sancas e cortineiros.

OBS.: Os móveis e equipamentos aqui mencionados são os que constam deste Parecer. Os demais, visíveis nas fotos, não foram considerados.

5.11.2.1.2. Casa de caseiro: Nova, em alvenaria, construída em único pavimento, acabamento de padrão médio, revestimento externo em “grafiatto”, telhas cerâmicas, com área construída de 125,00 m² aproximadamente⁵³, assim subdividida: Garagem coberta para um carro, churrasqueira, sala estar e jantar, cozinha tipo americana com balcão em granito, banheiro, 2 quartos e área de serviço. Esquadrias metálicas e forro em PVC.

5.11.2.1.3. Baia: Nova, em alvenaria tipo tijolo a vista, cobertura com telhas cerâmicas, com área construída de 222,00 m² aproximadamente⁵⁴, assim subdividida: depósito com churrasqueira, estábulo/aprisco, 4 cocheiras para eqüinos e outros compartimentos.

5.11.2.1.4. Mangueira para contenção de bovinos: construída em madeira de lei serrada, piso cimentado coxo em alvenaria, com área construída de 300,00 m².

⁵³ Medidas tomadas em campo visando ordem de grandeza para avaliação.

⁵⁴ Medidas tomadas em campo visando ordem de grandeza para avaliação.

5.11.2.1.5. Galinheiro: Cercado com alvenaria tipo tijolo a vista e tela, aberto, com área de 110,00 m².

5.11.2.1.6. Canil: Novo, em alvenaria revestida com reboco e tela, com celas e piso cimentado, calçada de acesso cimentada, com área construída de 20,00 m² (4,00 m x 5,00 m).

5.11.2.1.7. Depósito com Caixa D'água de 20.000 litros: Novo, em alvenaria tipo tijolo a vista, caixa d'água em fibra com capacidade para 20.000 litros.

5.11.2.1.8. Portal de Entrada: Em alvenaria tipo tijolo a vista, com 6 metros de largura e 6 metros de altura, construído com colunas e viga de concreto, com cobertura tipo "namoradeira", telhado em cerâmica.

5.11.2.1.9. Cerca Externa: Tipo alambrado, em tela com largura de 1,80 m, com palanques de concreto devidamente cravados e travados com viga baldrame em concreto, 3 fios de arame farpado como coroamento. Comprimento de 950,00 m x 2,20 m de altura.

5.11.2.1.10. Revestimento Asfáltico: Asfalto tipo CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) aplicado como revestimento dos acessos internos, medindo 600,00 m² aproximadamente.

5.11.2.1.11. Açudes ou Tanques: Dois açudes construídos em local estratégico, em desnível, escavados, compactados, interligados por comportas, corrigida a acidez, com sistema de drenagens, tubulações, escoamento de águas e vazão tanque a tanque controlada por comportas em cimento, com área total de 800,00 m² aproximadamente, e profundidade de 2,00 metros aproximadamente, com barragem divisória, muro de arrimo, alimentados pela nascente exclusiva do imóvel. Há instalação adicional para receber água do córrego, se necessário.

5.11.2.1.12. Muro de Arrimo: Em alvenaria, com 60,00 m², com amplas fundações, colunas e vigas em concreto.

5.11.2.1.13. Cerca de Madeira e Arame: Divisória dos 7 piquetes da propriedade, construída com madeira Cambará serrada, palanques, 2 tábuas, e 13 fios de arame farpado. Comprimento 800,00 metros aproximadamente.

5.11.2.2. Instalações:

5.11.2.2.1. Energia Elétrica: Entrada de energia padrão trifásico, instalação subterrânea com eletrodutos e cabos por toda as construções, iluminação externa

por 5 colunas de iluminação. Mais de 300,00 metros⁵⁵ instalados com 3 x cabo 10 mm.

5.11.2.2.2. Sistema de Segurança – Cerca Elétrica: Instalada em 3 fios por todo o perímetro da cerca em alambrado, medindo 901,00 m.

5.11.2.2.3. Sistema de Segurança – Alarme: Instalado em toda extensão da cerca e construções, com sensores de presença.

5.11.2.2.4. Portão Eletrônico: De correr, fabricado com tela, medindo 4,50 m x 2,20 m (largura x altura), com motor e sensor.

5.11.2.2.5. Interfone: Instalado no portal de acesso, e com comunicação na casa do caseiro e casa sede.

5.11.2.2.6. Poço Semi-Artesiano: Poço semi-artesiano equipado com bomba de recalque capacidade 1 KV, marca Schneider. É a principal fonte de água potável, alimentando os reservatórios e coxos.

5.11.2.2.7. Instalação Hidráulica – Caixa D'água 20.000 litros: Reservatório principal sendo o ponto de distribuição para todos os pontos de consumo. Instalado um pressurizador de 0,5 KV da marca Komeco.

5.11.2.2.8. Estação de Recalque: Instalada junto ao braço do córrego, em caixa de alvenaria tipo tijolo a vista, com bomba de recalque de 1 KV da marca Schneider, alimentando os açudes quando se fizer necessário a complementação de água.

5.11.2.2.9. Estação Coletora Hidráulico-Sanitária: Instalada uma fossa séptica pré-fabricada medindo 1,50 m de diâmetro, ligada a poço sumidouro, de forma que as águas servidas e dejetos sejam coletados, decantados e dispersos com um mínimo de contaminação ambiental.

5.11.2.2.10. Telefone: Linha telefônica da Brasil Telecom instalada na casa sede através de tubulação subterrânea.

5.11.2.2.11. Antenas Parabólicas: Instaladas 2 antenas parabólicas com alimentação elétrica subterrânea.

METODOLOGIA APLICADA:

Para avaliação da área utilizou-se o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado sendo realizada uma amostragem representativa de dados de mercado

⁵⁵ Informação prestada pelo Sr. Jean, construtor responsável pelas construções e instalações existentes.

de imóveis com características, tanto quanto possível, semelhantes às do imóvel avaliando⁵⁶.

Explico: O método adotado é a consulta direta de preços dos imóveis comparáveis com o imóvel avaliando. Estes se encontram em oferta por Corretores de Imóveis, Imobiliárias que apresentem conhecimento e experiência na região e até mesmo proprietários que efetuam a venda do bem próprio com conhecimento do valor de mercado.

Critérios de Avaliação Adotados: Como os valores pesquisados para formação e composição do valor da propriedade apresentam características heterogêneas, utilizou-se o tratamento por fatores com a finalidade de homogeneização dos elementos.

Utilizou-se quanto ao critério de saneamento das amostras, um intervalo de + ou – 20% em torno da média aritmética obtida.

Ao Valor da Área de Terra com amostras saneadas, aplicou-se critério de arredondamento de + ou – 1%.⁵⁷

Ao Valor da Área de Terra, com arredondamento, se aplicou como limites do Valor de Mercado o intervalo de + ou – 5%.⁵⁸

Na formação da convicção de valor os componentes das amostras devem atender alguns preceitos:

- Serem atuais no tempo;
- Terem semelhança com o imóvel objeto da avaliação no que diz respeito à localização, destinação, aproveitamento, características físicas e ambientais, devidamente verificadas e serem confiáveis.

Quanto ao uso de negócios realizados, os dados deverão ser tratados de modo a ficarem homogêneos em relação aos outros elementos amostrados.

Dentro deste critério, alguns parâmetros básicos acerca das características do imóvel foram previamente definidos para o informante:

- omissão da finalidade da informação,
- omissão do nome do proprietário do imóvel,

⁵⁶ NBR 14.653-3 – Item 10.1: É admissível na avaliação a determinação do valor da terra nua a partir de dados de mercado de imóveis com benfeitorias, deduzindo-se o valor destas. No cálculo do valor das benfeitorias, pode-se adotar o fator de comercialização, além daqueles citados em 10.2.

⁵⁷ NBR 14.653-1 – Item 7.7.1a.

⁵⁸ NBR 14.653-1 – Item 7.7.1b.

- generalização da localização, acesso e dimensão do imóvel, e
- informações acerca das características da propriedade.

Ainda, é relevante, tecer considerações referentes ao conceito de Preço e Valor. Todos nós podemos ter uma noção exata do que significa Valor, mas conceituá-lo com exatidão, sobretudo se houver necessidade de distingui-lo de Preço, não está ao alcance de todos.

Estes conceitos já foram estabelecidos e na ABNT encontramos a seguinte definição:

“O valor a ser determinado, corresponde 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, caracterizada pelas seguintes premissas:

- homogeneidade dos bens levados a mercado;
- número elevado de compradores e vendedores, de tal sorte que não possam, individualmente ou em grupos, alterar o mercado;
- inexistência de influências externas; racionalidade dos participantes e conhecimento absoluto de todos sobre o bem, o mercado e as tendências deste;
- perfeita mobilidade de fatores e de participantes, oferecendo liquidez com liberdade plena de entrada e saída de mercado.”

Com relação ao conceito de Preço, admite-se que este seja a expressão monetária de um bem, ou seja, a quantia em dinheiro que uma determinada mercadoria pode ser vendida. Portanto, mesmo que dois imóveis possuam valores de mercado diferentes, eles podem ser vendidos pelo mesmo preço (quantidade de moeda), bastando-se considerar as taxas de remuneração do capital, caso sejam transacionados em épocas diferentes.

Tendo em vista estas argumentações, a pesquisa de preços, isto é, a coleta de opiniões com os informantes relativas a preços é considerada como parâmetro de negociações para uma possível venda da propriedade.

O Método da Quantificação de Custo foi utilizado para identificar o custo da reedição de benfeitorias,⁵⁹ quando não foi possível, pela peculiaridade do imóvel avaliando, obter similaridade na amostragem.

⁵⁹ NBR 14.653-4 – Item 8.6: ... Pode ser apropriado pelos custos unitários das construções rurais ou por orçamento, com a citação das fontes consultadas.

Para avaliação das benfeitorias realizou-se ampla pesquisa junto a empreiteiros, revendedores, fabricantes, construtoras e imobiliárias especializadas na comercialização de bens similares.

VISTORIA:

A vistoria do imóvel foi realizada nos dias 19, 20 e 25 de fevereiro de 2008, e fez-se a identificação física da área, o levantamento e inventário das edificações, máquinas, equipamentos e instalações. As edificações e instalações foram medidas e vistoriadas, as máquinas e equipamentos foram identificados.⁶⁰

Realizou-se amplo levantamento fotográfico que posteriormente auxiliou na determinação de preços dos bens, permitindo a sua visualização pelos especialistas de cada área que foram consultados durante as diversas pesquisas.

O levantamento é parte integrante deste PTAM – Parecer Técnico de Avaliação Mercadológica.

O Sr. Jorge, caseiro, acompanhou-nos na vistoria, esclarecendo detalhes de interesse para o trabalho e que eram de seu conhecimento. No campo foram conferidas as informações.

PESQUISA:

Para a pesquisa dos valores da área foram consultadas empresas especializadas na comercialização de imóveis rurais situadas em São José dos Pinhais e Curitiba nos dias 19, 20, 22 e 25 de fevereiro de 2008. Para os demais bens a pesquisa foi feita com os respectivos especialistas.

AVALIAÇÃO:

O processo avaliatório foi subdividido de acordo com a natureza dos bens. Primeiramente foi avaliada a área de terras, depois as construções e instalações.

AVALIAÇÃO DA ÁREA:

A pesquisa de mercado indicou que o valor médio do mercado imobiliário rural do metro quadrado (m²) para a área avalianda é de R\$ 10,19 / m².

⁶⁰ Informações prestadas pela construtora através de seu diretor o Sr. Jean

Valor da Área = (Área de Matrícula + Área de Posse) x Valor do m². Então,
 (40.351,65 m² + 10.655,71 m²) x R\$ 10,19/m² = R\$ 520.000,00.

Ressaltando, o VALOR DA ÁREA DE TERRA NUA = R\$ 520.000,00.

AVALIAÇÃO DAS BENFEITORIAS REPRODUTIVAS:

1. Paisagismo: R\$ 1.000,00
2. Pastagem: R\$ 28.600,00
3. Pomar: R\$ 1.000,00

AVALIAÇÃO DAS BENFEITORIAS NÃO REPRODUTIVAS:

CONSTRUÇÕES:

1. Casa sede: 473,00 m² x R\$ 1059,76 / m² = R\$ 501.266,48
2. Casa Caseiro: 125,00 m² x R\$ 712,85 / m² = R\$ 89.106,25
3. Baia: 222,00 m² x R\$ 646,01 / m² = R\$ 143.414,22
4. Mangueira: 300,00 m² x R\$ 50,00 / m² = R\$ 15.000,00
5. Galinheiro: 42,60 m x R\$ 38,00 / m = R\$ 1.618,80
6. Canil: 20,00 m² x R\$ 200,00 / m² = R\$ 4.000,00
7. Depósito c/ Cx. D'água 20.000 l: Valor do construtor = R\$ 8.000,00
8. Portal de Entrada: Informação Sr. Jean = R\$ 8.000,00
9. Cerca Externa – Alambrado: 950 m x R\$ 38,00 = R\$ 36.100,00
10. Revestimento Asfáltico: 30,00 m³ x R\$ 600,00 = R\$ 18.000,00
11. Açudes: 800,00 m² lâmina d'água = 70 h x R\$ 200,00 = R\$ 14.000,00
12. Muro de Arrimo: 60,00 m² x R\$ 200,00 = R\$ 12.000,00
13. Cerca de Madeira: 800,00 m x R\$ 12,00 = R\$ 9.600,00

INSTALAÇÕES:

1. Energia Elétrica: 500,00 m x R\$ 10,00 = R\$ 5.000,00
2. Cerca Elétrica: 901,00 m x R\$ 10,00 = R\$ 9.010,00
3. Alarme: Valor instalado = R\$ 1.000,00
4. Portão Eletrônico: Valor instalado = R\$ 2.000,00
5. Interfone: Valor instalado = R\$ 500,00

- 6. Poço Semi-Artesiano: R\$ 3.000,00
- 7. Instalação hidráulica: R\$ 1.000,00
- 8. Estação de Recalque: R\$ 1.000,00
- 9. Estação Coletora Hidro – Sanitária: R\$ 3.500,00
- 10. Telefone Fixo: Valor instalado = R\$ 500,00
- 11. Antenas Parabólicas: 2 x R\$ 300,00 = R\$ 600,00

SOMA TOTAL DAS BENFEITORIAS: R\$ 917.814,95

Arredondamento de + ou – 1% conforme NBR 14.653-1.

Limite inferior: R\$ 908.636,80 e

Limite superior: R\$ 926.993,10

PREÇO DAS BENFEITORIAS: R\$ 920.000,00

PREÇO RESULTANTE:

Preço da Área de Terra Nua: R\$ 520.000,00

Preço das Benfeitorias: R\$ 920.000,00

PREÇO DE MERCADO: R\$ 520.000,00 + R\$ 920.000,00 = R\$ 1.440.000,00

PREÇO DE MERCADO PARA A PROPRIEDADE = R\$ 1.440.000,00

Limites de Variação do Mercado: Intervalo de + ou – 5%.

Limite Inferior: R\$ 1.378.000,00

Limite Superior: R\$ 1.512.000,00

Para qualquer efeito, considero o presente PTAM – Parecer Técnico de Avaliação Mercadológica com a data de 25/02/2008.

ENCERRAMENTO:

Sendo este o PREÇO obtido para a propriedade, de conformidade com os elementos disponíveis e as justificativas descritas, encerro o presente PTAM – Parecer Tecnológico de Avaliação Mercadológica.

O corpo deste Parecer é composto de dezenove páginas, todas de um lado só, rubricadas pelo avaliador, que subscreve a última.

Esta é a avaliação e o Parecer deste Profissional, com o respectivo Selo Certificador do COFECI, fazendo parte integrante do presente trabalho e, também, os demais Anexos os quais vão devidamente rubricadas, todas as suas folhas.

Curitiba, 26 de fevereiro de 2008.

João Margarido Diniz

Tecnólogo em Negócios Imobiliários

CRECI Nº 9.174 / CNAI Nº 1.222

ANEXO A – Curriculum Vitae do avaliador

CURRICULUM VITAE

Nome: João Margarido Diniz
 End.: Rua Almirante Tamandaré, 409
 CEP 80050230 – Alto da XV – Curitiba/PR
 Email: diniz@imdiniz.com.br

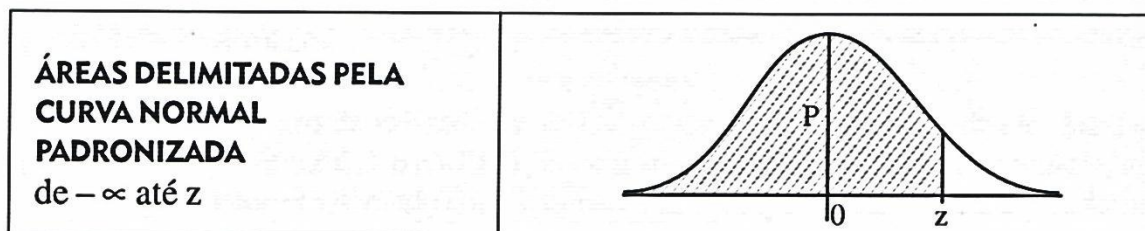
Formação:

- 2009 – 2011 Tecnologia em Negócios Imobiliários – UFPR (Universidade Federal do Paraná) – Curitiba/PR .
- 2008 – 2011 Administração – UNISEB (Universidade do Sistema de Ensino Brasileiro) – Curitiba/PR – (Concluindo último bimestre).
- 2011 – 2011 Curso de Engenharia de Avaliações por Inferência Estatística – Eng. Carlos Alberto Maciel – GERSON MARTINS TREINAMENTOS PROFISSIONAIS/CREA PR – Curitiba/PR.
- 2008 – 2010 Tecnologia em Negócios Imobiliários – UCB (Universidade Castelo Branco) – Rio de Janeiro/RJ/Curitiba/PR
- 2007 – 2007 Especialista em Avaliações Imobiliárias – CNAI Nº 1.222 – UNIMÓVEIS (Universidade Corporativa do Sindimóveis – PR) – Curitiba/PR.
- 1988 – 1997 Licenciatura em Teologia – FAETAD (Faculdade de Educação Teológica das Assembléias de Deus) – Campinas/SP.
- 1996 – 1996 Extensão Universitária sobre Gestão de Pessoas na PUC-PR / ISAD.
- 1988 – 1988 Técnico em Transações Imobiliárias – CRECI/PR 9.174 – de acordo com a Lei 6.530 de 12/05/1978 – SEED – PR – Curitiba/PR.
- 1982 – 1983 Ciências Contábeis na FACISA (Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas) – Foz do Iguaçu/PR – (Inconcluso).

Experiência:

- 2001 – 2011 Atuando como Tecnólogo em Negócios Imobiliários – avaliações, vendas e consultoria – em todos os segmentos imobiliários, urbano e rural, na região de Curitiba – PR.
- 1975 – 1998 Gerenciando, como Técnico Especializado, a área de medição física e topográfica da Itaipu Binacional, responsável pelas medições e avaliações para fins de pagamento das quantidades executadas por empreiteiros na área técnica da construção civil da Usina de Itaipu, em todas as suas etapas.
- 1973 – 1975 Elaborando, como Técnico Especializado, medições e avaliações, com seus respectivos projetos e desenhos, na construção da Usina Hidrelétrica de Itumbiara – GO, complexo de Furnas S/A.
- 1973 – 1973 Elaborando, como Desenhista Projetista, medições e avaliações com seus respectivos desenhos, na etapa das desapropriações e implantação do projeto de construção da ampliação da Avenida Paulista em São Paulo – SP – Logos Engenharia S/A.
- 1970 – 1973 Elaborando, como Técnico e Desenhista, desenhos, medições e avaliações topográficas na construção da Usina Hidrelétrica de Porto Colômbia – SP – complexo de Furnas S/A

ANEXO B – Tabela da distribuição Normal (z)



z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,6359
0,1	0,5378	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5754
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6700	0,6772	0,6803	0,6344	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7054	0,7088	0,7123	0,7190	0,7224
0,6	0,7258	0,7291	0,7324	0,7357	0,7359	0,7422	0,7454	0,7486	0,7518	0,7549
0,7	0,7550	0,7612	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7996	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8259	0,8315	0,8340	0,8165	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8506	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,621
1,1	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8990	0,8997	0,9015
1,2	0,8613	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9605	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9713	0,9719	0,9738	0,9744	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9895	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9933	0,9934	0,9936
2,5	0,9918	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9970	0,9971	0,9971	0,9972	0,9973	0,9973
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9991	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998
3,5	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998
3,6	0,9998	0,9998	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,7	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,8	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,9	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

A coluna z indica os valores de z incluindo-se a parte inteira e a primeira decimal. As colunas de 0 a 9 indicam a 2ª decimal de z. Por exemplo: para $z = 1,34$ entra-se na linha 1,3 e na coluna 4 e encontra-se 0,9099

ANEXO C – Distribuição t de Student

Distribuição 't' de Student

Pontos críticos $t_{1-\alpha/2}$ para $\sqrt{\nu}$ graus de liberdade

N.C – Nível de confiança

 α – Nível de significância

	$t_{0,9995}$	$t_{0,999}$	$t_{0,995}$	$t_{0,99}$	$t_{0,975}$	$t_{0,95}$	$t_{0,90}$	$t_{0,80}$	$t_{0,75}$	$t_{0,70}$	$t_{0,60}$	$t_{0,55}$
N.C	99,9%	99,8%	99%	98%	95%	90%	80%	60%	50%	40%	20%	10%
$\sqrt{\nu} \backslash \alpha$	0,1%	0,2%	1%	2%	5%	10%	20%	40%	50%	60%	80%	90%
1	636,619	318,310	63,657	31,821	12,706	6,314	3,078	1,376	1,000	0,727	0,325	0,158
2	31,598	22,326	9,925	6,965	4,303	2,920	1,886	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142
3	12,924	10,213	5,841	4,541	3,186	2,353	1,638	0,978	0,765	0,584	0,277	0,137
4	8,610	7,173	4,604	3,747	2,776	2,132	1,533	0,941	0,741	0,569	0,271	0,134
5	6,869	5,893	4,032	3,365	2,571	2,015	1,476	0,920	0,727	0,559	0,267	0,132
6	5,959	5,208	3,707	3,143	2,447	1,943	1,440	0,906	0,718	0,553	0,265	0,131
7	5,408	4,785	3,499	2,998	2,365	1,895	1,415	0,896	0,711	0,549	0,263	0,130
8	5,041	4,501	3,355	2,896	2,306	1,860	1,397	0,889	0,706	0,546	0,262	0,130
9	4,781	4,297	3,250	2,821	2,262	1,833	1,383	0,883	0,703	0,543	0,261	0,129
10	4,587	4,144	3,169	2,764	2,228	1,812	1,372	0,879	0,700	0,542	0,260	0,129
11	4,437	4,025	3,106	2,718	2,201	1,796	1,363	0,876	0,697	0,540	0,260	0,129
12	4,318	3,930	3,055	2,681	2,179	1,782	1,356	0,873	0,695	0,539	0,259	0,128
13	4,221	3,852	3,012	2,650	2,160	1,771	1,350	0,870	0,694	0,538	0,259	0,128
14	3,140	3,787	2,977	2,624	2,141	1,761	1,345	0,868	0,692	0,537	0,258	0,128
15	4,073	3,733	2,947	2,602	2,131	1,753	1,341	0,866	0,691	0,536	0,258	0,128
16	4,015	3,686	2,921	2,583	2,120	1,746	1,337	0,865	0,690	0,535	0,258	0,128
17	3,965	3,646	2,898	2,567	2,110	1,740	1,333	0,863	0,689	0,534	0,257	0,128
18	3,922	3,610	2,878	2,552	2,101	1,734	1,330	0,862	0,688	0,534	0,257	0,127
19	3,883	3,579	2,861	2,539	2,093	1,729	1,328	0,861	0,688	0,533	0,257	0,127
20	3,850	3,552	2,845	2,528	2,086	1,725	1,325	0,860	0,687	0,533	0,257	0,127
21	3,819	3,257	2,831	2,518	2,080	1,721	1,323	0,859	0,686	0,532	0,257	0,127
22	3,792	3,505	2,819	2,508	2,074	1,717	1,321	0,858	0,686	0,532	0,256	0,127
23	3,767	3,485	2,807	2,500	2,069	1,714	1,319	0,858	0,685	0,532	0,256	0,127
24	3,745	3,467	2,797	2,492	2,064	1,711	1,318	0,857	0,685	0,531	0,256	0,127
25	3,725	3,450	2,787	2,485	2,060	1,708	1,316	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
26	3,707	3,435	2,779	2,479	2,056	1,706	1,316	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
27	3,690	3,421	2,771	2,473	2,052	1,703	1,314	0,855	0,684	0,531	0,256	0,127
28	3,674	3,408	2,763	2,467	2,048	1,701	1,313	0,855	0,683	0,530	0,256	0,127
29	3,659	3,396	2,756	2,462	2,045	1,699	1,311	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
30	3,646	3,385	2,750	2,457	2,042	1,697	1,310	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
40	3,551	3,307	2,678	2,403	2,009	1,676	1,299	0,851	0,681	0,529	0,255	0,126
60	3,460	2,232	2,639	2,374	1,990	1,664	1,292	0,848	0,679	0,527	0,254	0,126
120	3,373	3,160	2,618	2,351	1,98	1,657	1,289	0,845	0,677	0,526	0,234	0,126
∞	3,291	3,090	2,576	2,326	1,96	1,645	1,282	0,8452	0,674	0,524	0,233	0,126

ANEXO D – Pontos críticos da distribuição de Snedecor, tabelados por Fischer (Nível de significância de 5% [$F_{0,05;\nu_1;\nu_2}$])

Pontos críticos da distribuição de Snedecor (tabelados por Fisher) para o nível de significância de 5%
 Valores de $F_{0,05;\nu_1;\nu_2}$

		$\nu_1 = \text{graus de liberdade do numerador}$																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞	
$\nu_2 = \text{graus de liberdade do denominador}$	1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	244	246	248	249	250	251	252	253	254	
	2	18,5	19,0	19,2	19,2	19,3	19,3	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
	3	10,1	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,74	8,70	8,66	8,64	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53	8,53
	4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91	5,86	5,80	5,77	5,75	5,72	5,69	5,66	5,63	5,63
	5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,68	4,62	4,56	4,53	4,50	4,46	4,43	4,40	4,37	4,37
	6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,00	3,94	3,87	3,84	3,81	3,77	3,74	3,70	3,67	3,67
	7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,57	3,51	3,44	3,41	3,38	3,34	3,30	3,27	3,23	3,23
	8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,28	3,22	3,15	3,12	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93	2,93
	9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,07	3,01	2,94	2,90	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71	2,71
	10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,91	2,85	2,77	2,74	2,70	2,66	2,62	2,58	2,54	2,54
	11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,79	2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49	2,45	2,40	2,40
	12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,69	2,62	2,54	2,51	2,47	2,43	2,38	2,34	2,30	2,30
	13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,60	2,53	2,46	2,42	2,38	2,34	2,30	2,25	2,21	2,21
	14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,53	2,46	2,39	2,35	2,31	2,27	2,22	2,18	2,13	2,13
	15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,48	2,40	2,33	2,29	2,25	2,20	2,16	2,11	2,07	2,07
	16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,42	2,35	2,28	2,24	2,19	2,15	2,11	2,06	2,01	2,01
	17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,38	2,31	2,23	2,19	2,15	2,10	2,06	2,01	1,96	1,96
	18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,34	2,27	2,19	2,15	2,11	2,06	2,02	1,97	1,92	1,92
	19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,31	2,23	2,16	2,11	2,07	2,03	1,98	1,93	1,88	1,88
	20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,28	2,20	2,12	2,08	2,04	1,99	1,95	1,90	1,84	1,84
	21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,25	2,18	2,10	2,05	2,01	1,96	1,92	1,87	1,81	1,81
	22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,23	2,15	2,07	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,78	1,78
	23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32	2,27	2,20	2,13	2,05	2,01	1,96	1,91	1,86	1,81	1,76	1,76
	24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,18	2,11	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,79	1,73	1,73
	25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28	2,24	2,16	2,09	2,01	1,96	1,92	1,87	1,82	1,77	1,71	1,71
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,09	2,01	1,93	1,89	1,84	1,79	1,74	1,68	1,62	1,62	
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	2,00	1,92	1,84	1,79	1,74	1,69	1,64	1,58	1,51	1,51	
60	4,00	3,15	2,79	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,92	1,84	1,75	1,70	1,65	1,59	1,53	1,47	1,39	1,39	
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,18	2,09	2,02	1,96	1,91	1,83	1,75	1,66	1,61	1,55	1,50	1,43	1,35	1,25	1,25	
00	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88	1,83	1,75	1,67	1,57	1,52	1,46	1,39	1,32	1,22	1,10	1,10	

Resumo de "Tables of percentage of the inverted beta (F) distribution", de M. Merrington e C. M. Thompson, Biometrika, Vol. 33, 1943, p. 73.

ANEXO E – Pontos críticos da distribuição de Snedecor, tabelados por Fischer (Nível de significância de 1% [$F_{0,01;\nu_1;\nu_2}$])

Pontos críticos da distribuição de Snedecor (tabelados por Fisher) para o nível de significância de 1%
Valores de $F_{0,01,\nu_1,\nu_2}$

		ν_1 = graus de liberdade do numerador																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
ν_2 = graus de liberdade do denominador	1	4052	5000	5403	5625	5764	5859	5928	5982	6023	6056	6106	5157	6209	6235	6261	6287	6313	6339	6366
	2	98,5	99,0	99,2	99,2	99,3	99,3	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5
	3	34,1	30,8	29,5	28,7	28,2	27,9	27,7	27,5	27,3	27,2	27,1	26,9	26,7	26,6	26,5	26,4	26,3	26,2	26,1
	4	21,2	18,0	16,7	16,0	15,5	15,2	15,0	14,8	14,7	14,5	14,4	14,2	14,0	13,9	13,8	13,7	13,7	13,6	13,5
	5	16,3	13,3	12,1	11,4	11,0	10,7	10,5	10,3	10,2	10,1	9,89	9,72	9,55	9,47	9,38	9,29	9,20	9,11	9,02
	6	13,7	10,9	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,72	7,56	7,40	7,31	7,23	7,14	7,06	6,97	6,88
	7	12,2	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,99	6,84	6,72	6,62	6,47	6,31	6,16	6,07	5,99	5,91	5,82	5,74	5,65
	8	11,3	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,18	6,03	5,91	5,81	5,67	5,52	5,36	5,28	5,20	5,12	5,03	4,95	4,86
	9	10,6	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,61	5,47	5,35	5,26	5,11	4,96	4,81	4,73	4,65	4,57	4,48	4,40	4,31
	10	10,0	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,20	5,06	4,94	4,85	4,71	4,56	4,41	4,33	4,25	4,17	4,08	4,00	3,91
	11	9,65	7,21	6,22	5,67	5,32	5,07	4,89	4,74	4,63	4,54	4,40	4,25	4,10	4,02	3,94	3,86	3,78	3,69	3,60
	12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,64	4,50	4,39	4,30	4,16	4,01	3,86	3,78	3,70	3,62	3,54	3,45	3,36
	13	9,07	6,70	5,74	5,21	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	3,96	3,82	3,66	3,59	3,51	3,43	3,34	3,25	3,17
	14	8,86	6,51	5,56	5,04	4,70	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,80	3,66	3,51	3,43	3,35	3,27	3,18	3,09	3,00
	15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,67	3,52	3,37	3,29	3,21	3,13	3,05	2,96	2,87
	16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,55	3,41	3,26	3,18	3,10	3,02	2,93	2,84	2,75
	17	8,40	6,11	5,19	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,46	3,31	3,16	3,08	3,00	2,92	2,83	2,75	2,65
	18	8,29	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,84	3,71	3,60	3,51	3,37	3,23	3,08	3,00	2,92	2,84	2,75	2,66	2,57
	19	8,19	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,63	3,52	3,43	3,30	3,15	3,00	2,92	2,84	2,76	2,67	2,58	2,49
	20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,70	3,56	3,46	3,37	3,23	3,09	2,94	2,86	2,78	2,69	2,61	2,52	2,42
	21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,64	3,51	3,40	3,31	3,17	3,03	2,88	2,80	2,72	2,64	2,55	2,46	2,36
	22	7,95	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,12	2,98	2,83	2,75	2,67	2,58	2,50	2,40	2,31
	23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,07	2,93	2,78	2,70	2,62	2,54	2,45	2,35	2,26
	24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,26	3,17	3,03	2,89	2,74	2,66	2,58	2,49	2,40	2,31	2,21
	25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,86	3,63	3,46	3,32	3,22	3,13	2,99	2,85	2,70	2,62	2,53	2,45	2,36	2,27	2,17
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,07	2,98	2,84	2,70	2,55	2,47	2,39	2,30	2,21	2,11	2,01	
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,89	2,80	2,66	2,52	2,37	2,29	2,20	2,11	2,02	1,92	1,80	
60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,50	2,35	2,20	2,12	2,03	1,94	1,84	1,73	1,60	
120	6,85	4,79	3,95	3,48	3,17	2,96	2,79	2,66	2,56	2,47	2,34	2,19	2,03	1,95	1,86	1,76	1,66	1,53	1,38	
00	6,63	4,61	3,78	3,32	3,02	2,80	2,64	2,51	2,41	2,32	2,18	2,04	1,88	1,79	1,70	1,59	1,47	1,32	1,00	

Resumo de "Tables of percentage of the inverted beta (F) distribution", de M. Merrington e C. M. Thompson, Biometrika, Vol. 33, 1943, p. 73.

ANEXO F – Valores críticos da distribuição Quiquadrado

Valores críticos da distribuição quiquadrado.

[Valor crítico ($\chi^2_c < \chi^2$)] = NS

Graus de Liberdade (GL)	Nível de Significância (NS) para Teste Bilateral					
	0,995	0,975	0,050	0,025	0,0010	0,005
1	3927-10 ⁴	9821-10 ⁷	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010025	0,05064	5,991	7,378	9,21	10,60
3	0,07172	0,2158	7,815	9,348	11,34	12,84
4	0,2070	0,4844	9,488	11,14	13,28	14,86
5	0,4117	0,8132	11,07	12,83	15,09	16,75
6	0,6757	1,237	12,59	14,45	16,81	18,55
7	0,9893	1,690	14,07	16,01	18,48	20,28
8	1,344	2,180	15,51	17,53	20,09	21,96
9	1,735	2,700	16,92	19,02	21,67	23,59
10	2,156	3,247	18,31	20,48	23,21	25,19
11	2,603	3,816	19,68	21,92	24,72	26,76
12	3,074	3,404	21,03	23,34	26,22	28,30
13	3,565	5,009	22,36	24,74	27,69	29,82
14	4,075	5,629	23,68	26,12	29,14	31,32
15	4,601	6,262	25,00	27,49	30,58	32,80
16	5,142	6,908	26,30	28,85	32,00	34,27
17	5,697	7,564	27,59	30,19	33,41	35,72
18	6,265	8,231	28,87	31,53	34,81	37,16
19	6,844	8,907	30,14	32,85	36,19	38,58
20	7,434	9,591	31,41	34,17	37,57	40,00
21	8,034	10,28	32,67	35,48	38,93	41,40
22	8,643	10,98	33,92	36,78	40,29	42,80
23	9,260	11,69	35,17	38,08	41,64	44,18
24	9,886	12,40	36,42	39,36	42,98	45,56
25	10,52	13,12	37,65	40,65	44,31	46,93
26	11,16	13,84	38,89	41,92	45,64	48,29
27	11,81	14,57	40,11	43,19	46,96	49,64
28	12,46	15,31	41,34	44,46	48,28	50,99
29	13,12	16,05	42,56	45,72	49,59	52,34
30	13,79	16,79	43,77	46,98	50,89	53,67
40	20,71	24,43	55,76	59,34	63,69	66,77
50	27,99	32,36	67,60	71,42	76,15	79,49
60	35,53	40,48	79,08	83,30	88,38	91,95
70	43,28	48,76	90,53	95,02	100,4	104,2
80	51,17	57,15	101,9	106,6	112,3	116,3
90	59,20	66,65	113,0	118,1	124,1	128,3
100	67,33	74,22	124,3	129,6	135,8	140,2

Fonte: Theil (1971), apud Hoftman e Vieira (1977: 332).

ANEXO G – Pontos de significância de d_L e d_U – 5% – DURBIN–WATSON

n	k'=1		k'=2		k'=3		k'=4		k'=5	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
06	0,61	1,4								
07	0,70	1,35	0,46	1,89						
08	0,76	1,33	0,55	1,77	0,36	2,28				
09	0,82	1,32	0,62	1,69	0,45	2,12	0,29	2,58		
10	0,87	1,32	0,69	1,64	0,52	2,01	0,37	2,41	0,24	2,82
11	0,92	1,32	0,65	1,6	0,59	1,92	0,44	2,28	0,31	2,64
12	0,97	1,33	0,81	1,58	0,65	1,86	0,51	2,17	0,37	2,50
13	1,01	1,34	0,86	1,56	0,71	1,81	0,57	2,09	0,44	2,39
14	1,04	1,35	0,90	1,55	0,76	1,77	0,63	2,03	0,50	2,29
15	1,08	1,36	0,95	1,54	0,82	1,75	0,69	1,97	0,56	2,22
16	1,10	1,37	0,98	1,54	0,86	1,73	0,74	1,93	0,62	2,15
17	1,13	1,38	1,02	1,54	0,90	1,71	0,78	1,90	0,67	2,10
18	1,16	1,39	1,05	1,53	0,93	1,69	0,82	1,87	0,71	2,06
19	1,18	1,40	1,08	1,53	0,97	1,68	0,86	1,85	0,75	2,02
20	1,20	1,41	1,10	1,54	1,00	1,68	0,90	1,83	0,79	1,99
21	1,22	1,42	1,13	1,54	1,03	1,67	0,93	1,81	0,83	1,96
22	1,24	1,43	1,15	1,54	1,05	1,66	0,96	1,80	0,86	1,94
23	1,26	1,44	1,17	1,54	1,08	1,66	0,99	1,79	0,90	1,92
24	1,27	1,45	1,19	1,55	1,10	1,66	1,01	1,78	0,93	1,90
25	1,29	1,45	1,21	1,55	1,12	1,66	1,04	1,77	0,95	1,89
26	1,30	1,46	1,22	1,55	1,14	1,65	1,06	1,76	0,98	1,88
27	1,32	1,47	1,24	1,56	1,16	1,65	1,08	1,76	1,01	1,86
28	1,33	1,48	1,26	1,56	1,18	1,65	1,10	1,75	1,03	1,85
29	1,34	1,48	1,27	1,56	1,20	1,65	1,12	1,74	1,05	1,84
30	1,35	1,49	1,28	1,57	1,21	1,65	1,14	1,74	1,07	1,83
31	1,36	1,50	1,30	1,57	1,23	1,65	1,16	1,74	1,09	1,83
32	1,37	1,50	1,31	1,57	1,24	1,65	1,18	1,73	1,11	1,82
33	1,38	1,51	1,32	1,58	1,26	1,65	1,19	1,73	1,13	1,81
34	1,39	1,55	1,33	1,58	1,27	1,65	1,21	1,73	1,15	1,81
35	1,40	1,52	1,34	1,58	1,28	1,65	1,22	1,73	1,16	1,80
36	1,41	1,52	1,35	1,59	1,29	1,65	1,24	1,73	1,18	1,80
37	1,42	1,53	1,36	1,59	1,31	1,66	1,25	1,72	1,19	1,80
38	1,43	1,54	1,37	1,59	1,32	1,66	1,26	1,72	1,21	1,79
39	1,43	1,54	1,38	1,60	1,33	1,66	1,27	1,72	1,22	1,79
40	1,44	1,54	1,39	1,60	1,34	1,66	1,29	1,72	1,23	1,79
45	1,48	1,57	1,43	1,62	1,38	1,67	1,32	1,72	1,29	1,78
50	1,50	1,59	1,46	1,63	1,42	1,67	1,38	1,72	1,34	1,77
55	1,53	1,60	1,49	1,64	1,45	1,68	1,41	1,72	1,38	1,77
60	1,55	1,62	1,51	1,65	1,48	1,69	1,44	1,73	1,41	1,77
65	1,57	1,63	1,54	1,66	1,50	1,70	1,47	1,73	1,44	1,77
70	1,58	1,64	1,55	1,67	1,52	1,70	1,49	1,74	1,46	1,77
75	1,60	1,65	1,57	1,68	1,54	1,71	1,51	1,74	1,49	1,77
80	1,61	1,66	1,59	1,69	1,56	1,72	1,53	1,74	1,51	1,77
85	1,62	1,67	1,60	1,70	1,57	1,72	1,55	1,75	1,52	1,77
90	1,63	1,68	1,61	1,70	1,59	1,73	1,57	1,75	1,54	1,78
95	1,64	1,69	1,62	1,71	1,60	1,73	1,58	1,76	1,57	1,78
100	1,65	1,69	1,63	1,72	1,61	1,74	1,59	1,76	1,57	1,78

Observação:

k' = número de variáveis independentes com exclusão do termo constante

ANEXO H – Pontos de significância de d_L e d_U – 1% – DURBIN–WATSON

n	k'=1		k'=2		k'=3		k'=4		k'=5	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
06	0,39	1,14								
07	0,43	1,03	0,29	1,67						
08	0,49	1,00	0,34	1,48	0,22	2,10				
09	0,55	0,99	0,40	1,38	0,27	1,87	0,18	2,43		
10	0,60	1,00	0,46	1,33	0,34	1,73	0,23	2,19	0,15	2,69
11	0,65	1,01	0,51	1,29	0,39	1,64	0,28	2,03	0,19	2,45
12	0,69	1,02	0,56	1,27	0,44	1,57	0,33	1,91	0,24	2,28
13	0,73	1,03	0,61	1,26	0,49	1,52	0,39	1,82	0,29	2,15
14	0,77	1,05	0,66	1,25	0,54	1,49	0,44	1,75	0,34	2,04
15	0,81	1,07	0,70	1,25	0,59	1,46	0,49	1,70	0,39	1,96
16	0,84	1,09	0,74	1,25	0,63	1,44	0,53	1,66	0,44	1,90
17	0,87	1,10	0,77	1,25	0,67	1,43	0,57	1,63	0,48	1,85
18	0,90	1,12	0,80	1,26	0,71	1,42	0,61	1,60	0,52	1,80
19	0,93	1,13	0,83	1,26	0,74	1,41	0,65	1,58	0,56	1,77
20	0,95	1,15	0,86	1,27	0,77	1,41	0,68	1,57	0,60	1,74
21	0,97	1,16	0,89	1,27	0,80	1,41	0,72	1,55	0,63	1,71
22	1,00	1,17	0,91	1,28	0,83	1,40	0,75	1,54	0,66	1,69
23	1,02	1,19	0,94	1,29	0,86	1,40	0,77	1,53	0,70	1,67
24	1,04	1,20	0,96	1,30	0,88	1,41	0,80	1,53	0,72	1,66
25	1,05	1,21	0,98	1,30	0,90	1,41	0,83	1,52	0,75	1,65
26	1,07	1,22	1,00	1,31	0,93	1,41	0,85	1,52	0,78	1,64
27	1,09	1,23	1,02	1,32	0,95	1,41	0,88	1,51	0,81	1,63
28	1,10	1,24	1,04	1,32	0,97	1,41	0,90	1,51	0,83	1,61
29	1,12	1,25	1,05	1,33	0,99	1,42	0,92	1,51	0,85	1,61
30	1,13	1,26	1,07	1,34	1,01	1,42	0,94	1,51	0,88	1,61
31	1,15	1,27	1,08	1,34	1,02	1,42	0,96	1,51	0,90	1,60
32	1,16	1,28	1,10	1,35	1,04	1,43	0,98	1,51	0,92	1,60
33	1,17	1,29	1,11	1,36	1,05	1,43	1,00	1,51	0,94	1,59
34	1,18	1,30	1,13	1,36	1,07	1,43	1,01	1,51	0,95	1,59
35	1,19	1,31	1,14	1,37	1,08	1,44	1,03	1,51	0,97	1,59
36	1,21	1,32	1,15	1,38	1,10	1,44	1,04	1,51	0,99	1,59
37	1,22	1,32	1,16	1,38	1,11	1,45	1,06	1,51	1,00	1,59
38	1,23	1,33	1,18	1,39	1,12	1,45	1,07	1,52	1,02	1,58
39	1,24	1,34	1,19	1,39	1,14	1,45	1,09	1,52	1,03	1,58
40	1,25	1,34	1,20	1,40	1,15	1,46	1,10	1,52	1,05	1,58
45	1,29	1,38	1,24	1,42	1,20	1,48	1,16	1,53	1,11	1,58
50	1,32	1,40	1,28	1,45	1,24	1,49	1,20	1,54	1,16	1,59
55	1,36	1,43	1,32	1,47	1,28	1,51	1,25	1,55	1,21	1,59
60	1,38	1,45	1,35	1,48	1,32	1,52	1,28	1,56	1,25	1,60
65	1,41	1,47	1,38	1,50	1,35	1,53	1,31	1,57	1,28	1,61
70	1,43	1,49	1,40	1,52	1,37	1,55	1,34	1,58	1,31	1,61
75	1,45	1,50	1,42	1,53	1,39	1,56	1,37	1,59	1,34	1,62
80	1,47	1,52	1,44	1,54	1,42	1,57	1,39	1,60	1,36	1,62
85	1,48	1,53	1,46	1,55	1,43	1,58	1,41	1,60	1,39	1,63
90	1,50	1,54	1,47	1,56	1,45	1,59	1,43	1,61	1,41	1,64
95	1,51	1,55	1,49	1,57	1,47	1,60	1,45	1,62	1,42	1,64
100	1,52	1,56	1,50	1,58	1,48	1,60	1,46	1,63	1,44	1,65

Observação:

k' = número de variáveis independentes com exclusão do termo constante

ANEXO I – Valores críticos para o Teste de CHAUVENET

VALORES CRÍTICOS PARA O TESTE DE CHAUVENET		
Número de Observações (n)	Graus de Liberdade gl (n-1)	Chauvenet ds crítico
5	4	1,65
6	5	1,73
7	6	1,80
8	7	1,86
9	8	1,92
10	9	1,96
11	10	1,98
12	11	2,03
13	12	2,05
14	13	2,10
15	14	2,12
16	15	2,16
17	16	2,18
18	17	2,20
19	18	2,23
20	19	2,24
29	28	2,34
30	29	2,39
40	39	2,50
50	49	2,58

Fonte: (DESLANDES, 2002).

ANEXO J – Valores críticos para o teste de normalidade de KOLMOGOROV-SMIRNOV

Tamanho da amostra (N)	Nível de significância para $D = \max F_{obs}(X) - F_{esp}(X) $				
	0,20	0,15	0,10	0,05	0,01
1	0,900	0,925	0,950	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,708	0,828
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,733
5	0,446	0,474	0,510	0,565	0,669
6	0,410	0,436	0,470	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,486	0,577
8	0,358	0,381	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,360	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,410	0,490
11	0,307	0,326	0,352	0,391	0,468
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,450
13	0,284	0,302	0,325	0,361	0,433
14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,283	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,274	0,295	0,328	0,392
17	0,250	0,266	0,286	0,318	0,381
18	0,244	0,259	0,278	0,309	0,371
19	0,237	0,252	0,272	0,301	0,363
20	0,231	0,246	0,264	0,294	0,356
25	0,21	0,22	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,20	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,19	0,21	0,23	0,27
Mais de 35	$\frac{1,07}{\sqrt{N}}$	$\frac{1,14}{\sqrt{N}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{N}}$

Fonte: (PORTAL ACTION, 2011)

ANEXO K – Valores críticos da distribuição da estatística D_n^* (Lilliefors)

Os valores tabelados correspondem aos pontos $D_{n,\alpha}^*$ tais que: $P(D_n^* \geq D_{n,\alpha}^*) = \alpha$.

n	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
5	0.337	0.405
10	0.258	0.294
15	0.220	0.257
20	0.190	0.231
25	0.173	0.200
30	0.161	0.187
>30	$0.886/\sqrt{n}$	$1.031/\sqrt{n}$

Fonte: (UFPE, 2009).

ANEXO L = Coeficientes α_{n-i+1} para o teste de normalidade W de SHAPIRO-WILK
Para $n = 2(1)50$

$i \setminus N$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.7071	0.7071	0.6872	0.6646	0.6431	0.6233	0.6052	0.5888	0.5739
2		0.0000	0.1677	0.2413	0.2806	0.3031	0.3164	0.3244	0.3291
3				0.0000	0.0875	0.1401	0.1743	0.1976	0.2141
4						0.0000	0.0561	0.0947	0.1224
5								0.0000	0.0399

$i \setminus N$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.5601	0.5475	0.5359	0.5251	0.5150	0.5056	0.4968	0.4886	0.4808	0.4734
2	0.3315	0.3325	0.3325	0.3318	0.3306	0.3290	0.3273	0.3253	0.3232	0.3211
3	0.2260	0.2347	0.2412	0.2460	0.2495	0.2521	0.2540	0.2553	0.2561	0.2565
4	0.1429	0.1586	0.1707	0.1802	0.1878	0.1939	0.1988	0.2027	0.2059	0.2085
5	0.0695	0.0922	0.1099	0.1240	0.1353	0.1447	0.1524	0.1587	0.1641	0.1686
6	0.0000	0.0303	0.0539	0.0727	0.0880	0.1005	0.1109	0.1197	0.1271	0.1334
7			0.0000	0.0240	0.0433	0.0593	0.0725	0.0837	0.0932	0.1013
8					0.0000	0.0196	0.0359	0.0496	0.0612	0.0711
9							0.0000	0.0163	0.0303	0.0422
10									0.0000	0.0140

Fonte: (PORTAL ACTION, 2011).

ANEXO M – Valores críticos da estatística W de SHAPIRO-WILK.

		<i>Nível de significância α</i>								
		0.01	0.02	0.05	0.10	0.50	0.90	0.95	0.98	0.99
Tamanho da Amostra, N	3	0.753	0.756	0.767	0.789	0.959	0.998	0.999	1.000	1.000
	4	0.687	0.707	0.748	0.792	0.935	0.987	0.992	0.996	0.997
	5	0.686	0.715	0.762	0.806	0.927	0.979	0.986	0.991	0.993
	6	0.713	0.743	0.788	0.826	0.927	0.974	0.981	0.986	0.989
	7	0.730	0.760	0.803	0.838	0.928	0.972	0.979	0.985	0.988
	8	0.749	0.778	0.818	0.851	0.932	0.972	0.978	0.984	0.987
	9	0.764	0.791	0.829	0.859	0.935	0.972	0.978	0.984	0.986
	10	0.781	0.806	0.842	0.869	0.938	0.972	0.978	0.983	0.986
	11	0.792	0.817	0.850	0.876	0.940	0.973	0.979	0.984	0.986
	12	0.805	0.828	0.859	0.883	0.943	0.973	0.979	0.984	0.986
	13	0.814	0.837	0.866	0.889	0.945	0.974	0.979	0.984	0.986
	14	0.825	0.846	0.874	0.895	0.947	0.975	0.980	0.984	0.986
	15	0.835	0.855	0.881	0.901	0.950	0.975	0.980	0.984	0.987
	16	0.844	0.863	0.887	0.906	0.952	0.976	0.981	0.985	0.987
	17	0.851	0.869	0.892	0.910	0.954	0.977	0.981	0.985	0.987
	18	0.858	0.874	0.897	0.914	0.956	0.978	0.982	0.986	0.988
	19	0.863	0.879	0.901	0.917	0.957	0.978	0.982	0.986	0.988
	20	0.868	0.884	0.905	0.920	0.959	0.979	0.983	0.986	0.988
	21	0.873	0.888	0.908	0.923	0.960	0.980	0.983	0.987	0.989
	22	0.878	0.892	0.911	0.926	0.961	0.980	0.984	0.987	0.989
	23	0.881	0.895	0.914	0.928	0.962	0.981	0.984	0.987	0.989
	24	0.884	0.898	0.916	0.930	0.963	0.981	0.984	0.987	0.989
	25	0.888	0.901	0.918	0.931	0.964	0.981	0.985	0.988	0.989
	26	0.891	0.904	0.920	0.933	0.965	0.982	0.985	0.988	0.989
	27	0.894	0.906	0.923	0.935	0.965	0.982	0.985	0.988	0.990
	28	0.896	0.908	0.924	0.936	0.966	0.982	0.985	0.988	0.990
	29	0.898	0.910	0.926	0.937	0.966	0.982	0.985	0.988	0.990
	30	0.900	0.912	0.927	0.939	0.967	0.983	0.985	0.988	0.990

Fonte: (PORTAL ACTION, 2011)

ANEXO N – Tabela de Tukey

GL ($N - k$)	α	k níveis								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,05	3,64	4,6	5,22	5,67	6,03	6,33	6,58	6,8	6,99
	0,01	5,7	6,98	7,8	8,42	8,91	9,32	9,67	9,97	10,24
6	0,05	3,46	4,34	4,9	5,3	5,63	5,9	6,12	6,32	6,49
	0,01	5,24	6,33	7,03	7,56	7,97	8,32	8,61	8,87	9,1
7	0,05	3,34	4,16	4,68	5,06	5,36	5,61	5,82	6	6,16
	0,01	4,95	5,92	6,54	7,01	7,37	7,68	7,94	8,17	8,37
8	0,05	3,26	4,04	4,53	4,89	5,17	5,4	5,6	5,77	5,92
	0,01	4,75	5,64	6,2	6,62	6,96	7,24	7,47	7,68	7,86
9	0,05	3,2	3,95	4,41	4,76	5,02	5,24	5,43	5,59	5,74
	0,01	4,6	5,43	5,96	6,35	6,66	6,91	7,13	7,33	7,49
10	0,05	3,15	3,88	4,33	4,65	4,91	5,12	5,3	5,46	5,6
	0,01	4,48	5,27	5,77	6,14	6,43	6,67	6,87	7,05	7,21
11	0,05	3,11	3,82	4,26	4,57	4,82	5,03	5,2	5,35	5,49
	0,01	4,39	5,15	5,62	5,97	6,25	6,48	6,67	6,84	6,99
12	0,05	3,08	3,77	4,2	4,51	4,75	4,95	5,12	5,27	5,39
	0,01	4,32	5,05	5,5	5,84	6,1	6,32	6,51	6,67	6,81
13	0,05	3,06	3,73	4,15	4,45	4,69	4,88	5,05	5,19	5,32
	0,01	4,26	4,96	5,4	5,73	5,98	6,19	6,37	6,53	6,67
14	0,05	3,03	3,7	4,11	4,41	4,64	4,83	4,99	5,13	5,25
	0,01	4,21	4,89	5,32	5,63	5,88	6,08	6,26	6,41	6,54
15	0,05	3,01	3,67	4,08	4,37	4,59	4,78	4,94	5,08	5,2
	0,01	4,17	4,84	5,25	5,56	5,8	5,99	6,16	6,31	6,44
16	0,05	3	3,65	4,05	4,33	4,56	4,74	4,9	5,03	5,15
	0,01	4,13	4,79	5,19	5,49	5,72	5,92	6,08	6,22	6,35
17	0,05	2,98	3,63	4,02	4,3	4,52	4,7	4,86	4,99	5,11
	0,01	4,1	4,74	5,14	5,43	5,66	5,85	6,01	6,15	6,27
18	0,05	2,97	3,61	4	4,28	4,49	4,67	4,82	4,96	5,07
	0,01	4,07	4,7	5,09	5,38	5,6	5,79	5,94	6,08	6,2
19	0,05	2,96	3,59	3,98	4,25	4,47	4,65	4,79	4,92	5,04
	0,01	4,05	4,67	5,05	5,33	5,55	5,73	5,89	6,02	6,14
20	0,05	2,95	3,58	3,96	4,23	4,45	4,62	4,77	4,9	5,01
	0,01	4,02	4,64	5,02	5,29	5,51	5,69	5,84	5,97	6,09
24	0,05	2,92	3,53	3,9	4,17	4,37	4,54	4,68	4,81	4,92
	0,01	3,96	4,55	4,91	5,17	5,37	5,54	5,69	5,81	5,92
30	0,05	2,89	3,49	3,85	4,1	4,3	4,46	4,6	4,72	4,82
	0,01	3,89	4,45	4,8	5,05	5,24	5,4	5,54	5,65	5,76
40	0,05	2,86	3,44	3,79	4,04	4,23	4,39	4,52	4,63	4,73
	0,01	3,82	4,37	4,7	4,93	5,11	5,26	5,39	5,5	5,6
60	0,05	2,83	3,4	3,74	3,98	4,16	4,31	4,44	4,55	4,65
	0,01	3,76	4,28	4,59	4,82	4,99	5,13	5,25	5,36	5,45
120	0,05	2,8	3,36	3,68	3,92	4,1	4,24	4,36	4,47	4,56
	0,01	3,7	4,2	4,5	4,71	4,87	5,01	5,12	5,21	5,3
∞	0,05	2,77	3,31	3,63	3,86	4,03	4,17	4,29	4,39	4,47
	0,01	3,64	4,12	4,4	4,6	4,76	4,88	4,99	5,08	5,16

