

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**O MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL  
PARA OBRAS PÚBLICAS COMO  
INSTRUMENTO DE AUDITORIA  
UMA ABORDAGEM PROBABILÍSTICA**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE  
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE  
MODALIDADE MESTRADO PROFISSIONALIZANTE  
POR

**GUSTAVO PIMENTEL DA COSTA PEREIRA**

Orientador: Prof. Fernando Menezes Campello de Souza, PhD

RECIFE, OUTUBRO/2002



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA

DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE DE

***GUSTAVO PIMENTEL DA COSTA PEREIRA***

**“O MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA OBRAS PÚBLICAS COMO INSTRUMENTO DE AUDITORIA: UMA ABORDAGEM PROBABILÍSTICA”**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DA QUALIDADE

A Comissão Examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o candidato GUSTAVO PIMENTEL DA COSTA PEREIRA **APROVADO**.

Recife, 16 de outubro de 2002

---

Prof. FERNANDO MENEZES CAMPELLO DE SOUZA, PhD (UFPE)

---

Prof. ADIEL TEIXEIRA DE ALMEIDA, PhD (UFPE)

---

Prof. ALEXANDRE STAMFORD DA SILVA, Doutor (UFPE)

# AGRADECIMENTOS

Inicialmente meus agradecimentos ao orientador, mestre e amigo, Professor Fernando Camello, que não mediu esforços para que este trabalho pudesse ser concluído. Seus ensinamentos, dentro e fora das salas de aula, em muito extrapolaram as fronteiras deste trabalho, representaram para minha vida, referências e paradigmas, que me fizeram dar uma nova dimensão a palavra educador.

Aos mestres, professores e amigos que contribuíram com seus ensinamentos. Em particular, agradeço aos professores Adiel Teixeira e Denise Dumke.

Ao professor Rubens Alves Dantas, amigo de longas datas, pelos incentivos constantes e valiosas contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

A colega Gertrudes Coelho Nadler Lins pela relevância de suas contribuições técnica que em muito enriqueceram o trabalho e por suas minuciosas correções.

Ao engenheiro Rafael Assunção por sua dedicação e imensurável contribuição no uso das ferramentas de informática.

A todos os colegas e amigos com quem convivi durante o curso de Mestrado pela fraterna convivência durante os momentos que compartilhamos juntos.

Ao Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco TCE/PE e a Faculdade de Ciência da Administração de Pernambuco FCAP/UPE, por investirem e acreditarem na realização deste trabalho.

Ao Núcleo de Engenharia do TCE/PE, pelo apoio institucional e operacional, decisivos para a elaboração deste trabalho.

Aos colegas do Núcleo de Engenharia do TCE/PE pelas inestimáveis contribuições ao desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas David Galvão, Rejane Mesquita, Rejane Sereno e Saulo Mesquita pela dedicação nas etapas de coleta e cadastramento da base de dados que fundamenta o presente trabalho.

Ao engenheiro Emerson Carlos Lima pela relevante colaboração e contribuição em todas as etapas do trabalho.

Ao amigo e professor Dr. Álvaro Alves Camello, pelos incentivos e como referência por sua vibração na busca contínua pelo conhecimento.

A Vina, companheira destes anos, agradeço a compreensão, o apoio, a dedicação, o amor e o carinho dedicados nesta etapa da minha vida.

A todas as pessoas amigas que em algum momento me incentivaram e contribuíram para a realização deste objetivo, meu muito obrigado.

Por fim, minha gratidão maior, aos meus pais Odilon e Marisa e a meu irmão Odilon, por minha formação, pelo apoio aos meus ideais, pelo incentivo constante para novas conquistas, pela presença constante na minha vida.

## RESUMO

O sistema de controle externo no Brasil privilegia a atuação *a posteriori*; porém, mesmo com a competente identificação das irregularidades por parte dos Tribunais de Contas e a pronta ação dos Ministérios Públicos, quando, em virtude destas irregularidades, as despesas já ocorreram, os ressarcimentos dos valores aos cofres públicos arrastam-se em longas ações no Judiciário. Mesmo que um dia esses recursos voltem aos cofres públicos, o prejuízo para a sociedade é irrecuperável pois, durante este período a sociedade foi tolhida de usufruir dos benefícios da aplicação dos mesmos. Torna-se fundamental, portanto, o exercício do controle prévio e concomitante, para permitir a adoção de medidas corretivas e não apenas punitivas.

Vários trabalhos têm sido desenvolvidos no sentido de tentar melhor estimar o mercado das obras públicas, porém, as imperfeições deste mercado tem afastado a utilização como referência dos dados advindos das licitações e contratações. Na Dissertação procura-se mostrar uma possibilidade de utilização das contratações como instrumento de auditoria permitindo, inicialmente, o desenvolvimento de Indicadores de Gestão e Operacionais aplicados as licitações de obras públicas. Em seguida apresenta-se a utilização de ferramentas como a regressão múltipla, regressão logística e modelos estocásticos dinâmicos como instrumentos de auditoria a serem utilizados nos processos investigatórios das práticas observadas nas licitações envolvendo as obras públicas. Apresenta-se também uma formulação para se estimar o preço global de uma obra através dos preços unitários dos serviços observados no mercado. E por fim, apresenta-se uma abordagem baseada na Teoria da Decisão como alternativa para viabilizar a realização das Auditorias nas Tabelas de Preço.

# ABSTRACT

In Brazil, accounting court system emphasizes actions after expenditures take place. Nonetheless, even when the account courts are able to perform the competent identification of problems and the prosecution by the Justice takes place, the reimbursement of the funds irregularly spent can only occur after long legal processes in the Judiciary. Even when the reimbursements take place, negative effects are supported by the society, since during the process the community is deprived of having the benefits from the money irregularly spent. Therefore, it is very important to perform previous and concomitant control, in order to allow that corrective measures are taken, rather than punitive ones.

Many works have been developed to better estimate the public works market, but peculiarities of this market have impaired the application of data obtained from public price offering and public contracts. This dissertation proposes a methodology to use contracts as an instrument to auditing public works and allows the development of performance indicators for public works contracts. Furthermore, mathematical tools such as multiple regressions, logistic regression, and dynamic stochastic models are used as investigations instruments in the analysis of public works contracts. A formulation to estimate the global price of a public work using the unitary items market prices is also presented. A Decision Theory approach is also presented as an alternative to make feasible price tables auditing.

# Sumário

<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMO</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>SUMÁRIO</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>xiii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 Preliminares . . . . .	1
1.2 Os Sistemas de Controle . . . . .	1
1.3 Panorama Atual . . . . .	5
1.4 Estrutura da Dissertação . . . . .	9
<b>2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA</b>	<b>11</b>
2.1 Introdução . . . . .	11
2.2 O Procedimento Atual de Avaliação . . . . .	11
2.3 Uma Proposta de Procedimento para Avaliação . . . . .	20
<b>3 O PLANO PILOTO E UMA ANÁLISE PRELIMINAR</b>	<b>22</b>
3.1 Introdução . . . . .	22
3.2 Caracterização do Plano Piloto . . . . .	22
3.2.1 Órgãos Contratantes – Unidades Gestoras . . . . .	23
3.2.2 Modalidade de Licitação . . . . .	24
3.2.3 Número de Participantes nos Processos Licitatórios . . . . .	26
3.2.4 Natureza da Obra . . . . .	28
3.2.5 Porte da Obra . . . . .	30
3.2.6 Limite de Aceitabilidade de Preços . . . . .	30
3.2.7 Localização da Obra . . . . .	31

3.2.8	Data da Licitação . . . . .	32
3.2.9	Prazo da Obra . . . . .	33
3.2.10	Indícios da Prática de Conluio pelas Empresas . . . . .	34
3.2.11	Regime de Empreitada . . . . .	34
3.3	O Banco de Dados dos Preços . . . . .	36
<b>4</b>	<b>ANÁLISE INDIVIDUALIZADA DAS VARIÁVEIS DE INFLUÊNCIA</b>	<b>39</b>
4.1	Introdução . . . . .	39
4.2	Variáveis de Influência . . . . .	40
4.2.1	Unidades Gestoras – Órgãos . . . . .	40
4.2.2	Número de Participantes . . . . .	47
4.2.3	Modalidade de Licitação . . . . .	57
4.2.4	Natureza das Obras . . . . .	59
4.2.5	Indícios de Conluio . . . . .	62
4.2.6	Data da Licitação . . . . .	63
4.2.7	Localização da Obra . . . . .	67
4.2.8	Prazo da Obra . . . . .	67
4.2.9	Limite de Aceitabilidade de Preços . . . . .	68
4.2.10	Porte da Obra . . . . .	68
<b>5</b>	<b>UM INDICADOR DE DESEMPENHO PARA OS ÓRGÃOS</b>	<b>70</b>
5.1	Introdução . . . . .	70
5.2	Formulação de um Indicador . . . . .	70
<b>6</b>	<b>AValiação DO PREÇO DE UMA OBRA POR ANÁLISE INFERENCIAL</b>	<b>76</b>
6.1	Introdução . . . . .	76
6.2	Análise de Regressão . . . . .	76
6.2.1	Variáveis Independentes Seleccionadas para Estudo . . . . .	76
6.2.2	Construção do Modelo . . . . .	78
6.2.3	Análise dos Pressupostos Básicos para Aceitação do Modelo . . . . .	85
6.2.4	Teste de Significância dos Parâmetros . . . . .	86
6.3	Análise e Interpretação dos Resultados . . . . .	88
6.3.1	Competitividade . . . . .	88
6.3.2	Limite de Aceitabilidade de Preços . . . . .	89
6.3.3	Indícios de Conluio . . . . .	89
6.3.4	Data da Licitação . . . . .	90
6.3.5	Mudanças nas Administrações dos Órgãos . . . . .	90
6.4	Estimação Pontual e Intervalo de Confiança . . . . .	90

<b>7</b>	<b>INDICADORES DE GESTÃO</b>	<b>93</b>
7.1	Introdução . . . . .	93
7.2	Contratações Eficientes e Ineficientes . . . . .	94
7.3	Um Indicador de Gestão . . . . .	96
7.4	Escala de Eficiência . . . . .	100
7.5	Um Modelo Dedicado . . . . .	103
7.6	A Análise Conjunta dos Indicadores de Desempenho e Gestão . . . . .	107
<b>8</b>	<b>O PREÇO DE MERCADO PARA UMA OBRA EM PROCESSO LICITATÓRIO COMPETITIVO</b>	<b>110</b>
8.1	Introdução . . . . .	110
8.2	Os Preços dos Serviços em Processos Competitivos . . . . .	112
8.2.1	Uma Distribuição de Probabilidade para os Serviços . . . . .	115
8.3	A Estimativa do Preço de uma Obra em Processo Competitivo . . . . .	118
8.3.1	Um Exemplo do Cálculo do Preço Global para uma Obra . . . . .	127
<b>9</b>	<b>FERRAMENTAS AUXILIARES NAS AUDITORIAS DE TABELA</b>	<b>134</b>
9.1	Introdução . . . . .	134
9.2	Uma Comparação entre Tabelas . . . . .	135
9.3	Uma Ferramenta de Decisão . . . . .	136
9.3.1	A Estrutura Matemática do Problema de Decisão . . . . .	140
9.4	Estudo de Caso . . . . .	143
9.4.1	Identificação das Alternativas de Escolha . . . . .	144
9.4.2	Identificação dos Atributos . . . . .	144
9.4.3	Edução da Função Utilidade Unidimensional . . . . .	144
9.4.4	A Função Utilidade Multiatributo . . . . .	146
9.4.5	O Ordenamento pelas Preferências das Alternativas Seleccionadas . . . . .	148
9.4.6	Análise de Sensibilidade . . . . .	150
<b>10</b>	<b>CONCLUSÕES, COMENTÁRIOS E SUGESTÕES</b>	<b>154</b>
10.1	Introdução . . . . .	154
10.2	Conclusões e Comentários . . . . .	154
10.3	Sugestões para Futuros Estudos . . . . .	156
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>157</b>
	<b>APÊNDICE 1</b>	<b>161</b>
	<b>APÊNDICE 2</b>	<b>164</b>
	<b>APÊNDICE 3</b>	<b>167</b>

APÊNDICE 4	170
APÊNDICE 5	171
APÊNDICE 6	176
APÊNDICE 7	192

## Lista de Figuras

3.1	Distribuição dos processos obtidos no Plano Piloto por modalidade de licitação .	26
3.2	Número médio de participantes por modalidade de licitação . . . . .	27
3.3	Número médio de participantes por Órgão . . . . .	28
3.4	Composição dos processos licitatórios quanto a natureza das obras . . . . .	29
3.5	Localização das obras do Plano Piloto em relação a RMR . . . . .	32
3.6	Evolução mensal do número de processos licitatórios ao longo dos exercícios 2000 e 2001 . . . . .	32
3.7	Número de obras em função do prazo de execução constante em edital . . . . .	33
3.8	Tela de cadastro dos dados gerais dos processos licitatórios das obras . . . . .	37
3.9	Inserção de serviços “classificados” na tela de “cadastro de dados”. . . . .	38
4.1	Comportamento do IPCC nos Órgãos . . . . .	45
4.2	Análise multidimensional do IPCC nos Órgãos . . . . .	45
4.3	Representação do IPCC e IPCS por Órgão . . . . .	46
4.4	Comportamento do IPCC em função do número de participantes classificados .	47
4.5	Comportamento do IPCC em função do número de participantes classificados (gráfico de Box & Whiskers) . . . . .	48
4.6	Relação entre o número de participantes habilitados e o de classificados, por Órgão	53
4.7	Formação do grupo 1 - Licitações com 3 participantes . . . . .	54
4.8	Formação do grupo 2 - Licitações com 2 ou 4 participantes . . . . .	54
4.9	Formação do grupo 3 - Licitações com 1 ou 5 participantes . . . . .	55
4.10	Formação do grupo 4 - Licitações com 6 participantes e grupo 5 - Licitações com 7, 8 ou 9 participantes . . . . .	55
4.11	Formação do grupo 6 - Licitações com 10 a 15 participantes e grupo 7 - Licitações com mais de 15 participantes . . . . .	56
4.12	Comportamento do IPCC em função da modalidade do processo licitatório . . .	58
4.13	Comportamento do IPCC em função da natureza das obras . . . . .	60
4.14	Comportamento do IPCC – Obras Novas versus Reforma/Recuperação . . . . .	61
4.15	Comportamento do IPCC – Edificação versus Pavimentação . . . . .	61
4.16	Comportamento do IPCS em função da natureza das obras . . . . .	62

4.17	Comportamento do IPCC (com e sem indício de conluio) em função das modalidades dos processos licitatórios . . . . .	63
4.18	Evolução temporal da média do IPCC . . . . .	64
4.19	Evolução temporal do número de participantes . . . . .	65
4.20	Comportamento do IPCC nos anos 2000 e 2001 . . . . .	65
4.21	Comportamento do IPCC Médio Anual em função dos Órgãos 01 e 10 . . . . .	66
4.22	Evolução anual do IPCC para o Órgão 06 . . . . .	66
4.23	Localização da obra versus IPCC . . . . .	67
4.24	Comportamento do IPCC em função do prazo da obra . . . . .	68
4.25	Comportamento do IPCC em função do custo base . . . . .	69
5.1	Comportamento ordenado dos IPPO dos Órgãos - referenciados pelo Órgão 01 . . . . .	75
6.1	Valores Ajustados versus Resíduos . . . . .	78
6.2	Histograma do IPCC com todos os processos licitatórios do Plano Piloto . . . . .	79
6.3	Histograma do IPCC com as licitações realizadas pelo Órgão 10 . . . . .	80
6.4	Histograma do IPCC com as licitações realizadas pelo Órgão 07 . . . . .	80
6.5	Histograma Múltiplo para o IPCC dos Órgãos 06, 07 e 10 . . . . .	81
6.6	Histograma do IPCC dos processos realizados pelo Órgão 01 . . . . .	82
6.7	Valores Ajustados versus Resíduos . . . . .	85
6.8	Histograma dos resíduos padronizados . . . . .	86
7.1	Comportamento do IPCC para os Órgãos 01, 06 e 10, representado por médias móveis com seis processos licitatórios . . . . .	93
7.2	Comportamento por médias móveis (4) para as contratações do Órgão 01 após a caracterização como eficiente ou ineficiente . . . . .	95
7.3	Cadeia de Markov com dois estados. . . . .	97
7.4	Probabilidade de uma contratação ineficiente em função do GEN . . . . .	102
7.5	Cluster Análise contemplando: Órgãos - Administrações - IPCC - GEN: Formação dos Grupos 1 e 2 . . . . .	108
7.6	Cluster Análise contemplando: Órgãos - Administrações - IPCC - GEN: Formação dos Grupos 3, 4, e 5 . . . . .	109
8.1	Preço médio dos serviços referenciados pelo custo de tabela . . . . .	111
8.2	Preço médio dos serviços, observados em processos com competitividade, referenciados pelo custo de tabela. . . . .	112
8.3	Preço unitário do serviço “ <i>chapisco ao traço 1:3</i> ” . . . . .	113
8.4	Preço unitário do serviço “ <i>chapisco ao traço 1:3</i> ” observado em processos licitatórios com competitividade . . . . .	114
8.5	Preço unitário do serviço “ <i>chapisco ao traço 1:3</i> ” em função da quantidade . . . . .	114

8.6	Histograma dos preços referenciados dos serviços (PR) . . . . .	116
8.7	Histograma 1, dos preços referenciados dos serviços (PR) . . . . .	117
8.8	Histograma 2, dos preços referenciados dos serviços (PR) . . . . .	117
8.9	Histograma do preço global para a Obra Fictícia . . . . .	121
8.10	Histograma do preço global para a Obra Fictícia . . . . .	121
8.11	Croqui da Obra Fictícia . . . . .	128
9.1	Comportamento do IPCS para as tabelas de preços selecionadas . . . . .	135
9.2	Função utilidade unidimensional para as conseqüências do atributo relação preço custo . . . . .	145
9.3	Função utilidade unidimensional para as conseqüências do atributo número de ocorrências . . . . .	146
9.4	Função utilidade unidimensional para as conseqüências do atributo representação percentual . . . . .	147
9.5	Resultado ordenado dos serviços pelas utilidades obtidas no modelo proposto . . . . .	149
9.6	Análise de sensibilidade sobre o atributo relação preço custo . . . . .	151
9.7	Análise de sensibilidade sobre o atributo representação percentual . . . . .	152
9.8	Análise de sensibilidade sobre os atributos relação preço custo e representação percentual . . . . .	152

## Lista de Tabelas

2.1	Faixa de BDI praticada . . . . .	19
3.1	Quadro dos processos licitatórios e volume de recursos por Órgãos selecionados no Plano Piloto . . . . .	22
3.2	Distribuição dos Órgãos selecionados quanto a natureza da administração . . . . .	24
3.3	Limites para as diferentes modalidades de licitação . . . . .	25
3.4	Número de processos observados por modalidades de licitação nos Órgãos . . . . .	26
3.5	Número médio de participantes classificados nos processos licitatórios observados por modalidades de licitação e por Órgão . . . . .	29
3.6	Valor médio das propostas vencedoras dos processos licitatórios observados por modalidades de licitação e por Órgão . . . . .	30
3.7	Limites de aceitabilidade de preços estabelecidos pelos Órgãos nos exercícios 2000 e 2001 . . . . .	31
3.8	Caracterização dos indícios de conluíus estudados . . . . .	34
3.9	Número de ocorrências de serviços registradas no Plano Piloto divididos em cadastrados e não cadastrados . . . . .	38
4.1	IPCC e IPCS médios por Órgão . . . . .	40
4.2	Teste de hipótese para verificar a existência de diferença significativa entre a média do IPCC do Órgão 01 com a dos demais Órgãos . . . . .	42
4.3	Resultado compilado do teste de hipótese para diferença entre as médias dos IPCC dos Órgãos . . . . .	43
4.4	Teste de hipótese para verificar a existência de diferença significativa entre a média do IPCS do Órgão 01 e a dos demais Órgãos . . . . .	44
4.5	A Competitividade e o IPCC médio observados por Órgão . . . . .	50
4.6	Teste de hipótese para diferença entre o número de participantes nos processos licitatórios dos Órgãos . . . . .	52
4.7	Resultado compilado do teste de hipótese para diferença entre o número de participantes classificados nos processos licitatórios dos Órgãos . . . . .	52
4.8	Escala de Competitividade proposta . . . . .	56
4.9	Teste de hipótese para verificar a existência de diferença significativa entre as médias dos IPCC por modalidade de processo licitatório . . . . .	58

4.10	IPCC médio observado por modalidade e por Órgão . . . . .	59
4.11	Relação entre o limite de aceitabilidade de preços, o número de participantes classificados e o IPCC médio por Órgão . . . . .	69
5.1	Mediana dos valores globais das obras por modalidade de licitação . . . . .	72
5.2	IPCC médio por modalidade de licitação . . . . .	72
5.3	Composição do IPCC e número de processos licitatórios observados por modalidades de licitação no Órgão 01 . . . . .	73
5.4	IPCO - Índice de Preço Custo do Órgão . . . . .	74
5.5	IPPO - Índice de Preço do Órgão . . . . .	75
6.1	Tabela de Análise de Variância . . . . .	84
6.2	Análise de significância dos parâmetros . . . . .	87
6.3	Reduções percentuais nos preços das obras pelo efeito da competitividade em relação às obras que apresentam 3 participantes . . . . .	89
6.4	Proporção observada entre as dispensas de licitação <i>versus</i> os convites, tomadas de preços e concorrências . . . . .	92
7.1	Índice da dinâmica de contratações - GEN e as probabilidades de transição dos estados . . . . .	99
7.2	Índice da dinâmica de contratações - GEN global por Órgão . . . . .	100
7.3	Escala de Eficiência em função do GEN do Órgão . . . . .	102
7.4	Classificação dos Órgãos quanto à eficiência da gestão (2000-2001) . . . . .	103
7.5	Classificação dos Órgãos, que apresentaram mudança de administração, quanto à eficiência da gestão . . . . .	104
7.6	Análise de significância dos parâmetros . . . . .	105
7.7	Simulações para a probabilidade da ocorrência de uma contratação ineficiente .	106
7.8	Análise conjunta IPPO e GEN . . . . .	107
8.1	Exemplo do cálculo dos interceptos a 95% e 99% com base na Distribuição Log-normal . . . . .	119
8.2	Orçamento sumarizado para a Obra Fictícia . . . . .	129
8.3	Caracterização dos serviços que compõem a Obra Fictícia . . . . .	130
8.4	Matriz de Correlação para os serviços da Obra Fictícia . . . . .	131
9.1	Principais elementos do problema de decisão . . . . .	143
9.2	Pesos intracritérios para cálculo das constantes de escala . . . . .	147
9.3	Relação dos dez primeiros serviços na escala de utilidade pelas preferências do decisor . . . . .	149
9.4	Novos pesos intracritérios para cálculo das constantes de escala . . . . .	150

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Preliminares

Ocorrências mais recentes como o “esquema PC” que resultou no “impeachment” do Presidente Fernando Collor, e o afastamento de vários parlamentares em decorrência da CPI do Orçamento, tem contribuído para denegrir a imagem da administração pública no Brasil. As obras públicas não escapam aos escândalos: o superfaturamento do TRT de São Paulo (desvio de R\$ 169 milhões dos R\$ 263 milhões repassados para as obras (Rocha, 2000)); a CPI das obras inacabadas que apontou 2.214 contratos, cujos investimentos totalizam R\$ 15.000.000.000,00 (quinze bilhões de reais)(Wilson, 1995) são exemplos do tamanho do desperdício de recursos na realização de obras públicas. Apenas neste último foram envolvidos montantes que permitiriam a construção de 16.500 escolas públicas ou 6.000 hospitais municipais. Não obstante aos fatos, a carência de infra-estrutura no país atinge níveis capazes de distorcer valores na sociedade, como apresentado por Figueiredo (2001, p.17).

*“Infelizmente, a experiência brasileira tem convivido muitas vezes com o despreparo dos governantes, aliado à acomodação e aprovação tácita da população, gerando muitos casos que permeiam o imaginário popular, em que o bom político é o tocador de obras ou, em situação extrema, o administrador eficaz é aquele que rouba, mas faz.”*

O Estado organizado tem introduzido, ao longo do tempo, cada vez mais complexos instrumentos normativos, aumentado as atribuições dos Órgãos de controle e criando punições mais severas na tentativa de conter essas práticas.

Pode-se tomar por exemplo a Lei das Licitações, Lei n.º 8.666/93, em que muitas das regras normativas surgiram em decorrência dos trabalhos da CPI das Obras Públicas e a Lei de Responsabilidade Fiscal, Lei Complementar n.º 101 de 04/05/2000. Outras tantas têm apontado, no mínimo, na direção da elaboração de uma legislação mais adequada aos novos tempos de transparência e de moralidade na aplicação de recursos públicos.

O cumprimento destes instrumentos normativos por parte das administrações públicas é cada vez mais uma exigência da sociedade.

## 1.2 Os Sistemas de Controle

A Constituição Federal, de 1988, em seu Art. 70, disciplina que a atividade de fiscalizar será desenvolvida através dos sistemas de controles externos e de controle interno de cada poder.

*“Art. 70. A fiscalização contábil, financeira, orçamentária, operacional e patrimonial da União e das entidades da administração direta e indireta, quanto à legalidade, legitimidade, economicidade, aplicação das subvenções e renúncia de receitas, será exercida pelo Congresso Nacional, mediante controle externo, e pelo sistema de controle interno de cada Poder.*

*Parágrafo único. Prestará contas qualquer pessoa física ou entidade pública que utilize, arrecade, guarde, gerencie ou administre dinheiros, bens e valores públicos ou pelos quais a União responda, ou que, em nome desta, assuma obrigações de natureza pecuniária.”*

*(Constituição Federal, 1988)*

Do texto constitucional, verifica-se que o controle não se restringe aos servidores públicos; sua abrangência atinge qualquer pessoa física que administre recursos públicos.

Segundo Cabral (2002), o controle exercido pela própria administração, no acompanhamento e revisão de seus atos e práticas administrativas, observados os preceitos e limites impostos pela legislação, constitui o controle interno.

A Constituição Federal estabelece, no Art. 74, que todos os Poderes governamentais (Executivo, Legislativo e Judiciário) manterão o sistema de controle interno de forma integrada, devendo cada Poder ter o seu próprio controle interno. No parágrafo 1º, a mesma Constituição trata das obrigações dos responsáveis pelo controle interno que não se podem omitir ao constatar irregularidades na Administração sob pena de serem responsabilizados solidariamente. De uma forma geral, todo servidor público é responsável por seus atos dentro de suas atribuições, sendo, portanto, agente responsável pelo controle interno.

O Art. 113 da Lei n.º 8.666/93 também prioriza o controle interno nas licitações públicas quando determina que o sistema de controle interno da Administração deva garantir a legalidade e regularidade das despesas decorrentes de contratos firmados.

A grande deficiência existente no atual controle interno recai na ausência de uma indispensável independência entre os governantes e os que compõem o sistema de controle; quando da ausência deste atributo, o resultado da fiscalização passa, na maioria das vezes, a estar comprometido. Na esfera municipal é notório que, na quase totalidade dos municípios esta independência inexistente, ou melhor, sequer existe controle interno.

O descrédito na eficiência da atuação do controle interno é ratificado por Figueiredo (2001, p. 69), quando cita:

*“É histórica a fragilidade dos controles de custos e resultados – deficiência dos sistemas de controle interno – da Administração Pública brasileira nas três esferas de Governo, descuidados que foram ao longo do tempo, carentes de maiores investimentos em capacitação e treinamento de pessoal e de recursos operacionais*

*adequados, e às vezes tidos como mera burocracia ou, o que é pior, como empecilhos a projetos políticos irresponsáveis.”*

Talvez por estas deficiências, tem-se constatado, ao longo do tempo, que os instrumentos normativos têm aumentando as atribuições e competências do controle externo.

Segundo a Carta Magna o controle externo será exercido pelo Poder Legislativo, sendo este auxiliado pelos Tribunais de Contas que dedicam-se à fiscalização orçamentária, financeira, patrimonial e operacional.

A Constituição do Estado de Pernambuco promulgada em 05/10/1989, define em seu Art. 30 as linhas gerais das competências e atribuições do Tribunal de Contas.

*“Art. 30 - O controle externo, a cargo da Assembléia Legislativa, será exercido com o auxílio do Tribunal de Contas do Estado, ao qual compete:*

*II - o julgamento das contas dos administradores e demais responsáveis por dinheiros, bens e valores públicos da administração direta e indireta, inclusive das fundações e sociedades instituídas ou mantidas pelo Poder Público Estadual, e das contas daqueles que derem causa a perda, extravio ou outras irregularidades de que resulte prejuízo a Fazenda;*

*IV - a realização, por iniciativa própria, da Assembléia Legislativa ou de comissão técnica ou de inquérito, de inspeções e auditorias de natureza contábil, financeira, orçamentária, operacional e patrimonial, nas unidades administrativas dos Poderes Legislativo, Executivo, Judiciário e demais entidades referidas no inciso II;*

*IX - a aplicação aos responsáveis, em caso de ilegalidade de despesa ou irregularidade de contas, das sanções previstas em lei, que estabelecerá, entre outras cominações, multa proporcional ao dano causado ao erário;*

*X - a concessão de prazo para que o Órgão ou entidade adote as providências necessárias ao exato cumprimento da lei, quando verificada a ilegalidade;*

*XI - a representação ao poder competente sobre irregularidades ou abusos apurados;*

*XII - a sustação, se não atendido, da execução do ato impugnado, comunicando a decisão à Assembléia Legislativa.*

*§3º - As decisões do Tribunal de Contas de que resulte imputação de débito ou multa terão eficácia de título executivo.”*

*(Constituição Estadual, 1989)*

Da análise do disposto acima, depreende-se que o Controle Externo visa garantir o estrito respeito aos princípios basilares que hão de presidir a administração pública e que foram traçados no Art. 37 da Constituição Federal: a Legalidade, a Impessoalidade, a Moralidade, a Publicidade e a Eficiência (Cabral, 2002).

Ainda segundo Cabral (2002), no âmbito das Administrações Municipais as decisões referentes às Prestações de Contas, encaminhadas pelo Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco (TCE-PE), têm detectadas, como irregularidades mais comuns em obras, as seguintes ocorrências:

- *Obras não realizadas e pagas, desvio em proveito alheio* (Inc. I do Decreto-Lei n° 201/67);
- *Excesso de gastos em obras com despesas indevidas* (Inc. IV do Decreto-Lei n° 201/67);
- *Pagamento de despesa em desobediência às normas financeiras* (Inc. V, 2ª parte, Decreto-Lei n° 201/67);
- *Dispensa indevida de licitação* (Art. 89<sup>1</sup> da Lei n° 8.666/93);
- *Fraude em processo licitatório* (Art. 90<sup>2</sup> da Lei n° 8.666/93).

Com base nas auditorias do TCE-PE, o Ministério Público ajuíza ações dependendo da gravidade das irregularidades: denúncia-crime, pedido de prisão preventiva ou pedido de intervenção do Estado no Município.

O sistema de controle externo no Brasil privilegia a atuação *a posteriori*; porém, mesmo com a competente identificação das irregularidades por parte dos Tribunais de Contas e a pronta ação dos Ministérios Públicos, quando, em virtude destas irregularidades, as despesas já ocorreram, os ressarcimentos dos valores aos cofres públicos arrastam-se em longas ações no Judiciário. Mesmo que um dia esses recursos voltem aos cofres públicos, o prejuízo para a sociedade é irrecuperável pois, durante este período a sociedade foi tolhida de usufruir dos benefícios da aplicação dos mesmos – caminhos não foram encurtados pela ausência de pavimentação; não houveram aulas por falta de escolas.

Torna-se fundamental o exercício do controle prévio e concomitante, para permitir a adoção de medidas corretivas e não apenas punitivas. Mais recentemente, os Tribunais de Contas têm antecipado as suas atuações no sentido de intervir, junto às administrações públicas, antes da ocorrência das despesas indevidas, a exemplo das Auditorias de Acompanhamento.

Neste sentido a Lei de Responsabilidade Fiscal, Lei Complementar n.º 101 de 04/05/2000, no § 1º do Art. 59 de forma inovadora estabelece:

---

<sup>1</sup>“**Art. 89** - *Dispensar ou inexigir licitação fora das hipóteses previstas em Lei, ou deixar de observar as formalidades pertinentes à dispensa ou à inexigibilidade:*

*Pena - detenção, de 3 (três) a 5 (cinco) anos, e multa.*

*Parágrafo único - Na mesma pena incorre aquele que, tendo comprovadamente concorrido para consumação da ilegalidade, beneficiou-se da dispensa ou inexigibilidade ilegal, para celebrar contrato com o Poder Público.”*  
(Lei n° 8.666/93)

<sup>2</sup>“**Art. 90** - *Frustrar ou fraudar, mediante ajuste, combinação ou qualquer outro expediente o caráter competitivo do procedimento licitatório, com intuito de obter, para si ou para outrem, vantagem decorrente da adjudicação do objeto da licitação:*

*Pena - detenção, de 2 (dois) a 4 (quatro) anos, e multa.”*

(Lei n° 8.666/93)

“**Art. 59.** O Poder Legislativo, diretamente ou com o auxílio dos Tribunais de Contas, e o sistema de controle interno de cada Poder e do Ministério Público, fiscalizarão o cumprimento das normas desta Lei Complementar, com ênfase no que se refere a:

§ 1º Os Tribunais de Contas **alertarão** os Poderes ou Órgãos referidos no Art. 20 quando constarem:

**V** - fatos que comprometem os custos ou os resultados dos programas ou indícios de irregularidades na gestão orçamentária (grifo nosso).

(Lei de Responsabilidade Fiscal)

Esta lei apresenta um grande avanço na medida em que atribui aos Tribunais de Contas o **dever de alertar** previamente os poderes e Órgãos para possíveis irregularidades.

O cumprimento dessas novas atribuições exigirão dos Tribunais de Contas o desenvolvimento de novas técnicas de auditoria, no sentido de antever prováveis irregularidades, bem como o aperfeiçoamento de técnicas já conhecidas, dotando-as da agilidade e precisão exigidas.

Dentro desse espírito, destacam-se duas ferramentas de auditoria que representam o foco da presente dissertação:

- **Indicadores de Gestão e Indicadores Operacionais - na contratação de obras públicas.**
- **Estimação do preço das obras nos Processos Licitatórios.**

### 1.3 Panorama Atual

Em uma primeira análise, as atuais metodologias utilizadas na estimação do preço de uma obra são amplamente dominadas pelos Tribunais de Contas, bem como, pela administração pública em geral. O primeiro por exigência da competência legal, que exige pronunciamento sobre a economicidade das contratações; o segundo por exigência da Lei de Licitações, Lei n.º 8.666/93 em seus Art. 7, 40 e 48<sup>3</sup>, sem o qual o processo caracterizar-se-ia como irregular.

<sup>3</sup>“**Art. 7** - As licitações para a execução de obras e para a prestação de serviços obedecerão ao disposto neste artigo e, em particular, à seguinte seqüência:

§ 2º As obras e os serviços somente poderão ser licitados quando:

II - existir orçamento detalhado em planilhas que expressem a composição de todos os seus custos unitários;

**Art. 40** - O edital conterà no preâmbulo o número de ordem em série anual, o nome da repartição interessada e de seu setor, a modalidade, o regime de execução e o tipo da licitação, a menção de que será regida por esta lei, o local, dia e hora para recebimento da documentação e proposta, bem como para início da abertura dos envelopes, e indicará, obrigatoriamente, o seguinte:

X - o critério de aceitabilidade dos preços unitário e global, conforme o caso, permitida a fixação de preços máximos e vedados a fixação de preços mínimos, critérios estatísticos ou faixas de variação em relação a preços de referência, ressalvado o disposto nos parágrafos 1º e 2º do Art. 48.

**Art. 48** - Serão desclassificadas:

Diante do exposto, conclui-se que estimar preço de obra é uma prática comum nos Tribunais de Contas e Órgãos que licitam obras.

As Administrações Públicas, no que se tem conhecimento, apresentam unanimidade nos procedimentos utilizados para estimar o valor de uma obra. Os seus corpos técnicos lançam mão de tabelas de preços de várias origens:

- Órgãos públicos;
- Empresas privadas;
- Publicações. especializadas

Alguns, e muito poucos, elaboram-nas no próprio Órgão. De uma forma geral, as tabelas são estruturadas com base em composições de custo obtidas junto a bibliografias, empresas construtoras, empresas de consultoria, etc.

A utilização de preços tabelados dos serviços, quando elaborada por terceiros, funciona como um preço fechado; pouco se tem domínio sobre a pertinência das composições de custo para os serviços em avaliação. A utilização dessas tabelas pode ser resumida, popularmente, pela expressão “acreditar cegamente”; no caso, acredita-se que os custos constantes nas tabelas representam a melhor e mais precisa avaliação dos custos praticados na construção civil pública, e tomá-los como verdades únicas representa a única alternativa às administrações para balizarem suas tomadas de decisões. Este é o retrato do que ocorre na grande maioria dos Órgãos Públicos.

Enquanto, na iniciativa privada o aumento da competitividade no mercado da construção civil, têm levado a utilização de técnicas mais modernas para a estimação do custo de uma obra. Técnicas como “*Target Cost*” (Custo Meta) acoplado ao “*Activity Based Costing*” (ABC) (Martins, 2001) tem sido bastante utilizadas como forma de assegurar a competitividade da empresa no mercado.

A busca pela redução dos custo como forma de garantir a sobrevivência das empresas têm aberto espaço, nesta última década, para novas tecnologia, introduzindo a mentalidade da industrialização do processo construtivo na construção civil. Novos materiais, equipamentos e técnicas tem surgido com uma velocidade surpreendente.

---

*II - propostas com valor global superior ao limite estabelecido ou com preços manifestamente inexeqüíveis, assim considerados aqueles que não venham a ter demonstrada sua viabilidade através de documentação que comprove que os custos dos insumos são coerentes com os de mercado e que os coeficientes de produtividade são compatíveis com a execução do objeto do contrato, condições estas necessariamente especificadas no ato convocatório da licitação.*

§ 1º - *Para os efeitos do disposto no inciso II deste artigo, consideram-se manifestamente inexeqüíveis, no caso de licitações de menor preço para obras e serviços de engenharia, as propostas cujos valores sejam inferiores a 70% (setenta por cento) do menor dos seguintes valores:*

*a) média aritmética dos valores das propostas superiores a 50% (cinquenta por cento) do valor orçado pela Administração, ou;*

*b) valor orçado pela administração.”*

*(Lei nº 8.666/93)*

Dessa forma, nos Órgãos que possuem tabelas próprias, a manutenção e atualização das mesmas requer investimentos em consultorias quase que permanentes e de elevados custos.

Alguns aspectos sobre a complexidade de se estimar o preço para uma obra são abordadas por Silva (2001), quando expõe:

“A noção de custo de engenharia é a mesma utilizada na contabilidade de custo: inclui todos os gastos que podem ser diretamente relacionados com a fabricação ou a produção.

...

A projeção de custo só não perdoa esquecimentos. Omitir itens de custo ou considerar custos parciais resulta em prejuízo certo. Materiais de construção devem ser considerados posto no local da obra durante todo o período de sua execução, o que exige o cálculo de correção monetária. Equipamentos e mão-de-obra devem ter os custos totais calculados à disposição no canteiro de obra. Para a mão-de-obra, encargos sociais, gastos com transporte, alimentação, equipamentos de proteção individual, uniformes e ferramentas de uso pessoal e assistência médica devem ser considerados. Para os equipamentos, a depreciação, os juros do capital investido, a manutenção, o licenciamento, o seguro e até as peças que se desgastam durante o uso precisam estar embutidas no cálculo do custo horário.

É nas despesas, o outro lado do preço, que deve estar o orçamento para evitar problemas: as provisões devem cobrir os fatores imprevistos. A despesa indireta é o gasto que se faz para que tudo corra bem.”

A atual velocidade de implementação das inovações tecnológicas na construção civil, agregando novas metodologias de execução e novos equipamentos que alteram substancialmente os níveis de produtividade, obrigam as composições de custo a contínuo processo de atualização. Para os Órgãos Públicos, mesmo nesses casos, se os problemas pudessem ser contornados com investimentos maciços, haveria margem para muitos questionamentos:

- A avaliação por tabelas de serviços representa uma boa avaliação do Mercado?
- Qual o mecanismo a ser considerado para agregar a condição atual em que se encontra o Mercado da Construção Civil?
- Será que as obras públicas deveriam ser analisadas com os mesmos parâmetros das obras privadas?
- Qual o risco para as Empresas da Construção Civil na realização de obras públicas?

Essas incertezas aumentam o risco de contratações superfaturadas. As sanções para uma administração, advindas de uma contratação superfaturada, são severas, por caracterizar-se, este, como um ato de improbidade administrativa.

A Constituição de 1988 prevê uma tríplice apuração dos atos de improbidade administrativa: administrativa, civil e penal. Foi incluída naquela Carta, autorização para se aplicar, ao improprio, penas de perda da função pública e perda temporária dos próprios direitos políticos, Art. 15 e Art. 37 § 4<sup>o</sup>.

A Lei n<sup>o</sup> 8.429/92 é de grande alcance, considerando-se o universo de pessoas cujo procedimento pode ser apontado como improprio. No caso de obras públicas, essa lei atinge tanto os servidores públicos (ordenadores, secretários, fiscais, membros das comissões de licitações), como os terceiros (construtoras e outros), que se beneficiaram de recursos públicos sem a devida contraprestação dos serviços.

Nos casos de Improbidade Administrativa, o Ministério Público, de acordo com o Art. 129, Inc. III da Constituição Federal, entra com ações civis públicas propostas por atos de improbidade administrativa e pedidos de liminares, previstos na Lei n<sup>o</sup> 8.429/92, para prevenir maiores prejuízos ao Patrimônio Público local e reprimir o ato improprio praticado, pugnando pela imediata devolução do valor desviado aos cofres públicos. Pode também apresentar denúncia-crime, com base no Decreto-Lei n<sup>o</sup> 201/67, Art. 1<sup>o</sup>, Inc. I a V do c/c os Arts. 89 e 98 da Lei n<sup>o</sup> 8.666/93 e Art. 299, 312 a 327, parágrafo único do Código Penal, requerendo, inclusive, a prisão preventiva ou o afastamento do chefe do Executivo, propondo sua responsabilização individual.

Irresponsavelmente e insensíveis ao risco de tão severas punições, algumas administrações preferem licitar as obras sem sequer realizar os orçamentos estimativos. Essa afirmativa é corroborada por Cabral (2002, p. 93), que após análise de 640 obras municipais em Pernambuco no ano de 2000, concluiu:

*“Da análise das licitações em todos os municípios auditados nesta pesquisa, constatou-se que 75% das obras tinham orçamento estimativo de referência da Administração na licitação, enquanto que 25% não elaboraram os respectivos orçamentos, ou os mesmos eram incompletos ou incompatíveis,... Em muitas licitações, havia planilha relacionando os itens de serviços da obra com quantidades e sem os preços unitários e global. Portanto, a Administração licitou sem parâmetros para avaliar as propostas de preços apresentadas.”*

Os números observados impressionam, porque é a partir do orçamento estimativo da obra, que a Administração analisa a viabilidade técnica (relação custo/benefício), e verifica se há previsão orçamentária e recursos financeiros que assegurem sua conclusão, conforme determina a Lei de Responsabilidade Fiscal, Art. 42 e 45.

---

<sup>4</sup>“**Art. 15.** É vedada a cassação de direitos políticos, cuja perda ou suspensão só se dará nos casos de: V – improbidade administrativa, nos termos do art 37 § 4<sup>o</sup>;”

“**Art. 37.** § 4<sup>o</sup> - Os atos de improbidade administrativa importarão a suspensão dos direitos políticos, a perda da função pública, a indisponibilidade dos bens e o ressarcimento ao erário, na forma e gradação previstas em lei, sem prejuízo da ação penal cabível.”  
(Lei n<sup>o</sup> 8.666/93)

Em muito, acredita-se que a dificuldade de caracterização do superfaturamento nas obras, por parte dos controles interno e externo, explique tão elevado percentual de administrações que sequer elaboram orçamentos estimativos. As incertezas que permeiam os atuais parâmetros utilizados na estimação do preço de uma obra, representam uma questão crítica para os Tribunais de Contas, que têm a necessidade de estabelecer um limite a partir do qual a contratação seja caracterizada como superfaturada. Diante do cenário descrito, a prudência orienta a aplicação de limites de aceitabilidade de preços com muita complacência, fazendo com que só sejam indiciados os casos aviltantes.

O superfaturamento de obras públicas é uma questão que está longe de ser resolvida. Esta dissertação representa, tão somente, uma contribuição, ao propor a implementação de ferramentas que somadas ao atual processo de avaliação, possibilitem a diminuição do grau de incerteza da estimação do preço de uma obra.

Vários trabalhos tem sido desenvolvidos no sentido de tentar melhor estimar o mercado de obras públicas, porém as imperfeições desse mercado têm afastado a sua utilização como “referência”. Na presente dissertação, procura-se mostrar uma possibilidade de utilização das Licitações de Obras Públicas como instrumento de Auditoria, permitindo:

- O desenvolvimento de Indicadores Operacionais e de Gestão;
- A proposição de que ferramentas auxiliem nas Auditorias de Tabelas de Preço;
- A apresentação de uma nova formulação para se estimar o preço de uma obra.

## 1.4 Estrutura da Dissertação

A dissertação propõe-se a fornecer contribuições às Auditorias de Obras Públicas, sendo distribuída em dez capítulos.

No **primeiro capítulo**, denominado de **Introdução**, buscou-se apresentar o ambiente em que se dão as contratações das obras públicas, os sistemas de controle a que estão sujeitas, bem como as novas atribuições dos Tribunais de Contas, despertando a necessidade para o desenvolvimento de novas ferramentas de auditoria.

No **segundo capítulo**, denominado de **Caracterização do Problema**, aborda-se as incertezas inerentes à atual metodologia de estimação do preço de uma obra, para os Tribunais de Contas e Administrações Públicas de uma forma geral, demonstrando a necessidade de se agregar outras formas de avaliação como instrumento para melhor subsidiar as tomadas de decisão.

No **terceiro capítulo**, denominado de **O Plano Piloto**, demonstra-se a necessidade da concepção de um Plano Piloto, bem como, apresenta-se as variáveis selecionadas para análise, fazendo uma caracterização de sua ocorrência no Plano Piloto.

No **quarto capítulo**, denominado de **Análise Individualizada das Variáveis de Influência**, procurou-se verificar, utilizando-se de diversas técnicas estatísticas, a influência de forma individualizada das variáveis selecionadas sobre os preços dos serviços e dos contratos constantes do Plano Piloto.

No **quinto capítulo**, denominado de **Um Indicador de Desempenho para os Órgãos**, apresenta-se uma proposta para formulação de um indicador de desempenho para a contratação de obras realizadas pelos Órgãos, permitindo uma comparação entre os desempenho alcançados.

No **sexto capítulo**, denominado **Avaliação do Preço de uma Obra por Análise Inferencial**, procura-se quantificar a influência das variáveis selecionadas para estudo, quando de uma análise conjunta sobre os preços contratados para as obras, bem como apresentar uma modelagem para a estimação pontual e por intervalo de confiança para o preço da obra, baseado em um modelo de regressão múltipla.

No **sétimo capítulo**, denominado **Indicadores de Gestão**, busca-se o desenvolvimento de indicadores que permitam a avaliação de uma gestão quanto à dinâmica de contratação de obras públicas, propondo uma formulação de um indicador baseado em processos estocásticos, mais especificamente em Cadeias de Markov, bem como, introduz a utilização de uma escala de avaliação de gestão.

No **oitavo capítulo**, denominado **O Preço de mercado para uma Obra em Processo Licitatório Competitivo**, procurou-se estimar o preço de uma obra com base no *mix* de serviços que a compõem, quando o processo licitatório é realizado em condições de competitividade, bem como apresentar uma formulação que permita associar uma probabilidade a ocorrências de preços no mercado.

No **nono capítulo**, denominado **Ferramentas Auxiliares nas Auditorias de Tabela**, procurou-se introduzir a utilização de técnicas de apoio a decisão nas Auditorias de Tabela, objetivando estabelecer um seqüencial de serviços a auditar priorizada em função dos objetivos traçados e da estrutura de risco do decisor.

No **décimo capítulo**, denominado **Conclusões, Comentários e Sugestões**, estão resumidas as conclusões sobre os aspectos observados nas contratações de obras públicas, os principais resultados verificados a partir da análise de dados, bem como, as vantagens que podem ser obtidas pela utilização do mercado da construção civil para obras públicas, como Instrumento de Auditoria.

As indicações bibliográficas, sobre as quais o presente trabalho está assente, são encontradas em Referências Bibliográficas.

## 2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

### 2.1 Introdução

O tema “superfaturamento” vem despertando maior interesse por parte dos Tribunais de Contas, pela necessidade de melhor fundamentar seus julgamentos.

No V SINAOP - Simpósio Nacional de Obras Públicas - realizado em novembro de 2000 em Salvador, o assunto foi objeto de tema proposto para palestras, como incentivo ao surgimento de novas técnicas que levassem a um aperfeiçoamento dos métodos de avaliação do preço de uma obra e por conseguinte, a uma maior precisão na identificação da prática do superfaturamento no setor público.

Dentro do tema o Simpósio contou com os seguintes trabalhos:

- Pesquisa de Preços e Cálculo de Custo de Obras Públicas (Contrato TCE – BA e FGV-Fundação Getúlio Vargas);
- Caderno Único de Encargos para o Estado da Bahia (Convênio UFBA-SUCAB);
- Encargos Sociais e Benefícios e Despesas Indiretas – BDI (TCU);
- Composição de Fatores Regionais para Avaliação de Obras Públicas (TCM-CE).

No VI SINAOP, realizado em novembro de 2001 em Florianópolis-SC, o tema reaparece no trabalho intitulado Superfaturamento de Obras Públicas (TCM-CE).

Todos os trabalhos apresentam indiscutíveis contribuições ao aprimoramento da avaliação do preço de uma obra pública; uns agregando novas técnicas, outros propondo padronizações. No tocante a procedimentos, todos utilizaram método que tem origem na apropriação de custos para a formação dos preços dos serviços, semelhante ao utilizado na indústria e no comércio, como apresentado em Martins (2001). Esses procedimentos representam o objeto de discussão do presente capítulo.

### 2.2 O Procedimento Atual de Avaliação

Na indústria, quando um produto é colocado para o comércio, na grande maioria das vezes já são conhecidos, por apropriação direta ou por contratos definidos, os custos e as despesas. A este elenco de contas o produtor adiciona a sua taxa, para cobrir a margem de lucro, chegando ao preço final. No comércio, ao custo de aquisição do produto, o comerciante adiciona o seu *mark-up*, que cobre todos os custos indiretos e a margem de lucro (Lima Júnior, 1993).

Na construção civil trabalha-se com custos orçados e um *mark-up*, chamado BDI - Benefícios e Despesas Indiretas. Os custos são estimados, uma vez que as aquisições só se darão em um

futuro, muitas vezes não breve; o BDI objetiva cobrir todas as contas que devem ter contribuição no preço, inclusive lucro (Lima Júnior, 1993).

Várias são as fórmulas matemáticas para representar a lei de formação do preço dos serviços. A mais usual, citada por Mendes & Bastos (2001), é dada por :

$$PV = PC \times (1 + BDI)$$

onde,

*PV*= Preço de Venda;

*PC*= Custo Direto;

*BDI*= Benefícios e Despesas Indiretas.

Muitos advogam que os Órgãos Públicos necessitam apenas “estimar” os valores das obras, diferentemente das construtoras, onde os valores devam ser obtidos por orçamento detalhado. Dias (2001, p.11) corrobora com este entendimento ao diferenciar “estimar valor” de “orçamento” de uma obra, quando descreve:

*“Não devemos confundir estimativa de custo com orçamento de uma construção, a estimativa é um cálculo expedito para avaliação de um serviço podendo para tanto ser adotado como base índices conhecidos no mercado (por exemplo, custo do metro quadrado de construção predial divulgado pelos Sindicatos de Empresas), portanto, não devendo ser utilizado em proposta comerciais ou para fechar contratos.*

...

*De acordo com a lei de licitações ao Contratante das obras cabe a definição do orçamento estimado dos serviços a serem executados, assim, entendemos que este poderá estimar o custo do empreendimento em tela a partir de preços unitários de tabelas oficiais ou não, ou ainda, de revistas especializadas acrescidos de BDI analisado e tecnicamente conveniente para o caso. Ao Executante caberá sempre elaborar o orçamento detalhado da construção dentro dos padrões estabelecidos neste livro, isto é, nunca adotar preços unitários ou finais estipulados pelos Órgãos Contratantes em suas Tabelas de Preço ou nos Editais de Licitação.”*

A argumentação apresentada relaciona “estimativa” com precisão “expedita”, como se os valores obtidos por orçamento detalhado pudessem deixar de ser uma estimativa do custo. Na verdade, seja qual for a metodologia adotada na fase de licitação (usando tabela de custo ou não, com tabela elaborada por construtora, Órgão Público, Tribunais de Contas ou consultoras especializadas), tudo são estimativas, pois o verdadeiro custo só poderá ser conhecido quando a obra for concluída. Logo, não se pode concordar com a argumentação de que os Órgãos

Públicos necessitam apenas “estimar o custo da obra” e que, por conseguinte, o cálculo possa ser expedito, ou seja, de baixa precisão. Os Órgãos Públicos devem procurar elaborar, sempre, estimativas de custo dos serviços com o maior grau de precisão possível, e neste caso, “possível” é um limitador muito forte que será abordado adiante.

Outra argumentação comum é a de que os orçamentos dos Órgãos contratantes não necessitam de muita precisão, pois a garantia da obtenção da melhor proposta e da mais legítima representação do mercado será obtida com a realização do processo licitatório. Em princípio a argumentação é plausível, desde que esteja garantido que o mercado da construção civil para obras públicas seja um mercado de concorrência perfeita. Se assim fosse, “superfaturamento de obras” seria algo do reino do imaginário. Na vida real, tem-se um mercado imperfeito, composto por diversos oligopólios, onde conluios com o objetivo de frustrar a competitividade nos processos licitatórios, lesando os cofres públicos, são práticas não incomuns.

Inicialmente convém esclarecer que não existe um único preço, ou mesmo custo, para um serviço. Cada empresa executora possui o seu preço, fruto da apropriação de seus custos para realização do serviço. Essa composição é o resultado dos níveis de produtividade alcançados pela sua mão-de-obra, dada a capacitação e treinamento do seu pessoal e dos métodos e tecnologias disponíveis para a realização dos serviços, dentre outros fatores. Fica evidente que cada empresa que apropria custo vai apresentar preço diferente para realizar o mesmo serviço pois sobre estes atuam os mais diversos mecanismos probabilísticos exemplificados por:

- As empresas apresentam a mais diferenciada composição dos fornecedores para os insumos de uma obra;
- A forma de pagamento adotada pela empresa reflete nos preços dos insumos;
- O relacionamento da empresa com o Órgão licitante;
- A qualificação do departamento de orçamento da empresa;
- O domínio da empresa sobre a natureza da obra licitada;
- O nível de detalhamento do projeto básico.

Porém, desde que as tecnologias estejam ao alcance de todos, os custos não devem ser tão diferentes. No caso dos Órgãos Públicos não faz parte da sua atividade a apropriação de custo, pois não são executores de obras, mas apenas as contratam. Contudo, por exigência de Lei, têm que estimar o custo do serviço com precisão.

Estas dificuldades fazem com que as tabelas de preços encontrem o seu espaço. Se não é possível ser tão preciso ao ponto de estimar uma composição de custo para o mesmo serviço, a cada obra, ao menos ter-se-á um custo médio, adequado a um rol de obras com determinadas características. Quando o serviço fugir a estas características, o preço médio deixará de ser adequado, devendo-se então realizar uma composição de custo específica para o novo serviço.

As dificuldades para as Administrações Públicas não se resumem a esse fato. Como já colocado, os Órgãos não são executores de obra; elaboram então suas tabelas lançando mão de composições de custo obtidas junto a bibliografias, empresas construtoras, empresas de consultoria, etc. A partir daí acreditam nos preços, frutos destas composições, como verdades únicas que se perpetuam ao longo do tempo, como se os níveis de produtividade não estivessem em constante alteração.

Em geral, a atualização das tabelas dá-se pela atualização nos preços dos insumos. Neste item em particular muito se tem evoluído com tratamentos estatísticos, modelos que tentam reproduzir a prática de aquisição das empresas executoras (Silva & Farias, 1998); fatores regionais que interferem no preço (Rocha, 2001). Já no tocante à composição de custo, pouco se tem agregado. Basicamente as alterações são motivadas durante a coleta dos preços dos insumos, quando se identifica que alguns dentre eles não é mais produzido, ou que um determinado equipamento foi substituído por outro mais moderno. Por uma análise das composições custo dos serviços pode-se assegurar que uma parcela significativa dos serviços constantes nas tabelas de preços dos Órgãos Públicos no Estado teve sua apropriação de custo realizada durante a década de 80, e se mantêm inalteradas até hoje.

A influência da evolução tecnológica sobre os custos é abordada por Silva (2002, p. 30), quando menciona:

*“É preciso compreender, primeiro, que a realidade atual representa uma grande mudança no panorama de mercado da construção brasileira, desde que diversos fatores formularam o conceito de lucratividade, como a estabilidade monetária, as normas ISO 9000, a NR 18. A qualidade, fruto desta combinação, reduziu os custos numa proporção maior do que o aumento de despesas indiretas que geraram como despesas. O construtor atual pode melhorar a sua competitividade e atingir taxas de desconto de 7,7% em relação aos preços praticados no período pós-Real, sem perder de vista o nível de qualidade, desde que consiga reduzir os custos diretos em 13,5%, um volume bastante razoável mediante a inserção das melhorias tecnológicas hoje disponíveis.”*

Até aqui foram apresentadas apenas as dificuldades enfrentadas pelos Órgãos que elaboram suas próprias tabelas. Porém, este é um universo muito pequeno, o mais comum, e ainda mais preocupante, é a utilização de tabelas de preço elaboradas por terceiros, nas quais não se tem sequer a garantia da adequação da composição de custo ao serviço que se pretende avaliar. Funciona como um preço fechado, que não permite a verificação da existência de erros sistemáticos, nem a avaliação da sintonia entre as composições utilizadas e a evolução de materiais e equipamentos. Este tipo de problema é o retrato do que ocorre na grande maioria dos Órgãos Públicos.

Porém, os problemas para os Órgãos Públicos não se resumem aos custos diretos; a estimação da outra parcela, BDI – Benefícios e Despesas Indiretas, é tão ou mais crítica. Inicialmente, o Tribunal de Contas da União, ao apreciar a matéria no TC 006793/1999-1, considerou que:

*“... conceitualmente, o BDI é definido como um percentual aplicado sobre o custo direto para chegar ao preço de venda a ser apresentado ao cliente.”*

*(Mendes & Bastos, 2001, p. 14)*

O BDI é composto por duas parcelas: o benefício(B) ou lucro do construtor e as despesas indiretas(DI). Estas, segundo Dias (2001), podem alavancar uma série de itens assim classificados:

- Administração Central;
- Administração Local;
- Custos Financeiros;
- Transporte de Pessoal;
- Custos Comerciais;
- Encargos Fiscais.

Por não haver uma normatização sobre o assunto, outros autores relacionam alguns outros itens como despesas indiretas. Para o cálculo do BDI pode-se apresentar formulações matemáticas sugeridas por alguns dos renomados profissionais da área, a citar:

I) Mozart Bezerra (Rodrigues, 2002):

$$BDI = \frac{[1 + IO (\%) + IC (\%)] \cdot [1 + F (\%)] \cdot [1 + IP (\%)] \cdot [1 + L (\%)]}{1 - Descontos (\%)} - 1$$

*Sendo:*

$Descontos = IR(\%) + ISS(\%) + PIS(\%) + COFINS(\%) + CSSL(\%) + CPMF(\%);$

$IR = Imposto de renda;$

$ISS = Imposto sobre Serviço de Qualquer Natureza;$

$PIS = Contribuição para o Programa de Integração Social;$

$COFINS = Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social;$

*CSSL = Contribuição Social sobre o Lucro Líquido;*

*CPMF = Contribuição Provisória sobre a Movimentação Financeira;*

*IO = Custo indireto da obra;*

*IC = Custo indireto central (rateio da sede);*

*F = Custo financeiro (acréscimo referente ao juro do capital de giro);*

*IP = Fatores imprevistos, as contingências;*

*L = Lucro do Construtor.*

II) Paulo Vieira (Rodrigues, 2002):

$$BDI = \frac{[1 + (AL (\%) + AC (\%) + CF (\%) + IMP (\%) + B (\%) + S (\%) + DIV (\%))] - 1}{1 - (COFINS (\%) + PIS (\%) + ISS (\%) + IR (\%))}$$

*Sendo:*

*AL = Administração Local;*

*AC = Administração da Empresa;*

*CF = Custo Financeiro + inflação + lançamento do empreendimento;*

*IMP = Imprevistos;*

*DIV = Diversos;*

*B = Benefícios;*

*S = Seguros.*

III) André Luiz Mendes (Rodrigues, 2002):

$$BDI = \frac{(1 + X (\%)) \cdot (1 + Y (\%)) \cdot (1 + Z (\%))}{(1 - I (\%))} - 1$$

*Onde:*

*X = Taxa da somatória das despesas indiretas, exceto tributos e despesas financeiras;*

*Y = Taxa representativa das despesas financeiras;*

*Z = Taxa representativa do lucro;*

*I = Taxa representativa da incidência de impostos.*

Nos anos que antecederam à implantação do Plano Real (1994), os altos níveis inflacionários dificultavam a apropriação, por parte dos Órgãos de controle, da parcela referente ao lucro embutido nas propostas de preço das empresas. Em uma época de incertezas não era incomum deparar-se com BDIs em percentuais próximos de 100%, porém após a estabilidade econômica a realidade passou a ser outra, a recessão dos primeiros anos do Real, elevaram os níveis de competitividade no setor e fizeram surgir novos patamares para o BDI. Essa evolução é abordada por Silva (2002, p.30) ao citar:

*“A época do milagre econômico foi caracterizada por grandes obras. As taxas médias de BDI chegavam a 81%, que embutiam um lucro líquido de 35% sobre o custo direto. É compreensível entender porque, até hoje, alguns confundem lucro com BDI, pois a lucratividade estava em um nível bastante alto. De 1980 a 1994, o mercado começou a exigir um BDI menor, lançando como contra oferta aos construtores uma taxa de 30%. A manutenção do mesmo nível de lucratividade passou a ser uma missão impossível, o que foi resolvido com aplicações financeiras a taxas superiores a 10% ao mês. Bastava adiantar receitas e postergar despesas. Com a estabilização da moeda, no auge do plano real, e redução do volume de obras, a torneira fechou. O orçamento passou a valer. Foi a hora de rever custo de produção.”*

Para os Órgãos Públicos estimar BDI para uma obra é outro ponto delicado. Não se restringe à dificuldade de estimar fatores, como administração central da executora ou administração da obra; há ainda mais: os preços são contratados para valer por períodos longos, aumentando os riscos do negócio, com regras fixas de reajustamento (atualmente por prazo não inferior a um ano para uma economia imprevisível). Dentro desse cenário, tem-se ainda que levar em conta que cada obra é produzida com um determinado programa de produção; recursos estruturados em função da capacidade de investimento e endividamento do construtor; expectativas sobre o andamento da economia setorial e geral com regras impostas pelo contratante e que o preço proposto tem a necessidade de cobrir todos estes riscos. Segundo Dias (2002, p.27):

*“O BDI é uma taxa que nunca pode ser predeterminada. Ela deve atender às características da obra, da empresa e do tipo de contratação”.*

No mercado da construção civil pública os verdadeiros BDIs adotados pelas empresas não são facilmente divulgados. Muitas delas têm esses percentuais como instrumento de competitividade e não estão dispostas a correr o risco de vê-los nas mãos da concorrência.

Indiferentes as dificuldades apontadas, os mais diversos Órgãos estimam seus BDIs com resultados relativamente próximos, como exemplificado abaixo:

1. DNER, no Sistema de Custo Rodoviários – SICRO, BDI de 30,81% para obras rodoviárias (Mendes & Bastos, 2001);

2. Companhia de Saneamento de Goiás (SANEAGO), BDI varia entre 20% e 30% (Mendes & Bastos, 2001);
3. Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo, BDI de 40% (Mendes & Bastos, 2001);
4. Departamento de Edificações da Prefeitura de São Paulo considera aceitável um BDI entre 25% e 30% (Mendes & Bastos, 2001);
5. Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo, BDI de 40% (Mendes & Bastos, 2001);
6. Estudo do TCU sugere uma taxa em torno de 30% (Mendes & Bastos, 2001);
7. Cia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano – Programa Qualihab, BDI adotado 22% (Revista Mercado, n°6, janeiro/2002, pag 32);
8. A Empresa de Urbanização da Cidade do Recife aceita um BDI de até 30%;
9. A Empresa de Limpeza Urbana da Cidade do Recife aceita BDI de até 20%.

Apesar de poucas referências, verificam-se percentuais variando de 20% a 40%, concentrados em sua maioria no intervalo entre 20% a 30%.

*“Essas diferenças observadas entre BDIs adotados pelos Órgãos Públicos devem-se, possivelmente, ao fato da composição dos mesmos incluir itens bastante diferentes.”*

*(Mendes & Bastos, 2001, p. 27)*

Segundo o secretário executivo do Programa Qualihab, da CDHU - Cia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano, Raphael Pileggi, os preços de licitação dos conjuntos habitacionais da companhia são compostos por custo direto mais BDI, cujo índice aplicado atualmente gira em torno de 22%. Pileggi explica que a CDHU avalia constantemente esses itens e trabalha com a tendência de queda do BDI ao nível de 15% a 13%, possibilitada a partir de incorporação de novos sistemas industrializados.

Diante da atual carga tributária, com os impostos diretos - impostos sobre o faturamento bruto - (ISS, PIS, CONFINS e CPMF) atingindo em média 7,5% do custo direto, pensar em BDI na ordem de 13% significa dizer que, todos os outros custos indiretos só poderão atingir 5,12%, admitindo ainda, que a empresa não tem lucro. Passando para o mundo das conjecturas, os novos sistemas industrializados geram reduções de forma mais sensíveis sobre o custo. A apropriação destas reduções, por parte dos Órgãos Públicos, requer estruturas que, na maioria das vezes não estão disponíveis, e na tentativa de tornar seus preços referenciais sintonizados

com o mercado, transferem as reduções de custo para a taxa de BDI, ou seja, o custo estimado não é o verdadeiro custo; o BDI estimado não representa os BDIs adotados pelas empresas, porém o preço do serviço, resultado do custo com o BDI, encontra-se próximo dos valores de mercado. A questão é: “até quando?”, ou: “qual é a precisão da estimativa de preço?”.

Em pesquisa realizada junto aos usuários da Piniweb, 349 empresas privadas declararam a faixa de BDI praticada, não exclusivamente para as obras públicas, como apresentado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Faixa de BDI praticada

BDI	% DE EMPRESAS
De 20% a 30%	40,69%
De 10% a 20%	31,52%
De 30% a 40%	16,05%
Até 10%	6,59%
Mais de 40%	5,16%
Total de votos na pesquisa - 349	

Fonte: Revista Mercado, janeiro/2002

Os valores obtidos na pesquisa com as empresas apresentam-se bastante sintonizados com os valores adotados pelos Órgãos.

Outro aspecto, objeto de preocupação, é que a metodologia da forma apresentada faz com que as estimativas de preço, elaboradas pelos Órgãos Públicos, desconsiderem que os processos de contratação se dão dentro de um mercado da construção regido pelas leis da oferta e procura. Com base nessas ausências, alguns estudiosos têm criticado a utilização da formação do preço como custo mais BDI, como proposto pelo Professor Doutor João da Rocha Lima Jr., da Escola Politécnica da USP, em sua obra “BDI nos Preços das Empreitadas – Uma Prática Frágil”, página 2, quando cita:

*“É hora de acabar com a idéia de que preço se faz adicionando uma taxa de BDI ao orçamento de custo e trabalhar com técnicas mais competentes, até para preparar o preço para reivindicações, tão comuns nas relações entre contratantes e empreiteiros, especialmente no trato com a administração pública, onde arbitrariedades muitas vezes não podem ser contrarestadas por falta de preparo legal e técnico para tanto.”*

Nos Tribunais de Contas a missão é ainda mais complexa. Além de estimar o preço da obra é necessário estabelecer o limite a partir do qual a contratação caracterizar-se-á como superfaturada. Poucas são as contribuições tecnico-científicas no sentido de estabelecer procedimentos, com vistas à caracterização de superfaturamento de uma obra. Devido a esta carência, lança-se mão de procedimentos como descrito por Rocha (2001), quando expõe:

*“Os profissionais atualmente procedem a análise de preços de empreendimentos de engenharia mediante a reconstituição de seus custos e a aplicação de um fator de tolerância percentual, definido, muitas vezes, a nível interno, em cada Órgão Público de controle.”*

A imputação de superfaturamento para uma gestão, ou, mais especificamente, para um administrador público, pelo desgaste político que lhe provoca e pelas sanções a que é submetido, exige dos Tribunais de Contas uma segurança quase que absoluta nas suas decisões. No seu §3 do Art.71 a Constituição Federal estabelece que as decisões do Tribunal de Contas, de que resulte imputação de débito, tenham eficácia de título executivo. Conscientes da dimensão de suas decisões, a prática tem levado os Tribunais a adotarem faixas de tolerância muito complacentes a fim de minimizar o risco de acusar indevidamente um superfaturamento.

## **2.3 Uma Proposta de Procedimento para Avaliação**

Nos Órgãos Públicos, o domínio sobre o custo é uma exigência legal; o custo é sem dúvida um balizar fundamental e a engenharia de custo uma necessidade. O problema reside nas incertezas impostas pelas metodologias adotadas nos Órgãos para a estimação destes valores, que podem levar a administração pública a crime pela malversação do dinheiro público, sendo, por isso, indispensável a implementação de instrumentos que possibilitem uma maior confiabilidade nos dados que subsidiam o gestor público em sua tomada de decisão.

Uma outra forma de avaliar o preço para uma obra pública é entender que os preços de bens e serviços, que são transacionados, são frutos de um confronto de forças do seu mercado. Os chamados agentes de mercado pressionam para praticar os preços que lhes convêm, provocando a ocorrência de um determinado nível de equilíbrio que será sempre instável, principalmente nos setores econômicos nos quais não existam tecnologias exclusivas, ou de difícil e custosa aquisição.

Um dos agentes deste mercado é o empreiteiro, que forma seu preço buscando garantir margens de segurança para a cobertura de seus custos e riscos, além de uma certa rentabilidade. Outro agente, o contratante, está disposto a pagar um preço que o satisfaz, sob o ponto de vista de sua capacidade de pagamento; se este pratica rotineiramente esta ação, seu balizador de preço será também resultado da análise que fará dos preços praticados anteriormente. Há por fim, o setor econômico, formado pela concorrência, disposto a ofertar seus preços de modo a vir a executar os serviços (Lima Júnior, 1993). Nesta visão, propõe-se, na presente dissertação, a utilização do próprio mercado da construção civil para obras públicas como instrumento de auditoria, compreendendo: Auditoria de Tabela e Estimação do preço de obras com base nas observações do mercado. Objetiva-se junto às metodologias atualmente utilizadas, prover os administradores públicos e Tribunais de Contas de melhores subsídios para suas tomadas de decisões. Norteando-se por:

*“O todo é maior do que a soma das partes.”*

(Aristóteles, Metafísica 8)

Ainda na utilização do mercado da construção civil como instrumento de auditoria, procura-se, com a aplicação de ferramentas advindas da estatística e probabilidade, identificar o mecanismo de comportamento daquele mercado, propondo a utilização de indicadores e técnicas que venham a auxiliar as Auditorias Operacional e de Gestão e, numa perspectiva de atuação prévia dos Tribunais de Contas, antevendo-se as possíveis irregularidades.

## 3 O PLANO PILOTO E UMA ANÁLISE PRELIMINAR

### 3.1 Introdução

A utilização dos dados observados no mercado de obras públicas, como instrumento de auditoria, passa inicialmente pela necessidade da coleta de informações integrantes dos processos licitatórios e disponíveis apenas nos seus Órgãos de origem.

A abrangência deste mercado, graças à diversidade na natureza das obras e à descentralização das contratações pelo poder público orientou, como primeiro estudo, a implantação de um Plano Piloto.

### 3.2 Caracterização do Plano Piloto

O Plano Piloto proposto concentrou-se nas obras de pavimentação urbana e edificações, licitadas por treze Órgãos Públicos e realizadas nos exercícios de 2000 e 2001.

Foram selecionadas 1.035 (um mil e trinta e cinco) processos licitatórios que somaram historicamente R\$ 215.961.341,45 (duzentos e quinze milhões, novecentos e sessenta e um mil, trezentos e quarenta e um reais e quarenta e cinco centavos) em recursos contratados, conforme apresentado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Quadro dos processos licitatórios e volume de recursos por Órgãos selecionados no Plano Piloto

ÓRGÃOS	NÚMERO DE PROCESSOS LICITATÓRIOS	VOLUME DE RECURSOS ANALISADOS (R\$)
Órgão 01	295	47.028.914,00
Órgão 02	154	34.179.775,03
Órgão 03	71	8.465.880,01
Órgão 04	85	7.392.479,05
Órgão 05	57	12.167.910,00
Órgão 06	62	9.281.184,00
Órgão 07	40	5.016.141,00
Órgão 08	9	1.837.927,20
Órgão 09	31	3.907.907,00
Órgão 10	35	4.543.706,00
Órgão 11	110	42.029.879,16
Órgão 12	27	25.389.753,00
Órgão 13	59	14.719.886,00
TOTAIS	1035	215.961.341,45

As grandes barreiras para se proceder à análise dos preços de uma obra, com dados advindos do mercado, sempre foram o custo da coleta e a burocracia para a obtenção destes dados junto às instituições do poder público. Essas dificuldades são menores para os Tribunais de Contas (TCs), uma vez que, por força constitucional, as entidades públicas são obrigadas a prestarem contas de seus atos administrativos aos TCs. A estes, cabe se posicionarem sobre a economicidade dos contratos celebrados. Esta exigência constitucional acarreta a obrigação natural, do poder público, de disponibilizar seus orçamentos e contratos para os Tribunais de Contas.

Fruto de um mercado imperfeito arraigado de oligopólios, os dados brutos necessitam, para poder se constituírem em parâmetros representativos do mercado, ser tratados. Esta, talvez, constitua-se na etapa mais importante do tratamento de dados, pois cada mercado apresenta sua própria lei de formação, suas variáveis explicativas e seus nuances próprios. O número de fatores que podem estar explicando, de forma significativa, a lei de formação dos preços é extenso; a análise de todos e o custo de obtenção só levaria a inviabilizar o tratamento. Faz-se necessário então a educação do conhecimento do especialista como forma de obter um corpo de evidência que a expresse em termos de uma família de distribuições *a priori*, sobre os parâmetros explicativos do modelo. O tema é, adequadamente, abordado na obra “Decisões Racionais em Situação de Incerteza” (Campello de Souza, 2002).

Apesar do exposto, as limitações, pela necessidade de incorporar as informações das obras anteriormente auditadas, e já compiladas, nos papéis de trabalho desenvolvidos pelo Núcleo de Engenharia (NEG) do TCE-PE, restringiram o horizonte de variáveis explicativas possíveis de se considerar. Tal restrição foi amenizada pelo fato de se limitar o escopo do trabalho à obras de natureza do cotidiano. Com o auxílio dos técnicos do NEG-TCE, foram identificadas variáveis, candidatas a explicar o comportamento do mercado das obras de pavimentação urbana e de edificação, para os treze Órgãos selecionados.

Apresenta-se, a seguir, a descrição, os aspectos legais e uma compilação dos dados observados para cada uma das variáveis selecionadas dentro do Plano Piloto.

### 3.2.1 Órgãos Contratantes – Unidades Gestoras

Várias são as características intrínsecas aos Órgãos e que poderão se refletir sobre o preço resultante de um processo licitatório. Relacionam-se, a seguir, algumas:

- Rigor exercido pela fiscalização do corpo técnico do Órgão;
- Histórico de pagamentos das obrigações por parte do Órgão;
- Flexibilidade para alterações contratuais – aditivos;
- Rigor do Órgão na aplicação das multas e sanções;

- Histórico do Órgão quanto à mudança de administração (risco Órgão).

Para tentar melhor identificar o efeito “Órgão sobre o preço”, proposto para as obras e serviços de engenharia, procurou-se diversificar, quando da seleção dos Órgãos, levando-se em consideração fatores, conforme observado na Tabela 3.2:

Tabela 3.2: Distribuição dos Órgãos selecionados quanto a natureza da administração

Esfera	Poder	Administração	N.º de Órgãos
Estadual	Executivo	Direta	2
	Executivo	Indireta	2
	Judiciário	Direta	1
	Legislativo	Direta	1
Municipal	Executivo	Direta	5
	Executivo	Indireta	2
Total			13

### 3.2.2 Modalidade de Licitação

Dois fatores tem sua influência representada pela modalidade da licitação: primeiro, o porte da obra, pois de uma forma simplista, é o valor estimado para a obra que irá definir a modalidade do processo licitatório (Tabela 3.3); segundo, os efeitos causados pelas exigências legais inerentes a cada modalidade, conforme abordado por Cabral (2002, p. 83), e transcrito a seguir:

*“O legislador, ao definir as modalidades de licitação no Art. 22<sup>1</sup> da Lei nº 8.666, preocupou-se, principalmente com a obtenção da proposta mais vantajosa para a Administração Pública e considerou também a agilidade e a economicidade do processo*

<sup>1</sup>“**Art. 22-** São modalidades de licitação:

*I - concorrência;*

*II - tomada de preços;*

*III - convite;*

§1º. *Concorrência é a modalidade de licitação entre quaisquer interessados que, na fase inicial de habilitação preliminar, comprovem possuir os requisitos mínimos de qualificação exigidos no edital para execução de seu objeto.*

§2º. *Tomada de preços é a modalidade de licitação entre interessados devidamente cadastrados ou que atenderem a todas as condições exigidas para cadastramento até o terceiro dia anterior à data do recebimento das propostas, observada a necessária qualificação.*

§3º. *Convite é a modalidade de licitação entre interessados do ramo pertinente ao seu objeto, cadastrados ou não, escolhidos e convidados em número mínimo de 3 (três) pela unidade administrativa, a qual afixará, em local apropriado, cópia do instrumento convocatório e o estenderá aos demais cadastrados na correspondente especialidade que manifestarem seu interesse com antecedência de até 24 (vinte e quatro) horas da apresentação das propostas.*

§8º. *É vedada a criação de outras modalidades de licitação ou a combinação das referidas neste artigo.”*  
(Lei nº 8.666/93).

*licitatório. Para as modalidades de tomada de preços e concorrência, a lei exige a publicidade do certame licitatório em Diário Oficial e jornais de grande circulação, para ampliar a área de competição, tendo em vista a importância destas obras (valores superiores a R\$ 150.000,00) e o custo dessas publicações.*

*No caso de pequenas obras, de valor inferior a R\$ 15.000,00, é permitida a dispensa de licitação, ou seja, a Administração deve solicitar três propostas de preço a empresas qualificadas para execução da obra e contratar com a empresa que apresentar melhor proposta de preço. O mesmo ocorre no caso dos convites, para obras de valor entre R\$ 15.000,00 e R\$ 150.000,00, em que o processo é mais formal, exigindo que sejam convidadas no mínimo três empresas para participar da licitação, e estas devem apresentar, em envelopes separados, e no prazo previsto na Lei de Licitações, os documentos de qualificação e a proposta de preços. No caso de convites são colocados avisos contendo os resumos dos editais no local da repartição, e não é exigida na Lei nº 8.666/93 a sua publicação em jornais de grande circulação.”*

A Lei de Licitações, Lei nº 8.666/93, e suas alterações subsequentes<sup>2</sup>, estabelece limites específicos, por modalidade de processo licitatório, quando o objetivo é a realização de uma obra ou serviço de engenharia, conforme Tabela 3.3.

Tabela 3.3: Limites para as diferentes modalidades de licitação

ESPÉCIES	MODALIDADES	VALORES (R\$)	
		Acima de	Até
Obras e Serviços de Engenharia	Dispensa de Licitação	-	R\$ 15.000,00
	Convite	R\$ 15.000,00	R\$ 150.000,00
	Tomada de Preços	R\$ 150.000,00	R\$ 1.500.000,00
	Concorrência	R\$ 1.500.000,00	-

Fontes: Lei nº 8.666/93 e Lei nº 9.648/98

No Plano Piloto, as contratações objeto de dispensa de licitação não foram selecionadas, uma vez que a ausência de formalismo no processo, observada na maioria das vezes, frustra a competitividade desejada. Nestes casos, os órgãos quase sempre convidam as empresas a executarem os serviços pelo preço do Órgão (tabela adotada pelo Órgão + BDI estimado pelo Órgão).

Apresenta-se na Figura 3.1 a representação percentual das modalidades de licitação observadas no Plano Piloto.

<sup>2</sup>Art. 1º da Lei nº 9.648, de 27/05/1998, que altera os arts. 23, I e II e 24, I e II da Lei nº 8.666/98, publicado no DOU, Seção 1, de 28/05/1998.

A Lei nº 9.648, de 27/05/1998, estabelece como limite para dispensa nas compras, obras e serviços contratados por sociedade de economia mista e empresa pública, bem assim por autarquia e fundação qualificadas, na forma da lei, como Agências Executivas, o dobro do apresentado ou seja R\$ 30.000,00 (trinta mil reais).



Figura 3.1: Distribuição dos processos obtidos no Plano Piloto por modalidade de licitação

A Tabela 3.4 apresenta a distribuição dos processos licitatórios, observada nos Órgãos que compõem o Plano Piloto, por modalidade de licitação.

Tabela 3.4: Número de processos observados por modalidades de licitação nos Órgãos

ÓRGÃOS	MODALIDADES DE PROCESSOS LICITATÓRIOS			Total
	Carta Convite	Tomada de Preços	Concorrência	
Órgão 01	213	77	5	295
Órgão 02	135	10	9	154
Órgão 03	64	7	0	71
Órgão 04	80	4	1	85
Órgão 05	39	18	0	57
Órgão 06	57	4	1	62
Órgão 07	38	2	0	40
Órgão 08	1	7	1	8
Órgão 09	16	15	0	31
Órgão 10	13	22	0	35
Órgão 11	20	40	50	110
Órgão 12	5	15	7	27
Órgão 13	33	24	2	57
<b>TOTAIS</b>	<b>714</b>	<b>245</b>	<b>76</b>	<b>1.035</b>

### 3.2.3 Número de Participantes nos Processos Licitatórios

Há de se esperar que a competitividade em uma licitação influencie diretamente no seu resultado. Existe, portanto, uma tendência a se obter propostas mais vantajosas quanto maior for o número de participantes no processo licitatório.

Inicialmente, faz-se necessário esclarecer que, para a caracterização do número de participantes, foram coletadas informações em dois momentos distintos do processo licitatório: primeiro, após a etapa de habilitação, sendo denominados de PARTICIPANTES HABILITADOS; segundo, apenas os que permaneceram após a etapa de classificação e que foram denominados de PARTICIPANTES CLASSIFICADOS.

Nas modalidades dos processos licitatórios, objetos de estudo, apenas o § 3º do Art. 22 da Lei nº 8.666/93 estabelece restrição quanto ao número mínimo de participantes quando da definição da modalidade convite – "...é a modalidade de licitação entre interessados do ramo pertinente ao seu objeto, cadastrados ou não, escolhidos e convidados em número mínimo de 3 (três) pela unidade administrativa,..."

Apresenta-se na Figura 3.2 o número médio de participantes por modalidade de licitação, observado a partir dos dados do Plano Piloto.

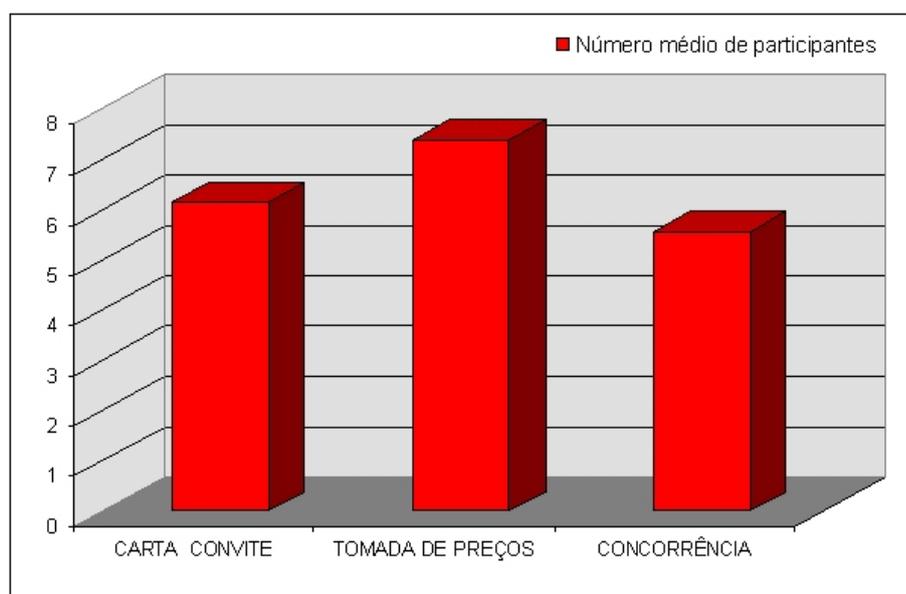


Figura 3.2: Número médio de participantes por modalidade de licitação

Na Figura 3.2 verifica-se uma quantidade maior no número médio de participantes da modalidade tomada de preços comparada à carta convite. Esta quantidade pode ser, em parte, explicada pela exigência legal de maior divulgação e prazo para a realização do certame na tomada de preços. Já nas concorrências, não obstante a ampla divulgação, maiores exigências na fase de habilitação e a necessidade de que as empresas possuam aportes em capital de giro mais elevados restringem o mercado de propensos proponentes, diminuindo a competitividade média nesta modalidade.

Segundo constatou Cabral (2002), com base em pesquisa realizada junto a 640 obras municipais realizadas no Estado no exercício de 2000, em apenas 12% das licitações participaram mais de 3 licitantes, ou seja, o número mínimo exigido pela Lei nº 8.666/93 para a modalidade

carta convite. Estes processos com mais de três licitantes, em sua maioria, foram tomadas de preços ou concorrências, realizadas por Municípios da Região Metropolitana do Recife e nos Municípios com população superior a 50.000 habitantes.

Voltando ao Plano Piloto, pode-se constatar na Figura 3.3, que em 6 (seis) Órgãos analisados o número médio de participantes foi inferior a 4 (quatro), e que em apenas 4 (quatro) Órgãos o número médio foi superior a 8 (oito) licitantes classificados.

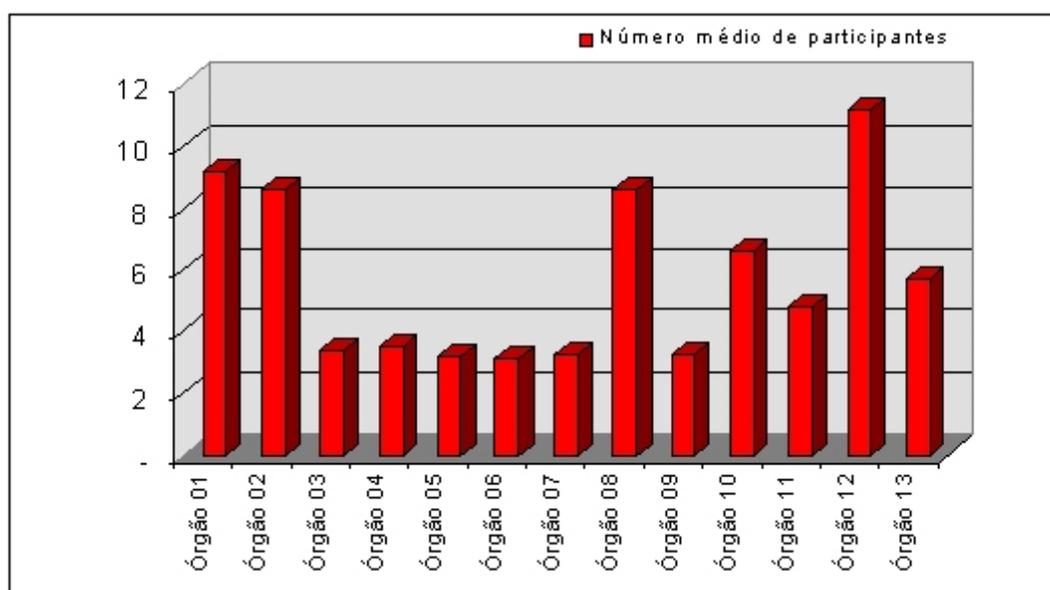


Figura 3.3: Número médio de participantes por Órgão

Ainda segundo Cabral (2002), a baixa competitividade dos processos licitatórios deve-se principalmente à pouca divulgação dos certames, especialmente na modalidade convite, da qual participam, em geral, apenas os três convidados, embora a lei estimule a participação de mais concorrentes.

Apresenta-se na Tabela 3.5 o número médio de participantes classificados por modalidade e por Órgão, observados nos dados obtidos no Plano Piloto.

### 3.2.4 Natureza da Obra

Em uma primeira análise, é coerente admitir que para obras de naturezas tão distintas como construção civil, estradas, barragens, etc., ocorram variações no preço de um serviço. Como já fora mencionado, o escopo do Plano Piloto por restringir-se a obras de pavimentação urbana e edificação, limita a verificação da existência de variações significativas nos serviços motivadas pela natureza da obra, a esses dois fatores.

Tabela 3.5: Número médio de participantes classificados nos processos licitatórios observados por modalidades de licitação e por Órgão

ÓRGÃOS	MODALIDADES DE PROCESSOS LICITATÓRIOS			
	Carta Convite	Tomada de Preços	Concorrência	Global
Órgão 01	8,4883	10,9091	10,4000	9,153
Órgão 02	9,1852	5,2000	3,3333	8,584
Órgão 03	3,0938	6,0000	-	3,380
Órgão 04	3,3000	7,2500	1,0000	3,459
Órgão 05	3,0769	3,3333	-	3,158
Órgão 06	3,2105	2,0000	2,0000	3,113
Órgão 07	3,2895	2,0000	-	3,225
Órgão 08	3,0000	8,8571	12,0000	8,556
Órgão 09	2,8750	3,6000	-	3,226
Órgão 10	6,0000	6,9091	-	6,571
Órgão 11	5,3000	5,1000	4,3800	4,809
Órgão 12	4,4000	11,8667	14,4286	11,148
Órgão 13	6,0000	5,3750	3,5000	5,661
<b>MÉDIAS</b>	6,1499	7,4041	5,5789	6,405

No tocante à “natureza” as obras selecionadas para compor o Plano Piloto foram ainda subdivididas em obras novas e reformas/recuperação, conforme encontra-se apresentado na Figura 3.4.

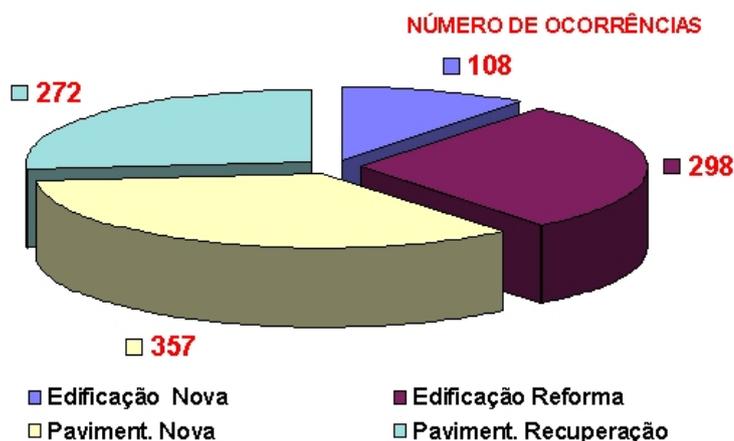


Figura 3.4: Composição dos processos licitatórios quanto a natureza das obras

### 3.2.5 Porte da Obra

Este talvez constitua o fator de mais difícil análise, pois é sensato pensar que, quanto maior o porte da obra, maior risco represente para o construtor e conseqüentemente a elevação no preço. Em contrapartida, as reduções de preço aparecem com maior representatividade em virtude das economias de escala.

O porte da obra foi representado por duas variáveis: o preço de custo do Órgão para a obra e o preço proposto pela empresa vencedora da licitação. O primeiro é calculado pelo Órgão para subsidiar a realização do processo licitatório, conforme exigido pelo Art. 7 da Lei nº 8.666/93; o segundo é elaborado pela empresa proponente e só é conhecido nas etapas finais do processo licitatório.

Apresenta-se, na Tabela 3.6, o preço médio das propostas vencedoras classificados por modalidade e por Órgão, observados nos dados obtidos no Plano Piloto.

Tabela 3.6: Valor médio das propostas vencedoras dos processos licitatórios observados por modalidades de licitação e por Órgão

ÓRGÃOS	MODALIDADES DE PROCESSOS LICITATÓRIOS		
	Carta Convite (R\$)	Tomada de Preços (R\$)	Concorrência (R\$)
Órgão 01	66.239,47	283.019,77	2.225.476,80
Órgão 02	104.221,99	456.125,50	1.727.616,78
Órgão 03	83.524,69	445.757,14	-
Órgão 04	66.472,31	273.614,75	980.235,00
Órgão 05	96.747,46	466.375,50	-
Órgão 06	83.825,84	637.092,50	1.954.741,00
Órgão 07	110.124,03	415.714,00	-
Órgão 08	38.272,93	183.306,32	516.510,00
Órgão 09	46.019,25	211.439,93	-
Órgão 10	33.646,31	186.650,18	-
Órgão 11	72.330,90	304.919,00	567.730,02
Órgão 12	55.254,80	545.958,27	2.417.729,29
Órgão 13	55.708,48	354.698,46	2.184.371,50
<b>MÉDIAS</b>	<b>78.923,72</b>	<b>325.726,68</b>	<b>1.050.089,08</b>

### 3.2.6 Limite de Aceitabilidade de Preços

Por exigência do Art. 40 da Lei nº 8.666/93, os Órgãos deverão estabelecer limites de aceitabilidade de preços, global ou unitário, conforme o caso. Esse parâmetro representa um limiar para as propostas das empresas, pois caso o preço ultrapasse este limite a proposta deverá ser

desclassificada; logo, é de se esperar que os limites de aceitabilidade repercutam nos preços propostos. Esta interferência será mais incisiva na medida em que os preços praticados no mercado apresentem-se próximos dos limites de aceitabilidade ou quando os processos apresentarem frustada a competitividade.

Na Tabela 3.7, são apresentados os limites de aceitabilidade praticados pelos Órgãos estudados, descritos sob a forma de taxa que incide sobre o custo estimado. Esta taxa apesar de não ser, funciona como um BDI máximo do Órgão.

Tabela 3.7: Limites de aceitabilidade de preços estabelecidos pelos Órgãos nos exercícios 2000 e 2001

ÓRGÃOS	LIMITE DE ACEITABILIDADE DE PREÇO	
	EXERCÍCIO 2000	EXERCÍCIO 2001
Órgão 01	30%	30%
Órgão 02	20%	20%
Órgão 03	20%	20%
Órgão 04	20%	20%
Órgão 05	20%	20%
Órgão 06	30%	30%
Órgão 07	20%	20%
Órgão 08	25%	25%
Órgão 09	20% – 30%	30%
Órgão 10	20%	20%
Órgão 11	20%	20%
Órgão 12	30%	30%
Órgão 13	20% – 30%	20% – 30%

Fonte: Administrações dos Órgãos

### 3.2.7 Localização da Obra

Segundo Rocha (2001), algumas características regionais ou microregionais podem influenciar os preços dos insumos da construção civil e gerar diferenciação entre os mercados das diversas regiões. Na maioria das vezes, o custo de transportar os materiais para cidades mais distantes só é cobrado pelos comerciantes e fabricantes, quando as distâncias excedem 50Km. Em contrapartida, a mão-de-obra é mais barata em cidades distantes das grandes áreas urbanas. Com relação aos materiais de construção, a distância para as grandes cidades não provoca um aumento linear nos preços. Os preços de materiais também são influenciados por outros fatores, como a abundância de recursos naturais na região. Indica, segundo Rocha (2001), a forte influência das características geográficas sobre o mercado da construção civil.

Conforme a Figura 3.5, acerca da localização das obras que integram o Plano Piloto,

verifica-se uma concentração muito forte (86,38%) na Região Metropolitana do Recife - RMR, localizando-se apenas 13,62% fora da RMR. Este desequilíbrio poderá distorcer o efeito da localização da obra.

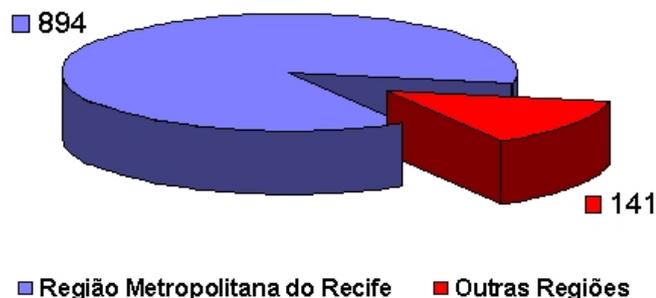


Figura 3.5: Localização das obras do Plano Piloto em relação a RMR

### 3.2.8 Data da Licitação

A variável “data da licitação” objetiva aferir a evolução dos preços ao longo dos anos de 2000 e 2001, bem como servir de parâmetro para identificar o efeito de ocorrências, como mudanças nas administrações ou as eleições municipais ocorridas em 2000.

Em função de mudanças de gestão, verificadas em alguns dos Órgãos selecionados, a data da licitação possibilita ainda uma análise, denominada Análise de Gestão, ao permitir a comparação, sob o aspecto da contratação de obras públicas, do desempenho de duas gestões em um mesmo Órgão.

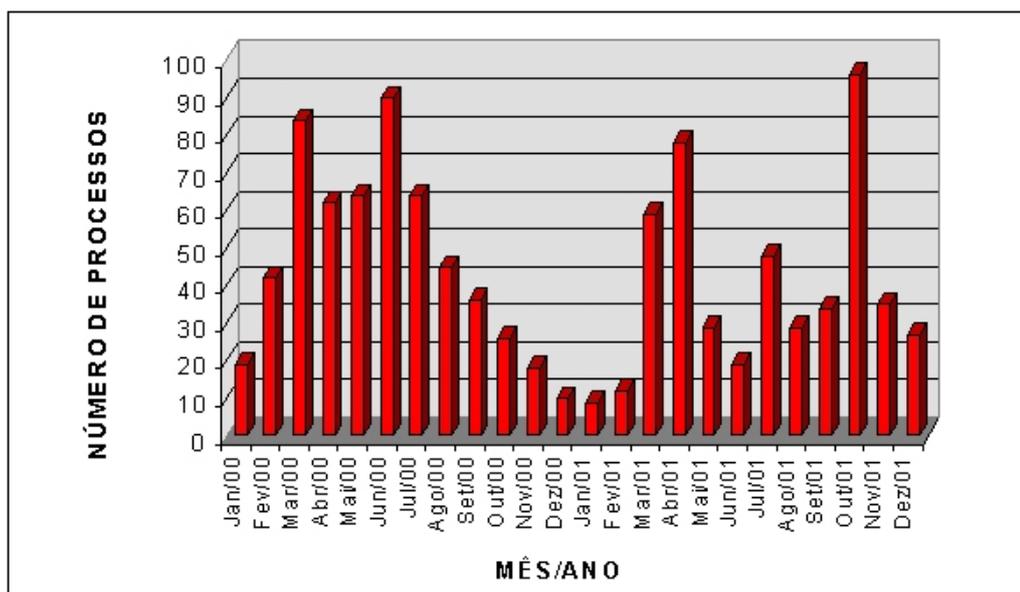


Figura 3.6: Evolução mensal do número de processos licitatórios ao longo dos exercícios 2000 e 2001

Convém comentar a contemporaneidade da realização dos processos licitatórios no ano de 2000 – ano em que ocorreram eleições municipais. Verifica-se na Figura 3.6 uma concentração de licitações nos meses que antecedem o processo eleitoral e um acentuado decréscimo no período de agosto de 2000 a janeiro de 2001.

O Tribunal de Contas do Estado tem intensificado seu processo de fiscalização durante os meses que antecedem o processo eleitoral, com uma auditoria concomitante denominada “Operação Eleições”.

### 3.2.9 Prazo da Obra

As contratações dos preços de uma obra dão-se para valer por períodos longos, o que faz aumentar os riscos do negócio, principalmente ao se considerar que as regras de reajustamento são fixas (atualmente os preços não podem ser reajustados em prazo inferior a um ano), isto em uma economia imprevisível e onde a revisão de preço dar-se-á apenas quando constatado o desequilíbrio econômico do contrato.

Apresenta-se na Figura 3.7, o número de processos licitatórios distribuídos em função do prazo da obra constante em edital, extraídos dos dados obtidos no Plano Piloto.

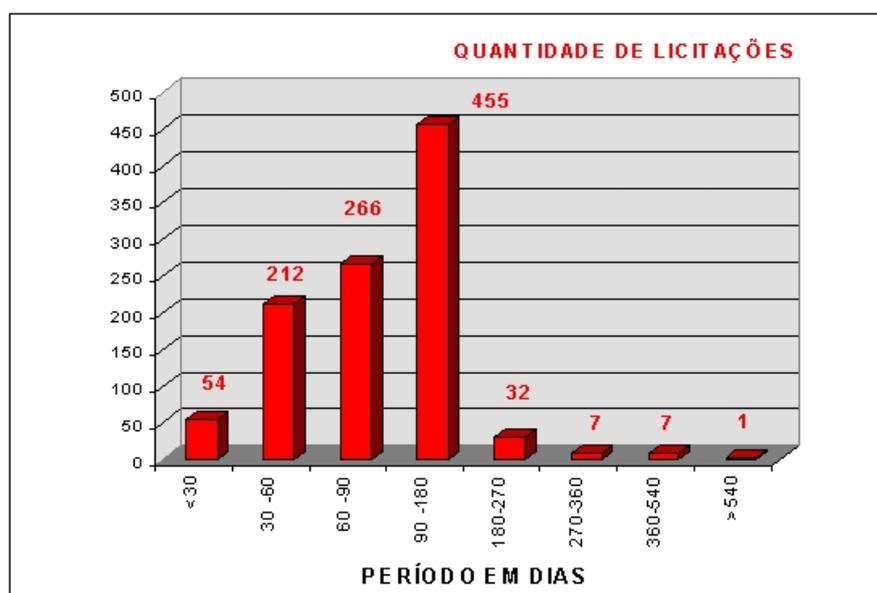


Figura 3.7: Número de obras em função do prazo de execução constante em edital

Constata-se pela Figura 3.7 que 95,36% das obras apresentam prazo de até 180 dias e apenas oito obras apresentam prazo superior a um ano, caracterizando a predominância de obras de médio e pequeno porte. Esta concentração em obras com prazo inferior a 180 dias, poderá influenciar na identificação do efeito do prazo da obra sobre os preços dos serviços.

### 3.2.10 Indícios da Prática de Conluio pelas Empresas

Segundo o dicionário Aurélio, a palavra conluio significa:

“[Do lat. *colluiu.*] *S. m.* **1.** Combinação entre duas ou mais pessoas para lesar outrem, maquinação, trama, conspiração; **2.** *P. ext.* Colusão.”

Em um mercado imperfeito, como o da construção civil pública, conluios de empresas objetivando fraudar a competitividade e tirar vantagem no processo licitatório, como já comentado, não representam fato incomum. Esta prática tão perseguida pelos Tribunais de Contas, representa, sem sombra de dúvida, a forma mais lesiva ao cofres públicos.

Nos processos que compõem o Plano Piloto, registram-se duas ocorrências de indícios de formação de conluios por parte das empresas proponentes. A Tabela 3.8 apresenta estas ocorrências.

Tabela 3.8: Caracterização dos indícios de conluios estudados

INDÍCIOS DE CONLUIO	NÚMERO DE PROCESSOS LICITATÓRIOS	RECURSOS ENVOLVIDOS (APROXIMADO)
Indício 1	32	R\$ 35.000.000,00
Indício 2	42	
Total	74	R\$ 35.000.000,00

### 3.2.11 Regime de Empreitada

A escolha do regime de empreitada em um processo licitatório interfere nos riscos aos quais estão expostas as empresas, quando da contratação, o que pode vir a influenciar os preços contratados.

Nas obras executadas de forma indireta (contratadas junto a terceiros), a Lei nº 8.666/93, em seu Art.10, prevê a possibilidade da execução pelos regimes de: empreitada por preço global, empreitada por preço unitário, tarefa, e empreitada integral. Em Pernambuco os dois primeiros regimes são mais comuns.

Como definido no Art. 6 da Lei nº 8.666/93<sup>3</sup>, na contratação pelo regime de preço unitário a empresa contratada recebe por “preço unitário contratado”, conforme a quantidade executada.

<sup>3</sup>“**Art. 6** - Para os fins desta lei, considera-se:

VIII - Execução indireta - a que o Órgão ou entidade contrata com terceiros, sob qualquer dos seguintes regimes:

a) empreitada por preço global - quando se contrata a execução da obra ou do serviço por preço certo e total;  
 b) empreitada por preço unitário - quando se contrata a execução da obra ou do serviço por preço certo de unidades determinadas;  
 c) (Vetado);

Neste caso as partes contratuais acordam o preço unitário do serviço e o preço global será em função da quantidade efetivamente executada. Já no regime de preço global o acordo se dá no preço global da obra, indiferente às quantidades unitárias dos serviços que se façam necessárias executar para a conclusão da obra. É óbvio que a contratação por preço global agrega mais risco para ambas as partes.

Mesmo dentro do regime de execução de preço global o risco é variável, sendo proporcional ao nível de detalhamento do projeto básico e às incertezas quanto as especificações da obra, dentre outros aspectos.

Segundo constatado por Cabral (2002), nos municípios da Região Metropolitana do Recife predominam nas licitações o regime de Empreitada por Preço Unitário, o qual pode ser observado em 85% dos contratos com regime de execução identificados. Nos municípios com população superior a 50.000 habitantes ainda predominam as licitações no regime de empreitada por preço unitário, porém o percentual cai para 62% das licitações. Ao se analisar 136 municípios do Estado constatou-se que, apesar da deficiência de profissionais habilitados nos quadros das Prefeituras e insuficiência dos projetos básicos, o regime mais utilizado é o de Empreitada por Preço Global (69% dos contratos analisados). Impressiona, pois este é exatamente o regime menos indicado quando não há projeto básico completo.

Nas licitações realizadas pelos Órgãos que compõem o Plano Piloto e que foram objeto de seleção, constatou-se que, em apenas 3 delas, o regime de execução era verdadeiramente de Empreitada por Preço Global. Dada a baixíssima representatividade optou-se por não incluir estas licitações e estudar apenas as contratações no regime de Empreitada por Preço Unitário.

Vários outros fatores de influência foram listados, porém, como já abordado, não foi possível incluí-los na presente análise. Alguns serão citados, a seguir, objetivando colaborar com futuros trabalhos sobre o assunto.

- Critérios de habilitação técnica exigidos nos processos licitatórios;
- Dificuldades técnicas inerentes à obra;
- Grau de detalhamento do projeto básico e/ou executivo;
- Grau de detalhamento das especificações;
- Forma de pagamento;

---

*d) tarefa - quando se ajusta mão-de-obra para pequenos trabalhos por preço certo, com ou sem fornecimento de materiais;*

*e) empreitada integral - quando se contrata um empreendimento em sua integralidade, compreendendo todas as etapas das obras, serviços e instalações necessárias, sob inteira responsabilidade da contratada até a sua entrega ao contratante em condições de entrada em operação, atendidos os requisitos técnicos e legais para sua utilização em condições de segurança estrutural e operacional e com as características adequadas às finalidades para que foi contratada;" (Lei nº 8.666/93)*

- Representatividade no valor global da obra de serviços terceirizados;
- Representatividade no valor global dos serviços orçados como verba;
- Origem dos recursos;
- Importância da obra no cenário político;
- Susceptibilidade da obra a cartéis entre fornecedores de insumo.

### 3.3 O Banco de Dados dos Preços

A coleta dos dados dos processos licitatórios, formalmente autorizada a época pelo então Presidente do Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco, Conselheiro Adalberto Farias, foi realizada junto aos Órgãos contratantes, no período de setembro de 2001 a fevereiro de 2002.

Para a construção do banco de dados lançou-se mão do programa dedicado pertencente ao TCE-PE, denominado Registro de Cotação. Algumas adequações no sistema, concebido em Access, fizeram-se necessárias para atender aos objetivos do trabalho, conforme apresentado na tela de cadastro dos dados extraídos dos processos licitatórios componentes do Plano Piloto, Figura 3.8.

O sistema, em linhas gerais, cadastra informações que podem ser separadas em dois níveis.

I) Primeiro nível - as informações gerais do processo licitatório:

- Unidade gestora;
- Cidade;
- Modalidade de licitação;
- Número da licitação;
- Data da aquisição (realização);
- Regime de empreitada;
- Valor da licitação;
- Natureza da obra;
- Número de participantes classificados;
- Número de participantes habilitados;
- Prazo da obra e preço base.

II) Segundo nível – são cadastradas as informações referentes aos serviços que compõem o orçamento da obra apresentados pela proponente vencedora do certame licitatório:

- Serviços cadastrados;
- Serviços não cadastrados.

A diferenciação da denominação de serviços em cadastrados e não cadastrados, dá-se pelo fato de que, no primeiro, o serviço a cadastrar já apresenta sua descrição contemplada em uma base de referência do sistema. Esta é a grande virtude do sistema, pois à medida em que os serviços são cadastrados estão também sendo compilados por referências comuns, o que permitirá comparações nas etapas posteriores. Os serviços não cadastrados são aqueles cuja descrição não se assemelham com os serviços da base de referência.

**Tribunal De Contas Do Estado de PE - Registro de Cotações de Engenharia**

Unidade Gestora:  Cidade:   
 Modalidade de Licitação:  Núm. Licitação:   
 Data da Aquisição:  Tipo da Aquisição:   
 Regime de Empreitada:  Valor Licitação:   
 Natureza da Obra:  Nº Participantes:   
 Nº Habilitados:  Prazo da Obra:   
 Preço Base:

Cód. Prod.	Descrição do Produto	Unid.	Empenho	Quantidade	Preço Unit.	Preço Total
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0,00	0,00	0,00

Registro:  de 1

**Produtos Não Cadastrados:**

Descrição do Produto	Unid.	Empenho	Quantidade	Preço Unit.	Preço Total
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0,00	0,00	0,00

Registro:  de 1

**Valor Total Cotado:**

Figura 3.8: Tela de cadastro dos dados gerais dos processos licitatórios das obras

A base de referência implantada no sistema contempla serviços advindos de três tabelas de preços adotadas pelos Órgãos selecionados. A base é composta por 2.369 serviços de engenharia.

No registro dos serviços, tanto na classificação “cadastrados” quanto “não cadastrados”, são lançadas informações quanto ao código do serviço - apenas para os serviços “cadastrados”, à descrição do serviço e unidade do serviço – apenas para os “não cadastrados”, e ainda quantidades, empenho (facultativo) e preço unitário proposto (Figura 3.9).

O banco de dados composto por 1.035 obras somou o registro de 64.745 serviços como apresentado na Tabela 3.9.

**Tribunal De Contas Do Estado de PE - Registro de Cotações de Engenharia**

Unidade Gestora:  Cidade:   
 Modalidade de Licitação:  Núm. Licitação:   
 Data da Aquisição:  Tipo da Aquisição:   
 Regime de Empreitada:  Valor Licitação:   
 Natureza da Obra:  Nº Participantes:   
 Nº Habilitados:  Prazo da Obra:   
 Preço Base:

Cód. Prod.	Descrição do Produto	Unid.	Empenho	Quantidade	Preço Unit.	Preço Total
				0,00	0,00	0,00
	Concreto armado das caixas d'agua superiores	M3				
	Concreto armado do radier (M.O)	M3				
	Concreto armado FCK 180	M3				
	Concreto armado pronto, FCK 15 MPA, condição B (NBR - 12655), lançado em fundações e adensado, inclus	M3				
	Concreto armado pronto, FCK 15 MPA, condição B (NBR - 12655), lançado em lajes e adensado, inclusive fo	M3				
	Concreto armado pronto, FCK 15 MPA, condição B (NBR - 12655), lançado em pilares e adensado, inclusive t	M3				
	Concreto armado pronto, FCK 15 MPA, condição B (NBR - 12655), lançado em qualquer tipo de estrutura e ac	M3				
	Concreto armado pronto, FCK 15 MPA, condição B (NBR - 12655), lançado em vigas e adensado, inclusive fc	M3				
				0,00	0,00	0,00

Registro:  de 1

**Valor Total Cotado:**

Figura 3.9: Inserção de serviços “classificados” na tela de “cadastro de dados”.

Apresenta-se no Apêndice 7 a base de dados compilada dos serviços cadastrados observados no Plano Piloto, contendo a estatística descritiva e o intervalo de confiança para a média dos preços dos serviços.

Tabela 3.9: Número de ocorrências de serviços registradas no Plano Piloto divididos em cadastrados e não cadastrados

SERVIÇOS DE ENGENHARIA	NÚMERO DE OCORRÊNCIAS REGISTRADAS
Serviços Cadastrados	53.562
Serviços Não Cadastrados	11.183
Total	64.745

## 4 ANÁLISE INDIVIDUALIZADA DAS VARIÁVEIS DE INFLUÊNCIA

### 4.1 Introdução

No presente capítulo, os estudos serão desenvolvidos no sentido de procurar identificar a influência das variáveis selecionadas e caracterizadas no capítulo anterior, sobre os preços das obras e serviços de engenharia que compõem o Plano Piloto.

Para tornar possível uma comparação ente os preços propostos para as várias obras ou serviços contratados faz-se necessário, inicialmente, proceder a homogeneização destes preços. Para tanto, introduziu-se a definição de dois índices: o IPCS – Índice Preço Custo de Serviço e o IPCC – Índice Preço Custo do Contrato, definidos como abaixo descrito:

**IPCS - Índice Preço Custo de Serviço:** Representa a relação entre o preço proposto para a realização de um serviço de engenharia pela empresa vencedora do certame licitatório, e o preço de custo apresentado pela tabela de preços adotada como base na presente análise.

$$IPCS = \frac{PSL}{CST}$$

onde:

PSL é o preço unitário do serviço verificado em processo licitatório;

CST é o custo unitário para realização do serviço apresentado em tabela de preços adotada como base para a análise.

**IPCC - Índice Preço Custo do Contrato:** Representa a relação entre o valor global proposto para a realização da obra de engenharia pela empresa vencedora do certame licitatório e o custo da obra, estimado com base nos preços unitários dos serviços obtidos nas tabelas de preços. Na presente análise, adotou-se como custo da obra os orçamentos elaborados pelos Órgãos. Essa prática só foi possível face aos Órgãos que compõem o Plano Piloto utilizarem, preferencialmente, como referencial básico, uma mesma tabela de preços. O que representou uma homogeneização natural quanto à base de custos.

O IPCC pode ser entendido como um índice de preços agregado dos serviços contratados para as obras públicas.

$$IPCC = \frac{PGV}{CTO}$$

onde:

PGV é o preço global para uma obra, vencedor do processo licitatório;

CTO é o custo total estimado para a obra com base em tabelas de preços.

Para a utilização dos custos estimados pelos Órgãos como CTO, foram coletados os orçamentos que integram os instrumentos convocatórios dos processos licitatórios. Alguns Órgãos declararam apenas o preço máximo de aceitabilidade nos editais. Neste caso, o custo foi obtido tirando-se do preço, a parcela referente ao “BDI máximo do Órgão”, devidamente declarado.

Com base nos IPCC e IPCS, serão apresentadas, a seguir, análises da influência das variáveis selecionadas, de forma isolada, sobre os preços dos serviços praticados no mercado da construção civil pública na área delimitada pelo Plano Piloto.

## 4.2 Variáveis de Influência

### 4.2.1 Unidades Gestoras – Órgãos

Apresenta-se, na Tabela 4.1, os valores médios dos IPCC e IPCS obtidos por Órgão selecionado.

Tabela 4.1: IPCC e IPCS médios por Órgão

ÓRGÃOS	INDICADORES PREÇO / CUSTO	
	IPCC	IPCS
Órgão 01	0,9423	0,8618
Órgão 02	0,9570	0,8907
Órgão 03	1,0990	1,0531
Órgão 04	1,1313	1,0279
Órgão 05	1,1292	1,0380
Órgão 06	1,2634	1,1636
Órgão 07	1,1707	1,1395
Órgão 08	0,9871	0,9888
Órgão 09	1,0556	0,9806
Órgão 10	0,9430	0,9328
Órgão 11	1,1318	1,1460
Órgão 12	0,9412	0,8360
Órgão 13	0,9177	1,0002
Média	1,0316	0,9973
Mínimo	0,9177	0,8360
Máximo	1,2634	1,1636

Ao analisar a Tabela 4.1, chama atenção a existência de IPCC e IPCS com valores médios abaixo do custo de tabela, sendo observado o menor valor para o IPCS no Órgão 12, com o resultado de 0,836. Deste resultado, pode-se extrair que as empresas estão propondo preços unitários para execução dos serviços 16,4%, em média, abaixo dos valores de custo observados em tabela. Ressalta-se que a relação feita reflete a comparação entre preço e custo; ou seja, o preço que está em média 16,4% abaixo do custo, tem por obrigação ser constituído: dos custos diretos necessários à realização do serviço, dos custos indiretos e ainda remunerar o construtor. O resultado é intrigante. Porém, para se ter uma análise mais fundamentada, faz-se necessário observar a influência dos outros fatores abordados no decorrer do capítulo.

Continuando a análise da Tabela 4.1, verifica-se que os valores médios nos IPCC variam de 0,9177 a 1,2634, e antes de se buscar encontrar fatores que possam vir a justificar essas variações, faz-se necessário identificar se elas são estatisticamente significativas, ou se as diferenças observadas são exclusivamente devidas ao acaso, pela seleção da amostra que compõe o Plano Piloto.

Para esta verificação, lançou-se mão do teste da diferença de médias para amostras com variâncias populacionais desconhecidas<sup>1</sup>, e presumidas diferentes, utilizando-se para tanto a estatística “t de Student”. O referido teste pode ser encontrado em Wonnacott & Wonnacott (1980, p. 190 a 193).

Foram utilizados dois parâmetros para o teste: o valor observado  $t_{observado}$  será comparado inicialmente com o t-crítico, correspondente ao nível de significância de 5%, e em seguida com “p-value”, que é a probabilidade calculada para que a hipótese nula seja verdadeira, ou seja, o nível de significância observado será comparado com o nível de significância admitido.

Hipóteses a serem testadas:

$$H_0: \overline{X}_1 - \overline{X}_2 = 0$$

$$H_1: \overline{X}_1 - \overline{X}_2 \neq 0$$

---

<sup>1</sup>Teste para diferença de média de duas amostras com variâncias desconhecidas:

- Estatística utilizada é o teste t definida pela expressão:

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

- Graus de liberdade (gl) calculados pela expressão:

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2-1}}$$

Deve-se adotar como gl o inteiro mais próximo do valor obtido da formula acima. (Wonnacott & Wonnacott, 1980)

A decisão sobre as hipóteses pode se dar pela comparação entre os valores do  $t_{observado}$  e  $t_{crítico}$ . Rejeita-se a hipótese  $H_0$  quando  $|t_{observado}| > t_{crítico}$ , em caso contrário, aceita-se  $H_0$ . A mesma análise pode ser obtida pela observação direta do valor de “ $p$ -value”; quando superior a 5% (significância julgada razoável para a análise), aceita-se a hipótese  $H_0$  e, em caso contrário, rejeita-se  $H_0$ . Na Tabela 4.2, apresenta-se os resultados obtidos para a comparação entre a média do IPCC, observada para o Órgão 01, e as médias dos demais Órgãos.

Tabela 4.2: Teste de hipótese para verificar a existência de diferença significativa entre a média do IPCC do Órgão 01 com a dos demais Órgãos

TESTE DE HIPÓTESE PARA DIFERENÇA DAS MÉDIAS - IPCC DO ÓRGÃO						
Órg. A	Órg. B	gl	$t_{observado}$	$t_{crítico}$	“ $p$ -value”	Decisão
Órg. 01	Órg. 02	309	-0,747	1,968	45,56%	Aceitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 03	221	-9,569	1,971	0,00%	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 04	327	-12,905	1,967	0,00%	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 05	85	-7,154	1,988	0,00%	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 06	349	-26,221	1,967	0,00%	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 07	166	-14,901	1,974	0,00%	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 08	10	-1,245	2,228	24,15%	Aceitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 09	52	-4,847	2,007	0,00%	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 10	91	-0,040	1,986	96,83%	Aceitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 11	235	-9,828	1,970	0,00%	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 12	35	0,037	2,030	97,07%	Aceitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 13	128	1,260	1,979	21,01%	Aceitar $H_0$

Dos resultados observados extrai-se que, ao nível de significância de 5%, não se pode assegurar existir diferença entre a média do IPCC do Órgão 01 e as médias observadas para os Órgãos 02, 08, 10, 12 e 13. Para os demais Órgãos pode-se assegurar, com 95% de confiabilidade, que as médias são diferentes quando comparadas com a do Órgão 01.

Um quadro apresentando a análise das médias do IPCC com a interação entre todos os Órgãos encontra-se no Apêndice 1, e os resultados compilados apresentam-se na Tabela 4.3, onde a primeira coluna contempla os Órgãos de referência (Órg. A) e a segunda coluna relaciona aqueles cujas médias do IPCC apresentaram uma diferença não significativa em relação à média do Órgão referência, ao nível de confiança de 95% (Órg. B).

Os resultados apresentados permitem a identificação de grupos de Órgãos com base na média do IPCC; um grupo formado pelos Órgãos 01, 02, 08, 10, 12 e 13, outro formado pelos Órgãos 03, 04, 05, 07 e 11, o Órgão 09 como intermediário entre os dois primeiros grupos e, por fim, o Órgão 06, cuja média do IPCC difere da apresentada por todos os outros e constitui-se na primeira identificação merecedora de análise.

Tabela 4.3: Resultado compilado do teste de hipótese para diferença entre as médias dos IPCC dos Órgãos

ÓRGÃO DE REFERÊNCIA	Órgãos onde a diferença de média do IPCC apresentou-se <b>não</b> significativa
Órgão 01	Órgãos 02 - 08 - 10 - 12 e 13
Órgão 02	Órgãos 01 - 08 - 10 - 12 e 13
Órgão 03	Órgãos 05 - 09 e 11
Órgão 04	Órgãos 05 e 11
Órgão 05	Órgãos 03 - 04 - 07 e 11
Órgão 06	-
Órgão 07	Órgão 05
Órgão 08	Órgãos 01 - 02 - 09 - 10 - 12 e 13
Órgão 09	Órgãos 03 e 08
Órgão 10	Órgãos 01 - 02 - 08 - 12 e 13
Órgão 11	Órgãos 03 - 04 e 05
Órgão 12	Órgãos 01 - 02 - 08 - 10 e 13
Órgão 13	Órgãos 01 - 02 - 08 - 10 e 12

Na Tabela 4.1, verifica-se que o IPCC médio do Órgão 06 representa o maior valor observado, com 1,2634. Isto significa que, na média, as contratações estão 26,34% acima do preço de custo estimado pelo Órgão. Este valor quando comparado com o IPCC de outros Órgãos, indica que o Órgão 06 contrata obras a um preço médio 7,92% acima do contratado pelo Órgão que possui o segundo mais elevado IPCC, e 37,67% acima do melhor Órgão contratador. Esta análise isolada ainda é insuficiente para gerar conclusões, pois outros fatores podem vir a explicar estes resultados. Porém ela representa o primeiro alerta à auditoria de que o Órgão 06 é um provável candidato a problemas, e quando da definição de prioridades para programação de auditoria, este resultado deverá ser levado em consideração.

Não só, mas principalmente, nos testes de diferença de médias obtidas de bases de dados com grande número de observações, os resultados extraídos têm a necessidade de serem interpretados também por análise crítica, no sentido de se verificar se as diferenças observadas são significativas sob a ótica da auditoria. Isto se deve em função desses testes tornarem-se demasiadamente sensíveis, quando tratam grandes amostras. Um pouco desse efeito pode ser observado ao se aplicar o mesmo teste ao IPCS. O resultado apresenta-se na Tabela 4.4.

As diferenças de resultados para as análises com IPCC e IPCS, foram influenciadas pelo número de observações. Trazendo como exemplo o Órgão 01; tem-se que, sua média para o IPCC foi constituída a partir de 295 observações, enquanto que o IPCS representa 9.494 observações.

Tabela 4.4: Teste de hipótese para verificar a existência de diferença significativa entre a média do IPCS do Órgão 01 e a dos demais Órgãos

TESTE DE HIPÓTESE PARA DIFERENÇA DAS MÉDIAS - IPCS DO ÓRGÃO						
Órg. A	Órg. B	gl	$t_{observado}$	$t_{crítico}$	" $p - value$ "	Decisão
Órg. 01	Órg. 02	5031	-5,25	1,960	0	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 03	3288	-34,19	1,961	0	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 04	3084	-30,63	1,961	0	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 05	1868	-24,99	1,961	0	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 06	2295	-36,04	1,961	0	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 07	1850	-51,69	1,961	0	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 08	582	-9,06	1,964	0	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 09	1659	-13,76	1,961	0	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 10	3150	-10,79	1,961	0	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 11	14319	-61,49	1,960	0	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 12	1927	2,54	1,961	0,011	Rejeitar $H_0$
Órg. 01	Órg. 13	2729	-12,84	1,961	0	Rejeitar $H_0$

Quando a análise contempla vários Órgãos, a representação gráfica possibilita uma melhor visualização da situação em que se encontra o mercado. Um gráfico muito utilizado é o gráfico de Box & Whiskers, onde, na presente análise, o ponto central é a média, a caixa representa um erro padrão<sup>2</sup> e os "bigodes" representam 1,96 erro padrão, o que nada mais é do que uma simplificação para o intervalo de confiança da média<sup>3</sup>.

A Figura 4.1 representa o comportamento do IPCC para os Órgãos selecionados. A existência ou não de diferenças significativas entre as médias dos IPCC dos Órgãos é determinada pelos "bigodes". Quando há o traspasse dos "bigodes" de dois Órgãos, não se pode afirmar que suas médias são diferentes ao nível de significância de 5%; caso os "bigodes" não se cruzem, significa que as médias são significativamente diferentes.

Na Figura 4.1 chama-se a atenção para o Órgão 06, cujo comportamento da média do IPCC destoa das dos demais Órgãos, não apenas no valor, mas também quando se observa o reduzido intervalo de confiança (baixa variância).

A representação gráfica apresentada fundamenta sua análise no intervalo de confiança da média, ou seja, mais especificamente no erro padrão, o que torna seu resultado também vulnerável ao número de dados observados na amostra.

<sup>2</sup>O erro padrão é dado pelo desvio padrão amostral dividido pela raiz quadrada do número de observações da amostra, ou seja,  $e = s/\sqrt{n}$

<sup>3</sup>O intervalo de confiança da média é dado pela expressão:

$$\mu = \bar{X} \pm t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Com n-1 graus de liberdade (gl).

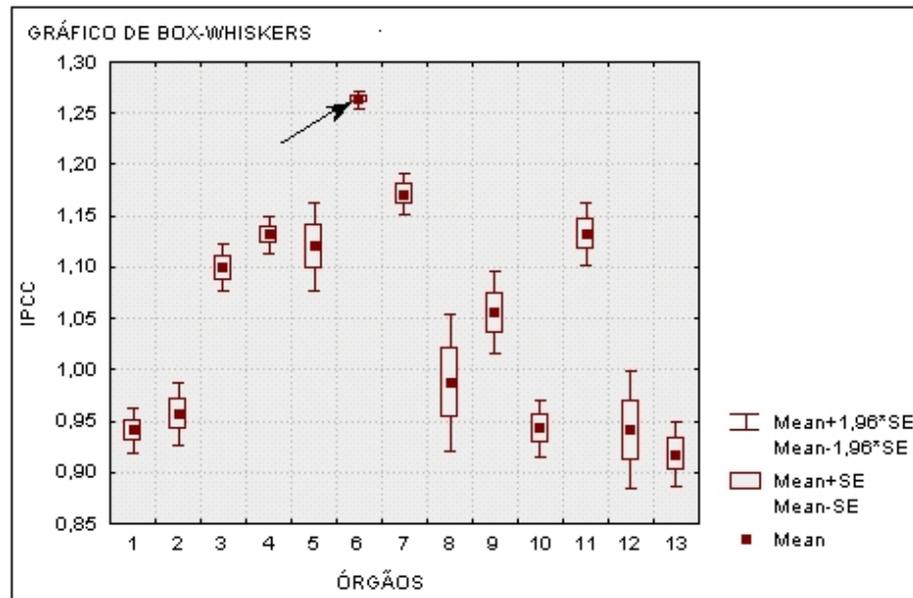


Figura 4.1: Comportamento do IPCC nos Órgãos

As sensibilidades apresentadas pelos testes anteriormente explicitados, alertam para a necessidade de melhor fundamentar uma tomada de decisão. Neste sentido, propõe-se a realização de mais de um teste ou análise. No caso em estudo, uma opção é o escalonamento multidimensional, que apresenta as distâncias entre os Órgãos motivadas pelo atributo IPCC, como observado na Figura 4.2.

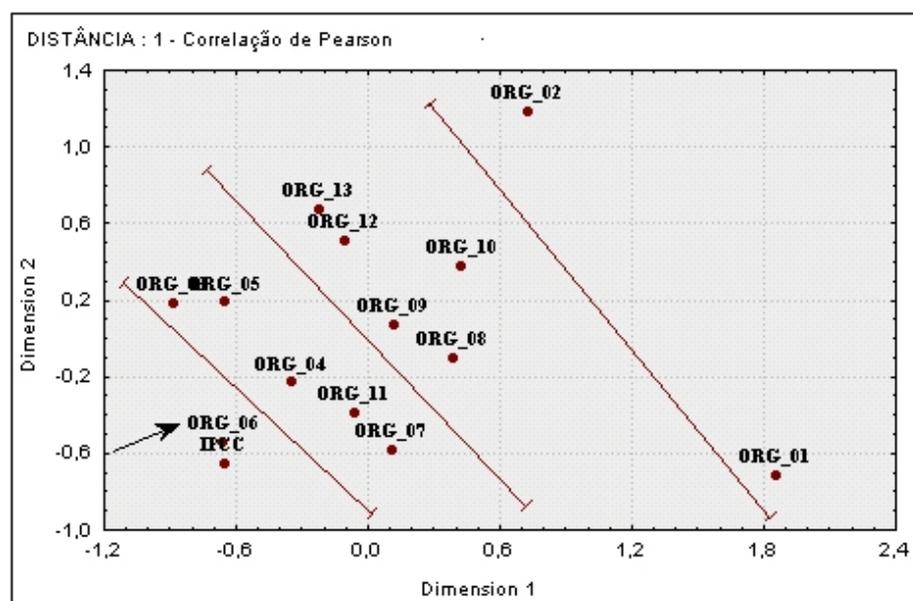


Figura 4.2: Análise multidimensional do IPCC nos Órgãos

Na análise de agrupamento apresentada na escala bidimensional, Figura 4.2, verifica-se a formação de quatro grupos de Órgãos. O primeiro, denominado grupo 1, é formado pelos Órgãos 01 e 02; nele estariam ocorrendo os menores valores para o IPCC; com resultados pouco inferiores aparece o grupo 2, formado pelos Órgãos 08, 09, 10, 12 e 13; continuando na escala descendente do IPCC, os Órgãos 03, 04, 05, 07, e 11 formam o grupo 3; e por fim, o grupo 4, que apresenta, outra vez isolado, o Órgão 06, com os mais altos valores do IPCC.

As análises mostram resultados praticamente idênticos, o que demonstra a existência de grupos de Órgãos em que as licitações apresentam resultados similares, quando aferidos pelo IPCC. Estes resultados podem vir a demonstrar a necessidade de se diferenciar as estratégias de auditoria por grupos de Órgãos, na busca de dotá-las de uma maior eficiência.

Voltando a Tabela 4.1, outro ponto que chama a atenção é a diferença entre os valores observados para as médias do IPCC e IPCS em um mesmo Órgão.

Em muito, esta diferença encontra explicação na lei de formação dos índices IPCC e IPCS. No primeiro, o preço global da obra é dividido pelo preço de custo calculado pelo Órgão; neste tocante, identificou-se a existência de Órgãos que, quando da elaboração dos orçamentos de custo, não reajustavam os preços observados na tabela mantendo-os fixos ao longo dos meses e, só os alteravam, quando uma nova tabela era editada. Em função da estabilidade da moeda, algumas tabelas, atualmente, só são editadas anualmente. Já para o IPCS, os preços dos serviços foram divididos pelos custos de tabela, levando-se em consideração as datas dos eventos, o que resultou na diferença entre índices.

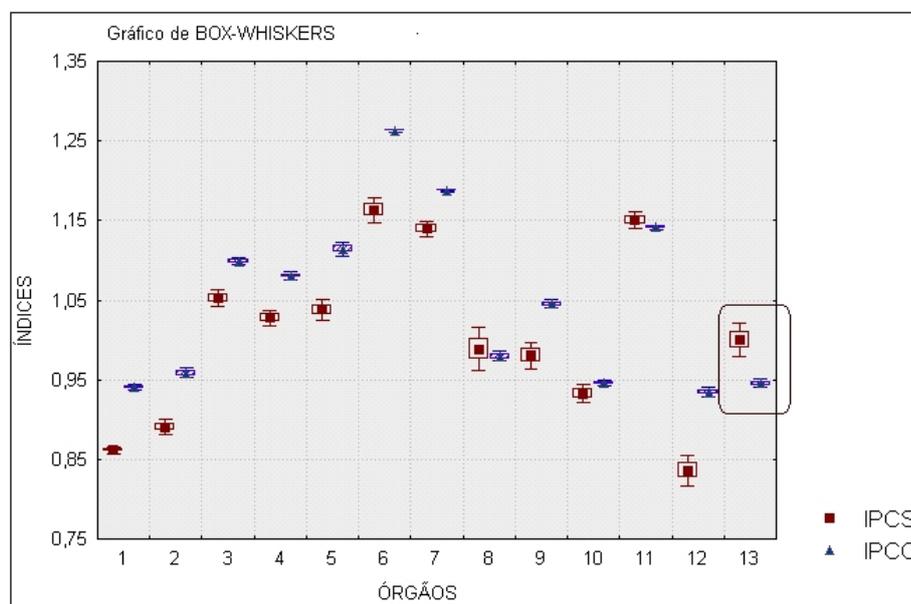


Figura 4.3: Representação do IPCC e IPCS por Órgão

Apresenta-se na Figura 4.3, a representação conjunta do IPCC e IPCS para os Órgãos selecionados. Verifica-se, neste caso, que os índices guardam coerência entre si, e as defasagens são, como abordado anteriormente, função de se proceder ou não à atualização da base de re-

ferência. A justificativa para a defasagem leva a valores, para os IPCCS, que deverão ser menores ou iguais aos IPCC. Porém, o Órgão 13 apresenta uma inversão desta ordem, ou seja, os preços dos serviços que compõem a sua estimativa de custo é, em média, superior aos verificados na tabela, contemplando o efeito contemporaneidade, o que vem a representar uma superestimação do custo da obra em relação à tabela de preços referenciada. Esta análise representa um direcionador para a atuação do Núcleo de Engenharia do Tribunal de Contas, quando da auditoria no Órgão 13. Este resultado não está isolado; some-se ao fato que, durante o processo de coleta, o Órgão 13 chamou a atenção pela baixa qualidade técnica de seus orçamentos: serviços em grande parte carentes de especificações, que dificultam a caracterização da obra que se deseja realizar.

## 4.2.2 Número de Participantes

É dever da Administração Pública buscar a obtenção da proposta mais vantajosa, nas licitações, para a contratação e execução de obras e serviços de engenharia. Para que isto seja possível, é fundamental haver publicidade dos certames, visando ampliar a área de competição e atrair mais empresas a apresentarem propostas para a realização das obras. Como comentado anteriormente, é sabido que a competitividade na licitação influencia diretamente no seu resultado. Existe, portanto, uma tendência a se obter propostas mais vantajosas quanto maior for o número de participantes no processo licitatório, e neste caso, é de se esperar que a relação preço e competitividade decaia a uma taxa decrescente.

Apresenta-se na Figura 4.4, o comportamento do IPCC, em função do número de participantes classificados nos 1.035 processos licitatórios que compõem o Plano Piloto.

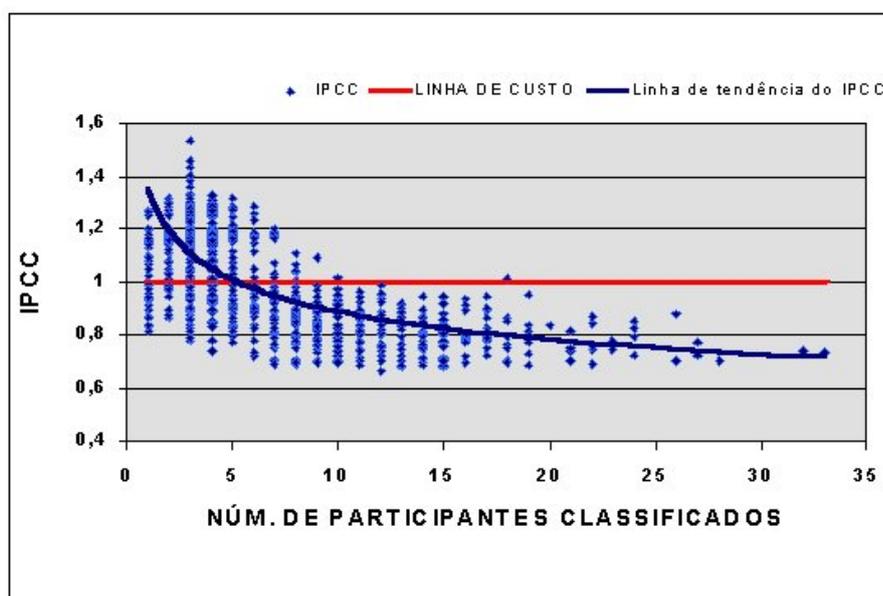


Figura 4.4: Comportamento do IPCC em função do número de participantes classificados

Em princípio, não é a forma dos IPCC, observada na Figura 4.4, que chama a atenção, mas sim, os valores verificados quando a competitividade aumenta. A linha de custo referencia quando o preço proposto é igual ao custo estimado, e o que se vê são preços praticados abaixo do custo de tabela e de uma forma generalizada. A linha de tendência do IPCC aponta para um ponto de corte com média em 5 (cinco) participantes; abaixo de 5, a média do IPCC encontra-se acima do custo, em 5 participantes o preço é igual ao custo, e para mais de 5, o preço médio proposto é inferior ao custo de tabela.

Introduziu-se o parágrafo anterior afirmando que a forma apresentada na Figura 4.4 não chama a atenção; porém, quando observa-se os mesmos IPCC, segundo um gráfico de Box & Whiskers, constata-se que a afirmativa é um equívoco. A assertiva de que, quanto maior o número de participantes maior a competitividade, logo os preços obtidos seriam menores, não é válida para o intervalo de 1 a 3 participantes. A Figura 4.5 demonstra que ocorre o inverso, parece haver mais competitividade nos certames quando participam 1 ou 2 empresas em comparação com os que apresentam 3 participantes.

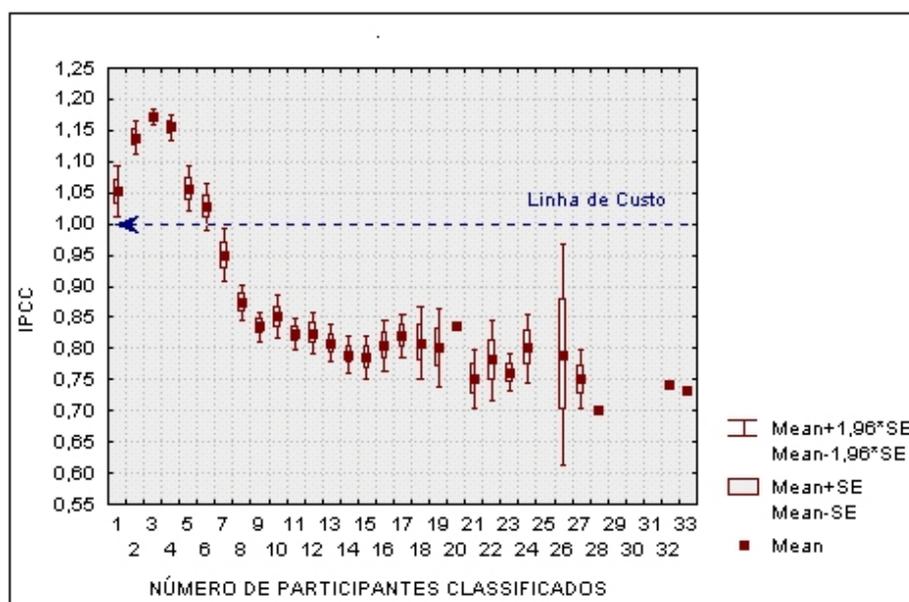


Figura 4.5: Comportamento do IPCC em função do número de participantes classificados (gráfico de Box & Whiskers)

Este comportamento é um efeito da legislação ao exigir, para a modalidade convite, que haja no mínimo 3 (três) participantes. Não obstante a total ausência de competitividade, observa-se, em muitos processos, o cumprimento minucioso dos aspectos formais. O que se pode extrair dos dados é que, em média, ocorre maior competitividade nos processos com um ou dois participantes, do que naqueles com três participantes, onde fraudes e conluíus buscam não infringir, rigorosamente, os aspectos formais dos processos licitatórios.

Ressaltam-se alguns outros pontos, dentre os quais a constatação de que, das 260 licitações, onde o número de participantes classificados foi superior a 8 (oito), em apenas 3 (três) ocorrên-

cias os IPCC foram superiores a 1 (um). Este número representa 1,15% das licitações referenciadas.

Convém lembrar, que os números apresentados comparam o preço proposto para a realização da obra com o custo estimado pelo Órgão, e para que a comparação pudesse se dar de custo para custo, ter-se-ia que retirar ainda, dos preços propostos, os valores relativos a impostos, outros custos indiretos e o lucro do construtor. A situação é, na verdade, ainda mais crítica pois, como já visto pela Figura 4.3, o IPCC apresenta, em linhas gerais, uma majoração em relação ao IPCS, em muito, pela falta de reajustamento das tabelas de preço quando da elaboração dos orçamentos de custo por parte dos Órgãos.

Os resultados conflitam com as informações setoriais, onde 93,42% dos empresários da construção civil declararam praticar um BDI – Benefício e Despesas Indiretas superior a 10%, ou, indo mais longe, quando 61,9% declararam praticar valores superiores a 20% (Tabela 2.1). Algo está errado: ou o custo estimado pelos Órgãos, a partir de tabelas de preço, não mais representa o custo real para a realização de uma obra, por razões tantas já abordadas no Capítulo 2, ou as informações apresentadas por algumas empresas, quanto ao seu BDI adotado não representam o mercado local, ou a situação é revertida durante a execução da obra. Nesta última hipótese, cogita-se as mais diversas alternativas:

- Termos aditivos aos contratos com a inclusão de serviços extras;
- Queda na qualidade dos serviços executados;
- Execução parcial dos serviços contratados – apenas aqueles com preços exequíveis;
- Não pagamento das obrigações fiscais.

E outras tantas, que só poderiam ser fruto da artilosidade da mente humana.

A identificação e compreensão do que se passa nesse mercado são aspectos prioritários para os Tribunais de Contas, e vão muito além do alcance da presente dissertação, principalmente pela necessidade de se acompanhar, não apenas o processo licitatório, mas a execução das obras e sua evolução financeira. Nesse aspecto, o trabalho limitou-se a procurar fornecer subsídios, objetivando a realização das auditorias nas tabelas de preço, a partir dos preços dos serviços praticados pelo mercado da construção civil pública. A análise está contemplada no Capítulo 9.

Na busca de melhor compreender o comportamento do IPCC nos Órgãos, passou-se a tentar relacionar os resultados anteriormente observados, com a competitividade praticada em seus processos licitatórios.

Apresenta-se a seguir, na Tabela 4.5, quadro contemplando: o número total de processos licitatórios selecionados, a competitividade média, o IPCC médio e o número máximo de participantes em processo licitatório; todos em função do Órgão licitante.

Como esperado, a Tabela 4.5 demonstra existir uma forte relação entre órgão, IPCC e competitividade, e mais uma vez o Órgão 06 apresenta os resultados mais críticos, com uma

Tabela 4.5: A Competitividade e o IPCC médio observados por Órgão

ÓRGÃOS	NÚMERO DE PROCESSOS	NÚMERO MÉDIO DE PARTICIPANTES	IPCC MÉDIO	NÚMERO MÁXIMO DE PARTICIPANTES
Órgão 01	295	9,153	0,942	33
Órgão 02	154	8,584	0,957	22
Órgão 03	71	3,38	1,099	13
Órgão 04	85	3,459	1,131	8
Órgão 05	57	3,158	1,129	8
<b>Órgão 06</b>	<b>62</b>	<b>3,113</b>	<b>1,263</b>	<b>4</b>
Órgão 07	40	3,225	1,171	5
Órgão 08	9	8,556	0,987	18
Órgão 09	31	3,226	1,056	10
Órgão 10	35	6,571	0,943	15
Órgão 11	110	4,809	1,132	22
Órgão 12	27	11,148	0,941	23
Órgão 13	59	5,661	0,918	17
<b>TOTAIS-MÉDIAS</b>	<b>1035</b>	<b>6,405</b>	<b>1,032</b>	<b>-</b>

competitividade média de 3,113 participantes (menor valor), IPCC de 1,2634 (maior valor), e ainda a incrível marca de não contar, em nenhum dos seus 62 processos licitatórios, com mais do que 4 (quatro) participantes (menor valor). Ressalta-se também o baixo desempenho do Órgão 07, que só conseguiu atrair, no máximo, 5 participantes para os seus certames licitatórios, realizados nos exercícios 2000 e 2001. Esta falta de competitividade resultou no segundo maior valor do IPCC.

Apesar dos resultados, parece ainda existir outro, ou outros fatores que possibilitem uma melhor explicação para o IPCC do Órgão 06. A afirmativa é motivada ao observar o número médio de participantes de outros Órgãos, sendo eles: 03, 04, 05, 07 e 09, que quando comparados com o verificado no Órgão 06, parecem não apresentar diferenças significativas, ao ponto de justificar a disparidade de IPCC detectada entre os Órgãos.

Antes de continuar na busca dos fatores que possam vir a justificar os valores dos IPCC faz-se necessário identificar, se existem diferenças significativas entre os números de participantes nos processos licitatórios dos Órgãos.

Para esta verificação utilizou-se, por ser o número de participantes uma variável discreta, o teste não paramétrico de Mann-Whitney  $U^4$ . O teste baseia-se no ordenamento de postos, e o objetivo é identificar se as populações são centradas de modo diferente. O referido teste pode ser encontrado em Siegel (1975, p. 131 a 144).

<sup>4</sup>Quando uma das amostras têm número de dados,  $n_2$  maior ou igual a 20, que é o caso, a estatística a ser testada é dada por:

a) Caso não exista empates de postos,

Serão, também, utilizados dois parâmetros para o teste: o valor observado  $Z_{observado}$  que será comparado com o  $Z_{crítico}$  correspondente ao nível de significância de 2,5%; e a probabilidade por “ $p - value$ ”, que é calculada para que a hipótese nula seja verdadeira, ou seja, é o nível de significância observado que será comparado com o nível de significância admitido de 5%.

A hipótese de nulidade,  $H_0$ , representa que o número de participantes de dois Órgãos tem a mesma distribuição, e a hipótese alternativa,  $H_1$  que o número de participantes de um Órgão é estocasticamente maior do que o de outro Órgão.

A decisão sobre as hipóteses pode se dar pela comparação entre os valores do  $Z_{observado}$  e  $Z_{crítico}$ , aceitando-se a hipótese  $H_0$ , quando  $Z_{observado} < Z_{crítico}$ ; caso contrário, rejeita-se  $H_0$ . A mesma análise pode ser obtida pela observação direta do valor de “ $p - value$ ” : quando superior a 5% (significância julgada razoável para a análise), aceita-se a hipótese  $H_0$ ; caso contrário, rejeita-se  $H_0$ . Apresenta-se na Tabela 4.6, os resultados obtidos para a comparação entre o número de participantes observado para o Órgão 06, e o observado nos demais Órgãos.

Após a realização do teste não paramétrico, pode-se então afirmar, ao nível de confiança de 95%, não haver diferença significativa entre o número de participantes classificados nos processos licitatórios do Órgão 06 e o observado nos Órgãos 03, 04, 05, 07 e 09. Desta forma, não se pode atribuir a este fator, a explicação para as diferenças significativas observadas, entre o IPCC do Órgão 06 e o dos demais Órgãos citados.

Um quadro com a análise para o número de participantes, interagindo com todos os Órgãos, encontra-se no Apêndice 3. Expõe-se na Tabela 4.7, os resultados compilados, onde a primeira coluna contempla os Órgãos de referência (Órg. A), e a segunda os Órgãos cuja diferença entre o número de participantes classificados, quando comparado com a do Órgão de referência, apresentou-se como não significativa, ao nível de confiança de 95% (Órg. B).

$$Z_{observado} = \frac{\left[ \left| R_1 - \frac{n_1(n_1+n_2+1)}{2} \right| \right]}{\sqrt{\left( \frac{n_1 n_2}{12} \right) [n_1 + n_2 + 1]}}$$

Onde:  $n_1$  é o número de casos no menor dos dois grupos independentes,  $n_2$  é o número de casos no maior grupo e  $R_1$  é a soma dos postos atribuídos ao grupo cujo tamanho da amostra é  $n_1$ .

b) Caso exista empates de postos,

$$Z_{observado} = \frac{\left[ \left| R_1 - \frac{n_1(n_1+n_2+1)}{2} \right| \right]}{\sqrt{\left( \frac{n_1 n_2}{12} \right) \left[ n_1 + n_2 + 1 - \frac{\sum_{i=1}^g t_i (t_i^2 - 1)}{(n_1+n_2)(n_1+n_2-1)} \right]}}$$

onde  $g$  é o número de grupos empatados e  $t_i$  é o número de observações com mesmo posto no  $i$ -ésimo grupo. A hipótese nula  $H_0$  será rejeitada se  $Z_{observado} > Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ , onde  $Z$  é a abscissa da distribuição normal padronizada.

Tabela 4.6: Teste de hipótese para diferença entre o número de participantes nos processos licitatórios dos Órgãos

TESTE DE MANN-WHITNEY U					
PARA A VARIÁVEL					
NÚMERO DE PARTICIPANTES CLASSIFICADOS					
Órg. A	Órg. B	$Z_{observado}$	$Z_{crítico}$	" $p - value$ "	Decisão
Órg. 06	Órg. 01	9,2540	1,96	0	Rejeitar $H_0$
Órg. 06	Órg. 02	9,793	1,96	0	Rejeitar $H_0$
Órg. 06	Órg. 03	0,0155	1,96	0,988	<b>Aceitar</b> $H_0$
Órg. 06	Órg. 04	0,8476	1,96	0,397	<b>Aceitar</b> $H_0$
Órg. 06	Órg. 05	1,0938	1,96	0,274	<b>Aceitar</b> $H_0$
Órg. 06	Órg. 07	0,5595	1,96	0,576	<b>Aceitar</b> $H_0$
Órg. 06	Órg. 08	3,7193	1,96	0	Rejeitar $H_0$
Órg. 06	Órg. 09	1,9536	1,96	0,051	<b>Aceitar</b> $H_0$
Órg. 06	Órg. 10	6,1323	1,96	0	Rejeitar $H_0$
Órg. 06	Órg. 11	5,6862	1,96	0	Rejeitar $H_0$
Órg. 06	Órg. 12	6,7877	1,96	0	Rejeitar $H_0$
Órg. 06	Órg. 13	2,3087	1,96	0,021	Rejeitar $H_0$

Tabela 4.7: Resultado compilado do teste de hipótese para diferença entre o número de participantes classificados nos processos licitatórios dos Órgãos

ÓRGÃO DE REFERÊNCIA	Órgãos onde a diferença de média do IPCC apresentou-se não significativa
Órgão 01	Órgãos 02 - 08 e 12
Órgão 02	Órgãos 01 - 08 e 12
Órgão 03	Órgãos 04 - 05 - 06 - 07 e 09
Órgão 04	Órgãos 03 - 05 - 06 e 07
Órgão 05	Órgãos 03 - 04 - 06 - 07 e 09
Órgão 06	Órgãos 03 - 04 - 05 - 07 e 09
Órgão 07	Órgãos 03 - 04 - 05 - 06 - 09 e 13
Órgão 08	Órgãos 01 - 02 - 10 - 12 e 13
Órgão 09	Órgãos 03 - 05 - 06 e 07
Órgão 10	Órgãos 08 e 13
Órgão 11	Órgão 13
Órgão 12	Órgãos 01 - 02 e 08
Órgão 13	Órgãos 07 - 08 - 10 e 11

Dos resultados observados na Tabela 4.7, um chama atenção, quando comparado com as classificações anteriores. Trata-se do Órgão 09, o qual apresenta número médio de participantes classificados de 3,226, igual ao observado nos Órgãos de piores desempenho, ao mesmo tempo em que apresenta um valor para o IPCC de 1,056, que é um resultado melhor do que o observado neste grupo. Esse aparente desajuste é em função do rigor exercido por alguns Órgãos, quanto ao cumprimento das formalidades constantes nos editais dos processos licitatórios e que culminam com a desclassificação de parcela representativa das propostas habilitadas. Não obstante o baixo número de propostas classificadas, os valores dos IPCC são diferenciados em decorrência da competitividade inicial do certame, o que não ocorre com aqueles onde só comparecem 3 ou 4 participantes. Essa variação entre número de propostas classificadas e habilitadas, faz-se mais visível nos Órgãos 09, 10 e 13, como se pode perceber na Figura 4.6.

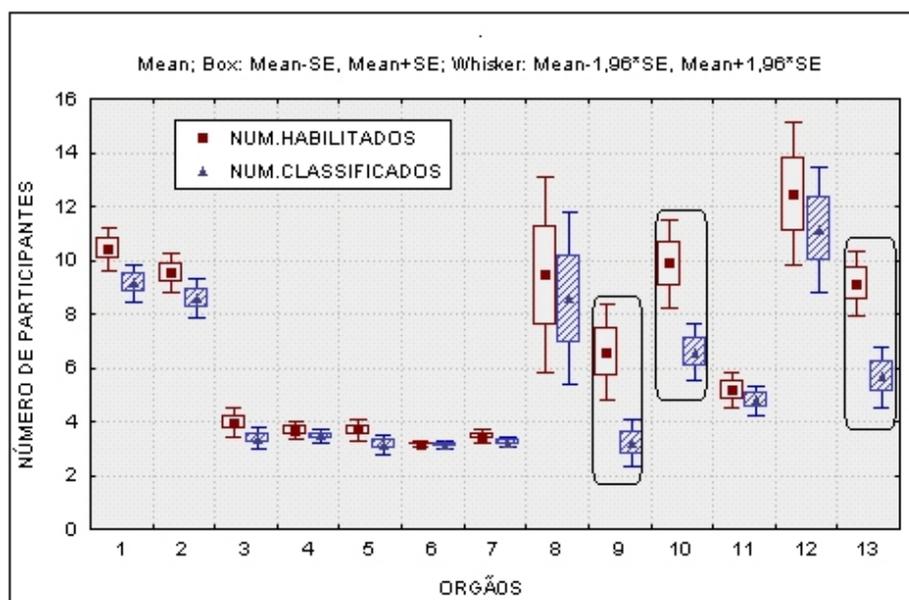


Figura 4.6: Relação entre o número de participantes habilitados e o de classificados, por Órgão

Para facilitar o diálogo da auditoria com os Órgãos auditados, em relação à competitividade de um processo licitatório, propõe-se a introdução de uma escala ordinal denominada escala de competitividade, calculada a partir do Plano Piloto, em função do número de participantes classificados e dos IPCC. Para a definição dessa escala, propõe-se a utilização de Métodos de Análise de Agrupamento Hierárquico.

Para se iniciar o processo de agrupamento, precisa-se definir uma medida de similaridade entre um Órgão e outro, considerando-se os diferentes IPCC observados no Plano Piloto. Para essa medida foi escolhida a distância  $D=1-r$ , onde  $r$  é a Correlação de Pearson; e como método de agrupamento, o Método de Ward, que tem por objetivo propiciar a variância mínima intra-grupos.

Nos resultados obtidos pela aplicação de Análise de Agrupamento ao IPCC e ao número de participantes classificados, observa-se a formação de sete grupos, caracterizados a seguir. A

evolução da formação dos grupos encontra-se apresentada sob a forma de dendogramas (Figuras 4.7 a 4.11).

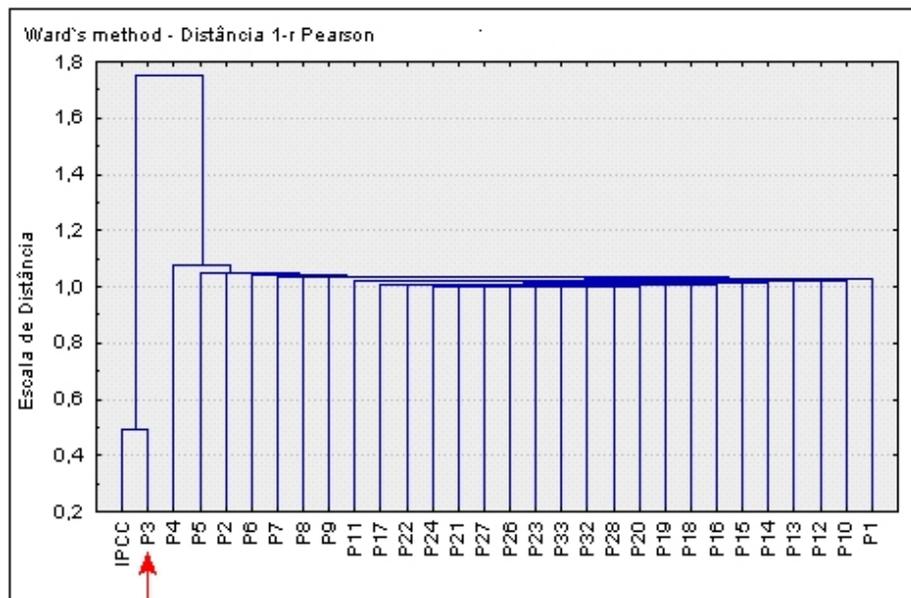


Figura 4.7: Formação do grupo 1 - Licitações com 3 participantes

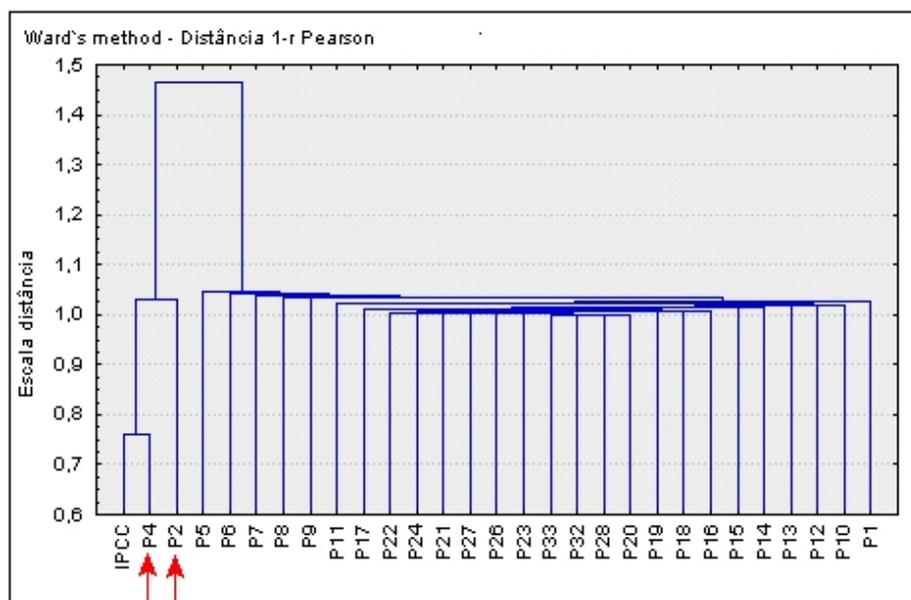


Figura 4.8: Formação do grupo 2 - Licitações com 2 ou 4 participantes

Com base nos grupos observados, propõe-se uma escala ordinal de competitividade em função do número de participantes observado no processo licitatório, como apresentada na Tabela 4.8.

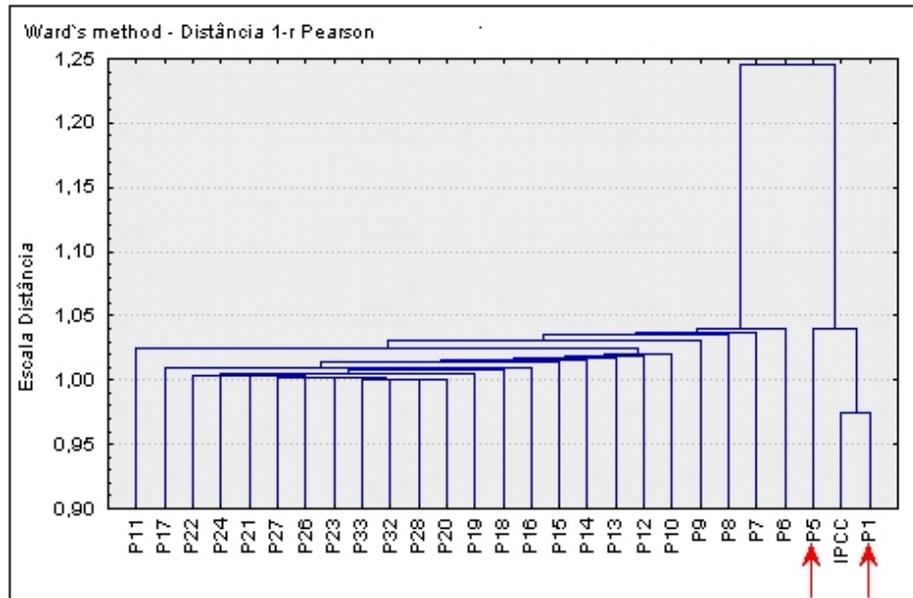


Figura 4.9: Formação do grupo 3 - Licitações com 1 ou 5 participantes

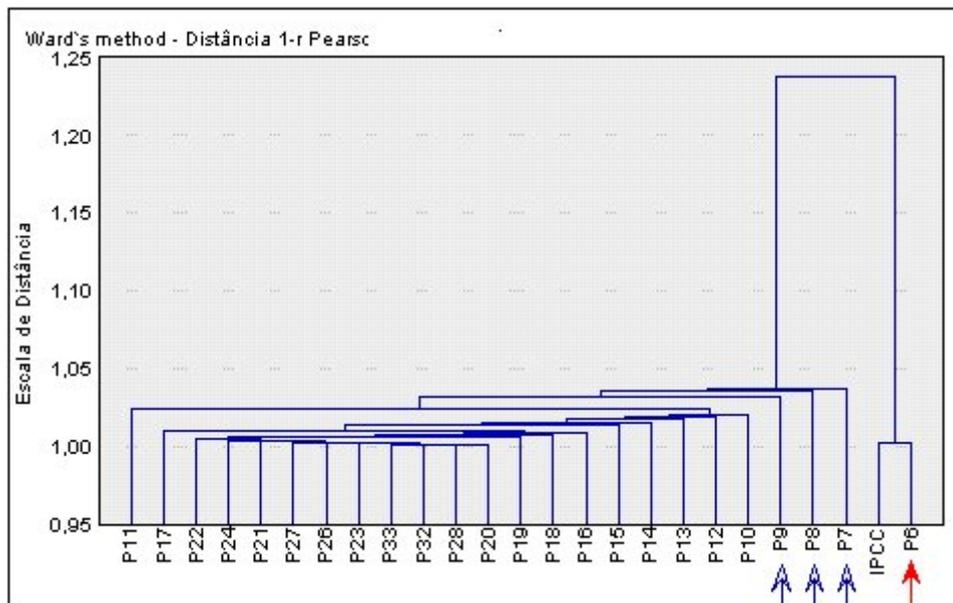


Figura 4.10: Formação do grupo 4 - Licitações com 6 participantes e grupo 5 - Licitações com 7, 8 ou 9 participantes

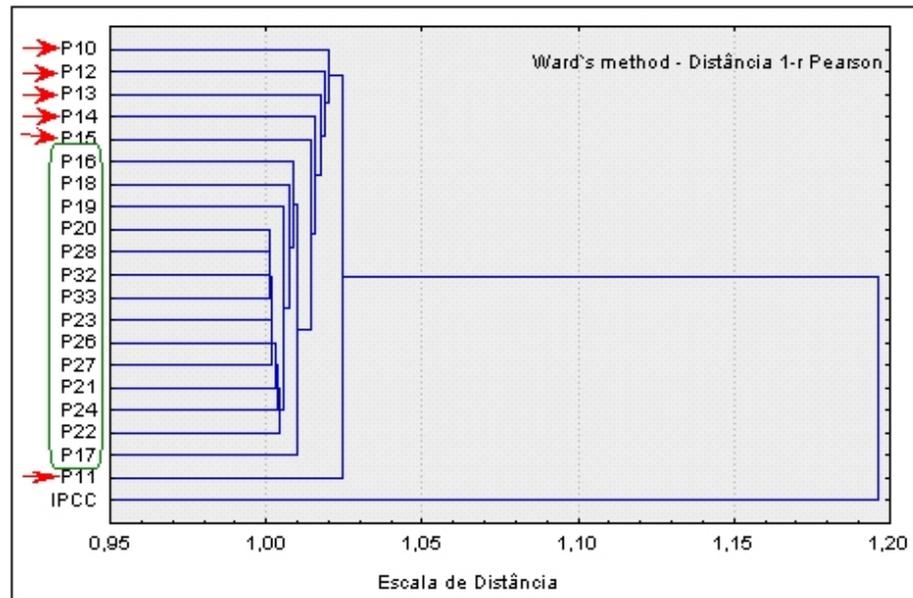


Figura 4.11: Formação do grupo 6 - Licitações com 10 a 15 participantes e grupo 7 - Licitações com mais de 15 participantes

Tabela 4.8: Escala de Competitividade proposta

GRUPOS	NÚMERO DE PARTICIPANTES	ESCALA ORDINAL DE COMPETITIVIDADE
1	3	Insuficiente
2	2 ou 4	Muito fraca
3	1 ou 5	Fraca
4	6	Neutra
5	7 a 9	Intermediária
6	10 a 15	Forte
7	Mais de 15	Muito forte

Ressalta-se que, a prática de convidar apenas três participantes em um processo licitatório, por si só, está longe de caracterizar fraudes ou conluíus. Na maioria das vezes, esta prática advém das comissões de licitações, que ao agirem no limite mínimo do que estabelece a legislação, não percebem o impacto de seus atos sobre os valores contratados. É neste intuito, que a escala de competitividade pode representar um instrumento mais eficiente de interlocução entre a auditoria e as comissões de licitações dos Órgãos licitantes.

### 4.2.3 Modalidade de Licitação

Como já mencionado é de se esperar que nas modalidades onde ocorre uma maior divulgação, conseqüentemente por aumentar as chances para uma maior competitividade, as propostas de preço sejam as mais vantajosas. Nas Tomadas de Preços e Concorrências, a lei exige uma publicação em Diário Oficial e jornais de grande circulação, enquanto para as Cartas Convite, basta afixar o resumo nos quadros de aviso do Órgão. Logo, é de se esperar, para as duas primeiras modalidades, valores do IPCC mais reduzidos em comparação com a terceira modalidade. Porém, estranhamente, esta expectativa não se confirmou no Plano Piloto. Como pode ser observado na Figura 4.12, o IPCC médio para as Concorrências apresentou-se significativamente superior ao observado nas Cartas Convite. Esta, sem dúvida, representa uma triste constatação, pois são nas concorrências onde se contratam as grandes obras: licitações com valores globais acima de R\$ 1.500.000,00 (um milhão e quinhentos mil reais). O legislador, ao procurar se cercar das garantias quanto à execução da obra, impôs uma seleção mais rigorosa, tanto no aspecto técnico quanto no financeiro para as empresas, e terminou impondo ao mercado exigências que levaram a restringir o número de empresas habilitadas a concorrer no certame. O resultado foi a diminuição da competitividade e conseqüente elevação dos preços propostos, isto olhando apenas sob a ótica do valor ou preço dos serviços.

Já as Tomadas de Preço, mais divulgação e menos exigências, tornaram a modalidade significativamente com melhor desempenho no tocante ao IPCC.

A Figura 4.12 mostra que as diferenças entre as médias são significativas ao nível de confiança de 95%. Porém, em função do intervalo de confiança da média utilizado no teste, fundamentar-se na distribuição Normal, quando o mais adequado seria a distribuição t de Student (variâncias populacionais desconhecidas), e mesmo ciente da proximidade dos valores das duas distribuições, quando se trabalha com grandes amostras, e optou-se por aplicar também o teste de diferença de médias baseado na estatística t de Student. Os resultados apresentados na Tabela 4.9 demonstram que, as hipóteses  $H_0$ , de que não há diferença significativa entre as médias ao nível de significância de 5% para todas as combinações, são rejeitadas.

Ainda na análise do comportamento do IPCC por modalidade, apresenta-se na Tabela 4.10 o desempenho observado para cada Órgão selecionado. O Órgão 06 mostra resultados passíveis de indignação: atingiu as maiores médias do IPCC em todas as modalidades. Alguns outros

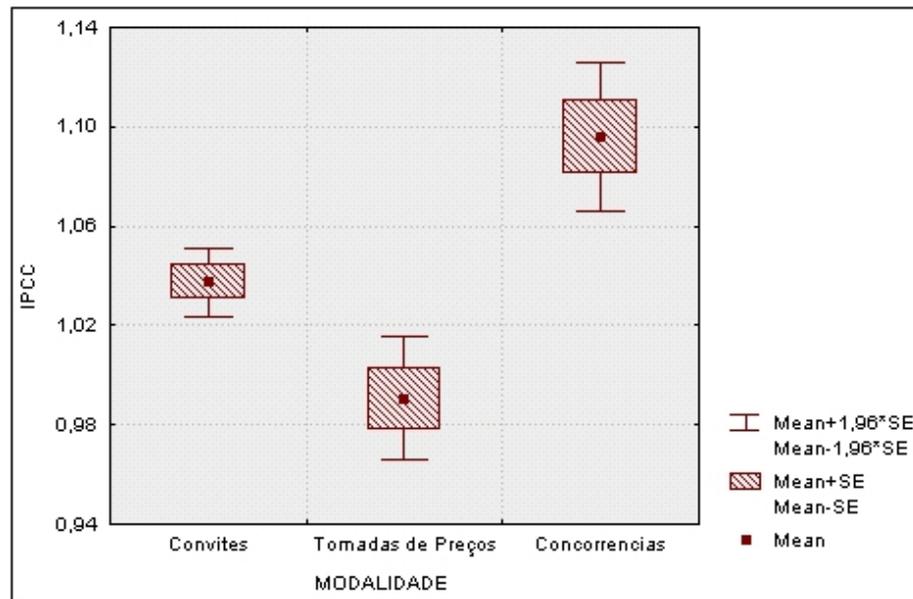


Figura 4.12: Comportamento do IPCC em função da modalidade do processo licitatório

Tabela 4.9: Teste de hipótese para verificar a existência de diferença significativa entre as médias dos IPCC por modalidade de processo licitatório

TESTE DE HIPÓTESE PARA DIFERENÇA DAS MÉDIAS - IPCC DAS MODALIDADES						
Modalid. A	Modalid. B	gl	$t_{observado}$	$t_{crítico}$	" $p - value$ "	Decisão
Convites	Tomadas Preços	404	3,23	1,966	0,001	Rejeitar $H_0$
Convites	Concor.	110	-3,51	1,982	0,001	Rejeitar $H_0$
Tomadas Preços	Concor.	188	-5,34	1,973	0	Rejeitar $H_0$

Órgãos também são merecedores de destaque:

- O Órgão 02 apresenta um aumento médio de 25,53% nos preços praticados nas Concorrências, em comparação com as Tomadas de Preços e Convites;
- No Órgão 11, os piores resultados são obtidos quando da realização das Tomadas de Preço, as quais apresentam-se, em média, 24,49% superiores aos Convites;
- O Órgão 13 apresenta um aumento médio de 29,21% nos preços praticados nas Concorrências, em comparação com os Convites.

Tabela 4.10: IPCC médio observado por modalidade e por Órgão

ÓRGÃOS	IPCC POR MODALIDADE		
	CONVITE	TOMADA DE PREÇOS	CONCORRÊNCIA
Órgão 01	0,97	0,87	0,85
Órgão 02	0,94	0,94	1,18
Órgão 03	1,11	1,03	
Órgão 04	1,14	0,94	1,09
Órgão 05	1,14	1,11	
<b>Órgão 06</b>	<b>1,26</b>	<b>1,28</b>	<b>1,30</b>
Órgão 07	1,17	1,20	
Órgão 08	0,88	1,00	0,99
Órgão 09	1,07	1,04	
Órgão 10	0,96	0,93	
Órgão 11	0,98	1,22	1,12
Órgão 12	1,02	0,92	0,94
Órgão 13	0,89	0,93	1,15
MÉDIAS	1,04	0,99	1,10

#### 4.2.4 Natureza das Obras

Como anteriormente colocado, o Plano Piloto limitou-se a estudar as observações dos preços de mercado para obras de duas naturezas: pavimentação urbana e edificações, sendo estas subdivididas em obras novas ou obras de reformas/recuperação. A análise isolada da influência da natureza das obras é, quase sempre, prejudicada pelo efeito Órgão, pois há uma relação muito próxima entre natureza da obra e Órgãos, ao ponto de ser possível fazer uma associação entre o Órgão e a natureza da obra que executa. Apesar do exposto, passou-se a verificar a influência, de forma isolada, da natureza da obra sobre o preço dos serviços contratados.

Ao se analisar os valores médios do IPCC, observados em função da natureza das obras, constatou-se haver diferença significativa apenas nas obras de Edificação Reforma, quando comparadas com as obras de Edificação Nova e Pavimentação Nova (Figura 4.13). A configuração apresentada na Figura 4.13 sugere duas novas análises: obras novas versus obras de recuperação/reforma e obras de edificação versus obras de pavimentação.

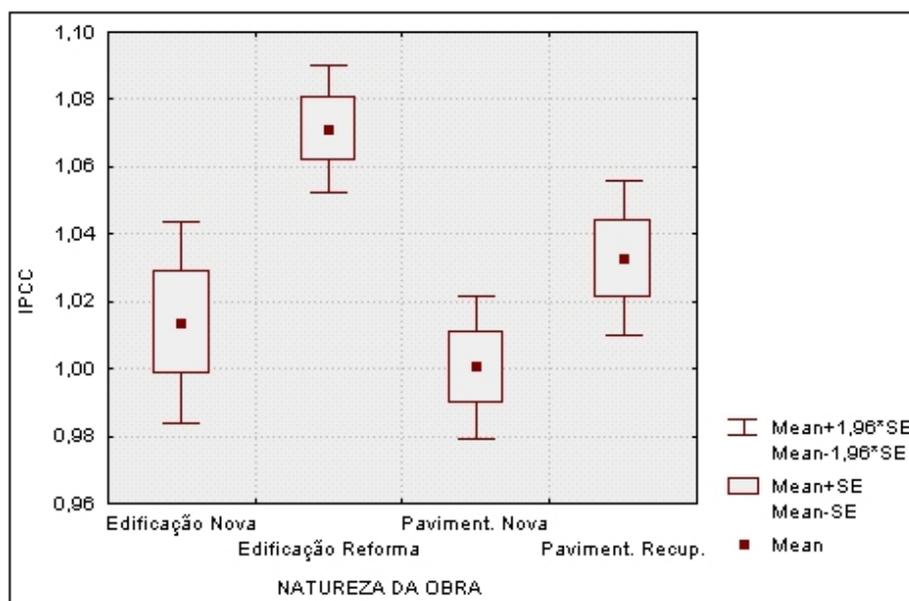


Figura 4.13: Comportamento do IPCC em função da natureza das obras

Na análise do IPCC praticado nas Obras Novas versus Obras de Reforma/Recuperação, apresentada na Figura 4.14, observa-se que as Recuperações/Reformas apresentam preços significativamente superiores. A busca de uma justificativa para tal comportamento sugere correntes divergentes de opinião. Alguns especialistas atribuem a este um comportamento esperado, uma vez que nas obras de reforma/recuperação, o grau de incertezas quanto aos serviços a ser executado é maior do que em uma obra nova, além do que, normalmente, há uma pulverização de serviços (muitos serviços mas em pouca quantidade), não permitindo ganhos em economia de escala. Outros alegam que o comportamento apresentado pode estar sendo influenciado por outros fatores, uma vez que, por força do § 2º do Art. 65<sup>5</sup> da Lei de licitações (Lei nº 8.666/93), nas reformas, os aditivos poderão chegar a 50% do valor contratado, enquanto nas obras novas este percentual é de 25%. Esta possibilidade, justificam os especialistas, representa um atrativo para as empresas, na prática de preços baixos, pela possibilidade de reversão da situação financeira durante a execução da obra.

<sup>5</sup> **Art. 65** - Os contratos regidos por esta lei poderão ser alterados, com as devidas justificativas, nos seguintes casos:

§ 1º - O contratado fica obrigado a aceitar, nas mesmas condições contratuais, os acréscimos ou supressões que se fizerem nas obras, serviços ou compras, até 25% (vinte e cinco por cento) do valor inicial atualizado do contrato, e, no caso particular de reforma de edifício ou de equipamento, até o limite de 50% (cinquenta por cento) para os seus acréscimos.

§ 2º - Nenhum acréscimo ou supressão poderá exceder os limites estabelecidos no parágrafo anterior,...

(Lei nº 8.666/93)

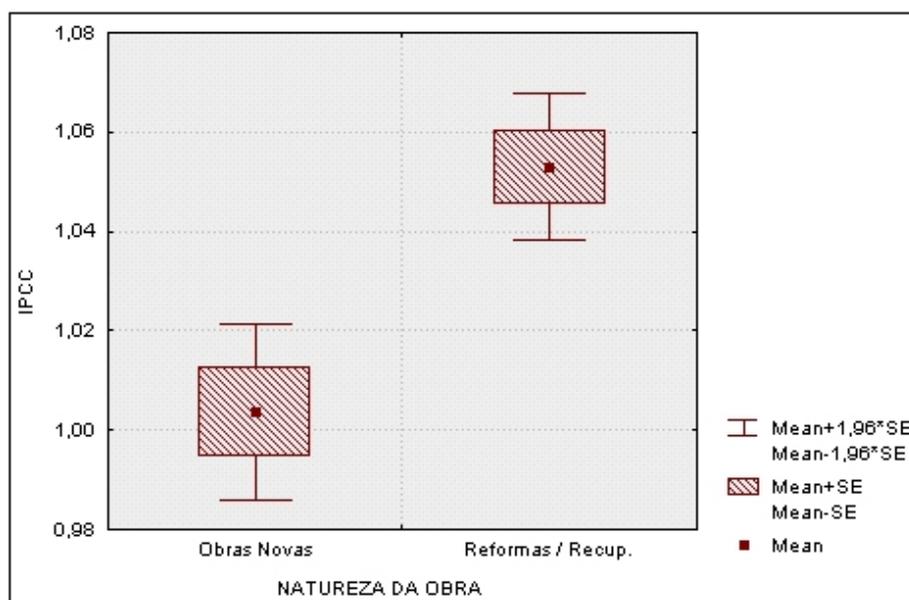


Figura 4.14: Comportamento do IPCC – Obras Novas versus Reforma/Recuperação

Continuando a análise do IPCC quanto à natureza das obras, a Figura 4.15 apresenta, também como significativa, a diferença entre as obras de edificação e pavimentação, estando os maiores valores nas edificações. Nesse caso, mais uma vez, há de se ter cuidado na análise isolada desse atributo, pois as obras novas e as edificações apresentam diferentes composições em relação às obras novas e reformas. Nas obras de edificação, 73,4% são reformas, enquanto nas obras de pavimentação, as recuperações representam apenas 43,2%.

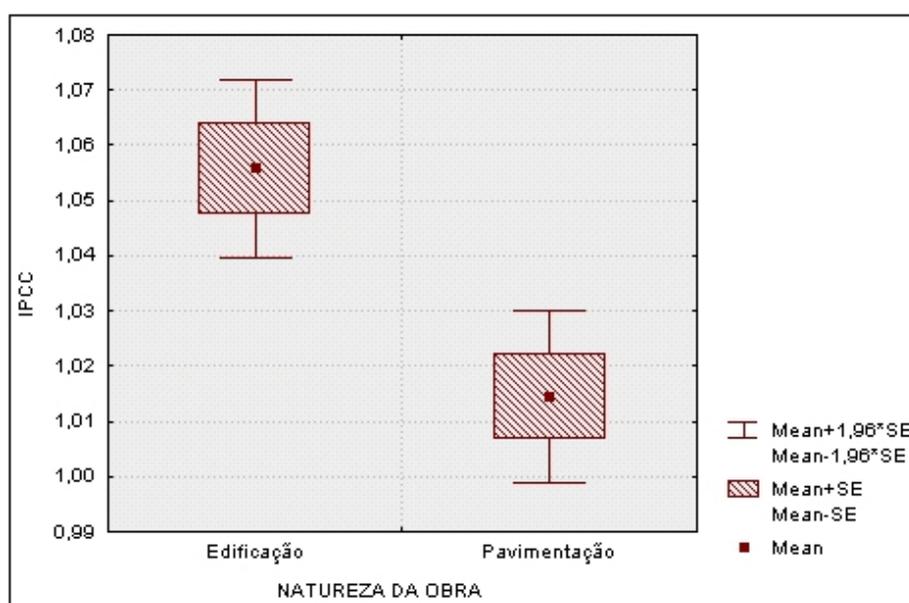


Figura 4.15: Comportamento do IPCC – Edificação versus Pavimentação

O IPCC, utilizado na análise da relação entre a natureza da obras e os preços dos contratos, é um índice que mede a relação preço-custo de forma agregada para os serviços. Torna-se

então necessário verificar se as relações se mantêm inalteradas quando utilizado o IPCS, que é o índice que representa a relação preço-custo, mas a nível unitário, por serviço, e não mais de forma agregada. Na Figura 4.16, observa-se o IPCS como função da natureza das obras, e, ao se comparar com o diagrama obtido na análise do IPCC (Figura 4.15), constata-se que estes mantêm a coerência de resultados.

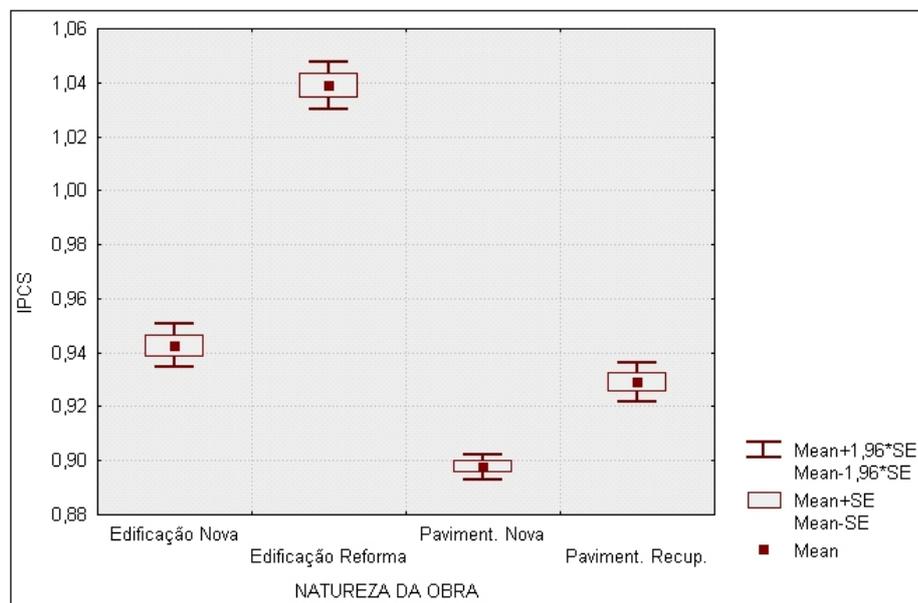


Figura 4.16: Comportamento do IPCS em função da natureza das obras

## 4.2.5 Índícios de Conluio

Os conluios representam uma agressão às administrações que, por muitas vezes mesmo procedendo cautelosamente de forma a garantir a necessária competitividade, são levadas a acreditar que a elevação nos preços é ocasionada por uma variação no mercado setorial e, por se constituir no mais legítimo resultado de um processo licitatório, se julgam no dever de contratar. Há de se destacar que a missão das Comissões de Licitação não é fácil; a sua compreensão do que está a ocorrer com o mercado das obras públicas limita-se aos resultados que vêm observando nos seus processos licitatórios; assim, as ações dos conluios dão-se normalmente em blocos de licitações, levando à falsa impressão de se tratar de uma nova condição do mercado, tendo a nossa economia instável como amparo a justificativas como elevação nos preços dos insumos e perspectivas inflacionárias. Vale salientar ainda, que a identificação de um conluio, *a posteriori*, é facilitada pela ação do próprio mercado, que aos poucos vai quebrando os conluios e fazendo com que os preços retornem aos patamares competitivos. Porém, a identificação de que as elevações nos preços, durante a realização do processo licitatório, são devidas a conluio não é nada fácil.

Como anteriormente citado, foram identificados dois indícios de conluio, ambos agindo no mesmo Órgão. As licitações realizadas pelo Órgão, e que compõem os conluios, apresentaram

um IPCC médio de 1,2162, quando para as licitações que não compõem os conluios, o IPCC médio situou-se em 0,9583, o que representa uma majoração média nos preços de 26,9%. Em uma análise isolada dos R\$ 35.000.000,00 (trinta e cinco milhões de reais) contratados nestas condições, significa dizer que R\$ 9.400.000,00 (nove milhões e quatrocentos mil reais) é o tamanho da majoração causada pela ação dos conluios.

Também ressaltou-se a influência da modalidade de licitação sobre os preços praticados, por estranhar os valores para as Concorrências, superiores aos observados para os Convites. Neste tocante, convém o exercício de se verificar se o comportamento observado é mantido, quando suprimidas as licitações que compõem os indícios de conluio. A representação desta nova situação encontra-se apresentada na Figura 4.17.

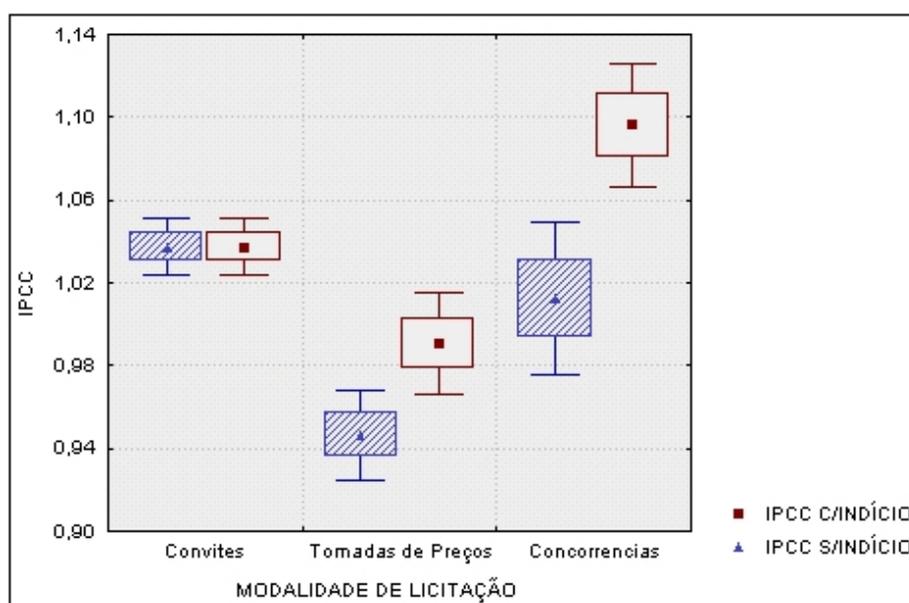


Figura 4.17: Comportamento do IPCC (com e sem indício de conluio) em função das modalidades dos processos licitatórios

Inicialmente, ao analisar os resultados na Figura 4.17, identifica-se a ação dos conluios nas modalidades que envolvem os recursos mais elevados. Em seguida, constata-se que seu efeito foi capaz de alterar as relações dos preços entre as modalidades de licitação, e ainda, que foi exatamente nas concorrências, onde os efeitos dos conluios mostraram-se mais perversos, fazendo surgir situações com preços significativamente diferentes. Logo, instrumentos eficazes para procurar detectar a ação ou a propensão de Órgãos ao surgimento de conluios é uma necessidade urgente, pela proporção da sua atuação sobre a economicidade dos contratos.

#### 4.2.6 Data da Licitação

Procurou-se aferir o comportamento do mercado ao longo dos anos de 2000 e 2001, através da análise da evolução do IPCC neste período, conforme apresenta a Figura 4.18.

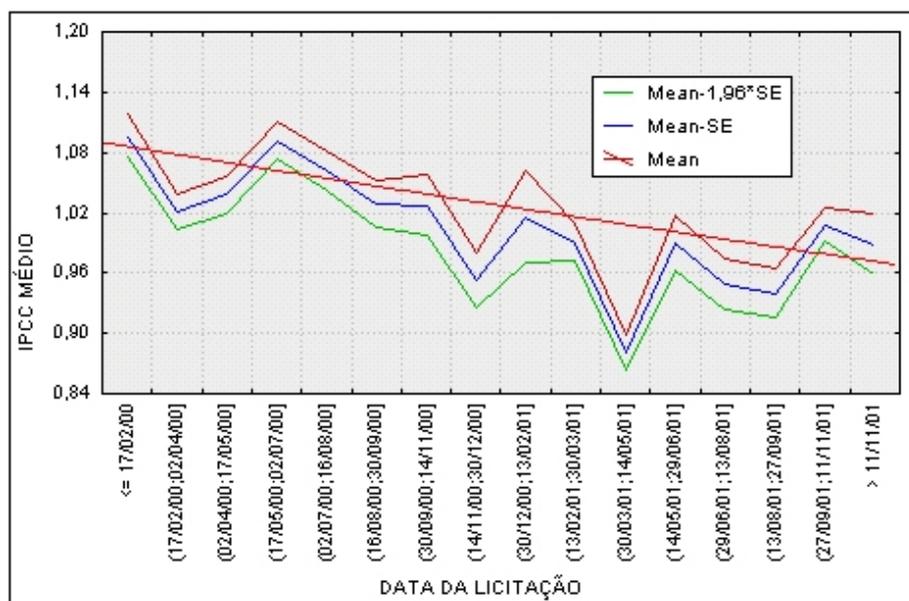


Figura 4.18: Evolução temporal da média do IPCC

A evolução da média do IPCC apresentou uma tendência de queda no período 2000 e 2001. Muitos fatores podem ter contribuído para este comportamento: primeiro, uma diminuição nos preços reais, pelo possível aumento da competitividade; segundo, por serem os anos de 2000 e 2001, cercados de ocorrências bem distintas; o ano de 2000 com eleições municipais e o ano de 2001 com início de novas gestões em alguns municípios. Por fim, pode ter havido um distanciamento da representatividade dos custos obtidos em tabelas de preços, em relação ao custo efetivo da realização do serviço.

Continuando a análise, procurou-se observar se houve alteração na competitividade neste período, sendo esta representada pelo número de participantes médios classificados nos processos licitatórios, e plotada na Figura 4.19. Nesta, percebe-se uma tendência de elevação da competitividade, que pode estar explicando, em parte, a diminuição temporal dos preços, como acima observado.

A representação da competitividade, na forma apresentada na Figura 4.19, não permite assegurar ser este o principal fator para a queda do IPCC. Nesse sentido, passou-se a analisar também, os efeitos causados pelas eleições e as mudanças nas gestões municipais. Para tanto, dicotomizou-se o período de estudo em função do ano de realização do processo licitatório.

Esta nova análise tem seu resultado apresentado na Figura 4.20, e demonstra existir diferença significativa para o IPCC nos períodos citados. No ano das eleições os preços foram mais elevados.

Porém, apesar da constatação, ainda não se pode concluir se este comportamento foi devido ao processo eleitoral, face à necessidade de se verificar, se o comportamento para Órgãos envolvidos com a questão eleitoral diferencia-se daqueles que estão, teoricamente, afastados deste processo.

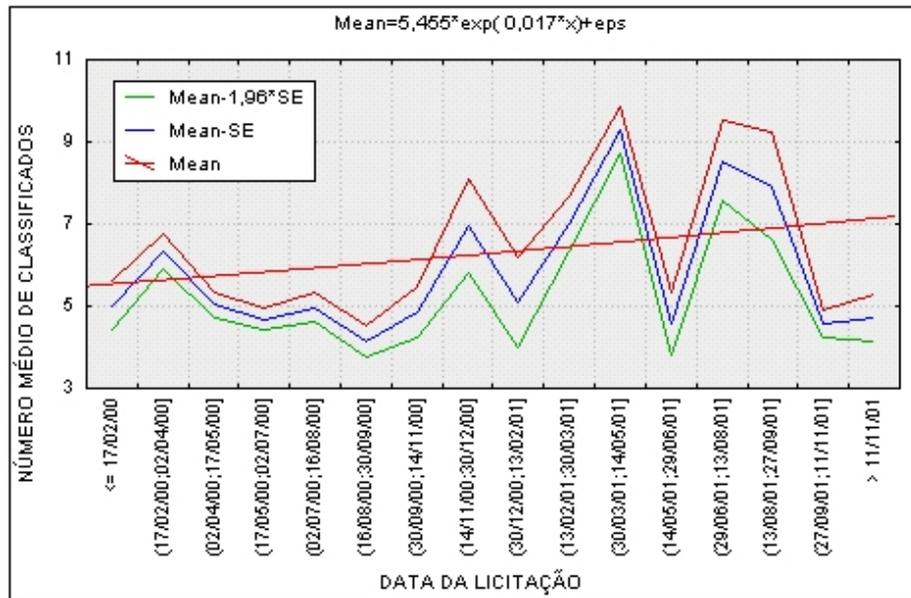


Figura 4.19: Evolução temporal do número de participantes

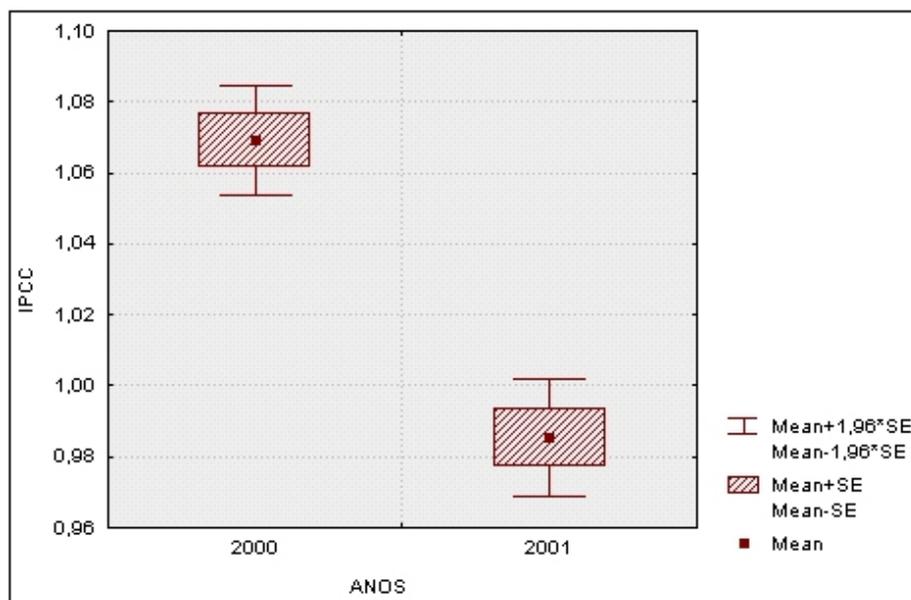


Figura 4.20: Comportamento do IPCC nos anos 2000 e 2001

Nesta análise, selecionou-se os Órgãos 01 e 10, representando esferas de poder distintas.

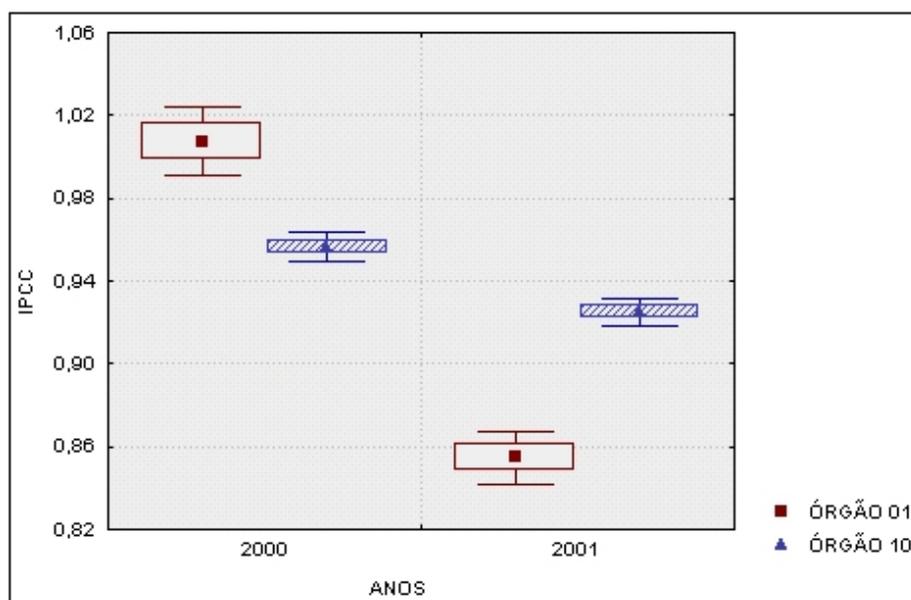


Figura 4.21: Comportamento do IPCC Médio Anual em função dos Órgãos 01 e 10

Na análise do biênio, apresentada na Figura 4.21, verifica-se que o IPCC do Órgão 01, representante da esfera municipal, sofreu uma significativa redução, enquanto no IPCC do Órgão 10, ligado à esfera estadual, não se observou variação significativa.

Não podendo passar despercebido, o Órgão 06 apresenta um comportamento que o diferencia dos demais da esfera municipal. Embora seja detentor do pior desempenho no ano de 2000, ano das eleições, verifica-se que em 2001, ainda que não significativamente, consegue obter resultados ainda piores. A representação deste comportamento encontra-se apresentada na Figura 4.22.

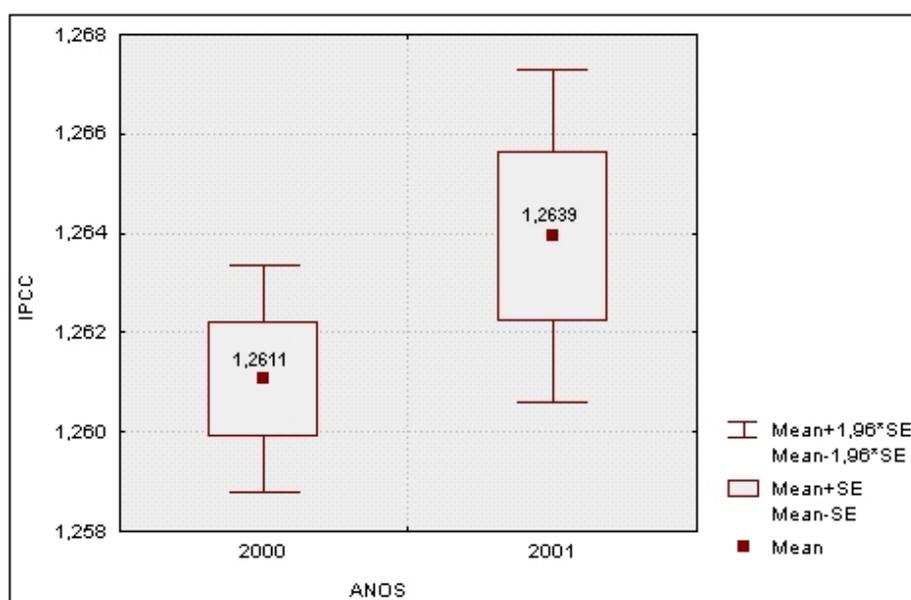


Figura 4.22: Evolução anual do IPCC para o Órgão 06

## 4.2.7 Localização da Obra

Na análise da localização como fator de influência nos preços propostos para uma obra, foi testada a diferença da média do IPCC entre as obras a serem realizadas na Região Metropolitana do Recife - RMR, versus as obras fora da RMR. Os resultados apresentam-se na Figura 4.23, onde se observa que não há diferença significativa entre os preços dos contratos celebrados para a RMR, e os fora da RMR. Este resultado é merecedor de cautela, pois, como já comentado, a amostra que compõe o Plano Piloto apresenta uma concentração maior nas obras da RMR e apenas 13,62% fora da RMR.

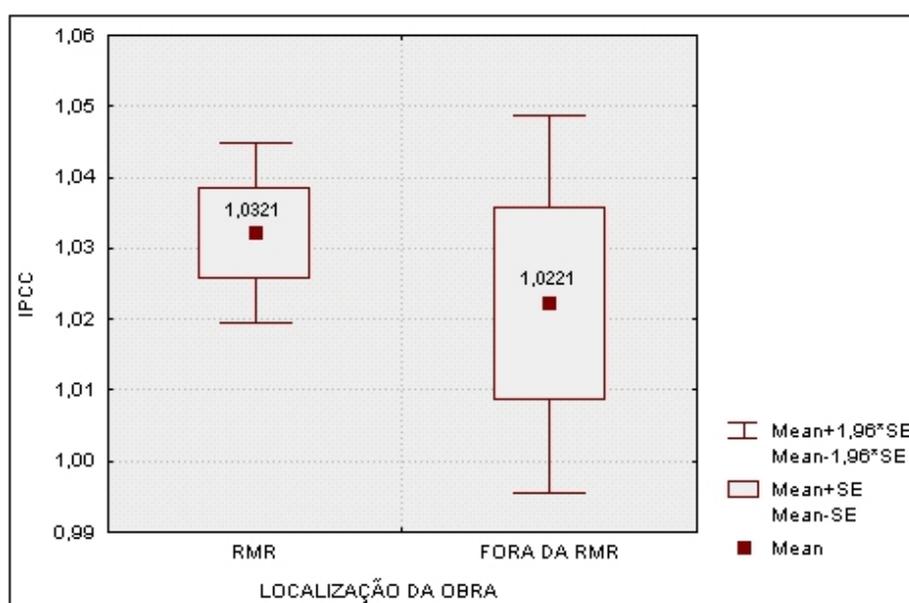


Figura 4.23: Localização da obra versus IPCC

## 4.2.8 Prazo da Obra

A caracterização das obras selecionadas para compor o Plano Piloto prejudicaram o melhor entendimento de um possível efeito do prazo da obra sobre os preços dos serviços, em virtude de 95,36% das obras apresentarem prazo inferior a 180 dias. O gráfico apresentado na Figura 4.24 indica não haver uma tendência que venha a demonstrar influência dos prazos sobre os preços das obras que compõem o Plano Piloto.

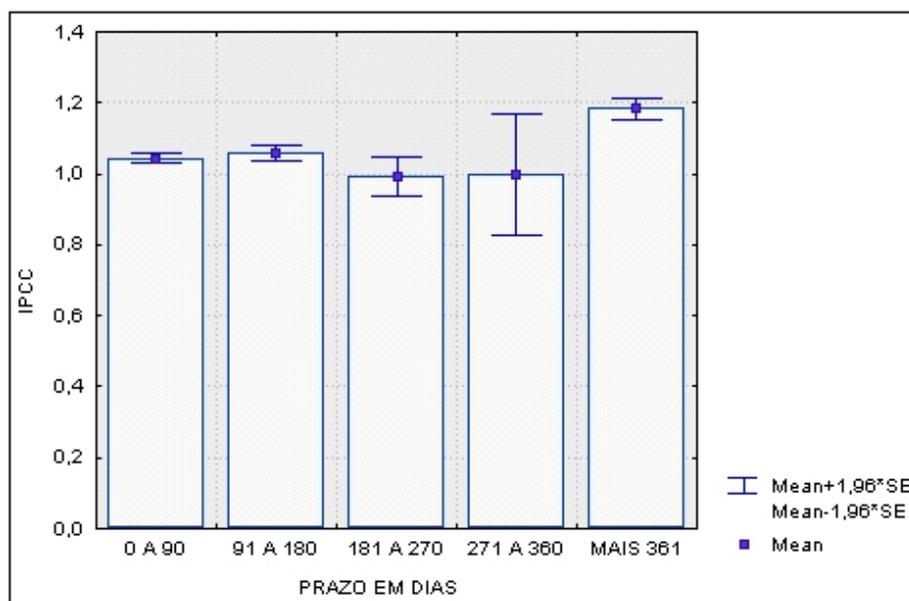


Figura 4.24: Comportamento do IPCC em função do prazo da obra

### 4.2.9 Limite de Aceitabilidade de Preços

Nos processos com baixa competitividade, a adoção de diferentes níveis de aceitabilidade de preços pode vir a repercutir sobre os preços propostos. Apresenta-se, na Tabela 4.11, a relação entre o número de participantes classificados, o IPCC médio e o limite de aceitabilidade de preços médio adotado por Órgão, classificada do Órgão de menor competitividade para o de maior competitividade.

O quadro apresentado, demonstra que o Órgão 06 possui a menor competitividade e um limite de aceitabilidade de preços de 30%, ou seja, o mais elevado limite observado entre os Órgãos que apresentam baixa competitividade. Talvez esta seja a mais nítida explicação para os valores do IPCC observado no Órgão 06. A falta da competitividade faz com que as propostas deixem de ser representativas de um mercado, para se balizarem, exclusivamente, no limite de aceitabilidade de preços, com o intuito de praticar o maior preço aceitável pelo Órgão, indiferentes à condição do mercado.

### 4.2.10 Porte da Obra

A análise do porte da obra, como fator de influência no preço proposto para a realização de uma obra, não permitiu a identificação de um comportamento bem definido. Apesar da linha de tendência linear, como mostrada na Figura 4.25, indicar um leve declínio do preço com o aumento do porte da obra, aqui representado pelo custo total, a redução, contudo, não se apresenta como significativa.

Tabela 4.11: Relação entre o limite de aceitabilidade de preços, o número de participantes classificados e o IPCC médio por Órgão

ÓRGÃOS	NÚMERO MÉDIO DE PARTICIPANTES	IPCC MÉDIO	LIMITE DE ACEITABILIDADE
Órgão 06	3,113	1,263	30%
Órgão 05	3,158	1,129	20%
Órgão 07	3,225	1,171	20%
Órgão 09	3,226	1,056	30%
Órgão 03	3,380	1,099	20%
Órgão 04	3,459	1,131	20%
Órgão 11	4,809	1,132	20%
Órgão 13	5,661	0,918	25%
Órgão 10	6,571	0,943	20%
Órgão 08	8,556	0,987	25%
Órgão 02	8,584	0,957	20%
Órgão 01	9,153	0,942	30%
Órgão 12	11,148	0,941	30%
MÉDIAS	6,405	1,032	

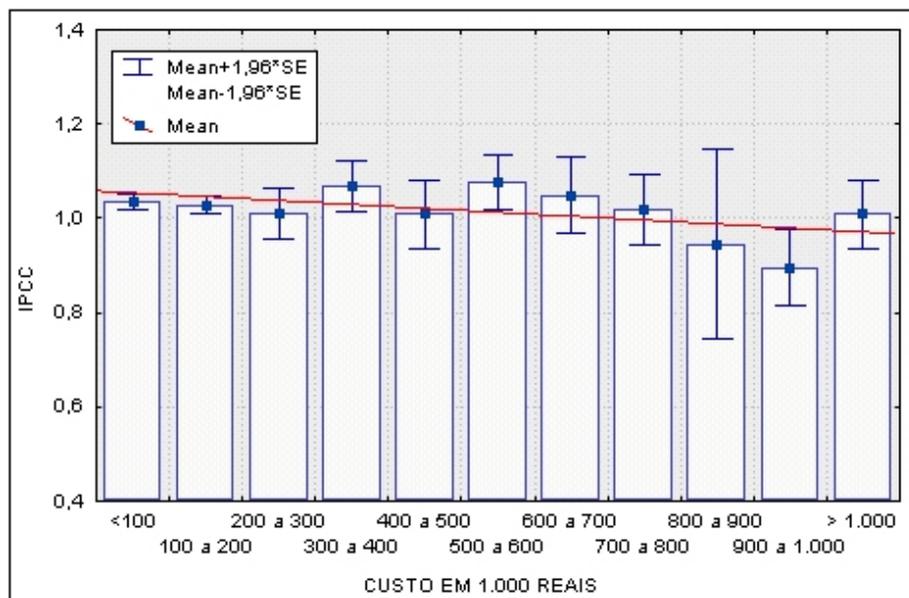


Figura 4.25: Comportamento do IPCC em função do custo base

## 5 UM INDICADOR DE DESEMPENHO PARA OS ÓRGÃOS

### 5.1 Introdução

O Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco (TCE-PE), objetivando tornar sua atuação mais eficaz e tempestiva, implantou um processo de interiorização. Criou sete núcleos avançados denominados Inspetorias Regionais, privilegiando o interior do Estado. Esta ação permite ao cidadão comum reclamar os seus direitos, sem ter que se deslocar do interior do Estado até a capital.

Normalmente, os técnicos do controle externo e responsáveis pela fiscalização da economicidade nas contratações das obras, permanecem nas Inspetorias por longos períodos, muitos estabelecendo-se de forma definitiva. A atuação em uma única região por períodos tão longos tem por conseqüência a perda referencial do todo, ou seja, do que vem ocorrendo nas contratações das demais regiões do Estado.

Ciente dessa deficiência o Tribunal tem tentado compensar esta perda de paradigma com encontros técnicos semestrais. Mesmo assim, a ausência de indicadores comuns a todos, ou melhor, de uma escala de desempenho aplicada às contratações, de modo a possibilitar comparações entre os resultados alcançados pelos Órgãos auditados, representa um dificultador aos objetivos dos encontros.

### 5.2 Formulação de um Indicador

Sob a sedução do “*Demônio Laplaciano do Determinismo*”, propõe-se a introdução de um índice que tem por objetivo servir como escala de comparação entre as médias dos resultados obtidos pelos Órgãos, nas contratações das obras e serviços de engenharia. O índice proposto nada mais é que um IPCC que representa todas as contratações do Órgão, e que passará a denominar-se IPCO – Índice de Preço Custo do Órgão.

Na determinação de um índice mais geral, como se propõe para o IPCO, há de se levar em consideração o volume de recursos envolvidos por processo licitatório. Desta forma torna-se necessário fazer com que as Tomadas de Preços tenham um peso maior que os Convites, sendo o mesmo raciocínio válido para as Concorrências em relação às Tomadas de Preço e Convites.

Outro aspecto merecedor de atenção é o número de licitações por modalidade e, uma vez que os Órgãos apresentam suas licitações com composições de modalidades bem distintas, faz-se necessário uma homogeneização de forma a permitir comparações entre os IPCO.

Para o cálculo do IPCO propõe-se uma média ponderada do IPCC em função da modalidade do processo licitatório, com a seguinte formulação:

$$IPCO_A = \frac{\sum_{j=1}^3 \left[ \frac{\left( \sum_{i=1}^{n_j} IPCC_{ji} \right) \cdot FV_j}{FC_j} \right]}{\sum_{j=1}^3 (n_j \cdot FV_j)} \quad \text{para } j=1,2,3 \quad \text{e } i=1, \dots, n \quad (5.1)$$

ou

$$IPCO_A = \frac{\sum_{j=1}^3 \left( \frac{n_j \cdot IPCC_j \cdot FV_j}{FC_j} \right)}{\sum_{j=1}^3 (n_j \cdot FV_j)} \quad (5.2)$$

Sendo:

$$FV_j = \frac{\text{mediana}(PV_j)}{\text{mediana}(PV_{Convite})} \quad \text{e} \quad FC_j = \frac{\overline{IPCC_j}}{\overline{IPCC_{Convite}}}$$

Onde:

$IPCO_A$  – Índice de Preço Custo do Órgão A;

$IPCC_j$  – é o IPCC médio observado para a j-ésima modalidade licitatória do Órgão A;

$IPCC_{ji}$  – é o IPCC observado no i-ésimo processo da j-ésima modalidade licitatória do Órgão A;

$n_j$  – é o número de processos observados na j-ésima modalidade licitatória do Órgão A;

$FV_j$  – Fator Valor da j-ésima modalidade licitatória do Plano Piloto ;

$FC_j$  – Fator Competitividade da j-ésima modalidade licitatória do Plano Piloto;

$PV_j$  – Preços globais para todas as obras que compõem a amostra (Plano Piloto) na j-ésima modalidade licitatória;

$PV_{Convite}$  – Preços globais para todas as obras que compõem a amostra (Plano Piloto) na modalidade Convite;

$\overline{IPCC_j}$  - é o IPCC médio para todas as obras que compõem a amostra (Plano Piloto), na j-ésima modalidade licitatória;

$\overline{IPCC_{Convite}}$  - é o IPCC médio para todas as obras que compõem a amostra (Plano Piloto) na modalidade Convite.

Para o cálculo do  $IPCO_A$  foram consideradas apenas as modalidades licitatórias: Convite ( $j=1$ ), Tomada de Preços ( $j=2$ ) e Concorrência ( $j=3$ ).

Como pode ser observado, a formulação proposta para o IPCO adota como referência a modalidade Convite, por ser esta a modalidade de maior incidência no Plano Piloto (observada em 69% das licitações). A adoção do Convite como referência faz com que o IPCO seja lido

como o Índice Preço Custo do Órgão na base Convite, significando que todos os processos foram homogeneizados para a modalidade Convite. De forma seqüenciada, apresenta-se o cálculo do IPCO nos Órgãos que compõem o Plano Piloto :

### 1. Cálculo do Fator Valor (FV) para o Plano Piloto:

Tabela 5.1: Mediana dos valores globais das obras por modalidade de licitação

Preço Global Vencedor	Modalidade do Processo Licitatório		
	Convite	Tomada de Preços	Concorrência
Mediana dos Preços	R\$ 73.195,00	R\$ 244.167,00	R\$ 695.931,00

$$FV_{Tomada} = \frac{\text{mediana}(PV_{Tomada})}{\text{mediana}(PV_{Convite})} = \frac{R\$244.167,00}{R\$73.195,00} = 3,3358$$

$$FV_{Concorrência} = \frac{\text{mediana}(PV_{Concorrência})}{\text{mediana}(PV_{Convite})} = \frac{R\$695.931,00}{R\$73.195,00} = 9,5079$$

$$FV_{Convite} = \frac{\text{mediana}(PV_{Convite})}{\text{mediana}(PV_{Convite})} = \frac{R\$73.195,00}{R\$73.195,00} = 1,0000$$

### 2. Cálculo do Fator Competitividade (FC) para o Plano Piloto:

Tabela 5.2: IPCC médio por modalidade de licitação

IPCC Plano Piloto	Modalidade do Processo Licitatório		
	Convite	Tomada de Preços	Concorrência
Média <sup>1</sup>	1,0307	0,9465	1,0124

$$FC_{Tomada} = \frac{IPCC_{Tomada}}{IPCC_{Convite}} = \frac{0,9465}{1,0307} = 0,9183$$

<sup>1</sup>Não foram incluídas para o cálculo do IPCC as obras que originaram-se de processos com indícios de conluio.

$$FC_{Concorrência} = \frac{\overline{IPCC_{Concorrência}}}{\overline{IPCC_{Convite}}} = \frac{1,0124}{1,0307} = 0,9822$$

$$FC_{Convite} = \frac{\overline{IPCC_{Convite}}}{\overline{IPCC_{Convite}}} = \frac{1,0307}{1,0307} = 1,0000$$

### 3. Cálculo do índice de Preço Custo do Órgão (IPCO) para o Órgão 01:

Tabela 5.3: Composição do IPCC e número de processos licitatórios observados por modalidades de licitação no Órgão 01

ÓRGÃO 01	Modalidade do Processo Licitatório		
	Convite	Tomada de Preços	Concorrência
Número de processos licitatórios por modalidade	213	77	5
IPCC - Médio por modalidade	0,9684	0,8671	0,8544

Pela equação 5.2 tem-se:

$$IPCO_{Órgão-01} = \frac{\left[ \frac{(213) \cdot (0,9684) \cdot (1)}{1} \right] + \left[ \frac{(77) \cdot (0,8671) \cdot (3,3358)}{0,9183} \right] + \left[ \frac{(5) \cdot (0,8544) \cdot (9,5079)}{0,9822} \right]}{[213 \cdot (1) + 77 \cdot (3,3358) + 5 \cdot (9,5079)]}$$

$$IPCO_{Órgão-01} = 0,9474$$

Logo, o IPCO para o Órgão 01 referenciado pela modalidade Convite, é de 0,9474. Apresenta-se a seguir, Tabela 5.4 contendo os valores dos IPCO para todos os Órgãos que compõem o Plano Piloto.

Como acima exposto, o IPCO encontra-se referenciado pela modalidade convite. Uma outra forma, e mais interessante, é referenciar o IPCO por um Órgão, podendo a escolha desse ser baseada em auditorias anteriores que demonstrem o seu desempenho nas contratações e realizações das obras, ou função dos resultados observados para o IPCO ou outra forma julgada mais adequada. No caso em estudo elegeu-se para referência o Órgão 01 (menor IPCO).

Tabela 5.4: IPCO - Índice de Preço Custo do Órgão

<b>ÓRGÃOS</b>	<b>IPCO</b>
<b>Órgão 01</b>	<b>0,9474</b>
Órgão 02	1,0415
Órgão 03	1,1108
Órgão 04	1,1228
Órgão 05	1,1792
<b>Órgão 06</b>	<b>1,2909</b>
Órgão 07	1,1892
Órgão 08	1,0615
Órgão 09	1,1182
Órgão 10	1,0078
Órgão 11	1,1775
Órgão 12	0,9749
Órgão 13	1,0079
<b>Média</b>	<b>1,095</b>

O grande atrativo para se referenciar o IPCO por um Órgão dá-se pelo fato do mesmo deixar de representar a relação entre preço e custo, passando a representar uma relação de preço para preço. Logo quando o IPCO for referenciado por um Órgão passará a ser denominado IPPO – Índice de Preço entre Órgãos.

Relacionam-se, na Tabela 5.5, os novos índices denominados de IPPO ordenados de forma crescente.

Os resultados na Tabela 5.5 demonstram que o Órgão 06 contrata na média, 36,26% acima dos valores contratados pelo Órgão 01. Já no Órgão 07 o percentual é de 25,53% e assim sucessivamente. A Figura 5.1, exposta a seguir, apresenta a curva de crescimento do IPPO observada pelos Órgãos e referenciada pelo Órgão 01.

Tabela 5.5: IPPO - Índice de Preço do Órgão

ÓRGÃOS	IPPO
<b>Órgão 01</b>	<b>1,0000</b>
Órgão 12	1,0291
Órgão 10	1,0638
Órgão 13	1,0639
Órgão 02	1,0994
Órgão 08	1,1205
Órgão 03	1,1726
Órgão 09	1,1803
Órgão 04	1,1852
Órgão 11	1,2429
Órgão 05	1,2448
Órgão 07	1,2553
<b>Órgão 06</b>	<b>1,3626</b>

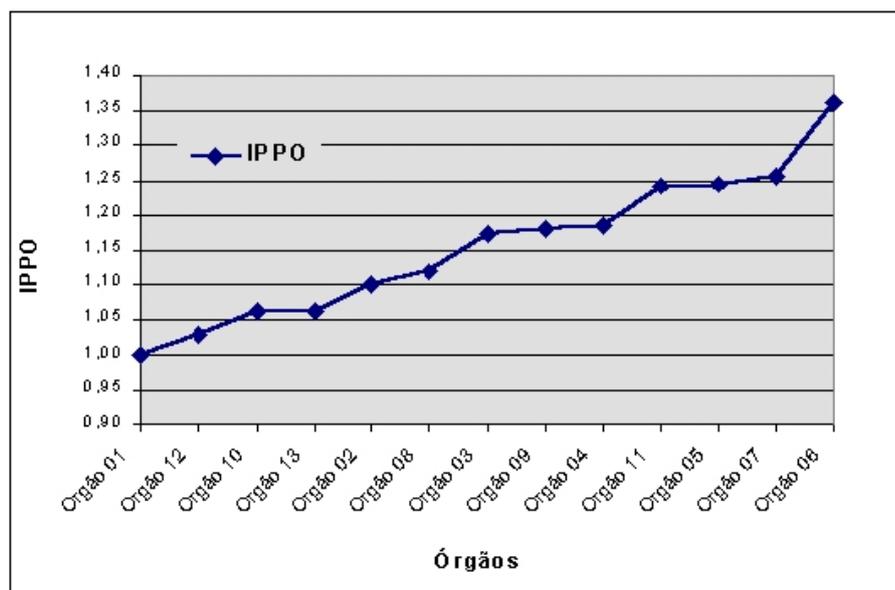


Figura 5.1: Comportamento ordenado dos IPPO dos Órgãos - referenciados pelo Órgão 01

## 6 AVALIAÇÃO DO PREÇO DE UMA OBRA POR ANÁLISE INFERENCIAL

### 6.1 Introdução

Os resultados observados até então baseiam-se em uma análise isolada das variáveis selecionadas para estudo. No Capítulo 04, verificou-se a influência destas variáveis sobre os preços praticados nas contratações das obras e serviços de engenharia que compõem o Plano Piloto. Em muitas das análises constatou-se a impossibilidade de se assegurar se o comportamento observado nos preços era realmente em função do atributo em estudo, ou se resultante da combinação de vários outros fatores. No presente capítulo, os estudos serão desenvolvidos no sentido de procurar verificar a influência das variáveis selecionadas, porém de forma conjunta.

### 6.2 Análise de Regressão

Nesta etapa, apresenta-se a análise da lei de formação dos preços globais contratados por processos licitatórios, para realização de uma obra, pela utilização de um tratamento estatístico inferencial, considerando-se, para tal, os atributos selecionados no Plano Piloto.

O estudo busca a convicção sobre o comportamento dos preços globais contratados para as obras, ao explicar as variações dos valores obtidos no mercado através do ajustamento de uma equação de regressão<sup>1</sup> múltipla, que se baseia em parâmetros com significância comprovada.

Atualmente, a análise de regressão é um dos ramos da teoria estatística mais utilizado na pesquisa científica. Apresenta-se como uma técnica eficaz, quando se pretende verificar o comportamento de uma variável (variável dependente) em relação a outras variáveis que são responsáveis pela sua formação (variáveis independentes); é uma técnica estatística para investigação e modelagem das relações entre variáveis. A variável dependente, cuja variação se pretende explicar, é o Preço Global Contratado para a Realização de uma Obra Pública.

A Análise de Regressão representa uma ferramenta amplamente dominada e pode ser encontrada em Gujarati (2000), Kmenta (1988), Hoffmann & Vieira (1983) e Dantas (1999).

#### 6.2.1 Variáveis Independentes Selecionadas para Estudo

Foram selecionados vários parâmetros, objetivando explicar as variações de preços de mercado através da construção do modelo de regressão. Estes encontram-se apresentados a seguir,

---

<sup>1</sup>O termo *regressão* foi introduzido por Francis Galton, na obra *Family Likeness in Statura*, 1886. Em um famoso ensaio, Galton verificou que, embora houvesse uma tendência de pais altos terem filhos altos e pais baixos terem filhos baixos, a altura média dos filhos de pais de uma dada altura tendia a se deslocar ou “regredir” a altura média da população. Nas palavras de Galton tratava-se de uma “regressão à mediocridade”.

explicitando-se a forma como foram quantificados:

**ÓRGÃOS** – Variável utilizada para caracterização do Órgão de origem do processo licitatório - variável qualitativa, sendo cada Órgão caracterizado por uma variável DUMMY (dicotômica do tipo 0-1).

**ADMINISTRAÇÃO DO ÓRGÃO** – Variável utilizada para explicitar as mudanças de administração observadas em um Órgão no período compreendido pelos exercícios 2000 e 2001 - variável qualitativa, sendo cada mudança de administração caracterizada por uma variável DUMMY.

**MODALIDADE DA LICITAÇÃO** – Variável utilizada para explicitar a modalidade de licitação que deu origem à contratação do preço da obra - variável qualitativa, sendo as modalidades: Convite, Tomadas de Preço e Concorrência caracterizadas por variáveis DUMMY.

**COMPETITIVIDADE** – Variável utilizada para caracterizar o número de participantes classificados no processo licitatório - variável qualitativa, sendo considerado os níveis de competitividade sugeridos no Capítulo 04 (Insuficiente, Muito Baixa, Baixa, Neutra, Intermediária, Forte e Muito Forte), caracterizada por variáveis DUMMY.

**NATUREZA DA OBRA** – Variável utilizada para caracterizar o objeto da licitação quanto à sua natureza, distinguindo se de uma obra de edificação ou se de pavimentação, como também se o objeto é uma construção nova ou uma reforma/recuperação - variáveis qualitativas; uma para edificação ou reforma e outra para obra nova ou recuperação/reforma, caracterizadas como variáveis DUMMY.

**CUSTO BASE** – Variável utilizada para caracterizar o porte da obra, tomada em função dos recursos envolvidos (custo da obra estimado pelo Órgão para subsidiar a realização do processo licitatório) - variável quantitativa medida em unidades monetárias (no caso atual Reais) .

**LOCALIZAÇÃO DA OBRA** – Variável utilizada para explicitar a localização da obra em relação à Região Metropolitana do Recife (RMR) - variável quantitativa, dada pela distância do município onde será realizada a obra à RMR; medida em quilômetros.

**DATA DA LICITAÇÃO** – Variável utilizada para explicitar a data da realização do processo licitatório - variável quantitativa medida em meses, tomado-se como base o mês de dezembro de 1999 (data zero).

**PRAZO DA OBRA** – Variável utilizada para explicitar o prazo previsto para a realização da obra, observado no instrumento convocatório do processo licitatório - variável quantitativa medida em dias.

**INDÍCIOS DE CONLUIO** – Variável utilizada para caracterizar os processos, sob suspeita da prática de conluio, por parte das empresas participantes do processo licitatório - variável qualitativa caracterizada como variável DUMMY.

## 6.2.2 Construção do Modelo

Há vários métodos para construção da função de regressão, o método mais utilizado é o Método dos Mínimos Quadráticos Ordinários<sup>2</sup>, que surgiu a partir dos trabalhos de astronomia elaborados pelo matemático alemão Carl Friedrich Gauss, no período de 1809 a 1821.

Inicialmente, com as variáveis explicativas apresentadas acima, foram ajustados vários modelos com as mais diversas combinações de variáveis, na busca de uma melhor explicação para as variações dos preços contratados para as obras. Os modelos obtidos, apesar de apresentarem um bom nível de explicação - significância aceitável - demonstraram a ausência de uma outra variável explicativa. Esta identificação deu-se pela análise do gráfico de valores ajustados versus resíduos. Um exemplo desta relação encontra-se apresentada na Figura 6.1.

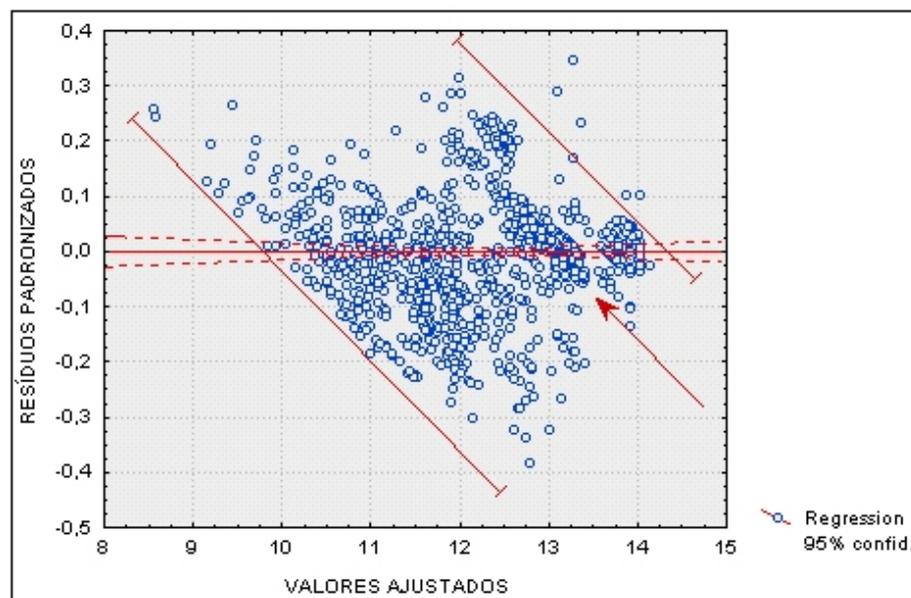


Figura 6.1: Valores Ajustados versus Resíduos

<sup>2</sup>O modelo de uma regressão linear múltipla com parâmetros estimados pelo Método dos Mínimos Quadráticos, representado na notação matricial é dado por:  $Y = X\beta + \epsilon$ ,

onde:

Y – chama-se variável dependente, variável explicada ou variável resposta;

X – é chamada de variável independente, variável explicativa, ou covariáveis;

$\beta$  – são os parâmetros da população;

$\epsilon$  – são os erros aleatórios do modelo;

Sendo a estimativa dos parâmetros ( $\hat{\beta}$ ) dada por:

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

A Figura 6.1 demonstra que os resíduos apresentam uma tendência de comportamento, bem como agrupamentos que, em princípio, ocorrem sem uma justificativa. Estas observações sugerem a existência de outra, ou outras, variáveis explicativas não contempladas no modelo.

O comportamento apresentado pelos resíduos só começou a ser melhor entendido, quando da análise do histograma do IPCC das obras que compõem o Plano Piloto, Figura 6.2.

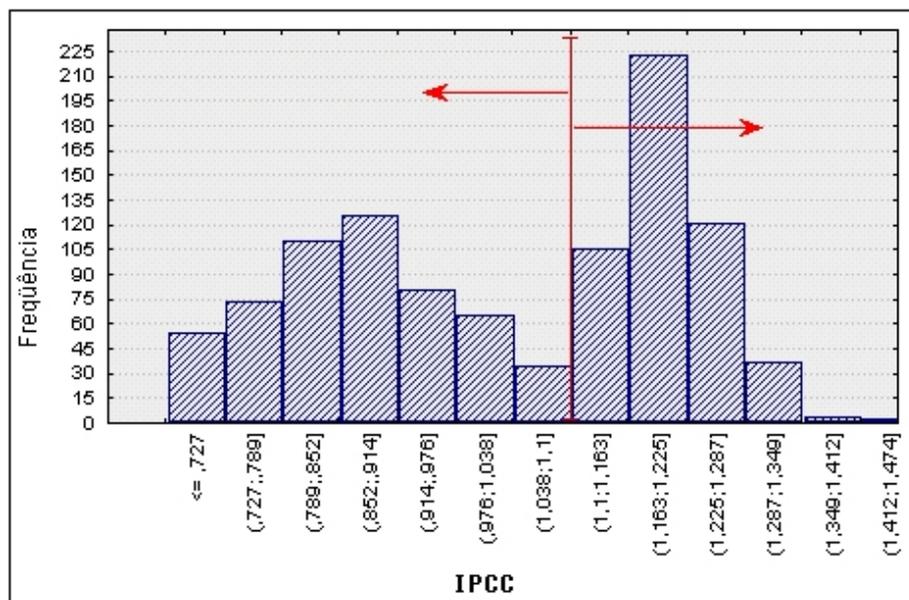


Figura 6.2: Histograma do IPCC com todos os processos licitatórios do Plano Piloto

O histograma, Figura 6.2, apresenta uma configuração característica da ação de dois mecanismos probabilísticos distintos atuando sobre os valores do IPCC, fazendo-se necessária, a identificação da origem destes mecanismos.

Inicialmente, fragmentando o Histograma do IPCC por Órgãos, constatou-se a existência de grupos de Órgãos que são regidos por mecanismos probabilísticos distintos. Caracterizando este comportamento apresenta-se os histogramas do IPCC para os Órgãos 07 e 10, Figuras 6.4 e 6.3, respectivamente.

Os histogramas dos IPCC dos Órgãos 07 e 10 demonstram, que o tipo de mecanismo probabilísticos que atua sobre as contratações varia em função do Órgão, porém falta determinar qual o fator causador destas variações. Para tanto, lançou-se mão do histograma múltiplo, contemplando o IPCC dos Órgãos 06, 07 e 10, com resultado apresentado na Figura 6.5.

A visualização do histograma no aspecto “forma das distribuições apresentadas” permite dizer que o Órgão 10 diferencia-se dos Órgãos 06 e 07. Surge então o primeiro indício para uma justificativa, pois o que estes dois grupos apresentam de mais diferente é a competitividade; enquanto no Órgão 10 participam em média 6,571 empresas, nos Órgãos 06 e 07 participam apenas, na média, 3,113 e 3,225 respectivamente.

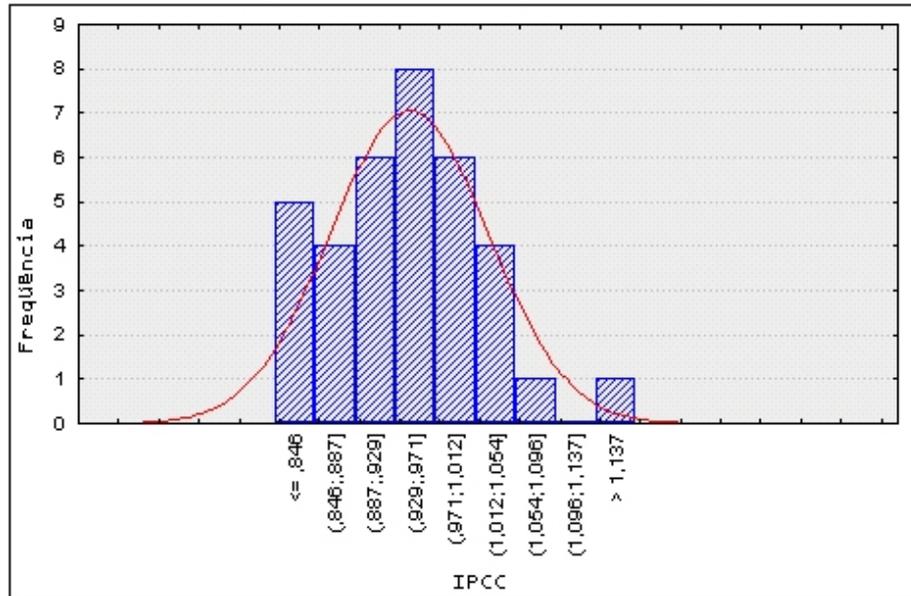


Figura 6.3: Histograma do IPCC com as licitações realizadas pelo Órgão 10

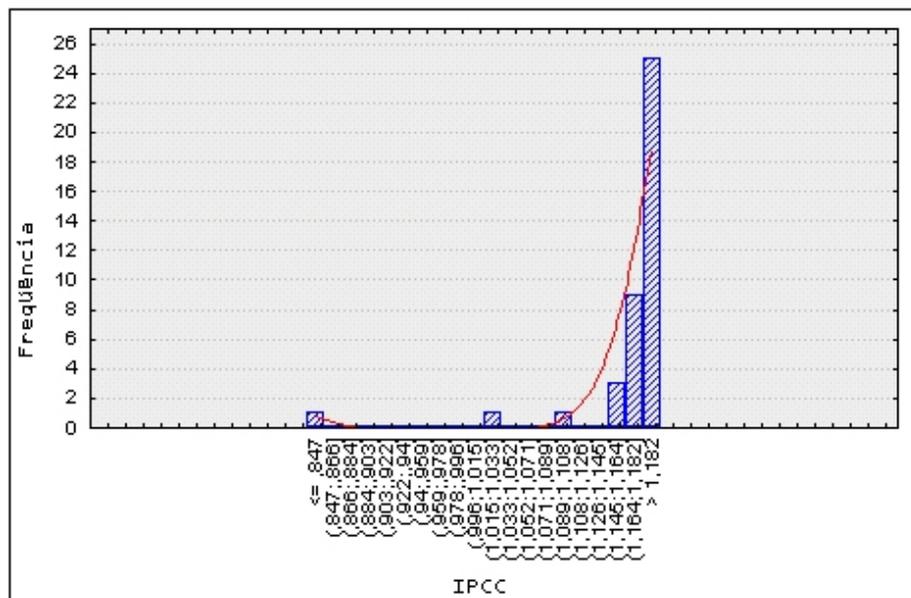


Figura 6.4: Histograma do IPCC com as licitações realizadas pelo Órgão 07

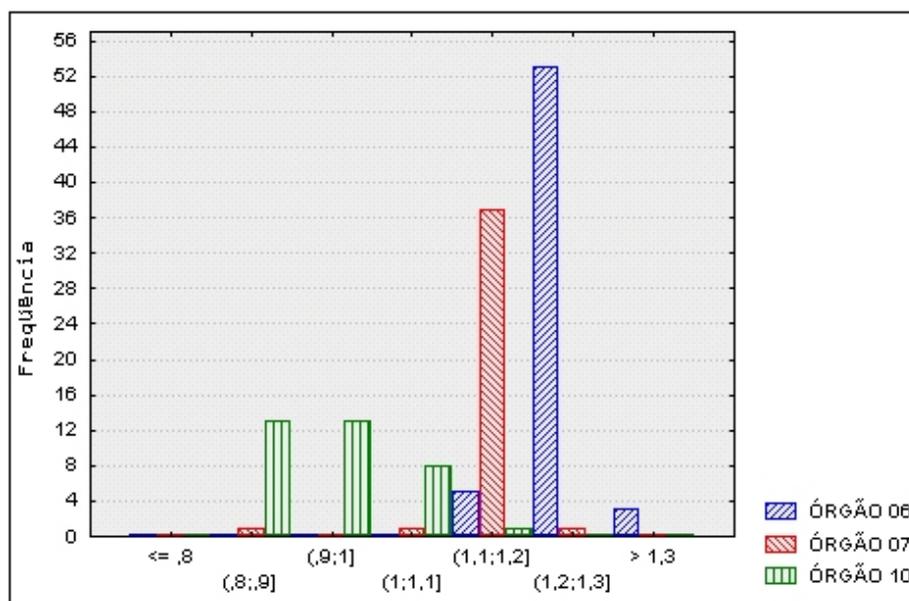


Figura 6.5: Histograma Múltiplo para o IPCC dos Órgãos 06, 07 e 10

De posse desse resultado, as análises recaem agora sobre as diferenças entre os Órgãos 06 e 07, pois, com níveis de competitividades tão próximos, o que justificaria valores visivelmente distintos?

Ao se analisar novamente o histograma, verifica-se que o maior número de observações no Órgão 07 apresenta IPCC no intervalo de 1,100 a 1,200, enquanto no Órgão 06 a concentração se dá no intervalo entre 1,200 e 1,300. Ao se identificar os intervalos, salta às vistas a justificativa, pois a diferença entre os Órgãos está no limite de aceitabilidade de preços que no Órgão 07 é de 20% e no Órgão 06 é de 30%.

Logo conclui-se que, nos processos onde não há competitividade, o que rege os valores propostos para realização das obras não é o custo da obra ou muito menos o mercado, mas sim o limite de aceitabilidade de preço estabelecido pelo Órgão em cumprimento ao Art. 40 da Lei de Licitações, Lei nº 8.666/93.

Até então se acreditava que sobre um Órgão só atuava um dos mecanismos probabilísticos identificados; porém, para surpresa, existem também situações em que se verificam os dois mecanismos atuando no mesmo Órgão. Este foi o caso dos Órgãos 01 e 02, representados pelo histograma do Órgão 01 apresentado na Figura 6.6.

A constatação gerou uma grande preocupação, pois até então, o Órgão 01, quase sempre, havia apresentado os melhores resultados para os atributos analisados: alta competitividade com uma média de 9,153 participantes classificados e baixo IPCC médio (0,942). Porém o histograma demonstra ocorrer, em número representativo, licitações com IPCC superior a 1,236.

Este comportamento põe sob suspeição todas as análises anteriormente realizadas, e será um ponto a ser abordado no Capítulo 7.

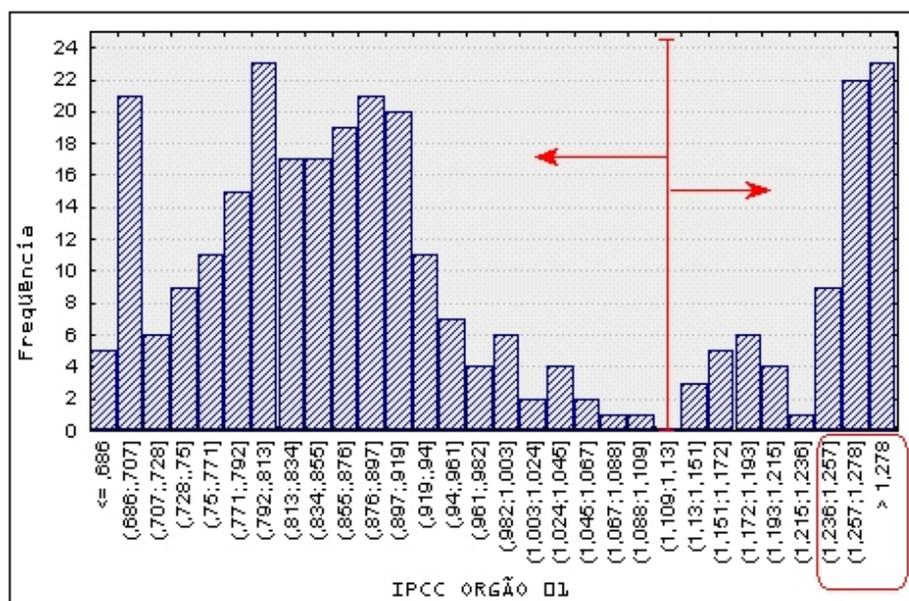


Figura 6.6: Histograma do IPCC dos processos realizados pelo Órgão 01

A partir dos resultados dos histogramas gerados para todos os Órgãos selecionados, identificou-se a ocorrência de processos não competitivos, em que os valores observados encontram-se basicamente regidos pelo limite de aceitabilidade de preço. Esse comportamento apresentou-se visível e de forma mais contundente nos processos com até seis participantes classificados dos Órgãos 01, 02, 03, 04, 05, 06 e 07.

Face ao exposto, passou-se a introduzir como variável independente na análise de regressão a variável Limite de Aceitabilidade de Preços do Órgão. Porém a explicações sobre o preço da obra por parte dessa variável não depende apenas de suas variações, depende também do estado de competitividade do processo licitatório, se competitivo ou não. Sugerindo a introdução de uma Fator de Interação, definido pelo produto das variáveis limite de aceitabilidade e competitividade. A significância da diferença de explicação para o limite de aceitabilidade em função da competitividade é testada pela significância do Fator de Interação introduzido como parâmetro no modelo. Uma abordagem formal pode ser obtida em Dantas (1999, p. 159 a 169). A nova variável incluída no modelo foi definida com as seguintes características:

**FATOR DE INTERAÇÃO LIMITE DE ACEITABILIDADE DE PREÇOS** - variável quantitativa medida em percentual para as obras com número de participantes menor ou igual a seis, nos Órgãos 01, 02, 03, 04, 05, 06 e 07 e igual a zero nos demais casos.

Nessa nova estruturação, identificou-se um modelo matemático de homogeneização entre os dados observados através de metodologia de pesquisa científica, utilizando-se o método dos mínimos quadrados para obtenção de estimativas não-tendenciosas dos parâmetros, dado pela equação 6.1:

$$\begin{aligned}
Y = & 0,98633 \cdot 0,94610^{X_1} \cdot 1,06159^{X_2} \cdot 0,96957^{X_3} \cdot 1,02687^{X_4} \cdot 1,03712^{X_5} \cdot 0,92967^{X_6} \cdot \\
& \cdot 1,04220^{X_7} \cdot 1,03900^{X_8} \cdot 1,18827^{X_9} \cdot 1,14842^{X_{10}} \cdot 1,07133^{X_{11}} \cdot 1,02802^{X_{12}} \cdot \\
& \cdot 0,98097^{X_{13}} \cdot 0,99901^{X_{14}} \cdot 0,97200^{X_{15}} \cdot 0,98002^{X_{16}} \cdot 0,92235^{X_{17}} \cdot 0,87234^{X_{18}} \cdot \\
& \cdot 0,83527^{X_{19}} \cdot 0,83124^{X_{20}} \cdot 1,36822^{X_{21}} \cdot 1,23877^{X_{22}} \cdot 1,00757^{X_{23}} \cdot X_{24}^{(1,001192)} \quad (6.1)
\end{aligned}$$

Onde:

$Y$  - Variável explicada (dependente) correspondente ao valor global apresentado pela empresa vencedora do certame para realização da obra em R\$ e na data do processo licitatório.

$X_i$ ,  $i = 1,2,3$  a 24, são as variáveis explicativas ou independentes, atributos que expressam a formação de valor sendo:

$X_1$  - variável Administração no Órgão 01 (do ano 2000 = 0 e do ano 2001=1)

$X_2$  - variável Órgão 02

$X_3$  - variável Administração no Órgão 02 (do ano 2000 = 0 e do ano 2001=1)

$X_4$  - variável Órgão 04

$X_5$  - variável Órgão 05

$X_6$  - variável Administração no Órgão 05 (do ano 2000 = 0 e do ano 2001=1)

$X_7$  - variável Órgão 06

$X_8$  - variável Órgão 07

$X_9$  - variável Órgão 08

$X_{10}$  - variável Órgão 09

$X_{11}$  - variável Órgão 10

$X_{12}$  - variável Órgão 12

$X_{13}$  - variável tomada de preços

$X_{14}$  - variável data da licitação

$X_{15}$  - variável reforma

$X_{16}$  - variável competitividade fraca (1 ou 5 participantes)

$X_{17}$  - variável competitividade neutra (6 participantes)

$X_{18}$  - variável competitividade intermediária (7 a 9 participantes)

$X_{19}$  - variável competitividade – forte (10 a 15 participantes)

$X_{20}$  - variável competitividade muito forte (mais de 15 participantes)

$X_{21}$  - variável índice de conluio 1

$X_{22}$  - variável índice de conluio 2

$X_{23}$  - variável fator de interação limite de aceitabilidade de preços

$X_{24}$  - variável custo base do Órgão

Esta função, submetida aos testes usuais, pode ser considerada um modelo estatístico que permite a predição interpolativa, onde se verificam:

## Coefficiente de Determinação

O modelo adotado responde por 99,50% da formação dos valores globais, propostos pelas empresas vencedoras dos processos licitatórios, observados no Plano Piloto, sendo que apenas 0,50% podem ser atribuídos a outras variáveis: imprecisões, vícios de informações, e perturbações aleatórias.

## Análise de Variância

Testada a hipótese nula<sup>3</sup> de não representatividade do modelo para explicação do fenômeno, foi a mesma rejeitada ao nível de significância de 1%, tendo em vista que a estatística F, com resultado de 7.841,09, é superior ao ponto crítico da distribuição F de Snedecor com 24 graus de liberdade no numerador e 951 graus no denominador, ao nível de confiança de 99%. Apresenta-se, na Tabela 6.1, a Tabela ANOVA com as variâncias do modelo.

Tabela 6.1: Tabela de Análise de Variância

ANOVA					
Causas de Variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Variância	F	<i>p-value</i>
Regressão	1.047,429	24	43,64287		
Resíduos	5,293	951	0,005566	7.841,09	0
Total	1.052,722				

<sup>3</sup>As hipóteses a serem testadas são:

$$\begin{cases} H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_n = 0 \\ H_1 : \text{pelo menos um } \beta_j (j = 1, \dots, n) \text{ é } \neq 0 \end{cases}$$

a estatística de teste é  $F_c = \frac{\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2} \frac{(n-k-1)}{k}$

Rejeita-se  $H_0$  ao nível de significância  $\alpha$  se  $F_c > F_{(\alpha; k; n-k-1)}$  onde  $F_{(\alpha; k; n-k-1)}$  é o intercepto da distribuição F de Snedecor com significância  $\alpha$ ,  $k$  graus de liberdade no numerador e  $n - k - 1$  graus de liberdade no denominador.

## 6.2.3 Análise dos Pressupostos Básicos para Aceitação do Modelo

### Aleatoriedade dos Resíduos

Os resíduos do modelo apresentam-se de forma aleatória, quando plotados no gráfico de Resíduos versus Valores Ajustados, Figura 6.7, o que leva a concluir que não há violação dos pressupostos básicos no que diz respeito a homocedasticidade<sup>4</sup>, independência e não autocorrelação.

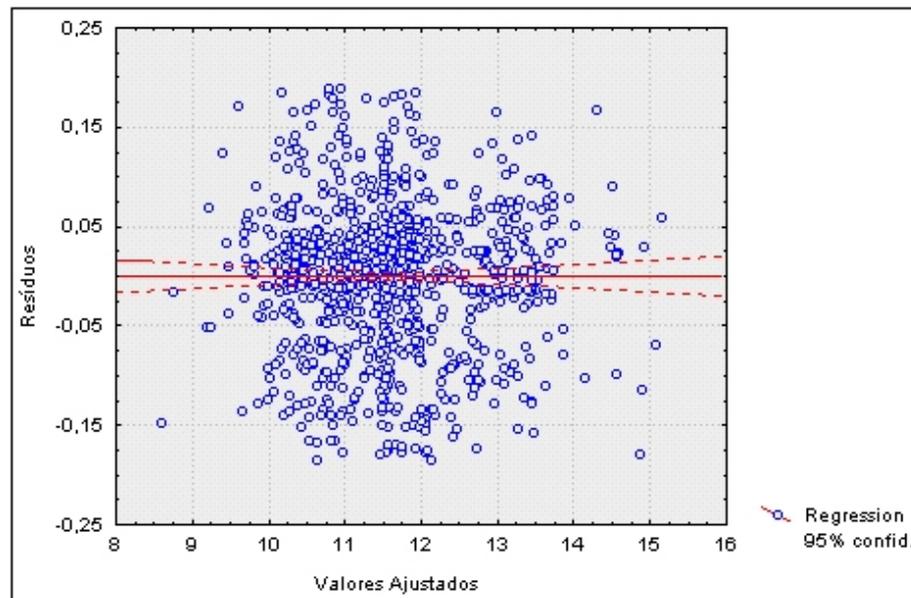


Figura 6.7: Valores Ajustados versus Resíduos

### Normalidade dos Resíduos

Verificou-se que 69% dos resíduos padronizados encontram-se no intervalo  $[-1 ; +1]$ , 87% entre  $[-1,64 ; + 1,64]$  e 93% entre  $[-1,96 ; +1,96]$ , o que demonstra fortes indícios a favor da distribuição normal para os erros aleatórios do modelo. Apresenta-se, na Figura 6.8, o histograma dos resíduos padronizados, para permitir uma melhor convicção a favor da normalidade dos resíduos.

<sup>4</sup>A expressão homocedasticidade significa igual (homo) dispersão (scedasticidade), isto é igual variância. Nos modelos clássicos de regressão linear a hipótese é de que a variância de cada termo de perturbação  $\epsilon$  é algum número constante igual a  $\sigma^2$ .

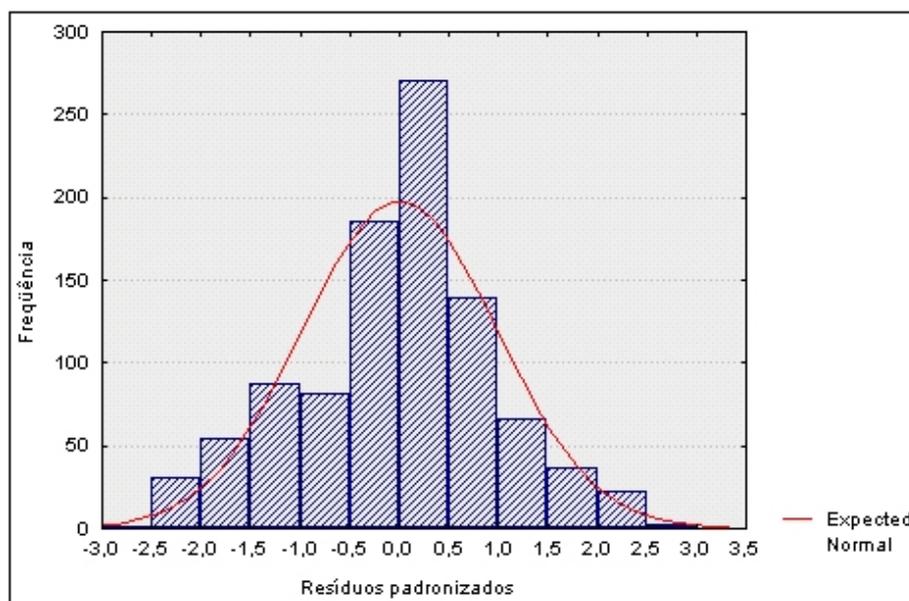


Figura 6.8: Histograma dos resíduos padronizados

## Exame de Multicolinearidade

Testou-se a existência de multicolinearidade<sup>5</sup> entre as diversas variáveis independentes através de análise das correlações com influência, não se encontrando resultado que indicasse a presença do fenômeno ou grau que pudesse restringir a utilização do modelo.

Na análise da matriz de correlação, contendo as combinações das 24 variáveis duas a duas apresentada no Apêndice 4, identificou-se como resultados mais elevados os valores: 0,680, 0,527, 0,457, 0,409 e 0,396. Sendo, os dois primeiros, observados entre as variáveis Órgão e mudança de administração no mesmo Órgão, o que não deixa de ser uma justificativa. De toda sorte, os valores não permitem assegurar a existência de multicolinearidade no modelo.

### 6.2.4 Teste de Significância dos Parâmetros

A significância individual dos parâmetros  $\beta$  observados, quando do ajustamento do modelo de regressão para estimar valor global de uma obra, pode ser medida através da estatística  $t^*$ <sup>6</sup>,

<sup>5</sup>O termo multicolinearidade foi apresentado por Ragnar Frisch (1934). Significava originalmente a existência de uma perfeita ou exata relação linear entre algumas ou todas as variáveis explicativas de um modelo de regressão. Hoje o termo é usado em um sentido mais amplo incluindo também os casos em que as variáveis explicativas são intercorrelacionadas, mas não tão perfeitamente.

<sup>6</sup>A estatística  $t^*$  de teste é dada por:  $t_j^* = \frac{b_j - \beta_j}{s(b_j)}$  onde  $s(b_j)$  é o desvio padrão correspondente ao parâmetro estimado  $b_j$ .

Para testar a Hipótese de nulidade do regressor compara-se a estatística “ $t^*$ ” calculada para o parâmetro  $j$  com os valores observados na distribuição  $t$  de Student, de acordo com o nível de significância desejado. Se o valor  $t$  calculado for superior ao  $t$  tabelado com  $n - k - 1$  ( $n$ =número de dados,  $k$ =número de parâmetros) graus de liberdade ao nível de significância  $\lambda/2$  rejeita-se a hipótese  $H_0$  ao nível de confiança  $1 - \lambda$ .

onde a hipótese a ser testada é dada por:

$$\begin{cases} H_0 : \beta_j = 0, \\ H_1 : \beta_j \neq 0 \end{cases}$$

Aceitar a hipótese  $H_0$  é o mesmo que dizer que a variável  $\beta_j$  não é importante no modelo, no caso contrário, atesta-se a importância da variável na explicação do comportamento dos preços globais para as obras públicas observadas no Plano Piloto. Apresenta-se na Tabela 6.2, os valores dos t-observados, e as respectivas significâncias obtidas pela distribuição “t de Student” para cada uma das variáveis explicativas que compõem o modelo.

Tabela 6.2: Análise de significância dos parâmetros

Variáveis	t-observado	Significância	
		p	(%)
$X_1$	-5,0277	5,93E-07	0,00%
$X_2$	2,4521	0,014381	1,44%
$X_3$	-2,0909	0,036803	3,68%
$X_4$	2,6462	0,008274	0,83%
$X_5$	2,692	0,007227	0,72%
$X_6$	-3,0014	0,002757	0,28%
$X_7$	3,328	0,000908	0,09%
$X_8$	2,8787	0,004082	0,41%
$X_9$	6,3095	4,29E-10	0,00%
$X_{10}$	8,5482	4,93E-17	0,00%
$X_{11}$	4,8156	1,71E-06	0,00%
$X_{12}$	3,4649	0,000554	0,06%
$X_{13}$	-2,3697	0,018	1,80%
$X_{14}$	-1,9357	0,053196	5,32%
$X_{15}$	-4,4603	9,16E-06	0,00%
$X_{16}$	-2,2754	0,023101	2,31%
$X_{17}$	-7,0903	2,61E-12	0,00%
$X_{18}$	-11,6434	2,19E-29	0,00%
$X_{19}$	-14,5324	2,33E-43	0,00%
$X_{20}$	-12,3247	1,74E-32	0,00%
$X_{21}$	17,9214	0	0,00%
$X_{22}$	12,9977	1,13E-35	0,00%
$X_{23}$	17,2115	0	0,00%
$\log(X_{24})$	308,6274	0	0,00%

Ao observar a Tabela 6.2, constata-se que a única variável a apresentar significância superior ao valor tomado como crítico de 5% foi a variável “data da licitação” que apresenta uma significância de 5,32%. A sua permanência no modelo foi julgada prudente, tanto, pela proximidade da significância observada com a tomada como crítica, como pela pertinência do comportamento por ela explicado. As demais variáveis contempladas para estudo, e que não

encontram-se relacionadas na Tabela 6.2, apresentaram-se não significativas na explicação dos valores no modelo de regressão proposto.

## 6.3 Análise e Interpretação dos Resultados

Nesta etapa, passou-se a interpretar os resultados observados pelo ajustamento da equação de regressão múltipla apresentada acima. Os itens, a seguir analisados, não seguem uma seqüência pré definida, sendo apresentados, apenas, os julgados mais interessantes.

### 6.3.1 Competitividade

O modelo ajustado apresenta como não significativa a diferença entre os preços originários de processos com três participantes e aqueles com 2 ou 4 participantes, para todos os demais níveis de competitividade observa-se uma diferença significativa nos valores das obras.

A mensuração da influência da competitividade no preço ocorre de forma diferente, em função do Órgão apresentar ou não seus processos de baixa competitividade regidos pelo limite de aceitabilidade de preço. Neste caso, passou-se a apresentar o efeito competitividade para três tipos genéricos de Órgãos observados no Plano Piloto, a saber :

- Órgão I – não sofrem influência do limite de aceitabilidade de preços;
- Órgão II – sofre influência e define o limite como de 20%;
- Órgão III - sofre influência e define o limite como de 30%.

A Tabela 6.3 apresenta as reduções nos preços das obras em relação a um processo onde participam apenas três empresas, quando tem-se o aumento da competitividade, cessando-se a influência do limite de aceitabilidade.

A Tabela 6.3 demonstra que, em um processo licitatório com 3 participantes, realizado em um Órgão qualquer, onde os preços são regidos na baixa competitividade pelo limite de aceitabilidade de preços de 30%, caso houvesse uma estrutura competitiva que propiciasse um número de participantes entre 10 e 15, a redução média no preço seria de 33,38%, ou seja, a cada 2 (duas) obras de porte similar uma a mais seria realizada ou, por melhor dizer, na condição inicial para cada grupo de 60 obras contratadas mais de 30 de porte similar deixarão de ser realizadas.

Tabela 6.3: Reduções percentuais nos preços das obras pelo efeito da competitividade em relação às obras que apresentam 3 participantes

COMPETITIVIDADE	Órgão tipo I	Órgão tipo II	Órgão tipo III
	Não influenciado pelo Limite de Aceitab. de preços	Sofre influência do Lim. de Aceitab. de Preços e tem como limite:	
		20%	30%
Competitividade Fraca (1 ou 5 p.)	2,00%	15,72%	21,84%
Competitividade Neutra (6 part.)	7,76%	20,68%	26,44%
Compet. Intermediária (7 a 9 p.)	12,77%	24,98%	30,43%
Compet. Forte (10 a 15 part.)	16,47%	28,17%	33,38%
Compet. Muito Forte (+ de 15 p.)	16,88%	28,51%	33,71%

Em relação ao número de participantes julgou-se conveniente apresentar novamente os resultados observados por Cabral (2002) que, ao analisar 640 obras municipais no Estado, contratadas no exercício 2000, constatou que em apenas 12% das licitações concorreram mais de 3 participantes. Os números apresentados, dimensionam o desperdício de recursos públicos nas obras, por falta de competitividade nos processos licitatórios.

### 6.3.2 Limite de Aceitabilidade de Preços

Como anteriormente constatado, é o Limite de Aceitabilidade de Preços que rege os preços propostos na baixa competitividade, em alguns Órgãos.

Nestes casos para os Órgãos que praticam limites de 20% e 30% verificam-se aumentos médios nos preços propostos de 16,28% e de 25,39% respectivamente, em comparação aos Órgãos que, mesmo na baixa competitividade, não têm seus preços regidos por este Limite.

Um dado importante para as auditorias é a mensuração da consequência sobre os preços, por uma eventual mudança no Limite de Aceitabilidade de Preço. Uma mudança de 20% para 30% representaria uma elevação média de 7,83% nos preços licitados sob baixa competitividade, entendendo-se para tal uma participação de menos de 7 empresas.

### 6.3.3 Índícios de Conluio

O Plano Piloto apresentou dois grupos de obras sob suspeição da prática de conluio por parte das empresas participantes do processo licitatório. Nos dois casos, as variáveis explicativas apresentaram-se significativas sendo, no primeiro conjunto registrada uma elevação de 36,82% no preço das obras e no segundo grupo, 23,88%.

O dano causado pela ação do conluio não se restringe a estes percentuais, há de se levar em consideração que estes percentuais deram-se acima dos valores esperados nos processos de baixa competitividade, pois os conluios normalmente apresentam poucos participantes nas licitações.

Levando-se em consideração que nas licitações que compõem o conluio 1 participaram em média 3,97 empresas, e que no conluio 2 este número caiu para 3,71 empresas, enquanto o Órgão sem suspeita de conluio pratica uma média de 6,722 empresas por processo, conclui-se que o conluio 1 majorou os preços dos serviços em 48,21% e o conluio 2 em 34,19%. Ressalta-se sobretudo que os dois conluio envolveram obras cujos recursos somaram aproximadamente R\$ 35.000.000,00 (trinta e cinco milhões de reais).

Os números são uma afronta porém outro retrato talvez seja ainda mais preocupante; trata-se da constatação das empresas que participaram desta prática, elas representam 25,88% do total de empresas identificadas no Plano Piloto, essas empresas venceram 29,51% dos processos licitatórios selecionados, sendo esses responsáveis por 51,18% do total de recursos licitados nas obras que compõem o Plano Piloto.

### 6.3.4 Data da Licitação

Na análise individualizada do efeito da data da licitação sobre os preços das obras (Capítulo 4), verificou-se que no período 2000 e 2001 os preços apresentaram uma tendência de queda. Neste mesmo período, observou-se um aumento na competitividade, que poderia ser uma justificativa para a redução nos preços.

Com a análise múltipla dos regressores, demonstra-se que o aumento na competitividade não foi o único responsável pela diminuição nos preços ao longo do tempo; outro fator também está influenciando este comportamento. Em função da constatação de que em processos competitivos os preços encontram-se abaixo dos custos de tabela, a variável “data da licitação” representa a taxa de descolamento da representatividade do preço de uma obra pelas tabelas de preço. A taxa de descolamento observada é de 0,099927% a.m..

### 6.3.5 Mudanças nas Administrações dos Órgãos

Constatou-se que apenas as mudanças de administrações observadas nos Órgãos 01, 02 e 05, apresentaram-se significativas quanto a variações nos valores contratados das obras.

Nessa ocasião verificou-se também que, em todos os três casos, as administrações realizadas no exercício 2001 apresentaram um desempenho melhor que a dos seus antecessores.

## 6.4 Estimação Pontual e Intervalo de Confiança

A estimação pontual do preço global médio de uma obra, ofertado pela empresa ganhadora do processo licitatório, pode ser observada pela aplicação da equação de regressão múltipla – equação 6.1. Apresenta-se, a seguir, o resultado da aplicação da equação de regressão a

uma obra imaginária de pavimentação urbana, caracterizada pelas variáveis explicativas como abaixo indicado:

- Órgão : Órgão 01;
- Administração: Observada no exercício 2001;
- Modalidade de Licitação: Convite;
- Data da Licitação: Janeiro de 2001;
- Natureza Nova ou Reforma: Obra nova;
- Competitividade: Intermediária (entre 07 e 09 participantes);
- Indício de conluio: Não;
- Preço Base: R\$ 31.934,92 (trinta e um mil, novecentos e trinta e quatro reais e noventa e dois centavos).

**VALOR MÉDIO ESTIMADO PARA A OBRA=** R\$ 25.981,87 (vinte e cinco mil, novecentos e oitenta e um reais e oitenta e sete centavos)

Tendo em vista que a distribuição normal mostrou-se aderente ao modelo, estimou-se um intervalo de confiança ao nível de 99%, utilizando-se a distribuição “t de Student”, através da expressão;

$$I = \widehat{Y} \pm t_{(1-\frac{\alpha}{2}; n-k-1)} \cdot s(\widehat{Y})$$

onde:

$I$  – intervalo de confiança;

$\widehat{Y}$  – valor médio encontrado pelo modelo;

$t_{(1-\frac{\alpha}{2}; n-k-1)}$  – abscissa da distribuição “t de Student” tabelada a  $n - k - 1$  graus de liberdade para uma significância de  $1 - \alpha/2$ ;

$n$  – número de dados na amostra;

$k$  – número de parâmetros do modelo;

$\alpha$  – significância desejada;

$s(\widehat{Y})^7$  – desvio padrão do valor estimado  $\widehat{Y}$ .

Para a obra fictícia de pavimentação o intervalo para a média ao nível de confiança de 99% é dado por:

---

<sup>7</sup>Sob a forma matricial  
 $S(\widehat{Y}_h) = \sqrt{x_h^T (X^T X)^{-1} x_h \cdot S_e^2}$  onde  $\widehat{Y}_h = x_h^T \beta$  e  $S_e^2$  é a variância residual.

**LIMITE INFERIOR PARA A MÉDIA A 99% DE CONFIANÇA:** R\$ 25.210,58 (vinte e cinco mil, duzentos e dez reais e cinqüenta e oito centavos).

**LIMITE SUPERIOR PARA A MÉDIA A 99% DE CONFIANÇA:** R\$ 26.776,74 (vinte e seis mil, setecentos e setenta e seis reais e setenta e quatro centavos).

Mais uma vez constata-se que em processos competitivos o mercado vem praticando preços abaixo da tabela de custo referenciada pelo Órgão. Vários argumentos são defendidos como possíveis justificativas. O primeiro é de que as contratações realizadas com valores abaixo tem a sua situação revertida durante a execução da obra com termos aditivos, baixa qualidade dos serviços e a não quitação das obrigações fiscais. O segundo, culpa as tabelas por não mais serem fiéis representantes dos custos dos serviços. Ambas as opções são lesivas ao Estado. No primeiro caso, as práticas listadas alijam do processo as empresas dignas, que não se propõem a fraudar impostos ou a executar serviços diferente do especificado. No segundo, caso as tabelas não mais reflitam os custos dos serviços, essas estariam dando suporte a superestimativas dos contratos realizados sob baixa competitividade, bem como para as obras contratadas por dispensa de licitação, onde os contratos são normalmente realizados por tabela acrescida de um BDI estabelecido pelo Órgão. Essa possibilidade chama a atenção pelo número e o montante envolvido nas contratações realizadas por dispensa de licitação; como exemplo, apresenta-se os números para os Órgãos 01 e 11 no exercício 2000 na Tabela 6.4.

Tabela 6.4: Proporção observada entre as dispensas de licitação *versus* os convites, tomadas de preços e concorrências

Órgãos	QUANT. DE PROCESSOS				VALORES (R\$)			
	CC / TP / CO		Dispensas		CC / TP / CO		Dispensas	
	Núm.	%	Núm.	%	R\$	%	R\$	%
Org. 01	166	39,24%	257	60,76%	15.949.775,	72,05%	6.188.793,	27,95%
Org. 11	62	72,09%	24	27,91%	15.235.422,	66,45%	7.692.298,	33,55%

## 7 INDICADORES DE GESTÃO

### 7.1 Introdução

No Capítulo 06, identificou-se a existência de dois diferentes mecanismos probabilísticos, regendo os preços contratados para a realização das obras. De uma forma geral, em cada Órgão atua apenas um dos mecanismos probabilísticos identificados. Isto se dá, muito, em função da estrutura de competitividade observada nos processos licitatórios.

Porém, a constatação da existência de Órgãos que apresentam os dois mecanismos probabilísticos atuando sobre seus processos licitatórios, é que representa um problema. Em outras palavras, significa dizer que em um instante, o Órgão possui uma alta competitividade nas suas licitações e, em outro, apresenta uma total ausência de competitividade, sendo os preços contratados regidos pelo limite de aceitabilidade adotado pelo Órgão.

Nesse caso, os indicadores observados até então mostram-se ineficazes na identificação da real dinâmica de contratação, sendo esta dicotomia disfarçada por valores médios do Órgão.

Para melhor caracterizar a ação dos mecanismos probabilísticos, traça-se um gráfico de médias móveis de seis contratos (Figura 7.1), contemplando as três situações observadas. O Órgão 06 caracteriza o mecanismo probabilístico que atua quando da ausência de competitividade; Órgão 10 caracteriza o mecanismo probabilístico que atua quando da existência de competitividade; e o Órgão 01 caracteriza a ação, em um mesmo Órgão, dos dois mecanismos probabilísticos.

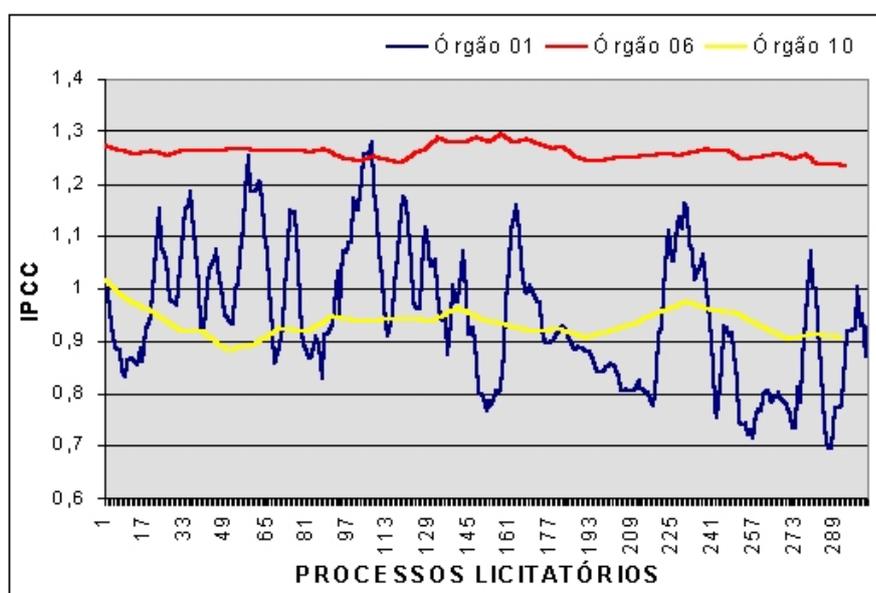


Figura 7.1: Comportamento do IPCC para os Órgãos 01, 06 e 10, representado por médias móveis com seis processos licitatórios

O gráfico de médias móveis demonstra que o Órgão 01, muito, contrata igual ao 06 (Órgão com pior desempenho do Plano Piloto), como também contrata com preços abaixo do Órgão 10, onde os processos encontram-se dentro de uma estrutura com características competitivas.

Como já colocado, este comportamento não foi alcançado pelos indicadores anteriormente estudados, uma vez que esses se utilizam de valores médios, fazendo do Órgão 01, quase sempre, o Órgão de melhor desempenho. Faz-se então necessário a implementação de novos indicadores ou ferramentas, que venham permitir a identificação da dinâmica de contratação dos Órgãos, evitando que médias mascarem o verdadeiro mecanismo atuante.

## 7.2 Contratações Eficientes e Ineficientes

Atualmente, a caracterização do preço contratado para uma obra, no âmbito da auditoria, limita-se ao seu enquadramento como: preço superfaturado, preço inexecutável, ou preço de mercado ou aceitável. Para os dois primeiros casos, existe todo um amparo legal que orienta as ações dos Tribunais de Contas e das Administrações Públicas de uma forma geral. A terceira caracterização é que se constitui no objeto de análise.

Indiferente ao observado no gráfico de médias móveis, os balizadores atualmente vigentes para caracterização das contratações classifica os preços contratados pelo Órgão 01, e constantes no Plano Piloto, como preços aceitáveis. Nesse caso convém indagar: se os preços estão dentro de limites aceitáveis, caberia aos Tribunais de Contas questioná-los? ou: se os preços estão abaixo do limite de aceitabilidade do Órgão, que motivos teria a Administração do Órgão para não contratá-los?

A contra argumentação é contudo, imediata e muito forte. Por que contratar obras com um IPCC de 1,25 quando se têm contratado obras da mesma natureza com um IPCC de 0,85, ou seja, o simples fato do resultado ter sido objeto de processo licitatório é suficiente para justificar uma contratação 47% acima dos preços observados nas outras licitações?

Sem dúvida, a atual estrutura de caracterização do preço de uma obra é muito pobre. Os resultados observados no Órgão 01 refletem o erro de uma generalização. Não basta caracterizar os preços apenas como aceitáveis; faz-se necessário especificar se o valor proposto para realização da obra é um *preço bom* na estrutura atual do mercado, ou se é um *preço ruim*, acima do que se tem obtido, de forma a proporcionar à Administração, um novo referencial para sua decisão: contratar com o preço obtido no processo licitatório ou realizar uma nova licitação.

É embuído desta visão de *preço bom* e *preço ruim*, que se propõe a caracterização dos preços contratados para uma obra em: “CONTRATAÇÃO EFICIENTE” e “CONTRATAÇÃO INEFICIENTE”.

Caracteriza-se uma contratação como “CONTRATAÇÃO EFICIENTE” quando o preço vencedor do processo licitatório apresenta um IPCC (Índice de Preço Custo do Contrato) limitado a um determinado percentual, acima do IPCC médio observado nas contratações realizadas

sob condição de competitividade, garantindo-se a similaridade dos objetos de licitação. Em caso contrário, o contrato caracterizar-se-ia como uma “CONTRATAÇÃO INEFICIENTE”.

No presente estudo, uma contratação foi caracterizada como ineficiente quando seu IPCC ultrapassou o limite de 30% acima da média observada em processo competitivo, entendendo-se como tal, quando observado entre 7 e 9 participantes classificados - (IPCC do processo competitivo = 0,85 logo  $\text{IPCC} > 1,1$  caracterizou-se como contratação ineficiente).

Como forma simplista, adotou-se o mesmo limite para todos os Órgãos, quando o mais adequado seria cada Órgão ter seu próprio limite de caracterização.

Com base na nova classificação para as contratações dos preços das obra, foi refeito o gráfico de médias móveis (agora com 04 contratos), para 156 processos licitatórios realizados no Órgão 01. Figura 7.2 apresentada a seguir:

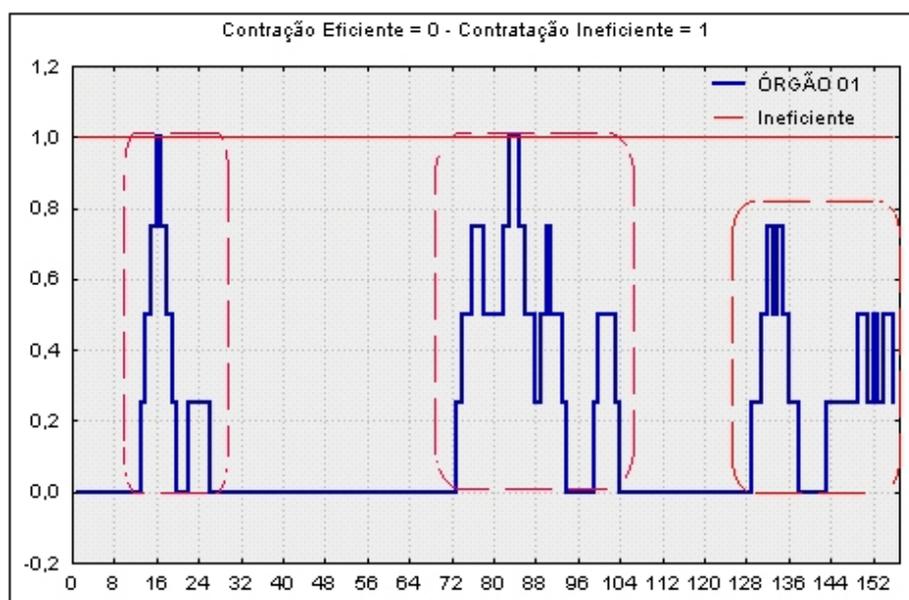


Figura 7.2: Comportamento por médias móveis (4) para as contratações do Órgão 01 após a caracterização como eficiente ou ineficiente

O gráfico resultante das médias móveis para o Órgão 01 apresenta um arranjo característico; é como se o Órgão operasse em um estado de contratações eficientes e, aleatoriamente, este estado fosse acometido por perturbações externas, gerando um grupo de contratações ineficientes, que vão se espaçando até que o sistema volte a operar de forma eficiente. No gráfico podem ser identificadas três ocorrências dessas perturbações.

As chamadas perturbações externas podem ocorrer por vários motivos como: conluios entre as empresas proponentes; fatores políticos, como a iminência de mudanças de administração ou até mesmo por fatores internos do Órgão.

O efeito dessa perturbação externa, será tanto mais duradouro quanto menor for a capacidade do Órgão em atrair mais competitividade para seus processos. É evidente que essa capacidade varia de Órgão para Órgão, ou até mesmo dentro do próprio Órgão, de Administração para Administração.

É a capacidade de tornar-se menos vulnerável às perturbações externas e a velocidade com que faz suas contratações retornarem a um estágio de eficiência que diferencia as Administrações e permite caracteriza-la quanto à sua Gestão na Contratação de Obras Públicas; como eficiente ou ineficiente.

### 7.3 Um Indicador de Gestão

Nessa etapa, buscou-se introduzir um indicador de forma a permitir a caracterização de um Órgão, ou da Administração do Órgão, quanto à Gestão na Contratação de Obras Públicas.

Com esse intuito, lançou-se mão da Teoria dos Processos Estocásticos; mais precisamente CADEIAS DE MARKOV DE PARÂMETRO DISCRETO, que de forma informal foi definido por Campello de Souza (2002) como:

*“...um processo de que, dado o valor de  $X_t$ , os valores de  $X_s$ ,  $s > t$ , não dependem dos valores de  $X_u$ ,  $u < t$ ; isto é, a probabilidade de qualquer comportamento particular futuro do processo, quando seu estado presente é conhecido exatamente, não é alterada por conhecimento adicional no que diz respeito ao seu comportamento passado. Fique claro, entretanto, que se o conhecimento que se tem do estado do processo é impreciso, então a probabilidade de algum comportamento futuro será em geral alterada por informação adicional relativa ao comportamento passado do sistema”.*

As Cadeias de Markov foram resultados dos estudos publicados pelo matemático russo Andrey Andreyevich Markov (1856-1922), cuja fundamentação teórica pode ser encontrada em vários autores entre eles Davenport (1970) e Clarke & Disney (1979). Sem a pretensão de apresentar a teoria sobre as Cadeias de Markov, mas apenas para permitir uma compreensão do desenvolvimento de um Indicador de Gestão, passa-se a apresentar alguns aspectos formais.

#### Cadeias de Markov de Parâmetro Discreto

Seja  $(X_n, n \geq 0)$  um processo estocástico, cujo espaço de estados  $S$ , é um conjunto finito ou infinito enumerável, sob essa condição diz-se que  $(X_n, n \geq 0)$  é uma cadeia de Markov se e somente se,

$$P(X_{n+1} = y | X_n = x, X_{n-1} = x_{n-1}, \dots, X_0 = x_0) = P(X_{n+1} = y | X_n = x) \quad (7.1)$$

Sempre que  $n_0 < n_1 < \dots < n < n + 1$ , onde  $x, y \in S$ , tais que,

$$P(X_{n+1} = y | X_n = x, X_{n-1} = x_{n-1}, \dots, X_0 = x_0) > 0,$$

sendo  $x$  o estado mais recente ocupado pela cadeia e  $n$  o número de etapas do processo (Teixeira, 1998).

## Probabilidades de Transição

As probabilidades condicionais  $P(X_{n+1} = y|X_n = x)$  são chamadas probabilidades de transição da cadeia. Quando essas probabilidades forem independentes de  $n$ , diz-se que a cadeia tem probabilidade de transição estacionária, significando que:

$$P(X_{n+1} = y|X_n = x) = P(X_1 = y|X_0 = x) = P(x, y)$$

Onde  $P(x, y)$  é chamada de probabilidade de transição em uma etapa.

O mecanismo das contratações eficientes e ineficientes pode ser interpretado por uma Cadeia de Markov de dois estágios com a representação gráfica como apresentado na Figura 7.3.

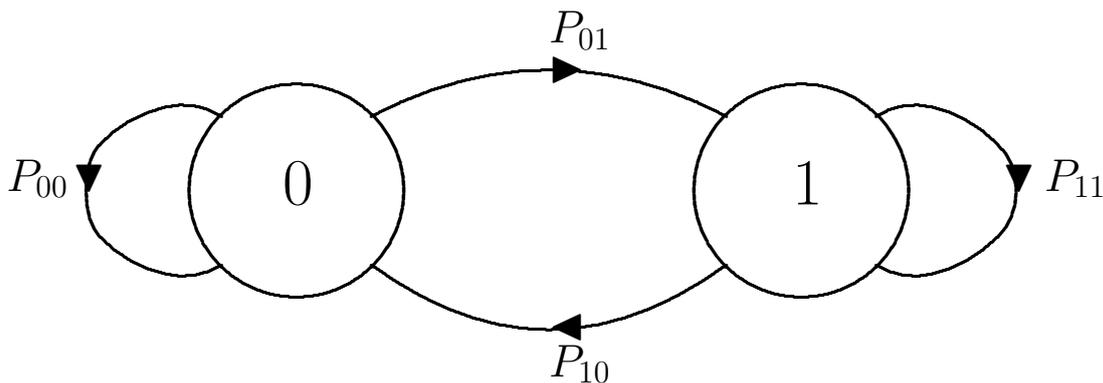


Figura 7.3: Cadeia de Markov com dois estados.

Onde:

Contratação eficiente – estado 0

Contratação ineficiente – estado 1

$P_{x,y}$  – É a probabilidade de se passar do estado  $x$  para o estado  $y$

## A Matriz de Probabilidades de Transição

Face ao caso em estudo apresentar apenas dois estados (eficiente e ineficiente), a matriz de probabilidades de transição ou matriz de Markov é dada por:

$$P = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} \\ P_{10} & P_{11} \end{bmatrix} \quad (7.2)$$

Como estimativa das probabilidades de transição utilizou-se as frequências relativas obtidas a partir do Plano Piloto, e em sendo o número de observações razoavelmente elevado, pode-se dizer que a estimativa será razoavelmente boa para as verdadeiras probabilidades de transição. Apresenta-se, a seguir, o resultado obtido para o Órgão 01.

$$P_{Org-01} = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} \\ P_{10} & P_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,8318 & 0,1682 \\ 0,4471 & 0,5529 \end{bmatrix}$$

Com os resultados apresentados na matriz de Markov do Órgão 01 conclui-se que, se o Órgão apresentou uma contratação eficiente a probabilidade da próxima ser também eficiente é de 83,18%, e de forma complementar, a probabilidade da nova contratação ser ineficiente é de 16,82%. Todavia, se o Órgão apresentou uma contratação ineficiente, a probabilidade da próxima ser uma contratação eficiente é de 44,71% e a de manter-se de forma ineficiente é de 55,29%. Este último vem demonstrar a força das perturbações externas, na tentativa de manter-se induzindo os valores das licitações.

De imediato, surge a necessidade de se ter um paradigma, para aferir se o desempenho apresentado pelo Órgão 01 condiz com o que se espera de um Órgão que contrata de forma eficiente. Passou-se então a apresentar a matriz de transição esperada para um Órgão eficiente:

$$P_{Paradigma} = \begin{bmatrix} 0,8500 & 0,1500 \\ 0,9500 & 0,0500 \end{bmatrix}$$

A matriz  $P_{paradigma}$  revela que, quando em um estado de contratações eficientes, a possibilidade de se ter, na próxima licitação, uma contratação ineficiente é de 15%. Esse percentual admite a ocorrência de uma contratação ineficiente pelas mais diversas razões: ocorrência de uma obra muito particular, um desinteresse momentâneo das empresas, ou o acaso. Porém, quando da ocorrência de uma contratação ineficiente, por razões quaisquer, faz-se necessário que o Órgão seja extremamente ágil e hábil para motivar a competitividade, de forma a fazer com que a probabilidade da contratação seguinte continuar como ineficiente, seja de apenas 5%.

Quando da análise das matrizes de transição, pode-se verificar que o comportamento do Órgão 01 está aquém do estabelecido para o Órgão paradigma. Porém, em muito, essa comparação vai deixar margens para dúvidas, principalmente quando da necessidade de comparação da eficiência entre Órgãos, motivo pelo qual propõe-se a utilização de um índice, que permita aferir a dinâmica de contratação dos Órgãos. Esse índice, denominado de GEN (o inverso de NEG - Núcleo de Engenharia do TCE-PE), apresenta a seguinte formulação:

$$GEN = \frac{P_{00} + P_{10}}{P_{00} + P_{01} + P_{10} + P_{11}} \quad (7.3)$$

Apresenta-se a seguir a Tabela 7.1, com as probabilidades de transição e o GEN para os Órgãos que compõem o Plano Piloto. Inclui-se, na análise, as mudanças de Administração observadas em alguns Órgãos.

Tabela 7.1: Índice da dinâmica de contratações - GEN e as probabilidades de transição dos estados

<b>ÓRGÃOS</b>	<b>P00</b>	<b>P01</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>GEN</b>
Órgão 01 G	0,8318	0,1682	0,4471	0,5529	<b>0,6394</b>
Órgão 01 - 00	0,7905	0,2095	0,3770	0,6230	<b>0,5838</b>
Órgão 01 - 01	0,8696	0,1304	0,6250	0,3750	<b>0,7473</b>
Órgão 02 G	0,7957	0,2043	0,3016	0,6984	<b>0,5486</b>
Órgão 02 - 00	0,5484	0,4516	0,3191	0,6809	<b>0,4338</b>
Órgão 02 - 01	0,9194	0,0806	0,2500	0,7500	<b>0,5847</b>
Órgão 03 G	0,5000	0,5000	0,2292	0,7708	<b>0,3646</b>
Órgão 03 - 00	0,3333	0,6667	0,1951	0,8049	<b>0,2642</b>
Órgão 03 - 01	0,7000	0,3000	0,4286	0,5714	<b>0,5643</b>
Órgão 04 G	0,4667	0,5333	0,1159	0,8841	<b>0,2913</b>
Órgão 04 - 00	0,3333	0,6667	0,0465	0,9535	<b>0,1899</b>
Órgão 04 - 01	0,5000	0,5000	0,2308	0,7692	<b>0,3654</b>
Órgão 05 G	0,5217	0,4783	0,3429	0,6571	<b>0,4323</b>
Órgão 05 - 00	0,2000	0,8000	0,3000	0,7000	<b>0,2500</b>
Órgão 05 - 01	0,7692	0,2308	0,6000	0,4000	<b>0,6846</b>
Órgão 06 G	0,0000	1,0000	0,0164	0,9836	<b>0,0082</b>
Órgão 07 G	0,0000	1,0000	0,0541	0,9459	<b>0,0270</b>
Órgão 07 - 00	0,0000	1,0000	0,0588	0,9412	<b>0,0294</b>
Órgão 07 - 01	0,0000	1,0000	0,0500	0,9500	<b>0,0250</b>
Órgão 08	0,8571	0,1429	1,0000	-	<b>0,9286</b>
Órgão 09	0,7391	0,2609	0,7500	0,2500	<b>0,7446</b>
Órgão 10	0,9697	0,0303	1,0000	-	<b>0,9848</b>
Órgão 11	0,7241	0,2759	0,1000	0,9000	<b>0,4121</b>
Órgão 12	0,9091	0,0909	0,5000	0,5000	<b>0,7045</b>
Órgão 13	0,9259	0,0741	0,6000	0,4000	<b>0,7630</b>
<b>Paradigma</b>	<b>0,8500</b>	<b>0,1500</b>	<b>0,9500</b>	<b>0,0500</b>	<b>0,9000</b>

A Tabela 7.1 demonstra que, dos treze Órgãos analisados, em apenas dois a dinâmica de contratação do Órgão apresentou-se superior ao referendado como paradigma ( $GEN = 0,90$ ).

Os Órgãos 06 e 07 apresentam GEN abaixo de 0,1, o que vem a corroborar com os resultados anteriormente observados, e demonstrar a dimensão da ineficiência das suas administrações nas contratações das obras públicas.

No tocante aos indicadores para os Órgãos que apresentaram mudança de Administração no período 2000-2001, observa-se que as exercidas em 2001 trouxeram uma melhora no desempenho quando comparados com a dos seus antecessores, à exceção do Órgão 07, onde a administração 2001 tornou ainda mais crítico o desempenho anteriormente alcançado.

Lista-se na Tabela 7.2, a relação ordenada dos Órgãos, em função da eficiência na dinâmica de contratação, aferida pelo *GEN* e baseado no desempenho global observado no biênio 2000 - 2001.

Tabela 7.2: Índice da dinâmica de contratações - GEN global por Órgão

<b>ÓRGÃOS</b>	<b>GEN</b>
Órgão 10	<b>0,98485</b>
Órgão 08	<b>0,92857</b>
Órgão 13	<b>0,76296</b>
Órgão 09	<b>0,74457</b>
Órgão 12	<b>0,70455</b>
Órgão 01	<b>0,63944</b>
Órgão 02	<b>0,54864</b>
Órgão 05	<b>0,43230</b>
Órgão 11	<b>0,41207</b>
Órgão 03	<b>0,36458</b>
Órgão 04	<b>0,29130</b>
Órgão 07	<b>0,02703</b>
Órgão 06	<b>0,00820</b>

## 7.4 Escala de Eficiência

A determinação de uma escala de eficiência passa pela necessidade de se associar o Índice da Dinâmica de Contratação - *GEN* à ocorrência de contratações ineficientes. Nesse sentido, lançou-se mão da Regressão Logística como forma de estimar a probabilidade de ocorrência de uma contratação ineficiente, dado que o Órgão apresenta um determinado valor para o *GEN*.

O Modelo Logístico pressupõe que a probabilidade da ocorrência de uma contratação ineficiente assume um comportamento dado pela Função de Distribuição Logística (acumulada), ou seja:

$$P_i = E(Y = 1|x_i) = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}}$$

onde:

$$Z_i = \beta_0 + \beta_1 x_i;$$

$P_i$  = a probabilidade da ocorrência de uma contratação ineficiente;

$Y$  = é a natureza da contratação ( $Y = 0$  representa contratação eficiente ;  $Y = 1$  representa contratação ineficiente);

$x_i$  = é o parâmetro que, no caso em estudo, é dado pelo *GEN*–Índice da Dinâmica de Contratações do Órgão;

$\beta_0$  e  $\beta_1$  representam os coeficientes angular e linear da função linear  $Z$ .

Como trata-se de uma estimativa:

$$L_i = \log \left( \frac{P_i}{1 - P_i} \right) = \beta_0 + \beta_1 (GEN_i) + u_i$$

Onde:

$L_i$  é o logaritmo neperiano da razão de probabilidade, é chamado de *logit*;

$u_i$  = representam as perturbações aleatórias que não são explicadas pelo modelo.

Para o caso em estudo com base nos valores do *GEN* observados anteriormente, a Regressão Logística apresenta o seguinte resultado:

$$P_i = \frac{e^{(3,40562 - 6,8460 \cdot GEN_i)}}{1 + e^{(3,40562 - 6,8460 \cdot GEN_i)}}$$

O teste de hipótese para verificação da significância do modelo proposto, demonstrou ser este, significativo ao nível de confiança de 99% ( $Chi^2 = 418,75$ , graus de liberdade = 1).

A significância do parâmetro *GEN* foi testada utilizando-se a distribuição “t de Student”, e apresentou-se também significativo ao nível de significância de 1%, com a estatística de teste com resultado  $t_{observado} = -15,6710$ , que corresponde a um “*p - value*” =  $6,6409E - 50$ .

Para a determinação de uma escala de gestão para as contratações das obras é necessário estabelecer as probabilidades de fronteira das categorias de gestão para a ocorrência de uma contratação ineficiente, estabelecendo-se assim os intervalos de *GEN* que caracterizarão a Gestão do Órgão.

A proposta para uma Escala de Gestão do Órgão na contratação das obras encontra-se apresentada na Tabela 7.3, e a representação gráfica dessa Escala de Gestão proposta encontra-se apresentada na Figura 7.4.

Com base na Escala de Gestão apresenta-se, na Tabela 7.4, o enquadramento dos Órgãos que compõem o Plano Piloto. O resultado chama a atenção, pois dos treze Órgãos estudados, seis apresentam índices que representam probabilidade de realizar uma contratação ineficiente em percentual superior a 50%.

Tabela 7.3: Escala de Eficiência em função do GEN do Órgão

ESCALA DE GESTÃO	PROBABILIDADE DE UMA CONTRATAÇÃO INEFICIENTE	GEN
Gestão Crítica	$P \geq 0,75$	$GEN \leq 0,337$
Gestão Ineficiente	$0,50 \leq P < 0,75$	$0,337 < GEN \leq 0,497$
Gestão de baixa eficiência	$0,25 \leq P < 0,50$	$0,497 < GEN \leq 0,658$
Gestão eficiência moderada	$0,10 \leq P < 0,25$	$0,658 < GEN \leq 0,817$
Gestão eficiente	$P < 0,10$	$GEN > 0,817$

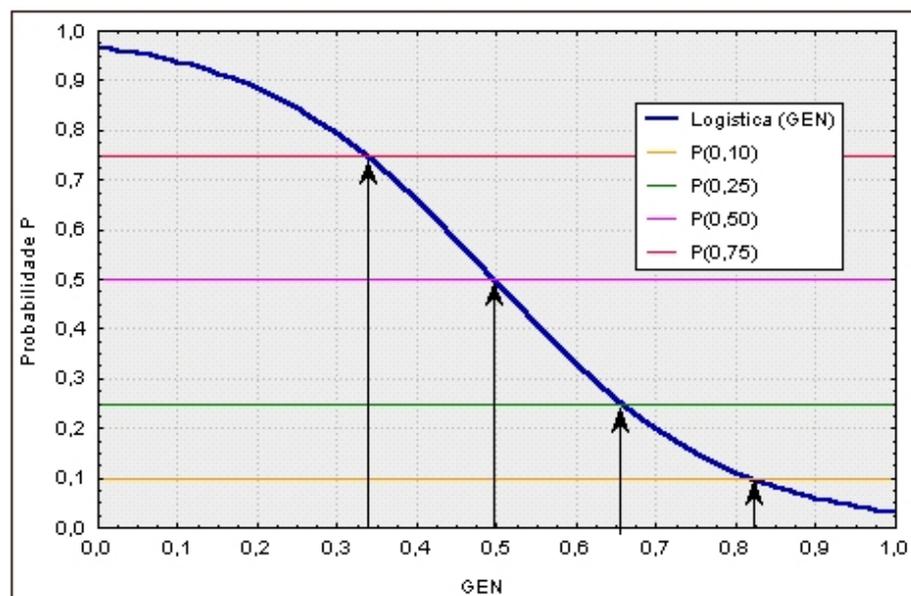


Figura 7.4: Probabilidade de uma contratação ineficiente em função do GEN

Tabela 7.4: Classificação dos Órgãos quanto à eficiência da gestão (2000-2001)

ESCALA DE GESTÃO	ÓRGÃOS	GEN
Gestão eficiente	Órgão 10	0,98485
	Órgão 08	0,92857
Gestão de eficiência moderada	Órgão 13	0,76296
	Órgão 09	0,74457
	Órgão 12	0,70455
Gestão de baixa eficiência	Órgão 01	0,63944
	Órgão 02	0,54864
Gestão Ineficiente	Órgão 05	0,43230
	Órgão 11	0,41207
	Órgão 03	0,36458
Gestão Crítica	Órgão 04	0,29130
	Órgão 07	0,02703
	Órgão 06	0,00820

Em análise similar à realizada para os Órgãos, procedeu-se à classificação para as Administrações, sendo apresentada apenas para os Órgãos em que se verificou mudança de Administração no período 2000-2001 (Tabela 7.5).

A Tabela 7.5 demonstra que, de uma forma geral, as administrações do exercício 2001 tiveram uma elevação na escala de gestão da dinâmica de contratação. Destaca-se a Administração 2001 do Órgão 05, que passou para uma classificação de Eficiência Moderada quando seu antecessor apresentou-se com classificação de Eficiência Crítica.

À exceção da melhoria de eficiência citada no parágrafo anterior é verificada no Órgão 07, onde o GEN em 2001 foi inferior ao verificado para a Administração de 2000.

## 7.5 Um Modelo Dedicado

A classificação da gestão de contratação para um Órgão representa um parâmetro para as auditorias, no sentido de possibilitar a escolha de estratégias e procedimentos adequados, de modo a melhor intervir junto ao Órgão, bem como manter um monitoramento constante, mesmo que à distância, sobre as suas Administrações.

Porém, os Órgãos que apresentam suas licitações regidas por mais de um mecanismo probabilístico ainda preocupam. A Figura 7.2 demonstrou, para o Órgão 01, que as contratações ineficientes ocorrem em blocos, que se mantêm por alguns processos e depois vai perdendo força até o sistema retornar ao estado de eficiência inicial. Logo, se a ação não for quase imediata na identificação dos primeiros sinais da presença de perturbações externas, as ações não mais serão eficazes.

Tabela 7.5: Classificação dos Órgãos, que apresentaram mudança de administração, quanto à eficiência da gestão

ESCALA DE GESTÃO	ÓRGÃOS ADMINISTRAÇÕES	GEN
Gestão eficiente	-	-
Gestão de eficiência moderada	Órgão 01 - Adm. 01	0,74728
	Órgão 05 - Adm. 01	0,68462
Gestão de baixa eficiência	Órgão 02 - Adm. 01	0,58468
	Órgão 01 - Adm. 00	0,58376
	Órgão 03 - Adm. 01	0,56429
Gestão Ineficiente	Órgão 02 - Adm. 00	0,43377
	Órgão 04 - Adm. 01	0,36538
Gestão Crítica	Órgão 03 - Adm. 00	0,26423
	Órgão 05 - Adm. 00	0,25000
	Órgão 04 - Adm. 00	0,18992
	Órgão 07 - Adm. 00	0,02941
	Órgão 07 - Adm. 01	0,02500

Nesse sentido, propõe-se o monitoramento dos Órgãos que apresentem essa característica (Órgãos 01 e 02 no Plano Piloto), por um modelo de regressão logística com parâmetros de defasagem distribuída.

Para o caso em estudo, ajustou-se um modelo simultâneo para os Órgãos 01 e 02, com parâmetros defasados até a terceira ordem. Incluiu-se também uma variável para caracterizar a mudança de modalidade do processo licitatório, uma vez que as perturbações externas concentram-se em uma das modalidades, seja ela qual for.

O modelo proposto procura estimar a probabilidade da ocorrência de ter uma contratação ineficiente, dado que nas três últimas licitações apresentaram uma determinada seqüência de eficiência, e que o processo ocorre em um determinado Órgão e se há ou não mudança na modalidade do processo licitatório.

O modelo ajustado é dado por:

$$\rho = \frac{e^{-2,43130+1,727815X_1+0,589490X_2+0,666041X_3+0,411627X_4+0,727066X_5}}{1 + e^{-2,43130+1,727815X_1+0,589490X_2+0,666041X_3+0,411627X_4+0,727066X_5}}$$

Sendo:

$\rho$  - probabilidade de um processo licitatório que irá ocorrer, apresentar uma contratação ineficiente;

$X_1$  - Eficiência observada na contratação ocorrida na licitação anterior (eficiente = 0; ineficiente = 1);

$X_2$  - Eficiência observada na contratação ocorrida na penúltima licitação (eficiente = 0; ineficiente = 1);

$X_3$  - Eficiência observada na contratação ocorrida na antepenúltima licitação (eficiente = 0; ineficiente = 1);

$X_4$  - Órgão onde se realiza o processo licitatório (Órgão 01 = 0; Órgão 02 = 1);

$X_5$  - Variação da modalidade do processo licitatório - entre o processo em análise e o processo imediatamente anterior. (Varia = 0; Não varia = 1).

O teste de hipótese para verificação da significância do modelo proposto, demonstrou ser este, significativo ao nível de confiança de 99% ( $Chi^2 = 123,63$ , graus de liberdade = 5, número de observações = 457).

As significâncias dos parâmetros foram testadas utilizando-se a distribuição “t de Student” e apresentaram-se também significativos ao nível de significância de 10%, como apresentado na Tabela 7.6.

Tabela 7.6: Análise de significância dos parâmetros

Variáveis	t - observado	Significância	
		p	(%)
X1	6,9920	9,82E-12	0,00%
X2	2,2021	0,028165	2,82%
X3	2,5708	0,010467	1,05%
X4	1,7133	0,087341	8,73%
X5	2,2536	0,024699	2,47%

O modelo demonstra que o Órgão 02 é mais susceptível à uma contratação ineficiente que o Órgão 01, bem como, quando a modalidade do processo licitatório se mantém inalterada em relação ao processo imediatamente anterior, a probabilidade de uma contratação ineficiente também é maior, corroborando com a expectativa de que as perturbações externas agem concentradas por modalidade de processo licitatório.

Com base no modelo observado, estima-se que a probabilidade da ocorrência de uma contratação ineficiente, após as três últimas licitações terem se apresentado como eficiente e havendo mudança de modalidade em relação ao último processo licitatório, é de 8,08% no Órgão 01 e de 11,72% no Órgão 02.

No outro extremo, se as três últimas licitações apresentarem-se como ineficientes, e em não havendo mudança de modalidade em relação ao último processo licitatório, a probabilidade da próxima contratação ser ineficiente é de 78,23% no Órgão 01, e de 84,43% no Órgão 02.

Apresenta-se a na Tabela 7.7, várias combinações entre os parâmetros do modelo.

Tabela 7.7: Simulações para a probabilidade da ocorrência de uma contratação ineficiente

<b>SIMULAÇÃO I</b>						
<b>Probabilidade de uma Contratação Ineficiente</b>	<b>8,08%</b>	<b>11,72%</b>	<b>15,39%</b>	<b>21,54%</b>	<b>50,59%</b>	<b>60,71%</b>
Eficiência na Licitação anterior.	Efic.	Efic.	Efic.	Efic.	Inefic.	Inefic.
Eficiência na penúltima Licitação	Efic.	Efic.	Efic.	Efic.	Efic.	Efic.
Eficiência na antepenúltima Licitação	Efic.	Efic.	Efic.	Efic.	Efic.	Efic.
Órgãos	01	02	01	02	01	02
Mudança de modalidade	Sim.	Sim.	Não.	Não	Não.	Não.

<b>SIMULAÇÃO II</b>						
<b>Probabilidade de uma Contratação Ineficiente</b>	<b>64,86%</b>	<b>73,59%</b>	<b>63,46%</b>	<b>72,39%</b>	<b>78,23%</b>	<b>84,43%</b>
Eficiência na Licitação anterior.	Inefic.	Inefic.	Inefic.	Inefic.	Inefic.	Inefic.
Eficiência na penúltima Licitação	Inefic.	Inefic.	Inefic.	Inefic.	Inefic.	Inefic.
Eficiência na antepenúltima Licitação	Efic.	Efic.	Inefic.	Inefic.	Inefic.	Inefic.
Órgãos	01	02	01	02	01	02
Mudança de modalidade	Não.	Não	Sim.	Sim.	Não.	Não.

Para os Órgãos de controle, o modelo proposto representa um indicador utilizado para motivar as atuações junto aos Órgãos, pois a identificação da ocorrência de uma contratação ineficiente representa um “*alerta*”; caso a seguinte seja também ineficiente representa um “*prepare-se*” e em ocorrendo a terceira “*inicie o processo de auditoria*” pois é muito provável que, sobre o Órgão, estejam atuando as perturbações externas, frustrando a competitividade em benefício próprio.

## 7.6 A Análise Conjunta dos Indicadores de Desempenho e Gestão

No Capítulo 05, apresentou-se o IPPO – Índice de Preço entre Órgãos, como um indicador de desempenho para as contratações. Suas limitações, na identificação dos mecanismos probabilísticos que regem a dinâmica de contratações, motivaram o desenvolvimento de outro índice, o GEN, como um indicador de Gestão da Dinâmica de Contratações do Órgão. Na verdade, os índices não se sobrepõem, eles se completam na caracterização do Órgão quanto às contratações das obras públicas.

A presente dissertação propõe a utilização conjunta do IPPO e GEN como indicadores de desempenho e gestão respectivamente, a serem utilizados como instrumentos de auditoria. Possibilitando um melhor diagnóstico das práticas na contratação de obras por parte dos Órgãos Públicos, de forma a permitir a utilização de técnicas de auditoria diferenciadas para os Órgãos.

Apresenta-se a seguir, a Tabela 7.8, com os IPPO e GEN para os Órgãos objeto de análise.

Tabela 7.8: Análise conjunta IPPO e GEN

ÓRGÃOS	IPPO	GEN
Órgão 01	1	0,6394
Órgão 02	1,0994	0,5486
Órgão 03	1,1726	0,3646
Órgão 04	1,1852	0,2913
Órgão 05	1,2448	0,4323
Órgão 06	1,3626	0,0082
Órgão 07	1,2553	0,0270
Órgão 08	1,1205	0,9286
Órgão 09	1,1803	0,7446
Órgão 10	1,0638	0,9848
Órgão 11	1,2429	0,4121
Órgão 12	1,0291	0,7045
Órgão 13	1,0639	0,7630

A utilização conjunta dos IPPO e GEN sugere um novo agrupamento para os Órgãos. Os novos agrupamentos foram observados utilizando-se a Cluster Análise, onde a distância de mensuração foi  $D = 1 - r$ , sendo  $r$  a correlação de Pearson, e o método de agrupamento foi o Método Ward. Nessa análise, o IPPO do Órgão foi representado pelos IPCC de suas contratações.

Na Figura 7.5, identifica-se, de forma destacada, dois agrupamentos compostos pelos Órgãos, como descrito a seguir:

- Grupo 1 – Órgãos 10, 13 e 01 (Administração 01);
- Grupo 2 – Órgãos 06, 11 e 05 (Administração 00).

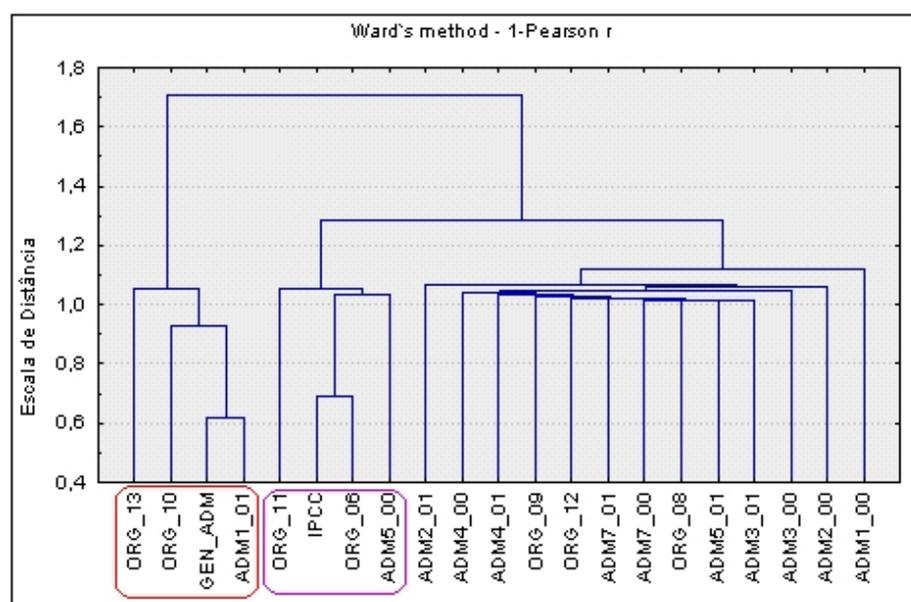


Figura 7.5: Cluster Análise contemplando: Órgãos - Administrações - IPCC - GEN: Formação dos Grupos 1 e 2

Excluindo-se os grupos já identificados, os demais Órgãos apresentaram-se agrupados como apresentado na Figura 7.6.

O dendrograma resultante demonstra a formação de mais três grupos compostos pelos Órgãos, como abaixo descrito:

- Grupo 3 – Órgãos 01 (Administração 00); 02 (Administração 01); 08; 09 e 12;
- Grupo 4 – Órgãos 02 (Administração 00); 03 (Administração 01); 04 (Administração 01) e 05 (Administração 01);
- Grupo 5 – Órgãos 03 (Administração 00); 04 (Administração 00) e 07.

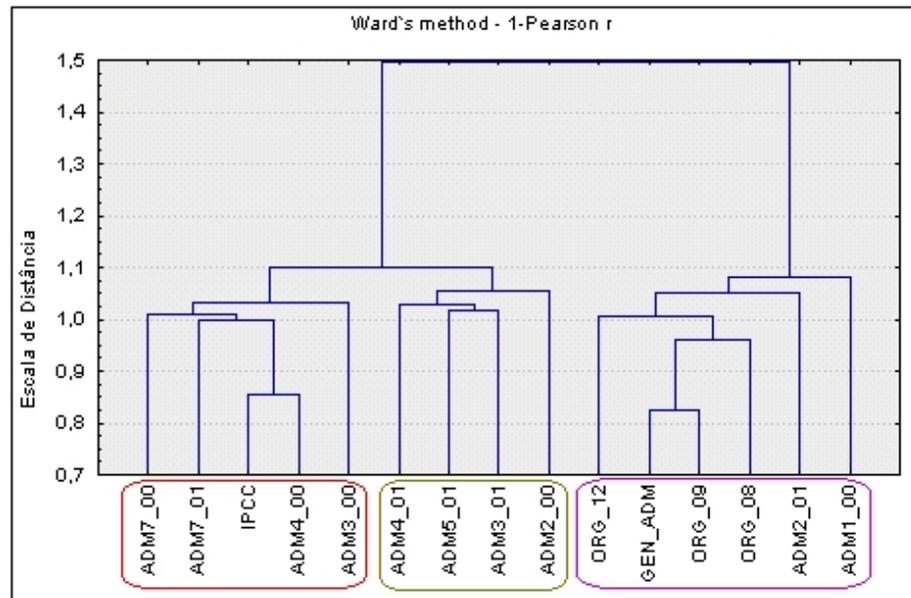


Figura 7.6: Cluster Análise contemplando: Órgãos - Administrações - IPCC - GEN: Formação dos Grupos 3, 4, e 5

Os grupos foram ordenados de forma decrescente em função dos desempenhos alcançados, com os seguintes resultados:

- Grupo 1 – Órgãos 10, 13 e 01 (Administração 01);
- Grupo 3 – Órgãos 01 (Administração 00); 02 (Administração 01); 08; 09 e 12;
- Grupo 4 – Órgãos 02 (Administração 00); 03 (Administração 01); 04 (Administração 01) e 05 (Administração 01);
- Grupo 5 – Órgãos 03 (Administração 00); 04 (Administração 00) e 07;
- Grupo 2 – Órgãos 06, 11 e 05 (Administração 00).

## 8 O PREÇO DE MERCADO PARA UMA OBRA EM PROCESSO LICITATÓRIO COMPETITIVO

### 8.1 Introdução

No Capítulo 06, introduziu-se os modelos de Regressão Múltipla como mecanismo para estimar o valor global de uma obra. Não obstante a significância do modelo obtido e aos estreitos intervalos de confiança por ele estimado, a sua utilização de forma generalizada necessita de algumas averigüações, uma vez que essa análise não leva em consideração o *mix* de serviços que compõem a obra, mas sim a considera como um preço agregado.

Para utilização da equação, obtida no modelo de regressão, de forma geral, como mecanismo de avaliação de uma obra, faz-se necessário, primeiro, estudar o comportamento dos preços dos serviços. Pois, apenas no caso de todos os serviços apresentarem comportamentos muito similares em relação aos parâmetros estudados, até então, é que ficará assegurado que a análise agregada expressa na regressão reproduz também o fiel comportamento individual dos serviços, fazendo com que a avaliação do preço global para uma obra independa do *mix* do seu serviços.

A análise supra citada dar-se-á pelo preço médio do serviço referenciado (PMSR), dado por:

$$\text{PMSR} = \frac{\text{PMS}}{\text{RTC}}$$

Onde :

PMS é o preço médio do serviço obtido com base nos dados do Plano Piloto;

RTC é o preço médio de custo para o serviço, observado em tabela de preços.

Esta relação encontra-se apresentada na Figura 8.1.

O resultado apresentado na Figura 8.1 demonstra que os serviços não guardam o mesmo comportamento em relação à uma base de preços. Constata-se, que os serviços situados mais à direita apresentam preços acima do custo de tabela, enquanto os situados a esquerda apresentam valores abaixo da tabela, e em função do orçamento da obra concentrar-se mais em um ou outro desses serviços, os resultados, mesmo mantidos todos os demais parâmetros, deverão ser significativamente diferentes.

**Pode-se concluir, que o *mix* de serviços que compõe o orçamento da obra interfere na estimativa do preço global. Nesse caso, a estimação por modelo de regressão não representa uma boa avaliação do preço de uma obra, devendo ser utilizado apenas nas estimações para análise de preços agregados.**

A análise proferida acima foi elaborada sem a preocupação de diferenciar os processos competitivos dos não competitivos. Já se diagnosticou que nos processos não competitivos os preços não são regidos pelo mercado ou por seus custos, mas sim em função do limite de aceitabilidade de preços estabelecido pelo Órgão. Por outro lado, encontra-se a teoria defendida por alguns

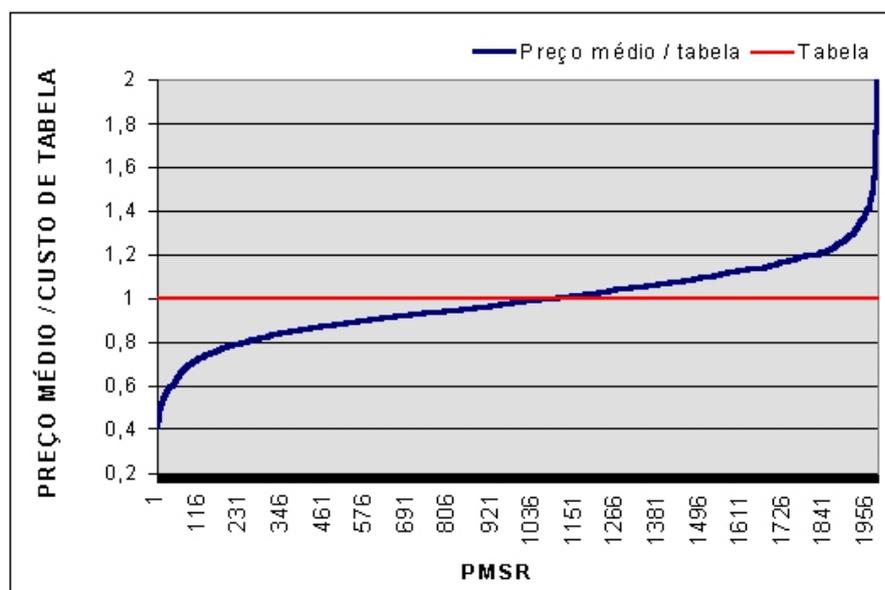


Figura 8.1: Preço médio dos serviços referenciados pelo custo de tabela

consultores, de que as empresas não mais apropriam custos, muitas apresentam apenas descontos sobre os preços do Órgão, visando ganhar o processo licitatório, a qualquer preço, e tentam reverter a situação, quando da execução da obra, com aditivos ao contrato, por exemplo.

Este pensamento é corroborado por Dias (2002, p.14) quando expõe:

*“As empresas não fazem apropriação de custo porque, de qualquer maneira, terão de partir do preço do Órgão para baixo pois é ele quem determina previamente o orçamento. Em alguns casos, chega-se ao ponto de existir um desconto linear sobre os preços colocados em concorrência. Isso está errado, porque esses descontos não tem base em custos reais. Ao contrário, são feitos por meio de uma estatística de desconto”*

Inicialmente, não faz sentido trabalhar com preços que não são compostos a partir dos custos reais dos serviços, o que já exclui os contratos que se originam de processos licitatórios não competitivos. Em se considerando apenas os serviços que tiveram origem em processos competitivos, faz-se necessário repetir a análise para os preços médios dos serviços referenciados - PMSR, como forma de verificar se, para este grupo mais restrito, os serviços apresentam o mesmo comportamento frente ao preço de tabela.

A Figura 8.2 demonstra que os serviços continuam sem seguir um único comportamento em relação aos preços de tabela. Esta constatação em parte, representa não haver indícios da prática indiscriminada de descontos lineares sobre os preços, por parte das empresas.

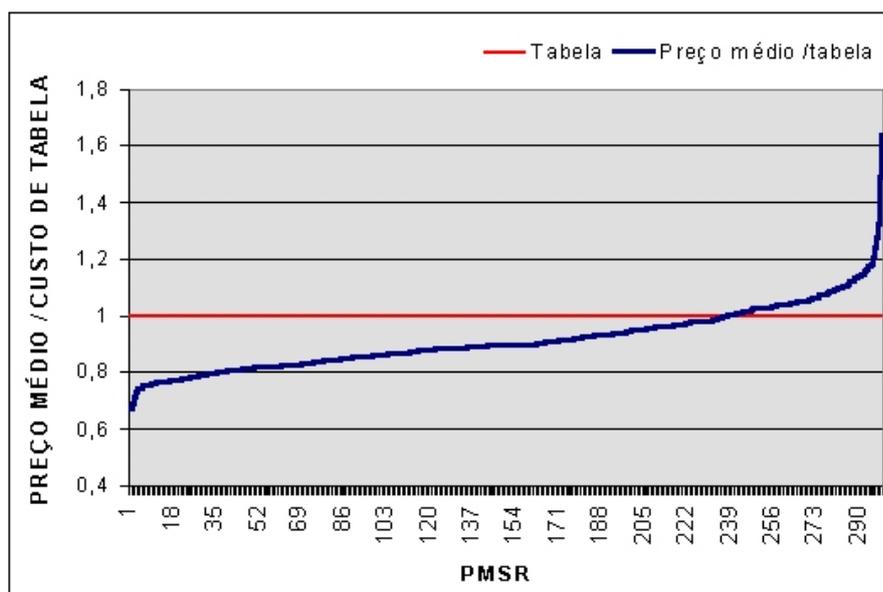


Figura 8.2: Preço médio dos serviços, observados em processos com competitividade, referenciados pelo custo de tabela.

## 8.2 Os Preços dos Serviços em Processos Competitivos

Inicialmente, para que seja possível estimar o preço de uma obra, com base nos preços dos serviços praticados pelas empresas da construção civil pública faz-se necessário identificar quais os principais fatores que influenciam, de forma significativa, estes preços.

Na introdução do capítulo, excluiu-se os preços dos serviços que se originaram de processos licitatórios não competitivos. Para tanto, necessita-se melhor fundamentar a exclusão destes serviços, em função do efeito distorcivo que ele causa na análise dos preços. Para esta análise tomou-se como exemplo, face ao grande número de ocorrências no Plano Piloto, o serviço de “chapisco com argamassa de cimento e areia ao traço 1:3”, e o parâmetro “número de participantes classificados no processo licitatório”.

Apresenta-se, a seguir, o gráfico de Box & Whiskers - Figura 8.3, onde foram consideradas todas as ocorrências do serviço, independentemente da natureza da competitividade. Nele encontram-se os preços unitários em R\$/m<sup>2</sup> para o serviço de chapisco, plotados, em relação ao número de participantes classificados.

A Figura 8.3 apresenta uma forma semelhante à observada para o IPCS. Os preços obtidos sob baixa competitividade apresentaram valores unitários significativamente diferentes dos observados em processos competitivos. De forma expedita, pode-se dizer que, no nível de mais baixa competitividade (3 participantes), o valor médio praticado para o serviço “chapisco” é de R\$ 1,95/m<sup>2</sup>, enquanto nos níveis de maior competitividade o preço está em torno de R\$ 1,50/m<sup>2</sup>. Outro ponto a observar é a baixa variância apresentada nos processos com 3 participantes demonstrando haver pouca dispersão de valores, o que é em muito motivado pela adoção, como referência de preço, do custo apresentado pelo Órgão. Para os casos em es-

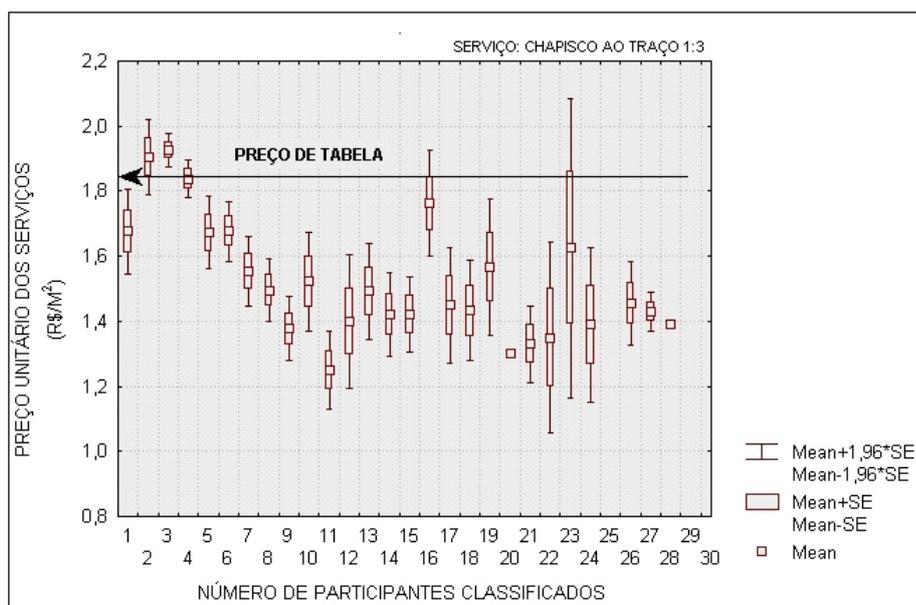


Figura 8.3: Preço unitário do serviço “chapisco ao traço 1:3”

tudo estes custos têm basicamente o mesmo referencial. Estas observações vêm demonstrar um desvirtuamento na formação do preço, em detrimento do real custo do serviço para a empresa.

Soma-se ao exposto, que o valor apresentado como preço de tabela, que na verdade é o custo de realização do serviço pela tabela, só é superado pelo valor médio quando 2, 3 ou 4 empresas participam do processo licitatório. Nos demais casos, o preço médio do serviço encontra-se abaixo do custo da tabela. Aqui convém uma indagação, pois é de se esperar que nos contratos cujos preços se referenciem pelo orçamento do Órgão, o preços apresentados pelas empresas sejam superiores aos da tabela pois serão acrescidos de um BDI. Se a tabela não representar o custo real para realização do serviço, o que representarão os preços apresentados nessas condições?

Com base no exposto, configura-se a necessidade de não se considerar, como preço de mercado, os serviços que tiveram origem em processos não competitivos e que foram balizados apenas nas tabelas de preço e no limite de aceitabilidade do Órgão.

Excluindo-se esses serviços da base de dados e refazendo-se o gráfico da Figura 8.3 encontra-se uma nova disposição, como apresentada na Figura 8.4.

O novo gráfico demonstra uma configuração bem diferente da anteriormente observada. Nessa situação quase que não há diferença significativa entre as médias dos preços. Ainda de forma expedita, verificam-se médias entre R\$ 1,40 a R\$ 1,70 por metro quadrado, o que em muito se distancia do R\$ 1,95/m<sup>2</sup> observado na situação anterior.

Justificado então, o porque de se considerar apenas os contratos que se originaram sob uma condição de competitividade para se inferir sobre o verdadeiro mercado, passou-se a analisar outros fatores de influência.

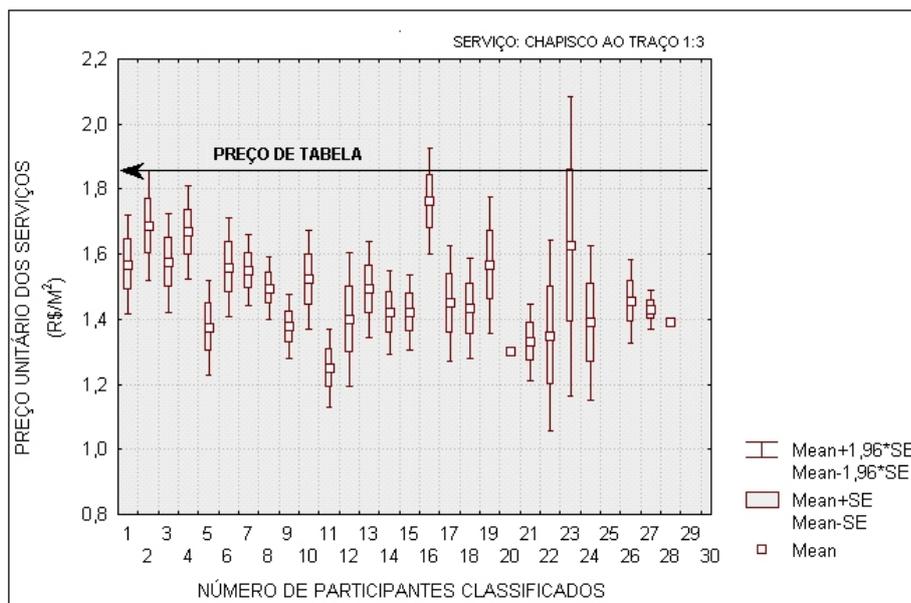


Figura 8.4: Preço unitário do serviço “chapisco ao traço 1:3” observado em processos licitatórios com competitividade

Um fator também muito referenciado é a quantidade de serviço constante no orçamento da obra. Este fator é revelado pela possibilidade de gerar uma economia de escala, ou “deseconomia”, sendo esta observada em quantidades muito baixas para alguns serviços.

Voltando-se a análise para o serviço de “chapisco com argamassa de cimento e areia ao traço 1:3”, o efeito da quantidade sobre o preço pode ser observado na Figura 8.5.

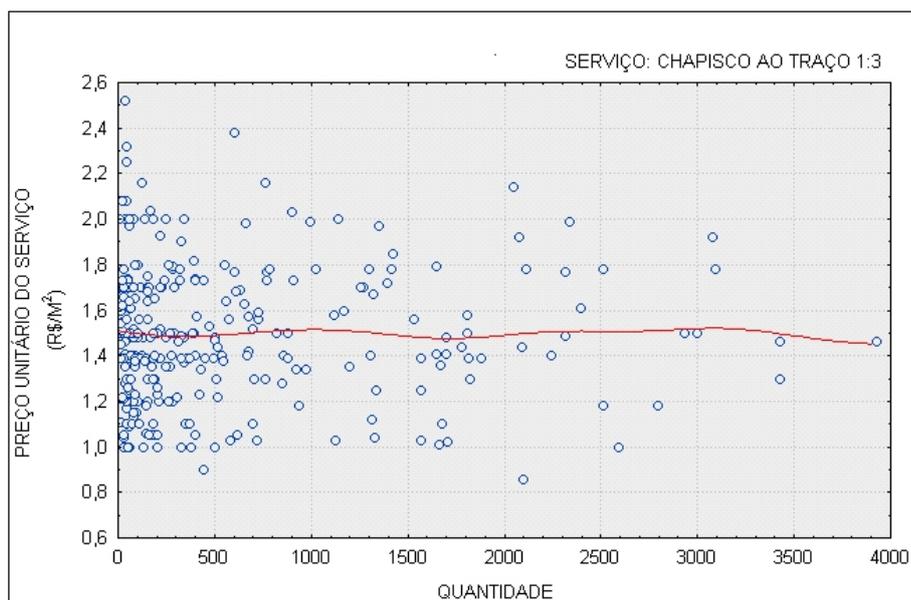


Figura 8.5: Preço unitário do serviço “chapisco ao traço 1:3” em função da quantidade

A Figura 8.5 demonstra a existência de observações com preços mais elevados quando praticadas quantidades mais baixas, porém o número destas observações pouco influenciou a média dos preços. Logo, não se justifica a adoção de uma quantidade mínima como forma de garantir

uma melhor representatividade do preço de mercado, uma vez que qualquer valor levaria à perda significativa de informações.

Análises similares foram realizadas para os parâmetros: modalidade de licitação, natureza da obra, prazo da obra, localização da obra e representação percentual do serviço no preço global da obra. Todas apresentaram a mesma natureza do resultado observado para a variável quantidade do serviço. É evidente que, para alguns poucos serviços analisados, verificou-se um comportamento mais representativo de um ou outro parâmetro, mas nada de forma significativa que justificasse a adoção de um tratamento, em separado, para o serviço.

Alerta-se contudo para o efeito da contemporaneidade das observações. Mesmo em um estado de estabilização econômica, não se faz uma comparação devida entre preços com uma defasagem superior a um ano, sendo mais adequada a utilização de fatores de homogeneização, obtidos a partir dos dados amostrais.

Conclui-se que, em se excluindo os contratos que não apresentem competitividade, pode-se representar o preço do serviço pela mais singela das estatísticas: uma média.

Porém, para os Órgãos de Controle, o interesse maior está em poder associar uma probabilidade à ocorrência de um determinado preço, para que, desta forma, possa instruir e balizar os processos de auditoria. Para tal, é necessário estimar a distribuição de probabilidade que rege as ocorrências dos preços unitários dos serviços para a construção de obras públicas.

### 8.2.1 Uma Distribuição de Probabilidade para os Serviços

A busca da identificação de uma distribuição de probabilidade teórica que pudesse bem estimar a real distribuição de probabilidade dos preços dos serviços, observados em processos licitatórios competitivos, levou à necessidade de se agregar serviços que apresentavam um baixo número de ocorrência. Para este tipo de análise, referenciou-se os serviços como abaixo descrito:

$$PR_{ij} = \frac{p_{ij}}{\bar{p}_j}$$

onde :

$PR_{ij}$  – é o preço do serviço referenciado correspondente a  $i$ -ésima ocorrência do  $j$ -ésimo serviço;

$p_{ij}$ - é o preço unitário da  $i$ -ésima ocorrência do  $j$ -ésimo serviço;

$\bar{p}_j$ - é o preço médio do  $j$ -ésimo serviço.

Com base nos preços referenciados dos serviços, elaborou-se o histograma que encontra-se apresentado na Figura 8.6.

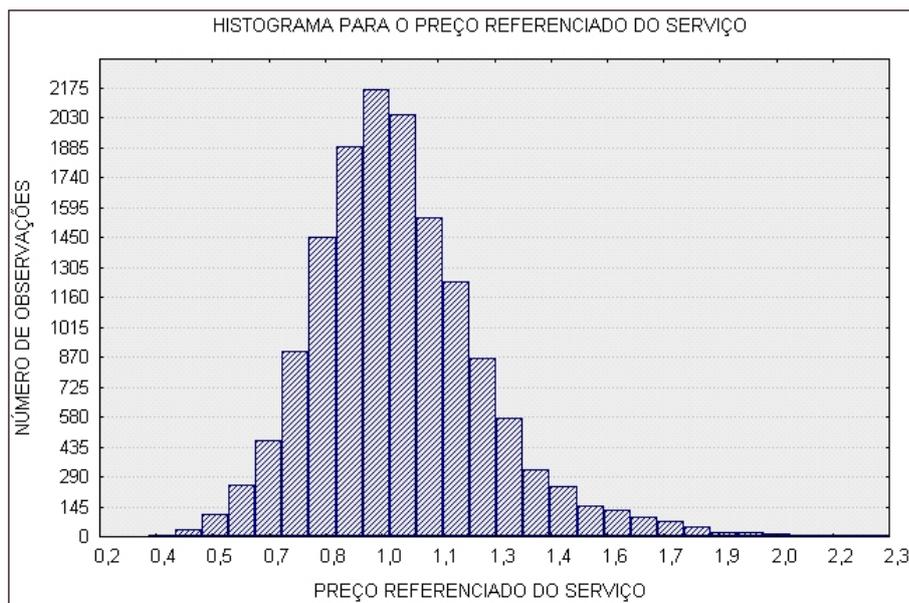


Figura 8.6: Histograma dos preços referenciados dos serviços (PR)

O histograma apresenta uma forma característica de distribuições que possuem uma cauda para a direita, como a gama, lognormal, Weibull, dentre outras. Estas passaram a serem testadas, com o objetivo de identificar a que melhor, e de forma significativa, pudesse estimar a “verdadeira” distribuição dos preços dos serviços.

O teste de aderência utilizado foi o de Kolmogorov-Smirnov<sup>1</sup>, e a distribuição que melhor ajustou os dados amostrais foi a Distribuição Lognormal. Apresenta-se a seguir a aplicação do teste de aderência à duas subamostras coletadas de forma aleatória, ambas com aproximadamente 1.500 observações.

Os resultados dos testes supracitados encontram-se apresentados nos gráficos, Figuras 8.7 e 8.8, e demonstra que as diferenças entre a distribuição teórica Lognormal e as frequências acumuladas, originadas a partir da amostra, são não significativas, ao nível crítico de 5%.

Face ao exposto conclui-se por ser a Distribuição Teórica Lognormal uma boa estimativa da distribuição dos serviços no mercado da construção civil pública. A partir desta constatação poderá ser estimada uma probabilidade associada à ocorrência no mercado competitivo de um preço para um determinado serviço.

Antes, porém, passa-se a abordar, sem uma preocupação formal, alguns aspectos da distribuição lognormal.

<sup>1</sup>O teste de Kolmogorov-Smirnov é uma prova do grau de concordância entre a distribuição de um conjunto de valores amostrais e uma determinada distribuição teórica. Determina se os valores de uma amostra podem razoavelmente ser considerados como provenientes de uma população com aquela distribuição teórica. Seja  $F(x)$  a distribuição acumulada teórica e  $G(x)$  a distribuição acumulada de uma amostra, a hipótese a ser testada é de que a diferença entre  $F(x)$  e  $G(x)$  seja pequena e dentro do limite de erros aleatórios. O teste baseia-se no desvio máximo  $D$ , dado por:

$$D = \max |F(x) - G(x)| \text{ onde a distribuição } D \text{ é conhecida.}$$

Caso o número de observações ( $n$ ) seja maior que 35 e a significância crítica de teste 5% então qualquer  $D \geq \frac{1,36}{\sqrt{n}}$  será significativo.

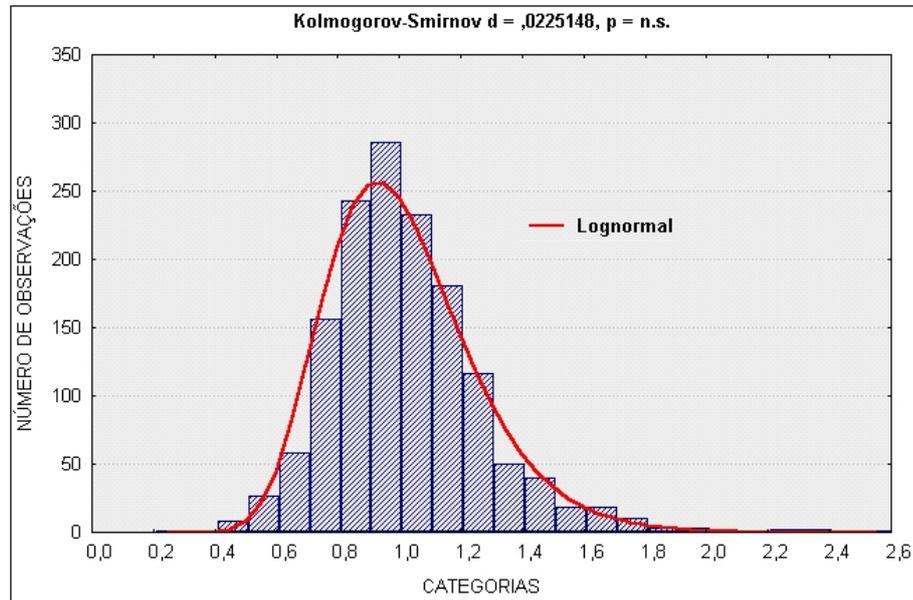


Figura 8.7: Histograma 1, dos preços referenciados dos serviços (PR)

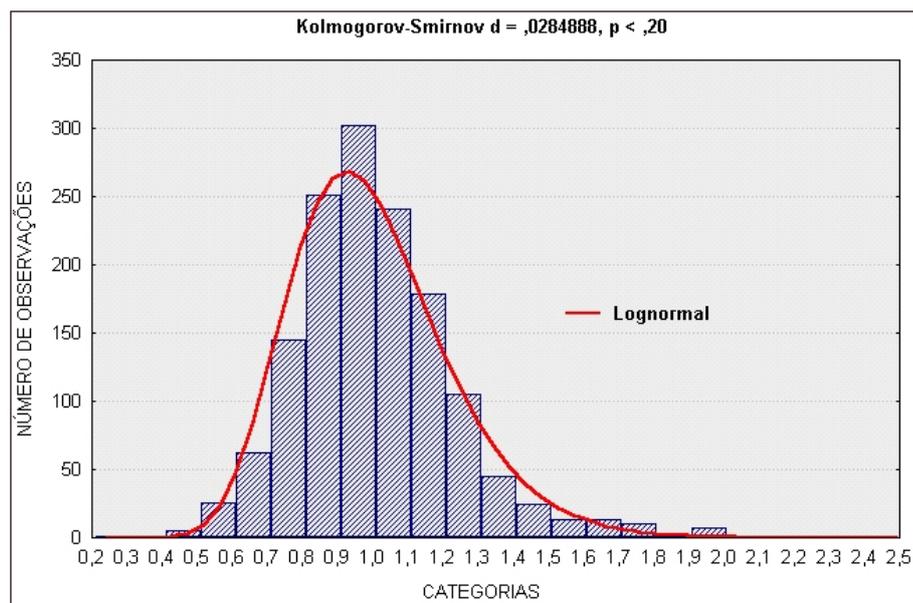


Figura 8.8: Histograma 2, dos preços referenciados dos serviços (PR)

A função densidade de probabilidade da distribuição lognormal,  $x \sim \Lambda(\mu, \sigma^2)$ , dado que  $y = \log(x)$  têm média  $M$  e variância  $S^2$ , é dada por:

$$f(x) = \frac{1}{xS\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\log x - M)^2}{(2S^2)}} \quad (8.1)$$

ou

$$d\Lambda(x) = \frac{1}{xS\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\log x - M)^2}{(2S^2)}} dx \quad (8.2)$$

fazendo

$y = \log x$ , logo  $dy = \frac{dx}{x}$ , e substituindo-se na equação 8.2 tem-se;

$$d\Lambda(x) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(y-M)^2}{(2S^2)}} dy = dN(y) \quad (8.3)$$

logo:

$$\Lambda(x) = N(\log x) \quad (8.4)$$

Conclui-se então que a distribuição de probabilidade lognormal da variável  $x$  assume as mesmas probabilidades da distribuição normal para o logaritmo de  $x$ . Então, para calcular as probabilidades associadas a  $x$  pela distribuição lognormal, basta-se tomar o logaritmo de  $x$  e utilizar a distribuição normal  $N(\log x, S^2)$ .

Apresenta-se, no Apêndice 6, a relação dos 301 serviços com maior representatividade no Plano Piloto. Para estes, calcula-se o valor médio, a mediana e os interceptos para uma probabilidade de 95% e 99%, entendendo-se como tal, o valor em que, acima deste a probabilidade de ocorrência de um preço para o serviço no mercado seja de 5% e 1 % respectivamente.

A título de exemplo apresenta-se na Tabela 8.1 alguns serviços constantes da relação supra-citada.

### 8.3 A Estimativa do Preço de uma Obra em Processo Competitivo

Como anteriormente colocado, o preço de uma obra será função do *mix* de serviços que a compõe de forma que pode ser escrita como:

Tabela 8.1: Exemplo do cálculo dos interceptos a 95% e 99% com base na Distribuição Log-normal

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNID.	OBSERVAÇÕES DE MERCADO				
		Geral Num. Ocor.	Medida de posição		Intercepto da Lognormal ( $p=$ )	
			Média aritm.	Mediana	0,95	0,99
Escavação manual em terra até 1,50m de profundidade, sem escoramento	M3	306	4,77	4,48	7,16	8,61
Reaterro apiloado de valas em camadas de 20cm de espessura, c/reaproveitamento	M3	237	6,15	5,59	9,12	10,9
Concreto não estrutural (1:4:8) p/ lastros de pisos e fundações, lançado e adensado	M3	206	114,46	110,97	152,42	172,84
Alvenaria em pedra rachão assentada e rejuntada com argamassa cimento-areia 1:6	M3	114	78,62	74,12	100,32	111,57
Chapisco com argamassa de cimento e areia no traço 1:3	M2	328	1,49	1,48	2,04	2,34

$$PO = \sum_{i=1}^n q_i \cdot PS_i \quad (8.5)$$

Onde:

$PO$  – é o preço de uma obra;

$q_i$  – é a quantidade orçada para o  $i$ -ésimo serviço da obra;

$PS_i$  – é o preço unitário do  $i$ -ésimo serviço da obra.

Assim como observado para os preços unitários dos serviços, para que seja possível estabelecer uma probabilidade para a ocorrência do preço de uma obra, faz-se necessário, inicialmente, verificar a existência de uma distribuição de probabilidade teórica, que de forma significativa possa estimar a distribuição de probabilidade do preço global. Como já apresentado, a distribuição teórica que melhor representa a distribuição dos preços é uma lognormal. Pela equação 8.5 verifica-se que a distribuição de probabilidade do preço para uma obra é dada por uma soma de lognormais.

Para a convicção sobre sua distribuição passou-se a simular o comportamento dos preços de uma obra fictícia composta por serviços que se apresentam distribuídos segundo uma lognormal. A obra fictícia foi composta como apresentado na equação:

$$\begin{aligned}
PO = & 1.000m^2(PS_1) + 75m^3(PS_2) + 25m^3(PS_3) + 45m^3(PS_4) + \\
& + 220m^2(PS_5) + 820m^2(PS_6) + 164m^3(PS_7) + 700m^2(PS_8) + \\
& + 220ml(PS_9) + 220ml(PS_{10}) + 4ud(PS_{11}) + 100ml(PS_{12})
\end{aligned} \tag{8.6}$$

Onde:

PO – é o preço da obra fictícia;

$PS_1$  – Preço unitário do serviço de capinação e limpeza superficial do terreno (R\$/m<sup>2</sup>);

$PS_2$  – Preço unitário do serviço de escavação manual em terra (R\$/m<sup>3</sup>);

$PS_3$  – Preço unitário do serviço de execução de aterro, inclusive o fornecimento do barro (R\$/m<sup>3</sup>);

$PS_4$  – Preço unitário do serviço de alvenaria em pedra rachão (R\$/m<sup>3</sup>);

$PS_5$  – Preço unitário do serviço de passeio de concreto com 5,0cm de espessura (R\$/m<sup>2</sup>);

$PS_6$  – Preço unitário do serviço de regularização do subleito (R\$/m<sup>2</sup>);

$PS_7$  – Preço unitário do serviço de execução de sub-base (R\$/m<sup>3</sup>);

$PS_8$  – Preço unitário do serviço de pavimento com paralelepípedos graníticos (R\$/m<sup>2</sup>);

$PS_9$  – Preço unitário do serviço de assentamento de meio-fio de pedra granítica (R\$/ml);

$PS_{10}$  – Preço unitário do serviço de construção de linha d'água (R\$/ml);

$PS_{11}$  – Preço unitário do serviço de construção de poço de visita, tipo “c/ gaveta” (R\$/ud.);

$PS_{12}$  – Preço unitário do serviço de galeria de tubos de concreto 0,60m de diâmetro (R\$/ml).

A partir da equação 8.6 e dos preços dos serviços observados no plano piloto, utilizando-se simulações com números aleatórios, foram gerados vários preços para a obra, apresentados a seguir sob a forma de um histograma, Figura 8.9.

O histograma para o preço global da obra apresenta características similares às observadas no histograma para o preço unitário dos serviços, ou seja, uma cauda para direita indicativa de distribuições como a lognormal, gama, qui-quadrado, dentre outras.

Outra vez, o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov demonstrou que a diferença entre a Distribuição Teórica Lognormal e a distribuição gerada a partir do preço global da obra é não significativa ao nível de confiança de 95%. Este resultado é apresentado na Figura 8.10.

Apesar da adoção da Distribuição Teórica Lognormal como estimativa das distribuições, tanto do preço unitário dos serviços quanto do preço global de uma obra, o cálculo das probabilidades para as ocorrências, neste último, não pode se dar da mesma forma que o adotado para os preços unitários dos serviços. Neste caso não se tem uma amostra de preços desta obra de forma a permitir o cálculo diretamente através de uma transformação logarítmica e aplicação da distribuição normal.

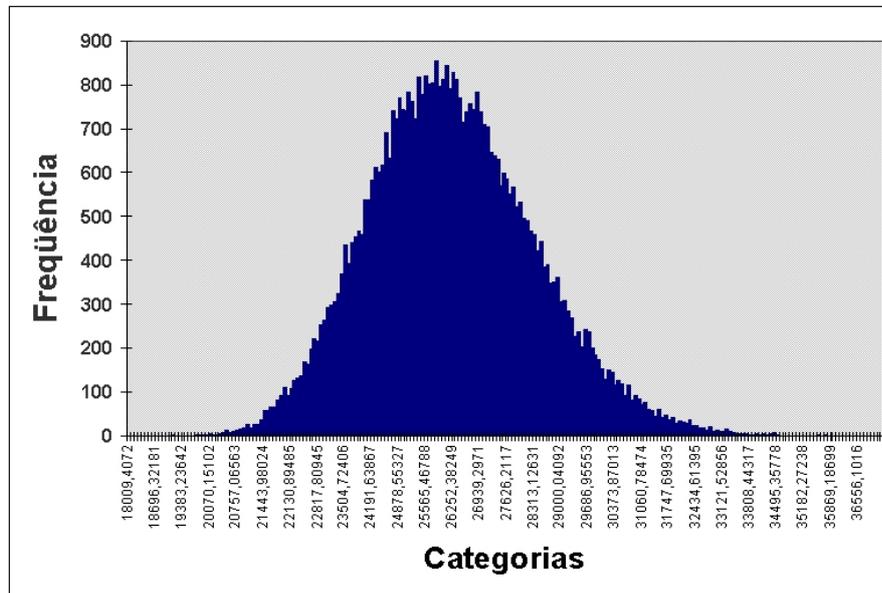


Figura 8.9: Histograma do preço global para a Obra Fictícia

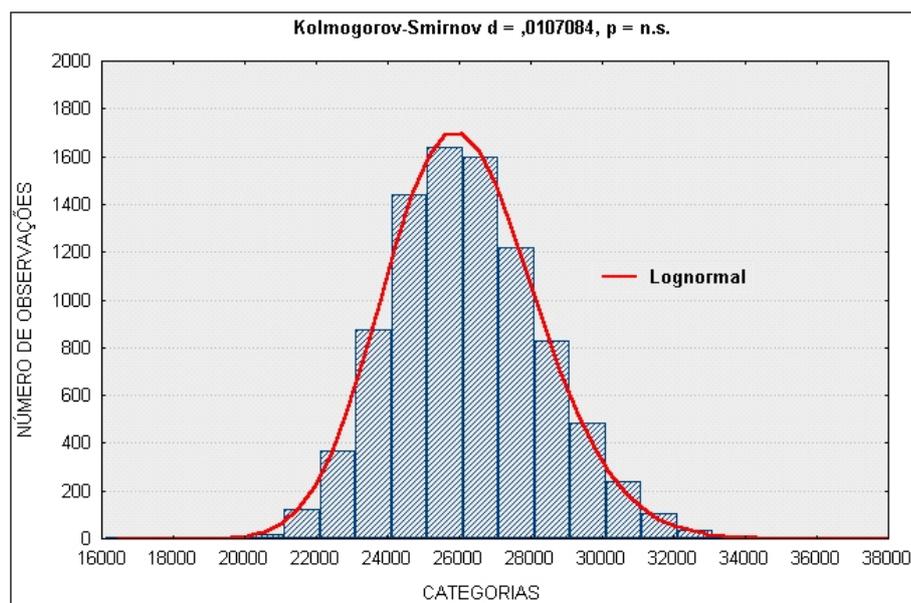


Figura 8.10: Histograma do preço global para a Obra Fictícia

Na verdade, uma obra pode ser considerada um produto único, onde orçamentos idênticos ocorrem com frequência desprezível. Logo, a determinação da probabilidade de ocorrência de um preço global para uma obra terá de ser estimada a partir dos preços do *mix* de serviços que a compõe.

Nesse sentido, inicialmente, deve-se determinar a média e a variância para o preço global da obra, com base no preço unitário dos serviços e na quantidade de serviços constantes em orçamento.

Com base na equação 8.5 a média  $\mu_{PO}$  e a variância  $\sigma_{PO}^2$  do Preço da Obra (PO) podem ser descritos como esperança matemática:

$$\mu_{PO} = E \left[ \sum_{i=1}^n q_i PS_i \right] = \sum_{i=1}^n q_i E [PS_i]$$

$$\mu_{PO} = \sum_{i=1}^n q_i \mu_{PS_i} \quad (8.7)$$

Onde uma estimativa para  $\mu_{PS}$  é a média dos preços do *i*-ésimo serviço obtida do Plano Piloto e denotada por  $\overline{PS}_i$ . Substituindo-se na equação 8.7 tem-se o valor estimado para o preço da obra ( $\hat{\mu}_{PO}$ ) dado por:

$$\hat{\mu}_{PO} = \sum_{i=1}^n q_i \overline{PS}_i \quad (8.8)$$

Já a variância de PO, por definição, é dada pelo segundo momento em torno da média da variável PO, que descrito como valor esperado é dado por:

$$\sigma_X^2 = E [(X - \mu_X)^2] \quad (8.9)$$

ou

$$\sigma_{PO}^2 = E [(PO - \mu_{PO})^2] \quad (8.10)$$

Apresenta-se a seguir o desenvolvimento da equação 8.10 para uma obra composta por apenas dois serviços, descrita pela equação 8.5 como  $PO = q_1 PS_1 + q_2 PS_2$  e com média como apresentado na equação 8.7.

$$\sigma_{PO}^2 = E \left[ \left( (q_1 PS_1 + q_2 PS_2) - (q_1 \mu_{PS_1} + q_2 \mu_{PS_2}) \right)^2 \right]$$

$$\sigma_{PO}^2 = E \left[ \left( (q_1 PS_1 - q_1 \mu_{PS_1}) + (q_2 PS_2 - q_2 \mu_{PS_2}) \right)^2 \right]$$

$$\begin{aligned} \sigma_{PO}^2 = E & \left[ (q_1 PS_1 - q_1 \mu_{PS_1})^2 + 2 (q_1 PS_1 - q_1 \mu_{PS_1}) (q_2 PS_2 - q_2 \mu_{PS_2}) + \right. \\ & \left. + (q_2 PS_2 - q_2 \mu_{PS_2})^2 \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{PO}^2 = q_1^2 E & \left[ (PS_1 - \mu_{PS_1})^2 \right] + 2q_1 q_2 E \left[ (PS_1 - \mu_{PS_1}) (PS_2 - \mu_{PS_2}) \right] \\ & + q_2^2 E \left[ (PS_2 - \mu_{PS_2})^2 \right] \end{aligned}$$

Logo com base na equação 8.9 e tendo por definição que a Covariância entre duas variáveis quaisquer  $x_1$  e  $x_2$  é dada por:

$$\text{cov}(x_1, x_2) = E \left[ (x_1 - \mu_{x_1}) (x_2 - \mu_{x_2}) \right]$$

tem-se:

$$\sigma_{PO}^2 = q_1^2 \sigma_{PS_1}^2 + 2q_1 \cdot q_2 \cdot \text{cov}(PS_1, PS_2) + q_2^2 \sigma_{PS_2}^2 \quad (8.11)$$

Generalizando a equação 8.11 para  $PO = \sum_{i=1}^n q_i PS_i$  tem-se:

$$\sigma_{PO}^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_i q_j \text{cov}(PS_i, PS_j)$$

ou

$$\sigma_{PO}^2 = \sum_{i=1}^n q_i^2 \sigma_{PS_i}^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n q_i q_j \text{cov}(PS_i, PS_j) \quad (8.12)$$

Pela desigualdade de Cauchy-Schwarz pode-se demonstrar que a correlação entre duas variáveis quaisquer  $x_1$  e  $x_2$  é dada por:

$$\rho_{(x_1, x_2)} = \frac{\text{COV}(x_1, x_2)}{\sqrt{\sigma_{x_1}^2} \sqrt{\sigma_{x_2}^2}} \quad (8.13)$$

Substituindo-se a equação 8.13 na equação 8.12 tem-se:

$$\sigma_{PO}^2 = \sum_{i=1}^n q_i^2 \sigma_{PS_i}^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n q_i q_j \rho_{(PS_i, PS_j)} \sqrt{\sigma_{PS_i}^2 \sigma_{PS_j}^2} \quad (8.14)$$

A correlação entre o preço dos serviços pode ser observada a partir dos dados obtidos na amostra ou por séries históricas da evolução dos preços desses serviços.

Conhecidas a média e a variância do preço de uma obra (PO), com distribuição de probabilidade estimada pela distribuição teórica lognormal com parâmetros  $\Lambda(\mu_{PO}, \sigma_{PO}^2)$  e  $Y$  uma variável definida por  $Y = \log(PO)$ , então  $Y$  por definição é normalmente distribuído com parâmetros  $Y \sim N(M, S^2)$  e:

$$\Lambda(\mu_{PO}, \sigma_{PO}^2) = N(M, S^2) \quad (8.15)$$

Dada a igualdade da equação 8.15 os cálculos das probabilidades de interesse pela distribuição lognormal podem ser substituídos utilizando-se a distribuição Normal, o que facilita muito o trabalho, basta apenas que se estabeleça uma relação entre os parâmetros das duas distribuições. É o que se passou a apresentar:

Seja:  $PO \sim \Lambda(\mu_{PO}, \sigma_{PO}^2)$  então:

$$\mu_{PO} = E(PO) = \int_0^{\infty} PO \cdot P(PO) d(PO) \quad (8.16)$$

Representando-se  $P(PO)$  como apresentado na equação 8.1 e substituindo-se na equação 8.16 tem-se:

$$\mu_{PO} = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{(\log(PO)-M)^2}{2 \cdot S^2}} d(PO) \quad (8.17)$$

Dado que  $y = \log(PO)$  então  $PO = e^y$  e  $d(PO) = e^y \cdot dy$  e substituindo-se na equação 8.17

$$\mu_{PO} = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{(y-M)^2}{2.S^2}} e^y dy$$

$$\mu_{PO} = \frac{1}{S.\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\left(-y + \frac{(y-M)^2}{2.S^2}\right)} dy$$

$$\mu_{PO} = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\left(\frac{-2S^2y + y^2 - 2yM + M^2}{2.S^2}\right)} dy$$

$$\mu_{PO} = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{\{[y-(S^2+M)]^2 - S^2(S^2+2M)\}}{2.S^2}} dy$$

$$\mu_{PO} = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} e^{M + \frac{S^2}{2}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{\{[y-(S^2+M)]^2\}}{2.S^2}} dy$$

Como ,  $\frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{\{[y-(S^2+M)]^2\}}{2.S^2}} dy = 1$  então:

$$\mu_{PO} = e^{M + \frac{S^2}{2}} \tag{8.18}$$

A igualdade apresentada acima também, e de forma mais direta, pode ser obtida pela equação dos momentos centrados na origem para a distribuição lognormal (Aitchison & Brown, 1957), que é definido por :

$$\lambda_j = \int_0^{\infty} (PO)^j d\Lambda(PO) = e^{j.M + \frac{1}{2}j^2S^2} \tag{8.19}$$

Como  $\mu_{PO}$  é obtido quando  $j = 1$  então tem-se a equação 8.18.

A variância como definida na equação 8.10 pode ser descrita como:

$$\sigma_{PO}^2 = E [(PO - \mu_{PO})^2] = \int_0^{+\infty} (PO - \mu_{PO})^2 \cdot P(PO) d(PO) \quad (8.20)$$

Substituindo-se o resultado da equação 8.18 na equação 8.20 tem-se:

$$\begin{aligned} \sigma_{PO}^2 &= \int_0^{+\infty} \left( PO - e^{M+\frac{S^2}{2}} \right)^2 P(PO) d(PO) \\ &= \int_0^{+\infty} (PO)^2 P(PO) d(PO) - 2 \int_0^{+\infty} e^{M+\frac{S^2}{2}} (PO) P(PO) d(PO) + \\ &\quad + \int_0^{+\infty} \left( e^{M+\frac{S^2}{2}} \right)^2 P(PO) d(PO) \\ &= \int_0^{+\infty} (PO)^2 P(PO) d(PO) - 2e^{M+\frac{S^2}{2}} \int_0^{+\infty} (PO) P(PO) d(PO) \\ &\quad + \left( e^{M+\frac{S^2}{2}} \right)^2 \int_0^{+\infty} P(PO) d(PO) \\ \sigma_{PO}^2 &= \int_0^{+\infty} (PO)^2 P(PO) d(PO) - 2e^{M+\frac{S^2}{2}} e^{M+\frac{S^2}{2}} + \left( e^{M+\frac{S^2}{2}} \right)^2 1 \end{aligned} \quad (8.21)$$

Pela equação 8.19,  $\int_0^{+\infty} (PO)^2 P(PO) d(PO) = e^{2M+2S^2}$ , substituindo-se em 8.21 tem-se:

$$\sigma_{PO}^2 = e^{2M+2S^2} - 2e^{M+\frac{S^2}{2}} e^{M+\frac{S^2}{2}} + \left( e^{M+\frac{S^2}{2}} \right)^2$$

$$\sigma_{PO}^2 = e^{2M+2S^2} - \left( e^{M+\frac{S^2}{2}} \right)^2$$

$$\sigma_{PO}^2 = e^{2M+S^2} e^{S^2} - \left( e^{M+\frac{S^2}{2}} \right)^2$$

$$\sigma_{PO}^2 = e^{2M+S^2} (e^{S^2} - 1) \quad (8.22)$$

Conhecidas as relações entre os parâmetros das distribuições lognormal e normal pode-se então explicitar os valores de  $M$  e  $S^2$  como função dos valores conhecidos  $\mu_{PO}$  e  $\sigma_{PO}^2$ .

Pelas equações 8.18 e 8.22 tem-se:

$$\sigma_{PO}^2 = \mu_{PO}^2 \cdot (e^{S^2} - 1)$$

Logo

$$S^2 = \log \left[ \left( \frac{\sigma_{PO}}{\mu_{PO}} \right)^2 + 1 \right] \quad (8.23)$$

e pela equação 8.18

$$\log \mu_{PO} = M + \frac{S^2}{2}$$

$$\log \mu_{PO} = M + \frac{\log \left[ \left( \frac{\sigma_{PO}}{\mu_{PO}} \right)^2 + 1 \right]}{2}$$

$$M = \log \mu_{PO} - \frac{1}{2} \log \left[ \left( \frac{\sigma_{PO}}{\mu_{PO}} \right)^2 + 1 \right] \quad (8.24)$$

Sendo  $y = N(M, S^2)$  com parâmetros dados pelas equações 8.24 e 8.22, respectivamente, e  $PO = e^y$ , pode-se então calcular as probabilidades associadas à ocorrência de preços para uma obra quando da existência de competitividade no certame licitatório.

### 8.3.1 Um Exemplo do Cálculo do Preço Global para uma Obra

Expõe-se a seguir, uma aplicação, utilizando-se as ferramentas acima colocadas. Tomou-se como exemplo, uma obra de pavimentação urbana denominada “Obra Fictícia”, caracterizada conforme croqui (Figura 8.11) e orçamento estimativo de custo, calculado a partir de tabela de

preço, Tabela 8.2, apresentados a seguir.

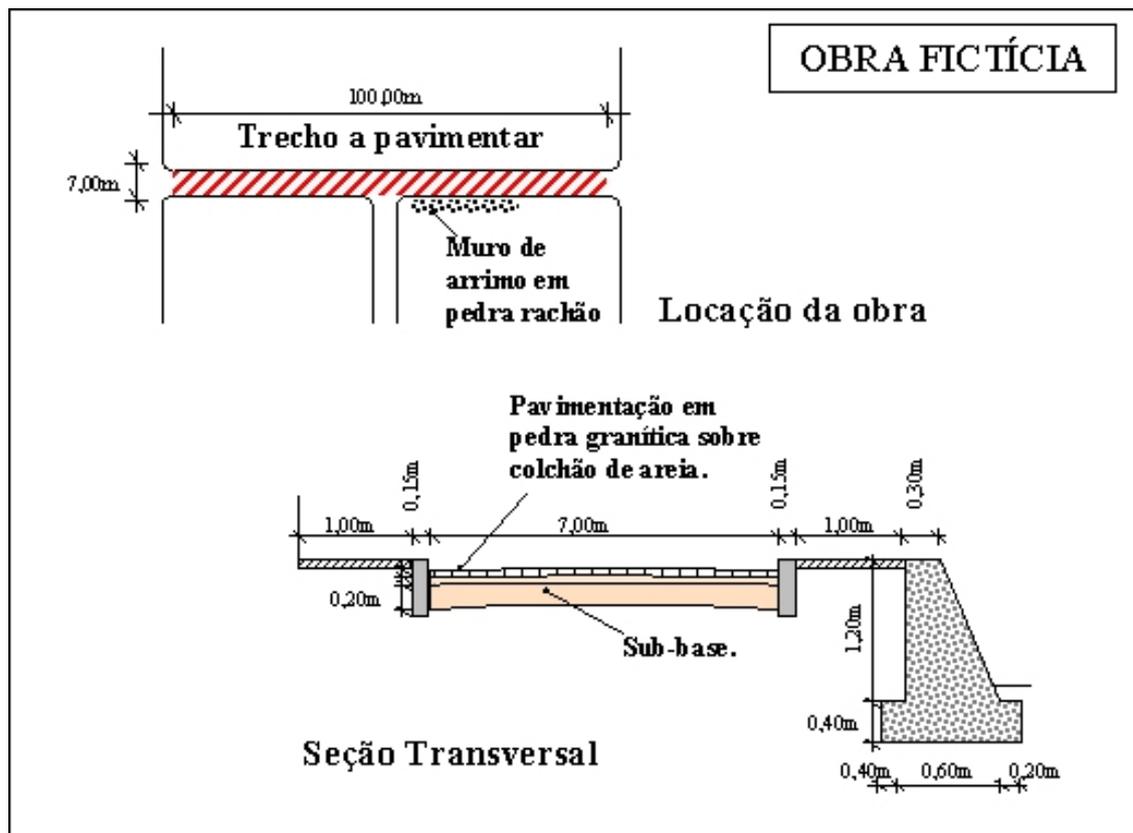


Figura 8.11: Croqui da Obra Fictícia

### Determinação da Média e Variância para o Preço da Obra Fictícia

Como exposto, a determinação do valor esperado para o preço de uma obra com base no *mix* de serviços que a compõem é função da quantidade a executar para cada serviço e dos preços unitários médios observados para esses serviços. Apresenta-se na Tabela 8.3 as quantidades ( $q$ ), os preços unitários médios dos serviços ( $PS$ ) e os respectivos desvios padrões ( $S$ ), para os serviços integrantes da Obra Fictícia. Esses valores encontram-se referenciados por itens, cujas descrições encontram-se de forma discriminada na Tabela 8.2.

Logo:

$$\hat{\mu}_{PO_F} = \overline{PO_F} = \sum_{i=1}^{12} q_i \cdot \overline{PS}_i$$

$$\begin{aligned} \overline{PO_F} = & 1.000 (0,4871) + 75 (4,7653) + 25 (9,7742) + 45 (78,6216) + \\ & + 220 (9,9345) + 820 (0,3019) + 164 (6,6477) + 700 (12,4759) + \\ & + 220 (6,8302) + 220 (6,4935) + 4 (503,2255) + 100 (43,2982) \end{aligned}$$

Tabela 8.2: Orçamento sumarizado para a Obra Fictícia

Item	DISCRIMINAÇÃO	Unid.	Quant.	Preço (R\$)	
				unitário	total
1	Capinação e limpeza superficial do terreno	m2	1.000	0,60	600
2	Escavação manual em terra até 1,50m de profundidade, sem escoramento	m3	75	5,28	396
3	Execução de aterro c/ compactação manual em camadas de 20cm, incl. o fornec. do barro DMT 12 km	m3	25	11,83	295,75
4	Alvenaria em pedra rachão assentada e rejuntada com argamassa de cimento e areia 1:6	m3	45	96,69	4.351,05
5	Passeio de concreto 1:3:5 com 5,0 cm de espessura e juntas secas em quadros de 1,0 x 2,0m	m2	220	12,08	2.657,60
6	Regularização do subleito, abrangendo escarificação, homogeneização, umedecimento e compactação.	m2	820	0,41	336,2
7	Exec. de sub-base estabilizada granulometricamente, inclusive fornec. do material, D.M.T 12km	m3	164	9,34	1.531,76
8	Pavimento com paralelepípedos graníticos assentados sobre colchão de areia com 6cm de espessura	m2	700	14,16	9.912,00
9	Fornecimento e assentamento de meio-fio de pedra granítica, rejuntado cimento e areia 1:2	m	220	7,86	1.729,20
10	Construção de linha d'água com paralelepípedos graníticos, inclusive base de concreto 1:4:8 c/ 10cm esp.	m	220	8,05	1.771,00
11	Construção de poço de visita, tipo c/ gaveta em diâmetro. interno 1,80x1,80x2,50m.	un	4	676,09	2.704,36
12	Galeria de tubos concreto C2-0,60m de diâmetro, escavação manual inclusive fornecimento dos tubos	m	100	56,5	5.650,00
Valor total dos serviços					31.934,92
BDI					0
Valor total					31.934,92

Tabela 8.3: Caracterização dos serviços que compõem a Obra Fictícia

Item	Unid.	Quantidade	Preços dos Serviços	
			Média	Desvio Padrão
1	m2	1.000	0,4871	0,116
2	m3	75	4,7653	1,4352
3	m3	25	9,7742	3,5667
4	m3	45	78,6216	13,8465
5	m2	220	9,9345	2,2082
6	m2	820	0,3019	0,0754
7	m3	164	6,6477	2,105
8	m2	700	12,4759	2,1913
9	ml	220	6,8302	1,4583
10	ml	220	6,4935	1,2024
11	un.	4	503,2255	112,4479
12	ml	100	43,2982	11,3454

$\overline{PO}_F = R\$ 26.157,26$  (vinte e seis mil, cento e cinquenta e sete reais e vinte e seis centavos)

Inicialmente, e antes do cálculo da variância para o preço da Obra Fictícia, convém esclarecer que não há razões que justifiquem, de forma generalizada, a inexistência ou a perfeita correlação entre os preços unitários dos serviços, principalmente ao se verificar que esses, são compostos pelos mais diversos materiais nas mais variadas quantidades, onde cada insumo tem seu preço regido por uma lei própria de formação. Muito pouco provável seria que tantas variantes resultassem em um único comportamento para os preços dos serviços. Em outras palavras há de se esperar que exista uma correlação entre os preços dos serviços assumindo valores entre  $[-1,+1]$ .

A matriz de correlação para a Obra Fictícia necessária ao cálculo da variância encontra-se apresentada na Tabela 8.4.

O cálculo da correlação entre os serviços pode ser obtido diretamente da base de dados, pela identificação das obras onde ocorreram pelo menos dois dos serviços de interesse, ou por séries históricas verificando-se a evolução dos preços aos longo do tempo. Na presente dissertação as correlações foram observadas a partir dos dados do Plano Piloto.

De posse dos desvios padrão dos serviços (Tabela 8.3) e de suas correlações (Tabela 8.4) pode-se então calcular a variância da Obra Fictícia pela equação 8.14.

$$\sigma^2(PO_F) = \sum_{i=1}^{12} q_i^2 [\sigma(PS_i)]^2 + \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^{12} q_i \cdot q_j \cdot \rho(PS_i, PS_j) \sqrt{\sigma_{PS_i}^2 \cdot \sigma_{PS_j}^2}$$

Onde:  $\sigma(PS_i)$  é o desvio padrão observado nos preços do  $i$ -ésimo serviço.

Com o seguinte resultado:

Tabela 8.4: Matriz de Correlação para os serviços da Obra Fictícia

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		0,413	0,161	0,491	0,568	0,529	0,199	0,368	0,033	0,277	0,853	0,408
2	0,413		0,812	0,659	0,291	0,562	0,110	0,393	0,408	0,722	0,455	0,252
3	0,161	0,812		0,160	-0,199	0,408	0,447	0,700	-0,265	-0,077	0,773	0,782
4	0,491	0,659	0,160		0,507	0,756	0,108	0,332	0,589	0,729	0,328	0,203
5	0,568	0,291	-0,199	0,507		0,417	0,631	0,426	0,032	0,965	-0,054	0,991
6	0,529	0,562	0,408	0,756	0,417		0,102	0,288	0,384	0,165	0,341	0,474
7	0,199	0,110	0,447	0,108	0,631	0,102		0,261	-0,007	0,211	0,016	0,731
8	0,368	0,393	0,700	0,332	0,426	0,288	0,261		-0,350	0,080	0,613	0,844
9	0,033	0,408	-0,265	0,589	0,032	0,384	-0,007	-0,350		0,355	-0,391	-0,199
10	0,277	0,722	-0,077	0,729	0,965	0,165	0,211	0,080	0,355		-0,127	-0,125
11	0,853	0,455	0,773	0,328	-0,054	0,341	0,016	0,613	-0,391	-0,127		0,892
12	0,408	0,252	0,782	0,203	0,991	0,474	0,731	0,844	-0,199	-0,125	0,892	

$$\begin{aligned}
\sigma_{(PO_F)}^2 &= (1.000)^2 (0,1160)^2 + \dots + (100)^2 (11,3454)^2 + \\
&\quad + (1.000)(75)(0,413)(0,1160)(1,4352) + \dots + \\
&\quad + 4(100)(0,892)(112,4479)(11,3454) \\
&= 15.550.575,56
\end{aligned}$$

$$e \sigma_{(PO_F)} = 3.943,42$$

Calculada a média e a variância para a variável preço da Obra Fictícia ( $PO_F$ ) com distribuição de probabilidade lognormal de parâmetros  $(\overline{PO_F}, \sigma_{PO_F}^2)$ , o cálculo da probabilidade de interesse ou seja do resultado de um processo licitatório para realização de uma obra apresentar-se superior a um determinado valor, requer uma transformação na variável  $PO_F$ , para uma variável  $y = \log(PO_F)$ , que apresenta distribuição de probabilidade normal com parâmetros  $N(M, S^2)$ .

Com base nos valores calculados para  $\overline{PO_F}$  e  $\sigma_{PO_F}^2$  e nas equações 8.24 e 8.22 os parâmetros  $M$  e  $S^2$  são calculados como abaixo descrito:

$$S^2 = \log \left[ \left( \frac{\sigma_{PO_F}}{\overline{PO_F}} \right)^2 + 1 \right] = \log \left[ \left( \frac{3.943,42}{26.157,26} \right)^2 + 1 \right] = 0,022474$$

$$\begin{aligned}
M &= \log(\overline{PO_F}) - \frac{1}{2} \log \left[ \left( \frac{\sigma_{PO_F}}{\overline{PO_F}} \right)^2 + 1 \right] = \\
&= \log(26.157,26) - \frac{1}{2} \log \left[ \left( \frac{3.943,42}{26.157,26} \right)^2 + 1 \right] = \\
&= 10,160645
\end{aligned}$$

Logo  $y \sim N(10,160645; 0,022474)$  e  $OP = e^y$ . A partir desta relação torna-se possível calcular as probabilidades associadas às ocorrências de preços para a Obra Fictícia. Como exemplificado a seguir:

Obra Fictícia:

- Preço de Custo com base em tabela de preço - R\$ 31.934,92;
- Preço de mercado em estrutura competitiva estimado a partir do modelo de regressão apresentado no Capítulo 06 - R\$ 25.979,90;
- Preço médio estimado a partir das quantidades e preços dos serviços que compõem a obra observados em processos competitivos - R\$ 26.157,26;
- Valor limite para a Obra Fictícia de forma que a probabilidade de vir a ser observado em um processo licitatório um valor superior a esse limite seja de apenas 5% - R\$ 33.098,01;
- Valor limite para a Obra Fictícia de forma que a probabilidade de vir a ser observado em um processo licitatório um valor superior a esse limite seja de apenas 1% - R\$ 36.658,18;
- Probabilidade da ocorrência em um processo licitatório de um valor superior ao preço de custo calculado pela tabela de preço “A” - 7,99%;
- Probabilidade da ocorrência em um processo licitatório de um valor superior ao preço de custo calculado pela tabela de preço “A” acrescido de um BDI de 10%, é de 2,06%, ou seja aproximadamente 1 a cada 49 licitações com este objeto;
- Probabilidade da ocorrência em um processo licitatório de um valor superior ao preço de custo calculado pela tabela de preço “A” acrescido de um BDI de 20%, é de 0,44%, ou seja aproximadamente 1 a cada 229 licitações com este objeto;
- Probabilidade da ocorrência em um processo licitatório de um valor superior ao preço de custo calculado pela tabela de preço “A” acrescido de um BDI de 30%, é de 0,08%, ou seja aproximadamente 1 a cada 1.250 licitações com este objeto.

Os resultados demonstram que para um Órgão que contrata, por exemplo, 50 obras de natureza similar à da Obra Fictícia, a ocorrência em processo licitatório de um preço superior a tabela mais BDI de 30% só deve ocorrer a cada 25 anos, desde que seus processos sejam realizados com competitividade. Da mesma forma para tabela mais 20% só deverá ocorrer um preço superior a este valor a cada quatro anos e meio, aproximadamente, e por fim superior à tabela mais BDI de 10%, uma ocorrência a cada ano, aproximadamente.

## 9 FERRAMENTAS AUXILIARES NAS AUDITORIAS DE TABELA

### 9.1 Introdução

Os capítulos anteriores enfatizaram as grandes divergências observadas entre os preços dos serviços praticados pelo mercado nas licitações competitivas, e os custos para a realização desses serviços, verificados em tabelas de preços que são utilizadas como referência pelos Órgãos Públicos e Tribunal de Contas.

Pensar em preço abaixo do custo em dimensões como verificadas no Plano Piloto, significa dizer que algo está errado. No Capítulo 06, apresentou-se uma série de fatores que podem estar contribuindo para esta impropriedade, dentre eles relacionam-se:

- Não cumprimento das especificações dos serviços, com a redução da qualidade dos materiais empregados;
- Prática de termos aditivos ao contrato;
- Mudança dos serviços a realizar durante a execução da obra;
- Não quitação das obrigações fiscais;
- Tabelas de preços que não mais estariam representando o custo praticado pelas empresas.

O entendimento do que verdadeiramente está ocorrendo neste mercado é prioritário para o Tribunal de Contas, pois todas as opções relacionadas são lesivas ao Estado de Pernambuco. Em alguns casos, por alijarem do processo as empresas dignas, que não se propõem a fraudar impostos ou a executar serviços de forma diferente da especificada. No caso das tabelas de preços, caso sejam as responsáveis pelas divergências entre os preços e custos, fazem com que o Tribunal, ao referendá-las, dê suporte às superestimativas dos contratos realizados sob baixa competitividade, bem como para as obras contratadas por dispensa de licitação. Diante disso conclui-se ser urgente a realização das chamadas Auditorias de Tabela.

É sobre essa auditoria que se debruçaram as atenções. Já é de conhecimento que os Tribunais não são Órgãos executores de obras, apenas as fiscalizam; logo, não faz parte de sua atividade cotidiana a apropriação de custo dos serviços. A ausência desta atividade para os Tribunais representa um grande dificultador para a realização das Auditorias de Tabela.

A quantidade de serviços a auditar e os custos para obtenção das composições de custo atualizadas quanto a materiais, tecnologias e produtividades, requerem investimentos que na maioria das vezes inviabilizam as auditorias.

Propõe-se no presente capítulo a utilização de ferramentas que, com base nas observações obtidas no mercado, possibilitem ao decisor a adoção de prioridades quanto aos serviços a auditar, de modo a viabilizar a realização das Auditorias de Tabela.

## 9.2 Uma Comparação entre Tabelas

Inicialmente, introduziu-se uma análise comparativa entre o comportamento de quatro tabelas de preços, com base nas médias das relações entre preço e custo, observadas a partir dos serviços apresentados no Plano Piloto.

Convém esclarecer que, na seleção das tabelas a comparar, procurou-se diversificar quanto à origem da elaboração das mesmas, contemplando-se às esferas municipal, estadual e federal além da iniciativa privada. Denominadas para a análise por tabelas 01, 02, 03 e 04.

A idéia é promover a comparação entre as médias do índice de preço custo dos serviços - IPCS tendo como base de referência os custos apresentados por cada uma das tabelas selecionadas. Ao se considerar todos os serviços observados no Plano Piloto, o resultado será uma média ponderada pelo número de observações dos serviços. Em outras palavras, trata-se da média dos IPCS como um indicador agregado, que leva em consideração o *mix* formado por todos os serviços observados e as suas incidências no Plano Piloto.

Apresenta-se na Figura 9.1, um gráfico de Box-Whiskers com o desempenho observado para cada uma das tabelas.

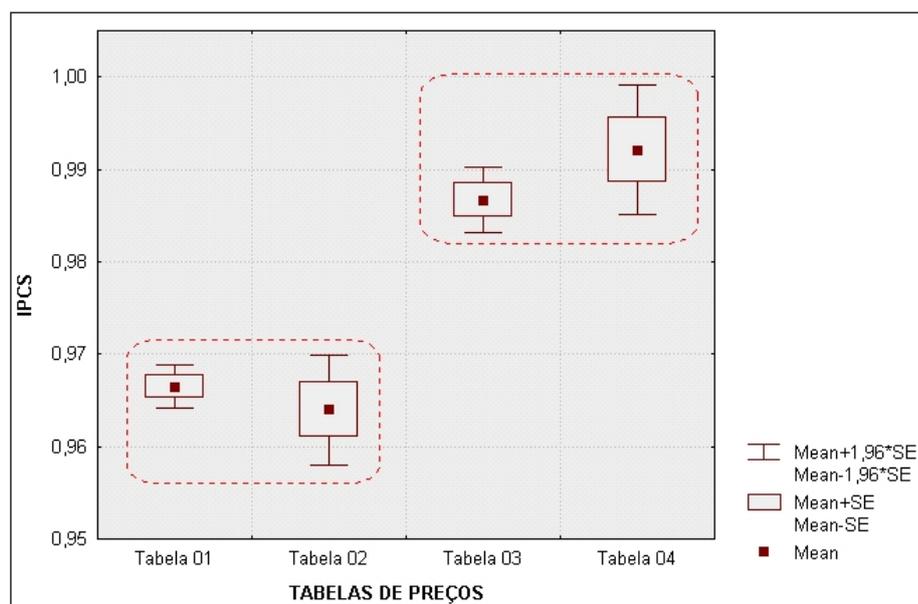


Figura 9.1: Comportamento do IPCS para as tabelas de preços selecionadas

A Figura 9.1 demonstra que as tabelas analisadas apresentam dois referenciais de preços distintos. Um referencial é observado quando da utilização da Tabela 01 ou Tabela 02. Já outros valores são resultantes da adoção das Tabelas 03 ou 04.

Na média, os custos apropriados pelas Tabelas 01 e 02 apresentam valores superiores ao observado nas Tabelas 03 e 04.

O fato das Tabelas 01 e 02 serem as mais utilizadas pelos Órgãos que compõem o Plano Piloto, representa um indício que pode vir a justificar a perda de representatividade do custo real do serviço por parte dessas tabelas.

Outro aspecto interessante advém da comparação dos resultados observados para as Tabelas 01 e 03, uma vez que essas apresentam fidedignamente as mesmas composições para os custos dos serviços, diferenciando-se apenas quanto à coleta dos preços dos insumos. Logo a diferença motiva a concluir que, na elaboração da Tabela 01 utiliza-se insumos cotados com preços mais elevados.

Este diagnóstico vem enfatizar a necessidade de se auditar, principalmente, as Tabelas 01 e 02, não apenas por apresentarem valores superiores às demais, bem como por serem as mais referenciadas nos orçamentos de custo elaborados pelos Órgãos, para subsidiar a realização dos processos licitatórios.

### 9.3 Uma Ferramenta de Decisão

Na introdução deste Capítulo enfatizou-se a necessidade das auditorias nas tabelas de preços, ao mesmo tempo que colocou as dificuldades enfrentadas pelo Tribunal de Contas para realizá-las.

O grande número de serviços relacionados nas tabelas (aproximadamente 2.000 itens), e os custos envolvidos no trabalho, terminam levando a adiamentos contínuos do início dessas auditorias, o que vem a agravar o problema, pois a análise inferencial, apresentada no Capítulo 06, alerta para a possibilidade de uma crescente perda da representatividade do custo real dos serviços por parte das tabelas de preços.

Se os custos inviabilizam a auditoria de todos os serviços faz-se necessário identificar os que se apresentam como prioritários, para que em função dos recursos disponíveis, seja possível **tomar a decisão** sobre quais os serviços à serem auditados.

Porém o grande número possível de alternativas de escolha, os vários objetivos que se pretende otimizar e o desconhecimento sobre o comportamento futuro do mercado definem o ambiente de incertezas sobre a decisão. E como apresentado por Nadler Lins (2000, p.10):

*“Existindo incerteza, o problema imediato é como agir logicamente em situações incertas. Este é o objetivo primeiro da Teoria da Decisão. Há portanto necessidade de ser determinado um processo decisório para atingir tal objetivo.”*

A teoria da decisão parte do pressuposto de que os indivíduos são capazes de expressar suas preferências básicas quando enfrentam situações simples, e propõe uma metodologia para a resolução de problemas mais complexos nos quais esses indivíduos seriam incapazes de expressar-

se intuitivamente pela complexidade da situação. Neste aspecto Campello de Souza (2002, p.5) expõe:

*“A teoria da decisão aborda o problema de como decidir sobre o que fazer quando é incerto o que poderá acontecer. A partir de uma lista exaustiva das possíveis hipóteses sobre os estados do mundo, das observações ou dados experimentais relevantes a estas hipóteses, juntamente com uma lista das possíveis ações a adotar, e os vários ganhos ou perdas de se efetivamente exercer essas ações em vários possíveis estados do mundo, deve-se determinar o melhor procedimento decisório. Isto é, a melhor regra de decisão que estabelece que ação adotar a partir do que foi observado.”*

Na compreensão da complexidade do problema de decisão, inicialmente promoveu-se a identificação dos serviços constantes nas tabelas e que apresentavam representatividade, de modo a justificar a sua classificação como serviços candidatos para auditoria. Esta seleção foi realizada a partir do Plano Piloto, onde se identificou 298 serviços que apresentaram uma incidência significativa.

Esses serviços representam um conjunto denominado alternativas de escolha. A priorização destas alternativas será em função das suas conseqüências sobre os preços das contratações.

Porém o grande número de alternativas não permite uma avaliação direta das conseqüências. Este tipo de problema exige uma estruturação mais rígida, que permita a quantificação das conseqüências em função do risco associado a cada alternativa. Para tanto lança-se mão da Teoria da Utilidade de von Neumann e Morgenstern<sup>1</sup>. Como colocado por Gomes (2002, p.149):

*“ A teoria da utilidade permite avaliar essas conseqüências por meio de um processo de elicitación de preferências que busca incorporar ao problema as escolhas do decisor e seu comportamento em relação ao risco. Esse processo permite criar uma nova escala denominada escala de utilidade, que estabelece para cada conseqüência um valor de utilidade. O processo de escolha será então realizado com base nessa nova escala, que abrange os aspectos de incerteza inerente ao problema de decisão.”*

A idéia básica da teoria da utilidade em um problema de decisão consiste em associar à cada conseqüência uma medida de utilidade. A partir da utilidade das conseqüências e da probabilidade de ocorrência é calculada a utilidade esperada para cada uma das alternativas de escolha, permitindo desta forma uma ordenação dessas alternativas em função da utilidade esperada, onde este valor de utilidade está associado a um valor de risco. (Fernandes, 1999).

<sup>1</sup>Jon von Neumann(1903-1957) e Oskar Morgenstern (1902-1977) apresentaram os axiomas que embasaram a Teoria da Utilidade, na obra denominada “*Theory of Games and Economic Behavior*”(“Teoria dos Jogos e Comportamento Econômico”), publicada em 1947.

As dificuldades aumentam à medida que as conseqüências esperadas para as alternativas tornam-se função de vários objetivos, sendo estes representados pelo que é denominado de atributo.

O exposto é corroborado por Campello de Souza (2002, p.65) quando cita:

*“Na sua grande maioria, os problemas de decisão dizem respeito a objetivos que têm vários atributos. O argumento da função valor será então vetorial. Como fato novo na análise, aparecem interações entre os diversos atributos. Em particular, muitos objetivos serão conflitantes. Dificilmente vai existir uma alternativa dominante que seja melhor do que todas as outras alternativas em termo de todos os objetivos. Algumas alternativas, dominadas, podem ser consideradas, mas, em geral, não se pode maximizar benefícios e, ao mesmo tempo, minimizar custos. O conceito central aqui é o da compensação. O decisor enfrenta o problema de compensar uma perda, por não atingir plenamente um objetivo, através de um ganho, ou aumento, na consecução de outro objetivo.”*

O caso em estudo não foge à regra, pois a priorização das alternativas é enfocada sob a ótica de múltiplos objetivos e, neste caso, a teoria da utilidade deriva para a teoria da utilidade multiatributo, referida freqüentemente por MAUT (*Multi-Attribute Utility Theory*).

Uma apresentação formal sobre a teoria da utilidade pode ser obtida em Campello de Souza (2002), Gomes (2002), Bekman & Costa Neto (1980), Keeney & Raiffa (1976) e Ferguson (1967).

A teoria da utilidade multiatributo propõe estruturar o problema de decisão a partir da identificação dos atributos que compõem o problema, seguida da determinação da função utilidade que reúna a contribuição de cada um destes atributos. Segundo Gomes (2002) se  $a$  é uma ação do conjunto de ações viáveis  $A$ , a cada alternativa  $a$  de  $A$  está associada uma conseqüência à qual se relacionam  $n$  atributos avaliados por  $X_1(a)$ ,  $X_2(a)$ , ...,  $X_n(a)$ . Os  $n$  atributos relacionam a alternativa  $a$  de  $A$  a um ponto no espaço das conseqüências  $n$ -dimensionais,  $p = (p_1, p_2, \dots, p_n)$ .

Logo, o objetivo é determinar a função utilidade  $u(p) = u(p_1, p_2, \dots, p_n)$  nos  $n$ -atributos, uma vez que, dadas duas conseqüências  $p_a$  e  $p_b$  se  $u(p_a) \geq u(p_b)$  então  $p_a$  é preferida ou indiferente a  $p_b$ .

A determinação da função utilidade multiatributo no contexto da MAUT, por ser esta uma teoria, requer que se leve em consideração a sua estrutura axiomática. Segundo Gomes (2002), avalia-se se o decisor concorda com as condições estabelecidas pela estrutura axiomática da teoria e em seguida obtém-se o valor em utilidade das conseqüências por um processo de entrevista fundamentado na teoria.

Na utilização da MAUT, alguns aspectos como a independência em utilidade e independência aditiva são hipóteses que permitem uma simplificação na determinação da função utilidade.

Quando estas condições não podem ser obtidas e o número de atributos é elevado, o cálculo da função utilidade, atendendo os axiomas da teoria da utilidade, torna-se bastante complexo.

Nesse caso, uma prática, segundo Gomes (2002), consiste em usar a função utilidade multiatributo como método de agregação dos múltiplos objetivos do problema analisado sem considerar todos os passos exigidos do ponto de vista teórico.

Alguns métodos de agregação multiatributo utilizam, sem a aplicação de um procedimento de educação, a função utilidade aditiva, principalmente quando deparam-se com um número elevado de atributos. A função utilidade aditiva admite que as contribuições separadas dos atributos possam ser somadas, a fim de representar uma função utilidade multiatributo para o decisor, equação 9.1 apresentada por Gomes (2002):

$$u(p_a) = \sum_{j=1}^n k_j u_j(p_a) \quad (9.1)$$

Nesta expressão,  $u_j(p_a)$  representa a função utilidade unidimensional para as conseqüências da alternativa  $a$  segundo o  $j$ -ésimo atributo e  $k_j$  (com  $k_j \geq 0$ ) representa uma constante de escala relativa ao  $j$ -ésimo atributo.

Dentre os diversos métodos de agregação multicritério que utilizam a função utilidade aditiva tem-se o SMART (*Simple Multi-Attribute Rating Technique*), proposto por Edwards (1975), que é na verdade um método para simplificar a obtenção das constantes de escala.

O SMART propõe a abordagem do problema de decisão pelo desenvolvimento de dez etapas. Sua maior contribuição advém da determinação das constantes de escala, quando sugere:

- I) O ordenamento dos atributos em função de sua importância; e
- II) Ao decisor avaliar a importância relativa de atributo para atributo, iniciando do critério de menor importância para o de maior importância. Normalmente é atribuído o peso 10 ao atributo de menor importância.

Porém, a solução do problema de decisão não se resume à determinação da função utilidade. A seqüência para a solução do problema envolve a maximização do valor esperado da função utilidade das probabilidades das conseqüências das alternativas selecionadas.

A colocação da função utilidade para uma probabilidade sobre as conseqüências, advém das incertezas que se tem sobre os valores dos atributos para as alternativas selecionadas. Então, a cada alternativa não está associada uma conseqüência, mais sim uma distribuição de probabilidade sobre as conseqüências.

Outro aspecto a considerar, é que as conseqüências não são apenas função da escolha da alternativa; fatores externos, como políticas públicas para as obras, podem concentrar mais na realização de um ou outro tipo de obra, influenciando também nas conseqüências das escolhas. A esses fatores externos chamam-se estados da natureza.

Logo, o ordenamento das alternativas de escolha será em função dos valores esperados da utilidade da distribuição de probabilidade das conseqüências  $p$  dado que o decisor seleciona

uma regra de decisão  $d$  que resultará na escolha da alternativa  $a$ , e a natureza, escolhe o estado  $\theta$ . Esta utilidade pode ser descrita como  $u(P(p|\theta, d))$ . Como deseja-se o valor esperado da utilidade independentemente do estado da natureza, a expressão é dada pela equação 9.2, resultante do desdobramento apresentado seguir:

$$u(P(p|\theta, a)) = \int u(p) P(p|\theta, a) dp$$

ou

$$u(P(p|\theta, d(x))) = \int u(p) P(p|\theta, d(x)) dp$$

logo:

$$\begin{aligned} u(P(p|\theta, d)) &= \int u(P(p|\theta, d(x))) P(x|\theta) dx \\ &= \int \int u(p) P(p|\theta, d(x)) P(x|\theta) dp dx \\ &= -R_d(\theta) \end{aligned}$$

Onde  $R_d(\theta)$  é a Função Risco.

Como

$$u(P(p|d)) = \int u(P(p|\theta, d)) \pi(\theta) d\theta$$

Portanto

$$u(P(p|d)) = \int \int \int u(p) P(p|\theta, d(x)) P(x|\theta) \pi(\theta) dp dx d\theta \quad (9.2)$$

### 9.3.1 A Estrutura Matemática do Problema de Decisão

Apresenta-se, sem uma preocupação quanto a completeza ou ao rigor, a estrutura matemática de um problema de decisão:

**Estados da Natureza:** Denotados pela letra grega  $\theta$ , tem o seu conjunto representado por  $\Theta = \{\theta\}$ . Como anteriormente colocado, os estados da natureza são os fatores externos ao

controle do decisor, mas que poderão influenciar sobre as conseqüências da suas escolhas. Um exemplo de estados da natureza podem ser os tipos de obras a serem priorizadas por uma nova gestão ( $\theta_0$  =obras de pavimentação urbano e  $\theta_1$  =obras de edificação, logo  $\Theta = \{\theta_0, \theta_1\}$ ).

**Ações:** O objetivo em um problema de decisão é alcançar os resultados desejados a partir da escolha de uma ação disponível. Uma ação denotada por “ $a$ ” pode ser a escolha de um determinado serviço, constante em uma tabela de preços, para ser o objeto de auditoria. O conjunto de todas as ações disponíveis é representado por  $\mathcal{A} = \{a\}$ .

**Conseqüências:** Dado que a natureza se encontra em um estado  $\theta$ , a escolha da ação  $a$  por parte do decisor poderá acarretar em uma conseqüência “ $p$ ”. O conjunto de todas as conseqüências possíveis é dado por  $\mathcal{P} = \{p\}$ .

Se a natureza resolveu priorizar obras de pavimentação e o decisor escolheu auditar os serviços de edificação, significa que a ausência de um maior domínio sobre os preços dos serviços de pavimentação pode ter como conseqüência uma superestimativa de preços nas contratações das obras. É importante perceber que não há uma certeza sobre a conseqüência da ação pois os resultados das contratações mesmo nessas condições podem ou não serem superestimados, por onde se conclui que mesmo que a natureza escolha  $\theta$  e o decisor escolha  $a$ , a conseqüência dessas escolhas é uma distribuição de probabilidade sobre as possíveis conseqüências.

**Função Conseqüência:** Como apresentado a natureza escolhe o estado  $\theta$ , o decisor escolhe a ação  $a$ , a partir daí dar-se-á partida a um mecanismo probabilístico que vai escolher uma conseqüência para o decisor. Esse mecanismo denominado Função Conseqüência é denotado por  $P(p|\theta, a)$ .

Voltando ao exemplo anterior, a administração pode escolher priorizar obras de pavimentação ou edificação, o decisor pode auditar serviços enfatizando a pavimentação ou a edificação e cada combinação dessas escolhas resultará em uma distribuição de probabilidade sobre o domínio do decisor quanto aos preços praticados nas contratações das obras.

**Distribuição *a Priori* sobre os Estados da Natureza:** Em verdade não se sabe qual dos estados a natureza vai escolher, qual o  $\theta$  que se materializará. Porém existem mecanismos probabilísticos subjacentes que necessitam ser adequadamente caracterizados para que se possa fazer inferências racionais (Campello de Souza, 2002). A distribuição *a priori* sobre o estado da natureza é denotada por  $\pi(\theta)$ , podendo ser determinada com base em dados históricos ou por educação do conhecimento do especialista. O conjunto das distribuições *a priori* é representada por  $\Theta^* = \{\pi\}$ .

**Observações:** As observações são variáveis que guardam uma relação com os estados da natureza. Denotada por “ $x$ ”, o conjunto de todas as observações é representado por  $\mathcal{X} = (x)$ . Como exemplo tem-se a programação orçamentária para os órgãos executores de obra que pode estar associada com o tipo de obra que uma gestão pretende priorizar.

**Função de Verossimilhança:** Ou “Canal de Comunicação com a Natureza”, é a distribuição de probabilidade que relaciona a ocorrência de uma observação  $x$  ao estado da natureza  $\theta$ . É representada por  $P(x|\theta)$ .

**Regras de Decisão:** Uma Regra de Decisão é uma função que associa a cada observação  $x$  uma ação  $a$ . As regras de decisão podem ser determinísticas ou randomizadas, sendo essa última, quando condiciona-se probabilisticamente as ações as observações.

- Para as regras não randomizadas:

$$d : \mathcal{X} \longrightarrow \mathcal{A}$$

$$x \longrightarrow d(x)=a$$

O conjunto de todas as possíveis regras de decisão  $\mathcal{D} = \{d\}$ .

- Para as regras randomizadas existe uma distribuição de probabilidade para a escolha da regra  $d$  dada por  $\delta(d)$ .

O conjunto de todas as distribuições  $\delta$  em  $\mathcal{D}$  é denotado por  $\mathcal{D}^* = \{\delta\}$ .

**Função Perda:** A Função Perda é o negativo da Função Utilidade:

$$L(\theta, a) = -u(P(p|\theta, a)); \quad L(\theta, d) = -u(P(p|\theta, d))$$

**Função Risco:** A Função Risco é o valor esperado da Função Perda:

$$R_d(\theta) = \sum_x L(\theta, d(x))P(x|\theta) = E(L|\theta) = E_\theta(L(\theta, d(x)))$$

A Função Risco é o conceito básico para a determinação da regra de decisão: *quanto menor o risco, melhor a regra de decisão*. Isto é o reflexo do procedimento: *Quanto maior a utilidade, melhor a consequência* (Campello de Souza, 2002).

**O Risco de Bayes** Conhecendo-se a distribuição *a priori* sobre os estados da natureza  $\pi$ , pode-se então falar sobre a probabilidade de se obter uma consequência dada uma regra de decisão e por conseguinte falar em risco de uma regra de decisão.

O risco da regra de decisão  $d$  será dado por:

$$r_d = \sum_{\theta} \pi(\theta)R_d(\theta)$$

ou

$$r_d = - \int \int \int u(p) P(p|\theta, d(x)) P(x|\theta) \pi(\theta) dp dx d\theta$$

Este é o risco ao se usar a regra de decisão  $d$ , tendo  $\pi$  como distribuição *a priori*, e é denominado **risco de Bayes da regra de decisão  $d$** .

Apresenta-se na Tabela 9.1 a relação dos principais elementos que caracterizam um problema de decisão.

Tabela 9.1: Principais elementos do problema de decisão

<b>Elementos de um Problema de Decisão</b>	
$\Theta = \{\theta\}$	Conjunto dos estados da natureza - $\theta$
$\mathcal{A} = \{a\}$	Conjunto das possíveis ações - $a$
$\mathcal{P} = \{p\}$	Conjunto de todas as conseqüências ou bens - $p$
$\mathcal{X} = (x)$	Conjunto das observações ou variáveis - $x$
<b>Mecanismos Probabilísticos em um Problema de Decisão</b>	
$P(p \theta, a)$	Função Conseqüência
$P(x \theta)$	Função Verossimilhança
$\pi(\theta)$	Distribuição <i>a priori</i> sobre os estados da natureza - $\theta$
<b>Funções</b>	
$d : \mathcal{X} \xrightarrow{x \rightarrow d(x)=a} \mathcal{A}$	Regra de decisão não randomizada
$\mathcal{D} = \{d\}$	Conjunto das regra de decisão não randomizadas
$\delta(d)$	Regra de decisão randomizada
$\mathcal{D}^* = \{\delta\}$	Conjunto das regra de decisão randomizadas
$L(\theta, a)$	Função Perda
$R_d(\theta)$	Função Risco
$r_d$	Risco de Bayes

## 9.4 Estudo de Caso

Nesta etapa, procurou-se apresentar um estudo de caso com base nas observações do Plano Piloto, onde a meta é apresentar um ordenamento dos serviços em função de alguns objetivos, incorporando à unidade de medida, aspectos de risco, como forma de apoiar as decisões nas realizações das Auditorias de Tabela.

O estudo será desenvolvido por etapas percorridas a seguir:

### 9.4.1 Identificação das Alternativas de Escolha

Como colocado inicialmente, foram selecionados 298 serviços que apresentaram representatividade no Plano Piloto.

### 9.4.2 Identificação dos Atributos

A escolha dos atributos está associada aos objetivos, critérios ou metas que se pretende alcançar. No caso em análise, foram identificados três atributos caracterizados como:

**Relação entre preço e custo para o serviço:** O objetivo é a seleção das alternativas que apresentem as maiores disparidades entre os preços dos serviços e os custos de tabela, entendendo-se como preço do serviço a mediana dos preços para esse serviço, observada no Plano Piloto (a escolha é pelas alternativas que apresentem os menores IPCS).

**Número de ocorrências no Plano Piloto:** Objetiva-se a escolha dos serviços com maior representatividade, ou seja, aqueles mais comuns nos orçamentos das obras (medido em número de ocorrências).

**Representatividade do serviço no orçamento da obra:** Deseja-se a escolha dos serviços com maior repercussão financeira sobre o orçamento global da obra (medido pelo percentual que representa do valor global da obra).

### 9.4.3 Educação da Função Utilidade Unidimensional

Na presente análise, a utilidade unidimensional foi obtida pelo levantamento da função utilidade, para as conseqüências individuais de cada atributo.

A determinação função utilidade seguiu os passos sugeridos por Gomes (2002):

- a) Identificação pelo decisor das conseqüências de maior preferência e a de menor preferência. A conseqüência de maior preferência será denominada de  $p^*$  e a menor  $p_o$ .
- b) As duas conseqüências compõem o início e o fim da escala de utilidade, de modo que, pode-se atribuir a essas conseqüências os valores extremos da escala de utilidade. Com a seguinte formulação:  $u(p^*) = 1$  e  $u(p_o) = 0$ .
- c) A utilidade das demais conseqüências  $p$  é obtida pela determinação da probabilidade de indiferença entre a conseqüência e a loteria  $(p^*, \pi; p_o)$ . Como a utilidade da conseqüência  $p$  deve ser igual à utilidade esperada da loteria, tem-se:

$$u(p) = \pi u(p^*) + (1 - \pi) u(p_o) = \pi$$

- d) Com base nas utilidades observadas para algumas conseqüências  $p$  é possível a determinação de uma função utilidade para todas as conseqüências desde que  $p_o \leq p \leq p^*$ .

Para a educação da função utilidade pode também ser adotada a formulação proposta por Campello de Souza (2002) denominada “Um Novo Método para Educação das Preferências”.

As nuances, objetivos e restrições de cada caso terminam por exigir do analista uma criatividade que determina “A Arte de Modelar”.

Com base no acima exposto e tendo como decisor o autor da presente dissertação, apresenta-se, a seguir, as equações obtidas para as conseqüências individuais dos três atributos selecionados:

**Relação entre preço e custo para o serviço (IPCS):** A função utilidade foi obtida pelo método dos mínimos quadráticos, com significância abaixo de 1%, e coeficiente de determinação de 98,82%, definida conforme a equação 9.3 e representação gráfica apresentada na Figura 9.2.

$$u(p_{IPCS}) = 0,0652 + 2,0617 \left[ \frac{(1,2 - IPCS)}{0,54} \right] - 1,14136 \left[ \frac{(1,2 - IPCS)}{0,54} \right]^2 \quad (9.3)$$

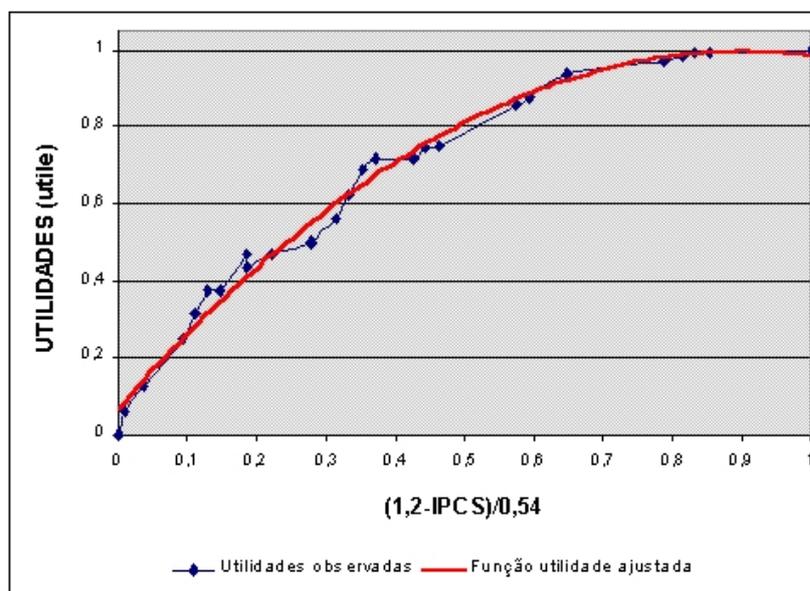


Figura 9.2: Função utilidade unidimensional para as conseqüências do atributo relação preço-custo

Apesar da existência de alguns valores no limite superior do seu intervalo do atributo, mais especificamente entre 1,2 e 1,29, o decisor demonstrou não existir preferência para valores acima de 1,2, motivo pelo qual foi admitido  $u(1,2) = 1$  e todos os pontos acima de 1,2 foram igualados a esse valor.

**Número de ocorrências no Plano Piloto (NO):** A função utilidade obtida por programação matemática apresenta um coeficiente de determinação de 99,56%. Definida conforme a equação 9.4 e representação gráfica apresentada na Figura 9.3.

$$u(p_{NO}) = 0,48144 \{ \log [0,2059 (NO) + 0,98115] \} \tag{9.4}$$

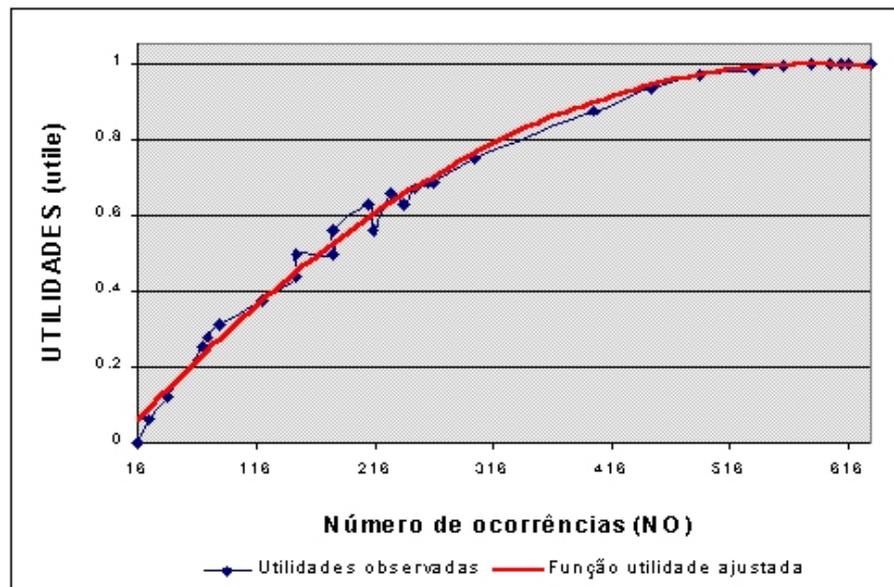


Figura 9.3: Função utilidade unidimensional para as conseqüências do atributo número de ocorrências

**Representatividade do serviço no orçamento da obra (RP):** A função utilidade, obtida pelo método dos mínimos quadráticos, com significância abaixo de 1% e coeficiente de determinação de 99,34%, foi definida conforme a equação 9.5 e representação gráfica apresentada na Figura 9.4.

$$u(p_{RP}) = 0,005738 + 0,003394 (RP) - 0,000002907837 (RP)^2 \tag{9.5}$$

### 9.4.4 A Função Utilidade Multiatributo

Em uma análise dentro do paradigma de Ockham, optou-se por admitir a existência de independência aditiva entre os atributos, motivo pelo qual se passou a abordar o problema por um método de agregação multiatributo.

Neste contexto utilizou-se a função aditiva para os três atributos (equação 9.1), sendo as constantes de escala determinadas pelo Método SMART.

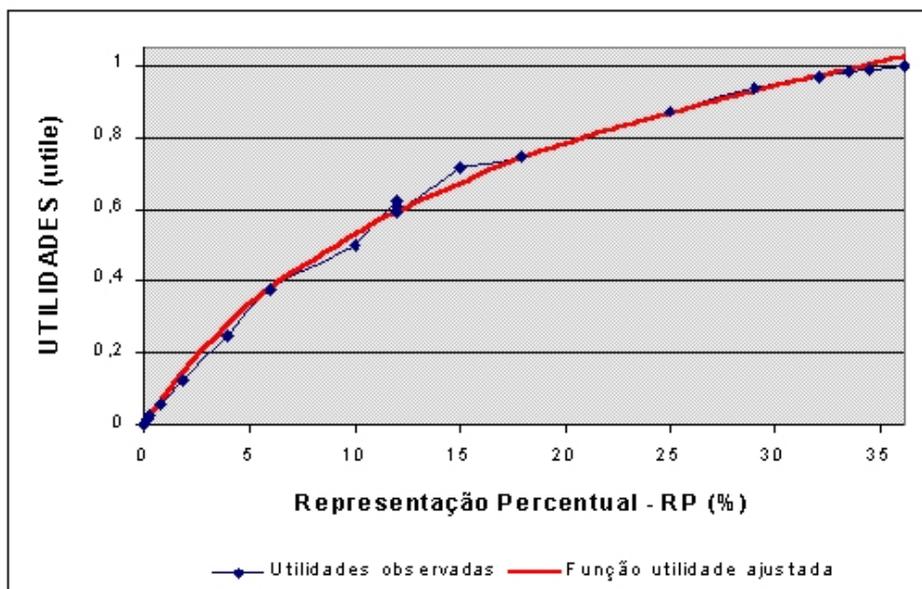


Figura 9.4: Função utilidade unidimensional para as conseqüências do atributo representação percentual

As constantes de escala foram determinadas obedecendo-se os seguintes passos:

a) Ordenamento dos atributos por importância:

*Índice de preço custo do serviço > Representação percentual > Número de observações*

b) Importância relativa entre cada critério:

- A Representação percentual é 30% mais importante que o Número de observações;
- O Índice preço custo é 50% mais importante que a Representação percentual e apresenta o dobro da importância do Número de observações.

c) Determinação dos pesos considerando o atributo “Número de observações” com peso 10 (Tabela 9.2).

Tabela 9.2: Pesos intracritérios para cálculo das constantes de escala

	Índice de Preço Custo	Representação Percentual	Número de Observações
Número de Observações	20,00	13,00	10,00
Representação Percentual	19,50		
<b>Pesos adotados</b>	<b>19,75</b>	<b>13,00</b>	<b>10,00</b>

A constante de escala para o  $j$ -ésimo atributo é definido em função dos pesos  $p_j$  e são calculados pela equação 9.6.

$$k_j = \frac{p_j}{\sum_{j=1}^n p_j} \quad (9.6)$$

Com resultado :  $k_{IPCS} = 0,461988$ ,  $k_{RP} = 0,304094$  e  $k_{NO} = 0,233918$ .

Logo, a função utilidade multiatributo definida a partir das equações 9.1, 9.3, 9.4 e 9.5 é denotada pela equação 9.7, apresentada a seguir:

$$\begin{aligned} u(p) = & 0,461988 \left\{ 0,0652 + 2,0617 \left[ \frac{(1,2 - IPCS)}{0,54} \right] - 1,14136 \left[ \frac{(1,2 - IPCS)}{0,54} \right]^2 \right\} + \\ & + 0,304094 \{ 0,005738 + 0,003394 (RP) - 0,00002907837 (RP)^2 \} + \\ & + 0,233918 \{ 0,48144 \{ \log [0,2059 (NO) + 0,98115] \} \} \end{aligned} \quad (9.7)$$

#### 9.4.5 O Ordenamento pelas Preferências das Alternativas Seleccionadas

Em considerando o carácter da abordagem como um estudo de caso optou-se por considerar a existência de um único estado da natureza e a função “consequência” como determinística, ou seja, a cada alternativa corresponde uma única consequência.

Com estas simplificações, o problema resume-se em ordenar as atividades em função dos valores observados na função utilidade multiatributo uma vez que:

$$u(p_1, p_2, \dots, p_n) \geq u(p'_1, p'_2, \dots, p'_n) \Leftrightarrow (p_1, p_2, \dots, p_n) \succeq (p'_1, p'_2, \dots, p'_n)$$

Onde o símbolo  $\succeq$  quer dizer “preferido ou indiferente a”.

Logo, ordenando-se as atividades em função dos valores em *utile* observados a partir da função multiatributo (equação 9.7), promoveu-se o ordenamento das atividades, da mais preferida para a menos preferida, de forma a maximizar os objetivos traçados para o problema, levando-se em consideração a estrutura de risco do decisor.

Apresenta-se, na Tabela 9.3, os dez primeiros serviços na escala de preferência observada para os 298 serviços.

Em função do grande número de serviços trabalhados, optou-se por apresentar um gráfico ilustrativo (Figura 9.5), do comportamento das utilidades multiatributo para todos os serviços. A descrição mais detalhada para os 50 primeiros na escala de preferência encontra-se apresentada no Apêndice 5.

Tabela 9.3: Relação dos dez primeiros serviços na escala de utilidade pelas preferências do decisor

<i>Rank</i>	Código	Descrição dos serviços	Unid.	Utilidade
1°	0701005	Alvenaria em pedra rachão	m3	0,845894
2°	2007010	Pavimento com paralelepípedos graníticos	m2	0,753571
3°	0303010	Barracão para depósito	m2	0,726895
4°	0501010	Escavação manual em terra até 1,50m	m3	0,716447
5°	2007070	Reposição de pavimento com paralelepípedos	m2	0,716185
6°	1102010	Chapisco com argamassa no traço 1:3	m2	0,715101
7°	0502020	Reaterro apiloado de valas	m3	0,709244
8°	0402160	Transporte com carro de mão até 100m	m3	0,705597
9°	0502080	Aterro com areia em camadas de até 40cm	m3	0,697714
10°	1106005	Revestimento de azulejos brancos	m2	0,695485

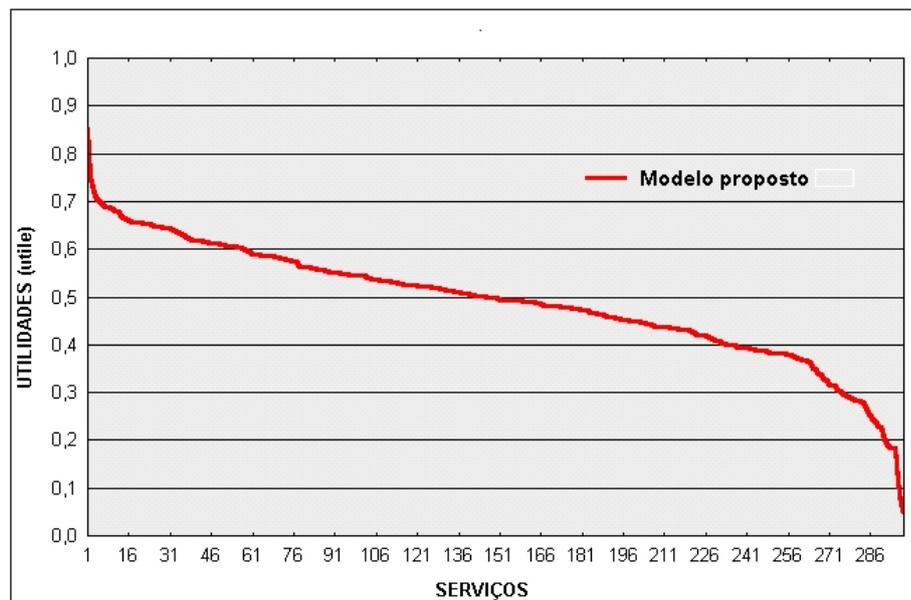


Figura 9.5: Resultado ordenado dos serviços pelas utilidades obtidas no modelo proposto

### 9.4.6 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade é a etapa onde o analista avalia o comportamento do modelo face às variações nos parâmetros utilizados. Torna-se essencial quando forem tomadas suposições sobre o modelo a adotar, sem uma comprovação da sua adequabilidade. Este foi o caso abordado, quando da adoção de uma função utilidade aditiva.

Nesta análise, busca-se verificar a robustez do modelo, impondo variações aos seus parâmetros e procedendo simulações, objetivando observar os novos resultados. O modelo será considerado como aceitável, se até um certo limite as variações não produzirem efeito sobre os resultados observados no estudo.

A análise de sensibilidade proposta prevê a variação nas relações entre os atributos, atribuídas pelo decisor, quando da utilização do Método SMART para a determinação das constantes de escala. Foi imposta uma variação de 20% para mais e para menos, para três situações, como apresentado a seguir:

**Relação para o atributo Índice Preço Custo do Serviço:** Com um acréscimo de 20% sobre as relações atribuídas ao Índice preço custo do serviço, passou-se a ter as seguintes estruturas: O atributo “Índice de Preço Custo” passa a ser 80% mais importante que a “Representação percentual” e 140% mais importante que o “Número de observações”. Com estas variações os atributos apresentam uma nova relação de pesos (Tabela 9.4), e por conseguinte novas constantes de escala são calculadas, como apresentado a seguir:

Tabela 9.4: Novos pesos intracritérios para cálculo das constantes de escala

	Índice de Preço Custo	Representação Percentual	Número de Observações
Número de Observações	24,00	13,00	10,00
Representação Percentual	23,40		
<b>Pesos adotados</b>	<b>23,70</b>	<b>13,00</b>	<b>10,00</b>

Constantes de escala :  $k_{IPCS} = 0,50750$ ,  $k_{RP} = 0,27837$  e  $k_{NO} = 0,214133$ .

Quando da redução de 20% nas relações entre os atributos, passou-se a ter as seguintes estruturas: O atributo “Índice de Preço Custo” passa a ser 25% mais importante que a “Representação percentual” e 66,67% mais importante que o “Número de observações”. E as constantes de escala resultantes são:  $k_{IPCS} = 0,4171$ ,  $k_{RP} = 0,3295$  e  $k_{NO} = 0,2534$ .

Para analisar os efeitos das variações impostas, optou-se por plotar os resultados no gráfico dos resultados ordenados do modelo, Figura 9.5. O resultado encontra-se apresentado na Figura 9.6.

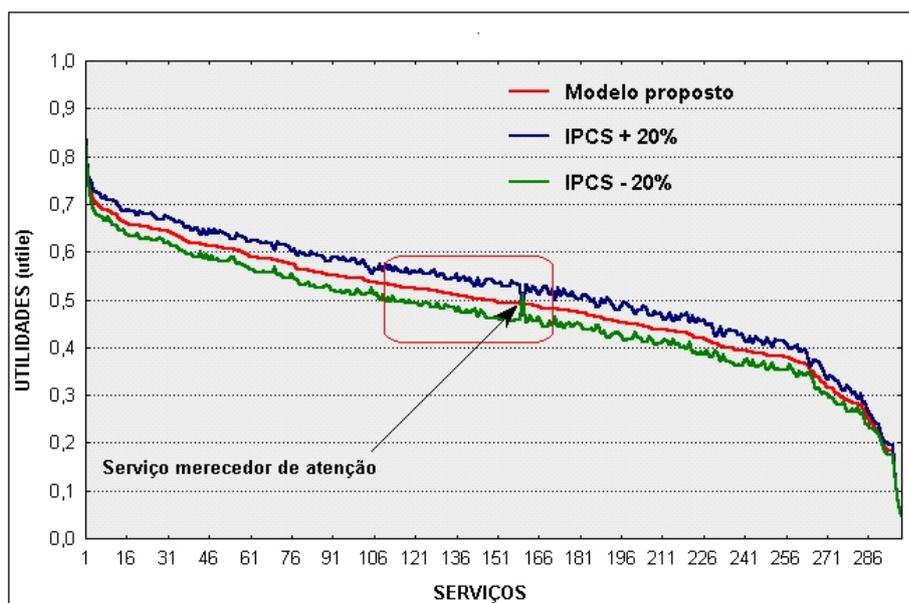


Figura 9.6: Análise de sensibilidade sobre o atributo relação preço custo

**Relação Representação Percentual:** Com um acréscimo de 20% sobre as relações atribuídas a Representação Percentual passou-se a ter a seguinte estrutura: O atributo “Representação Percentual” passa a ser 56% mais importante que o “Número de observações”. Com esta variação, as novas constantes de escala são:  $k_{IPCS} = 0,45877$ ,  $k_{RP} = 0,32981$  e  $k_{NO} = 0,21142$ .

Quando da redução de 20% nas relações entre os atributos passou-se a ter a seguinte estrutura: O atributo “Representação Percentual” passa a ser 8,33% mais importante que o “Número de observações”. As novas constantes de escala são:  $k_{IPCS} = 0,46525$ ,  $k_{RP} = 0,27803$  e  $k_{NO} = 0,25672$ .

Para analisar os efeitos das variações impostas, optou-se por plotar os resultados no gráfico dos resultados ordenados do modelo. O resultado encontra-se apresentado na Figura 9.7.

**Relação Conjunta Índice Preço Custo do Serviço e Representação Percentual:** Com um acréscimo de 20% sobre as relações atribuídas conjuntamente ao Índice Preço Custo do serviço e a Representação Percentual, passou-se a ter as seguintes estruturas: O atributo “Índice de Preço Custo” passa a ser 80% mais importante que a “Representação percentual” e 140% mais importante que o “Número de observações”; o atributo “Representação percentual” passa a ser 56% mais importante que o “Número de observações”. Com esta variação, as novas constantes de escala são:  $k_{IPCS} = 0,50426$ ,  $k_{RP} = 0,30209$  e  $k_{NO} = 0,19365$ .

Quando da redução de 20% nas relações entre os atributos passou-se a ter as seguintes estruturas: O atributo “Índice de Preço Custo” passa a ser 25% mais importante que a “Representação percentual” e 66,67% mais importante que o “Número de observações”; o

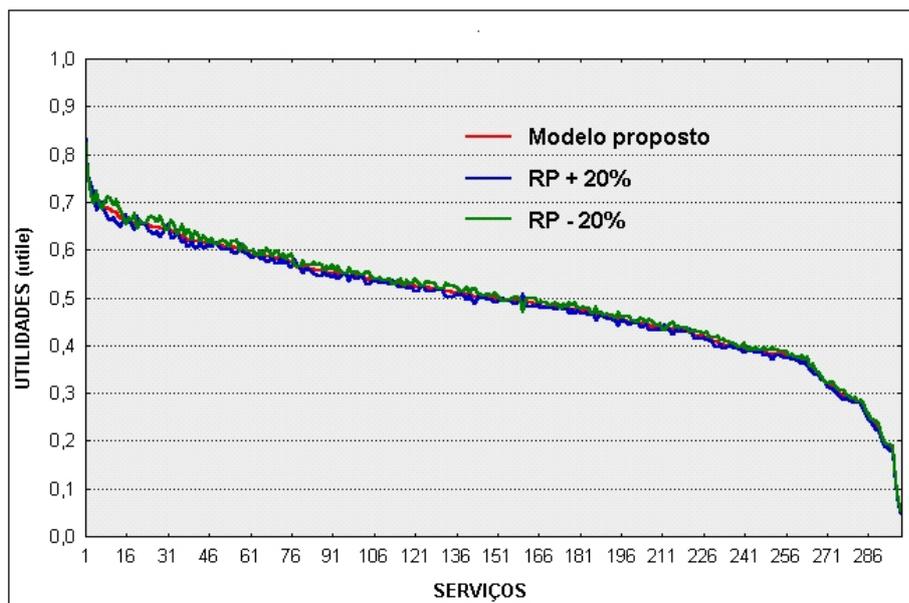


Figura 9.7: Análise de sensibilidade sobre o atributo representação percentual

atributo “Representação percentual” passa a ser 8,33% mais importante que o “Número de observações”. As novas constantes de escala são:  $k_{IPCS} = 0,42029$ ,  $k_{RP} = 0,30145$  e  $k_{NO} = 0,27826$ .

Para analisar os efeitos das variações impostas, optou-se por plotar os resultados no gráfico dos resultados ordenados do modelo. O resultado encontra-se apresentado na Figura 9.8.

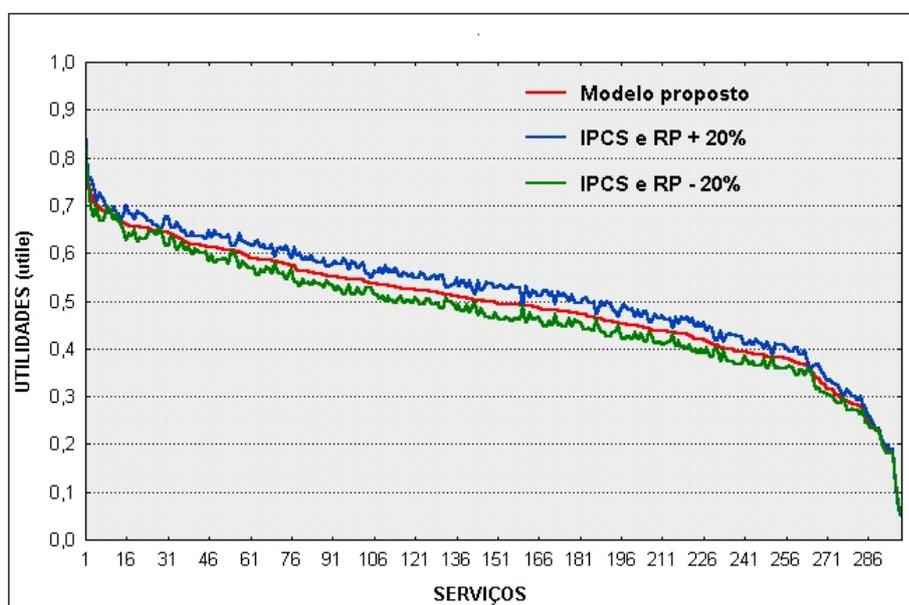


Figura 9.8: Análise de sensibilidade sobre os atributos relação preço custo e representação percentual

Os gráficos apresentados nas Figuras 9.6, 9.7, 9.8 demonstram que as alterações nas relações entre os atributos de uma forma geral não alteram o ordenamento de prioridades dos serviços a auditar. O que vem a demonstrar a robustez do modelo quanto às variações impostas.

A exceção ocorreu para o serviço “Concreto betuminoso usinado a quente para camada de rolamento” (posto 160), que apresentou uma sensibilidade maior a variações no atributo “Relação de Preço Custo”, Figura 9.7, nesse caso recomenda-se nas seleções dos serviços entre os postos 105 e 160 que seja avaliada a inclusão do referido serviço.

O estudo proposto constitui-se em uma alternativa para viabilizar a realização das Auditorias de Tabela por parte dos Tribunais de Contas. Porém pode constituir-se em um ferramental ainda mais útil para os Órgãos Públicos e Tribunais de Contas que elaboram suas próprias tabelas de preços, pois poderão aferir se os preços, resultantes de suas composições de custos, guardam coerência com os valores praticados no mercado, e em caso de divergências promover a investigação seguindo uma estrutura de prioridade baseada nos seus objetivos e na sua estrutura de risco. Buscando desta forma suprirem as deficiências por não serem executores de obras.

## 10 CONCLUSÕES, COMENTÁRIOS E SUGESTÕES

### 10.1 Introdução

Apresentou-se uma proposta para utilização dos dados observados no mercado das contratações de obras públicas como instrumento de auditoria para os Órgãos de Controle, pela utilização de ferramentas e técnicas advindas da estatística, probabilidade e teoria da decisão.

### 10.2 Conclusões e Comentários

A partir da definição de dois indicadores auxiliares, o IPCC – Índice de Preço Custo do Contrato e o IPCS – Índice de Preço Custo do Serviço, tornou-se possível a realização de análises comparativas das práticas observadas nas contratação das obras por parte de treze Órgãos Públicos, que compunham o Plano Piloto.

Nessas análises identificou-se a formação de quatro grupos de Órgãos que apresentaram características similares em suas licitações, sugerindo a adoção de técnicas de auditoria diferenciadas por grupo, objetivando um ganho de eficiência para as mesmas.

Estudos dos fatores de influência sobre, os resultados das licitações revelaram ser, a competitividade, merecedora de destaque. Responsável por variações nos preços que chegaram a 50%, motivaram a proposição de uma escala de competitividade para os Órgãos, objetivando servir como facilitador nas relações auditor e auditado, ao demonstrar às Comissões de Licitações e às Administrações em geral, as reduções sobre os preços que podem ser obtidas ao se promover uma maior competitividade nos certames licitatórios.

Da análise individualizada passou-se para uma análise conjunta por um modelo inferencial, que se apresentou bastante eficiente para quantificar as contribuições dos fatores de influência sobre as variações dos preços nas licitações. Essa análise mostrou-se ainda eficaz na caracterização da formação de conluio por parte das empresas que participaram do processo licitatório.

Os conluio demonstraram ser a prática mais danosa ao erário, pois atua em bloco de licitações, principalmente sobre as tomadas de preços e concorrências, modalidades que envolvem as obras mais vultuosas.

A análise por modelo de regressão múltipla propiciou, ainda, a identificação da existência de dois mecanismos probabilísticos distintos regendo os preços nas licitações com obras, sendo um característico das contratações realizadas a partir de certames licitatórios competitivos, onde os preços originam-se nas relações do mercado; e outro que se observa em processos não competitivos, onde os preços não são regidos pelo mercado ou custos dos serviços, apenas se baseiam nos limites de aceitabilidade de preços estabelecidos em edital pelos Órgãos, em cumprimento ao Art.40 da Lei de Licitações (Lei nº 8.666/93).

A verificação da atuação em um mesmo Órgão dos dois mecanismos probabilísticos, demonstra ocorrer, em uma única administração, blocos de licitações onde se observa alta competitividade e blocos com total ausência de competitividade, sugerindo uma análise da dinâmica das contratações por um processo estocástico, mais especificamente por uma Cadeia de Markov, a partir da qual se desenvolveu um indicador denominado de GEN, que permite uma avaliação da gestão do Órgão quanto à sua dinâmica das contratações.

Durante a análise dinâmica foi introduzida uma nova classificação para as contratações das obras em: Contratações Eficientes e Ineficientes. Este conceito permite uma avaliação das contratações, mesmo que não superfaturadas, pela comparação com os preços médios observados em processos competitivos.

De uma forma mais ampla, enquanto instrumentos de auditoria, propõe-se a utilização conjunta de um indicador de desempenho denominado IPPO – Índice de Preços entre Órgãos e o GEN como índice indicador da dinâmica das contratações. Propicia-se assim um diagnóstico mais preciso das práticas nas contratações de obras por parte dos Órgãos Públicos, possibilitando a utilização de técnicas mais eficazes no combate às práticas que infringem os princípios balizares da boa administração.

No tocante à estimação do preço de uma obra propõe-se, além da sua determinação com base na Engenharia de Custos, a elaboração de orçamentos que levem em consideração as observações dos preços praticados pelo mercado da construção civil para obras públicas. Os estudos permitiram concluir que, em se excluindo os contratos que não apresentem competitividade, pode-se representar o preço do serviço pela mais singela das estatísticas: uma média.

Porém, para os Órgãos de Controle, o interesse maior está em poder associar uma probabilidade à ocorrência de um determinado preço, para que, desta forma, possa instruir e balizar os processos de auditoria. Para tal, é necessário estimar a distribuição de probabilidade que rege as ocorrências dos preços unitários dos serviços para a construção de obras públicas.

Nesse sentido, apresentou-se uma formulação para a determinação do valor médio para uma obra, bem como da probabilidade associada a ocorrências de preços propostos pelas empresas, desde que garantido tratar-se de processos licitatórios realizados com competitividade.

No decorrer das análises, um aspecto que muito chamou a atenção foi a frequência com que os preços dos serviços, observados em processos com competitividade, apresentaram-se abaixo dos seus custos, estabelecidos por tabelas de preço. Esse fato demonstrou ser eminente a necessidade de um maior controle por parte dos Tribunais de Contas sobre os custos apresentados nas tabelas de preços, por serem esses os referenciais utilizados pelos Órgãos nos processos licitatórios.

O número de serviços e os custos envolvidos sempre representaram um dificultador para os Tribunais de Contas na realização das Auditorias de Tabela. Neste sentido, propõe-se uma ordenação dos serviços, baseada na teoria da utilidade, com forma de propiciar as condições para que, em função dos recursos disponíveis, possam os serviços ser selecionados, maximizando os objetivos traçados, ao mesmo tempo que leva em consideração a estrutura de risco do decisor.

De uma forma geral a dissertação procurou demonstrar a pertinência e a riqueza de análises, pela utilização dos dados observados no mercado da construção civil para obras públicas, como instrumento de auditoria para os Tribunais de Contas e Órgãos Públicos em geral.

### 10.3 Sugestões para Futuros Estudos

Os estudos recomendam a continuidade da pesquisa sobre o tema, em particular:

- Desenvolvimentos de modelos de controle para as obras públicas.
- Estudos que venham relacionar a qualidade dos serviços executados com os preços propostos no processo licitatório.
- Estudos que venham relacionar as contratações com a situação financeira das obras quando da conclusão dos contratos.
- Estudos associando irregularidades na execução das obras com a empresa executora, possibilitando uma classificação como por exemplo risco empresa.

Mostra-se mesmo assim que o assunto não se esgota, questões como superfaturamento de obras, conluíus por parte de empresas, e outras tantas, estão longe de serem resolvidas, porém a utilização dos dados de mercado pode representar um caminho para futuras soluções.

## Referências Bibliográficas

- AITCHISON, J.; BROWN, J. A. C. *The Lognormal Distribution*. London: Cambridge University Press, 1957.
- BEKMAN, O. R.; COSTA NETO, P. L. O. *Análise Estatística da Decisão*. 1a ed. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 1993.
- CABRAL, A. M. V. *Gestão de Obras Públicas: Avaliação Gerencial x Ordenamento Jurídico*. Dissertação (Mestrado) — Universidad Autónoma de Madrid e Universidade de Pernambuco, Recife, Março 2002. 138p.
- CAMPELLO DE SOUZA, F. M. *Decisões Racionais em Situações de Incertezas*. 1a ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2002.
- CAMPELLO DE SOUZA, F. M. O processo de markov. Recife. 2002. (Não publicado).
- CLARKE, A. B.; DISNEY, R. L. *Probabilidade e Processos Estocásticos*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1979.
- DANTAS, R. A. *Engenharia de Avaliações – Uma Introdução à Metodologia Científica*. 1a ed. São Paulo: Editora Pini, 1999.
- DAVENPORT JR., W. B. *Probability and Random Processes*. [S.l.]: McGraw-Hill Book Company, 1970.
- DIAS, P. R. V. *Engenharia de Custos – Cálculo do Preço de Venda de Serviços de Engenharia e Arquitetura*. 1a ed. Rio de Janeiro: Editora Entreletras, 2000.
- DIAS, P. R. V. *Engenharia de Custos – Uma Metodologia de Orçamentação para Obras Públicas*. 3a ed. Rio de Janeiro: Editora Hoffmann, 2001.
- DIAS, P. R. V. Orçamento furado. *Construção Mercado, São Paulo*, n. 6, p. 12–16, Janeiro 2002.
- FERGUSON, T. S. *Mathematical Statistics - A Decision Theoretic Approach*. [S.l.]: Academic Press, 1967.

- FERNANDES, R. A. C. *Modelos de Decisão Multicritério para Contratos de Manutenção Baseados em Teoria da Utilidade Multiatributo*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Maio 1999. 122p.
- FIGUEIREDO, C. M. C. et al. *Comentários à Lei de Responsabilidade Fiscal*. Recife: Editora Nossa Livraria, 2001.
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. de. *Tomada de Decisão Gerencial – Enfoque Multicritério*. São Paulo: Editora Atlas, 2002.
- GUJARATI, D. N. *Econometria Básica*. 3a ed. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora, 2000.
- HOFFMANN, R. *Estatística para Economistas*. 3a ed. São Paulo: Editora Pioneira, 1998.
- HOFFMANN, R.; VIEIRA, S. *Análise de Regressão – Uma Introdução à Econometria*. 2a ed. São Paulo: Editora Hucitec, 1983.
- JAMES, B. R. *Probabilidades um curso em nível intermediário*. Rio de Janeiro: Editora Livros Técnicos e Científicos, 1981.
- KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. *Decisions with Multiple Objectives*. [S.l.]: John Wiley and Sons, 1976.
- KMENTA, J. *Elementos de Econometria – Teoria Econométrica Básica*. 2a ed. São Paulo: Editora Atlas, 1988.
- LIMA JÚNIOR, J. R. BDI nos preços das empreitadas: Uma prática frágil. *Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, São Paulo*, n. BT/PCC/95, p. 18p, 1993.
- MARTINS, E. *Contabilidade de Custos*. 8a ed. São Paulo: Editora Atlas, 2001.
- MENDES, A. L.; BASTOS, P. R. L. Um aspecto polêmico dos orçamentos de obras públicas: Benefícios e despesas indiretas. *Revista do TCU, Brasília*, v. 32, n. 88, p. 13–29, Abr/Jun 2001.
- MURTEIRA, B. J. F. *Probabilidades um curso em nível intermediário*. 2a ed. Portugal: Editora McGraw-Hill, 1990.
- NADLER LINS, G. C. *Contribuições a um Protocolo de Educação do Conhecimento a Priori*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Dezembro 2000. 67p.
- OLIVEIRA, J. T. de. *Probabilidades e Estatística – Conceitos, Métodos e Aplicações*. Portugal: Editora McGraw-Hill, 1990.

- ROCHA, L. M. da. TRT/2ª REGIÃO/SP - Inclusão do Grupo OK Construções e Incorporações S.A. como Responsável Solidário pelos Danos Causados ao Erário. *Revista do TCU, Brasília*, n. 85, p. 135–148, Jul/Set 2000.
- ROCHA, M. S.; NOBRE JÚNIOR, E. F. *Análise Comparativa de Custos de Obras Públicas, Considerando Fatores Regionais, Influenciadores de Preço de Mercado, no Estado do Ceará*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Internacional de Lisboa - Universidade Estadual do Vale do Acaraú, Fortaleza, 2001. 214p.
- ROCHA, M. S. da; CORREIA, J. A. B.; NOBRE JÚNIOR, E. F. Superfaturamento de obras públicas. *In: VI - SINAOP - Simpósio Nacional de Obras Públicas, Florianópolis*, 2001. Anais. Florianópolis, Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina, 2001. 14p.
- RODRIGUES, M. BDI- Caminho do lucro? *Construção Mercado, São Paulo*, n. 6, p. 27–30, Janeiro 2002.
- ROY, B. *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- SIEGEL, S. *Estatística Não-paramétrica – Para as Ciências do Comportamento*. São Paulo: Editora McGraw-Hill, 1975.
- SILVA, F. A. N. S.; FARIAS, W. B. Metodologia para estabelecimento de preços de referência para obras e serviços de engenharia. *In: III - SINAOP - Simpósio Nacional de Obras Públicas, Belo Horizonte*, 1998. Anais. Belo Horizonte, Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais, 1998. 17p.
- SILVA, M. B. da. Olho vivo no orçamento. *Construção Mercado, São Paulo*, n. 1, p. 40–46, Agosto 2001.
- SILVA, M. B. da. Taxa de BDI e qualidade. *Construção Mercado, São Paulo*, n. 6, p. 30–35, Janeiro 2002.
- STAMFORD DA SILVA, A. *Desenvolvimento de Ferramentas de Apoio à Decisão: O Caso do Porto do Recife*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Dezembro 1994.
- TEIXEIRA, C. F. H. *Modelo Dinâmico Estocástico de Sistemas Educacionais*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Outubro 1998. 113p.
- VINCKE, P. *Multicriteria Decision-aid*. [S.l.]: John Wiley e Sones, 1992.
- WILSON, C. *O Retrato do Disperdício no Brasil*. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1995.

WONNACOTT, T. H.; WONNACOTT, R. J. *Introdução à Estatística*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1980.

## APÊNDICE 1

Teste “t de Student” para as Diferenças das Médias dos IPCC  
Observados nos Órgãos Selecionados

TESTE DE HIPÓTESE						
DIFERENÇA DAS MÉDIAS - IPCC DO ÓRGÃO						
Órgão A	Órgão B	gl	t observado	t crítico	“p-value”	Decisão
Órgão 01	Órgão 02	309	-0,747079495	1,96766905	0,455583664	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 01	Órgão 03	221	-9,56896465	1,970756784	2,26831E-18	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 01	Órgão 04	327	-12,905255	1,967246135	4,43835E-31	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 01	Órgão 05	85	-7,154194786	1,988269105	2,75845E-10	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 01	Órgão 06	349	-26,22072801	1,966782293	1,67104E-84	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 01	Órgão 07	166	-14,90080313	1,974358383	2,01062E-32	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 01	Órgão 08	10	-1,245079361	2,228139238	0,241488864	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 01	Órgão 09	52	-4,847223037	2,006645445	1,17255E-05	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 01	Órgão 10	91	-0,039878187	1,986377356	0,968277602	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 01	Órgão 11	235	-9,828040859	1,970111043	2,56552E-19	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 01	Órgão 12	35	0,036962431	2,030110409	0,97072498	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 01	Órgão 13	128	1,259665342	1,978669388	0,210082107	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 02	Órgão 03	222	-7,181618412	1,970706762	1,02848E-11	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 02	Órgão 04	225	-9,490720666	1,970565791	3,48154E-18	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 02	Órgão 05	111	-6,068546922	1,981566129	1,8333E-08	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 02	Órgão 06	174	-18,55013758	1,973689905	4,38443E-43	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 02	Órgão 07	184	-11,29845337	1,972939572	8,0292E-23	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 02	Órgão 08	12	-0,799520356	2,178812792	0,439528674	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 02	Órgão 09	73	-3,81180882	1,992998477	0,000285692	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 02	Órgão 10	132	0,659522861	1,978096407	0,510709087	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 02	Órgão 11	257	-7,859597509	1,969237928	1,05963E-13	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 02	Órgão 12	43	0,476956321	2,016690814	0,635808383	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 02	Órgão 13	170	1,749540189	1,974017323	0,082002187	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 03	Órgão 04	138	-2,181909283	1,977305146	0,030809034	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 03	Órgão 05	83	-1,152443555	1,988960321	0,252447301	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 03	Órgão 06	88	-13,21569607	1,987291398	1,31512E-22	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 03	Órgão 07	107	-4,632020038	1,982384674	1,02462E-05	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 03	Órgão 08	10	3,10785585	2,228139238	0,011101136	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 03	Órgão 09	51	1,850075932	2,007582225	0,07010008	<b>Aceitar Ho</b>

TESTE DE HIPÓTESE						
DIFERENÇA DAS MÉDIAS - IPCC DO ÓRGÃO						
Órgão A	Órgão B	gl	<i>t observado</i>	<i>t crítico</i>	" <i>p-value</i> "	<i>Decisão</i>
Órgão 03	Órgão 10	80	8,584323759	1,990065357	5,76482E-13	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 03	Órgão 11	178	-1,68868569	1,973380677	0,093030728	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 03	Órgão 12	35	5,030097741	2,030110409	1,46484E-05	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 03	Órgão 13	111	9,232823763	1,981566129	2,08734E-15	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 04	Órgão 05	73	0,08324094	1,992998477	0,9338878	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 04	Órgão 06	117	-13,13815359	1,98044745	8,90303E-25	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 04	Órgão 07	97	-2,889217405	1,984722076	0,004764131	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 04	Órgão 08	9	4,09041358	2,262158887	0,002715355	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 04	Órgão 09	43	3,396309486	2,016690814	0,001480446	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 04	Órgão 10	65	11,32352492	1,997136678	5,04036E-17	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 04	Órgão 11	171	-0,025192675	1,973935468	0,979930654	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 04	Órgão 12	31	6,231813402	2,039514584	6,35532E-07	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 04	Órgão 13	96	11,72510098	1,984985829	3,12501E-20	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 05	Órgão 06	60	-5,624290712	2,000297172	5,15963E-07	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 05	Órgão 07	75	-1,622960976	1,992102625	0,108793978	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 05	Órgão 08	17	3,435894752	2,109818524	0,00315298	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 05	Órgão 09	84	2,370092907	1,988610165	0,020074589	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 05	Órgão 10	85	6,823531064	1,988269105	1,23106E-09	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 05	Órgão 11	105	-0,090607986	1,982816684	0,927976709	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 05	Órgão 12	59	5,027700245	2,000997483	4,92555E-06	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 05	Órgão 13	99	7,477749043	1,984217306	3,0979E-11	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 06	Órgão 07	53	8,404646836	2,005745046	2,54006E-11	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 06	Órgão 08	8	8,047528527	2,306005626	4,18444E-05	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 06	Órgão 09	33	9,990636445	2,03451691	1,65739E-11	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 06	Órgão 10	41	22,00577488	2,01954208	2,53625E-24	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 06	Órgão 11	125	8,191855847	1,979124136	2,57245E-13	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 06	Órgão 12	27	10,9464186	2,051829142	1,97104E-11	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 06	Órgão 13	66	21,14330114	1,996563697	4,26059E-31	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 07	Órgão 08	9	5,165724112	2,262158887	0,00059054	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 07	Órgão 09	45	5,060673535	2,014103302	7,51433E-06	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 07	Órgão 10	64	13,21294306	1,99772785	5,96971E-20	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 07	Órgão 11	147	2,103073063	1,976231943	0,037163059	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 07	Órgão 12	32	7,442016017	2,036931619	1,80888E-08	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 07	Órgão 13	92	13,4788084	1,986086318	1,68543E-23	<i>Rejeitar Ho</i>

TESTE DE HIPÓTESE						
DIFERENÇA DAS MÉDIAS - IPCC DO ÓRGÃO						
Órgão A	Órgão B	<i>gl</i>	<i>t observado</i>	<i>t crítico</i>	" <i>p-value</i> "	<i>Decisão</i>
Órgão 08	Órgão 09	14	-1,726266514	2,144788596	0,106289637	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 08	Órgão 10	11	1,196706519	2,200986273	0,25657655	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 08	Órgão 11	12	-3,866263325	2,178812792	0,002243022	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 08	Órgão 12	21	1,024437691	2,079614205	0,317285357	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 08	Órgão 13	12	1,846745261	2,178812792	0,089579382	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 09	Órgão 10	54	4,564336886	2,004881026	2,93259E-05	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 09	Órgão 11	68	-2,978288927	1,995467755	0,004014883	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 09	Órgão 12	48	3,220197291	2,01063358	0,002300451	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 09	Órgão 13	65	5,352004134	1,997136678	1,2133E-06	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 10	Órgão 11	115	-9,063862558	1,980806701	3,93132E-15	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 10	Órgão 12	38	0,058129667	2,024394234	0,953949954	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 10	Órgão 13	90	1,202331354	1,986672942	0,232388997	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 11	Órgão 12	42	5,778145109	2,018082341	8,27822E-07	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 11	Órgão 13	150	9,679645297	1,975904524	1,62013E-17	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 12	Órgão 13	42	0,707018489	2,018082341	0,483459506	<b>Aceitar Ho</b>

## APÊNDICE 2

Teste “t de Student” para as Diferenças das Médias dos IPCS  
Observados nos Órgãos Selecionados

TESTE DE HIPÓTESE						
DIFERENÇA DAS MÉDIAS - IPCS DO ÓRGÃO						
Órgão A	Órgão B	gl	t observado	t crítico	“p-value”	Decisão
Órgão 01	Órgão 02	5031	-5,24526	1,960434	1,62E-07	Rejeitar Ho
Órgão 01	Órgão 03	3288	-34,1937	1,960684	1,6E-219	Rejeitar Ho
Órgão 01	Órgão 04	3084	-30,628	1,960734	4,2E-180	Rejeitar Ho
Órgão 01	Órgão 05	1868	-24,9924	1,961234	3,6E-119	Rejeitar Ho
Órgão 01	Órgão 06	2295	-36,0403	1,960998	8,5E-226	Rejeitar Ho
Órgão 01	Órgão 07	1850	-51,6949	1,961248	0	Rejeitar Ho
Órgão 01	Órgão 08	582	-9,06011	1,964049	1,97E-18	Rejeitar Ho
Órgão 01	Órgão 09	1659	-13,7624	1,961394	6,9E-41	Rejeitar Ho
Órgão 01	Órgão 10	3150	-10,7901	1,960716	1,12E-26	Rejeitar Ho
Órgão 01	Órgão 11	14319	-61,4863	1,960129	0	Rejeitar Ho
Órgão 01	Órgão 12	1927	2,543359	1,961198	0,011057	Rejeitar Ho
Órgão 01	Órgão 13	2729	-12,8443	1,960834	1,05E-36	Rejeitar Ho
Órgão 02	Órgão 03	5615	-22,5594	1,960389	6E-108	Rejeitar Ho
Órgão 02	Órgão 04	5412	-19,4146	1,960402	3,18E-81	Rejeitar Ho
Órgão 02	Órgão 05	3279	-17,5763	1,960689	3,69E-66	Rejeitar Ho
Órgão 02	Órgão 06	3536	-28,6645	1,960634	1,1E-162	Rejeitar Ho
Órgão 02	Órgão 07	3866	-35,4081	1,96058	4,1E-238	Rejeitar Ho
Órgão 02	Órgão 08	708	-6,65506	1,963322	5,67E-11	Rejeitar Ho
Órgão 02	Órgão 09	2560	-9,21589	1,960889	6,25E-20	Rejeitar Ho
Órgão 02	Órgão 10	5251	-5,26352	1,960416	1,47E-07	Rejeitar Ho
Órgão 02	Órgão 11	8282	-39,4529	1,960252	0	Rejeitar Ho
Órgão 02	Órgão 12	2688	4,935911	1,960848	8,47E-07	Rejeitar Ho
Órgão 02	Órgão 13	3645	-9,36324	1,960616	1,31E-20	Rejeitar Ho
Órgão 03	Órgão 04	4485	3,539611	1,960493	0,000405	Rejeitar Ho
Órgão 03	Órgão 05	3120	1,788003	1,960725	0,073873	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 03	Órgão 06	3432	-11,5604	1,960657	2,37E-30	Rejeitar Ho
Órgão 03	Órgão 07	3385	-12,1953	1,960666	1,64E-33	Rejeitar Ho
Órgão 03	Órgão 08	712	4,359533	1,963299	1,5E-05	Rejeitar Ho
Órgão 03	Órgão 09	2523	7,411441	1,960907	1,7E-13	Rejeitar Ho

TESTE DE HIPÓTESE						
DIFERENÇA DAS MÉDIAS - IPCS DO ÓRGÃO						
Órgão A	Órgão B	<i>gl</i>	<i>t observado</i>	<i>t crítico</i>	" <i>p-value</i> "	<i>Decisão</i>
Órgão 03	Órgão 10	4699	14,96911	1,96047	1,59E-49	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 03	Órgão 11	5604	-14,2197	1,960389	4,18E-45	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 03	Órgão 12	2669	19,52526	1,960852	1,81E-79	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 03	Órgão 13	3608	4,515581	1,96062	6,52E-06	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 04	Órgão 05	2989	-1,21914	1,960757	0,222887	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 04	Órgão 06	3315	-14,3452	1,96068	2,53E-45	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 04	Órgão 07	3211	-16,0604	1,960702	6,87E-56	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 04	Órgão 08	700	2,66298	1,963358	0,007923	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 04	Órgão 09	2436	4,884475	1,960939	1,1E-06	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 04	Órgão 10	4517	12,01009	1,960489	9,87E-33	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 04	Órgão 11	5411	-18,4934	1,960402	4,31E-74	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 04	Órgão 12	2596	17,39126	1,96088	3,62E-64	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 04	Órgão 13	3521	2,381566	1,960639	0,017292	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 05	Órgão 06	3486	-11,9841	1,960643	1,85E-32	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 05	Órgão 07	2659	-12,2486	1,960857	1,35E-33	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 05	Órgão 08	825	3,205475	1,962844	0,0014	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 05	Órgão 09	2798	5,377293	1,960811	8,19E-08	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 05	Órgão 10	3602	11,55015	1,960625	2,51E-30	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 05	Órgão 11	2763	-13,8109	1,960825	5,27E-42	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 05	Órgão 12	2989	16,94967	1,960757	1,33E-61	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 05	Órgão 13	3880	3,032966	1,960575	0,002438	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 06	Órgão 07	3059	2,564205	1,960739	0,010389	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 06	Órgão 08	962	10,91738	1,962435	3,06E-26	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 06	Órgão 09	3306	15,77891	1,96068	3,92E-54	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 06	Órgão 10	3914	22,6982	1,96057	3E-107	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 06	Órgão 11	3060	1,958223	1,960739	0,050295	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 06	Órgão 12	3486	25,70533	1,960643	1,4E-133	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 06	Órgão 13	4388	12,3145	1,960507	2,77E-34	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 07	Órgão 08	695	10,27004	1,963381	3,92E-23	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 07	Órgão 09	2299	16,44734	1,960998	1,49E-57	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 07	Órgão 10	3713	26,21648	1,960602	3,9E-139	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 07	Órgão 11	3391	-1,02689	1,960661	0,304548	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 07	Órgão 12	2498	27,56946	1,960916	2,6E-146	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 07	Órgão 13	3382	11,99109	1,960666	1,79E-32	<i>Rejeitar Ho</i>

TESTE DE HIPÓTESE						
DIFERENÇA DAS MÉDIAS - IPCS DO ÓRGÃO						
Órgão A	Órgão B	<i>gl</i>	<i>t observado</i>	<i>t crítico</i>	" <i>p-value</i> "	<i>Decisão</i>
Órgão 08	Órgão 09	978	0,508003	1,962394	0,611566	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 08	Órgão 10	789	3,693376	1,962976	0,000237	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 08	Órgão 11	651	-10,9052	1,963613	1,51E-25	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 08	Órgão 12	1162	8,987376	1,962007	1E-18	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 08	Órgão 13	1285	-0,65558	1,961812	0,512211	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 09	Órgão 10	2953	4,601793	1,960766	4,37E-06	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 09	Órgão 11	2186	-17,8526	1,961048	1,18E-66	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 09	Órgão 12	3172	11,19036	1,960711	1,55E-28	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 09	Órgão 13	3939	-1,45924	1,960566	0,144579	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 10	Órgão 11	4804	-28,8359	1,960457	8,8E-169	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 10	Órgão 12	3054	8,307644	1,960743	1,45E-16	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 10	Órgão 13	4036	-5,51328	1,960552	3,74E-08	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 11	Órgão 12	2367	29,07454	1,960966	3,5E-159	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 11	Órgão 13	3271	12,91521	1,960689	2,96E-37	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 12	Órgão 13	4190	-11,3696	1,96053	1,6E-29	<i>Rejeitar Ho</i>

## APÊNDICE 3

Teste de Mann-Whitney U para os Números de Participantes  
Classificados Observados nos Órgãos Selecionados

TESTE DE MANN-WHITNEY U					
VARIÁVEL NÚMERO DE PARTICIPANTES CLASSIFICADOS					
Órgão A	Órgão B	$Z$ observado	$Z$ crítico	"p-value"	Decisão
Órgão 01	Órgão 02	0,042633	1,960	0,965994	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 01	Órgão 03	9,220930	1,960	0,000000	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 01	Órgão 04	9,813720	1,960	0,000000	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 01	Órgão 05	8,809720	1,960	0,000000	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 01	Órgão 06	9,253960	1,960	0,000000	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 01	Órgão 07	7,440120	1,960	0,000000	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 01	Órgão 08	0,139011	1,960	0,889441	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 01	Órgão 09	6,485720	1,960	0,000000	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 01	Órgão 10	2,054510	1,960	0,039926	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 01	Órgão 11	7,295650	1,960	0,000000	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 01	Órgão 12	1,743820	1,960	0,081190	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 01	Órgão 13	4,543420	1,960	0,000006	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 02	Órgão 03	9,594890	1,960	0,000000	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 02	Órgão 04	10,136500	1,960	0,000000	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 02	Órgão 05	9,067510	1,960	0,000000	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 02	Órgão 06	9,793000	1,960	0,000000	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 02	Órgão 07	8,096350	1,960	0,000000	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 02	Órgão 08	0,069227	1,960	0,944809	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 02	Órgão 09	6,519290	1,960	0,000000	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 02	Órgão 10	2,084720	1,960	0,037095	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 02	Órgão 11	7,888160	1,960	0,000000	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 02	Órgão 12	1,902480	1,960	0,057108	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 02	Órgão 13	4,377290	1,960	0,000012	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 03	Órgão 04	0,925126	1,960	0,354900	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 03	Órgão 05	0,902906	1,960	0,366576	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 03	Órgão 06	0,015464	1,960	0,987662	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 03	Órgão 07	0,477361	1,960	0,633105	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 03	Órgão 08	3,350820	1,960	0,000806	<i>Rejeitar <math>H_0</math></i>
Órgão 03	Órgão 09	1,814740	1,960	0,069564	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>

TESTE DE MANN-WHITNEY U					
VARIÁVEL NÚMERO DE PARTICIPANTES CLASSIFICADOS					
Órgão A	Órgão B	Z observado	Z crítico	"p-value"	Decisão
Órgão 03	Órgão 10	5,582280	1,960	0,000000	Rejeitar $H_0$
Órgão 03	Órgão 11	5,040660	1,960	0,000000	Rejeitar $H_0$
Órgão 03	Órgão 12	6,396230	1,960	0,000000	Rejeitar $H_0$
Órgão 03	Órgão 13	2,091770	1,960	0,036459	Rejeitar $H_0$
Órgão 04	Órgão 05	1,952110	1,960	0,050925	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 04	Órgão 06	0,847588	1,960	0,396667	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 04	Órgão 07	0,211981	1,960	0,832122	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 04	Órgão 08	3,771320	1,960	0,000162	Rejeitar $H_0$
Órgão 04	Órgão 09	2,579570	1,960	0,009892	Rejeitar $H_0$
Órgão 04	Órgão 10	6,067210	1,960	0,000000	Rejeitar $H_0$
Órgão 04	Órgão 11	5,003680	1,960	0,000001	Rejeitar $H_0$
Órgão 04	Órgão 12	7,005320	1,960	0,000000	Rejeitar $H_0$
Órgão 04	Órgão 13	2,067670	1,960	0,038671	Rejeitar $H_0$
Órgão 05	Órgão 06	1,093750	1,960	0,274065	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 05	Órgão 07	1,336580	1,960	0,181360	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 05	Órgão 08	3,433610	1,960	0,000596	Rejeitar $H_0$
Órgão 05	Órgão 09	1,290650	1,960	0,196825	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 05	Órgão 10	5,534000	1,960	0,000000	Rejeitar $H_0$
Órgão 05	Órgão 11	5,061250	1,960	0,000000	Rejeitar $H_0$
Órgão 05	Órgão 12	6,281490	1,960	0,000000	Rejeitar $H_0$
Órgão 05	Órgão 13	2,347530	1,960	0,018898	Rejeitar $H_0$
Órgão 06	Órgão 07	0,559485	1,960	0,575831	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 06	Órgão 08	3,719300	1,960	0,000200	Rejeitar $H_0$
Órgão 06	Órgão 09	1,953580	1,960	0,050751	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 06	Órgão 10	6,132250	1,960	0,000000	Rejeitar $H_0$
Órgão 06	Órgão 11	5,686220	1,960	0,000000	Rejeitar $H_0$
Órgão 06	Órgão 12	6,787670	1,960	0,000000	Rejeitar $H_0$
Órgão 06	Órgão 13	2,308740	1,960	0,020958	Rejeitar $H_0$
Órgão 07	Órgão 08	3,388260	1,960	0,000703	Rejeitar $H_0$
Órgão 07	Órgão 09	1,941820	1,960	0,052159	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 07	Órgão 10	5,286680	1,960	0,000000	Rejeitar $H_0$
Órgão 07	Órgão 11	4,394390	1,960	0,000011	Rejeitar $H_0$
Órgão 07	Órgão 12	5,973540	1,960	0,000000	Rejeitar $H_0$
Órgão 07	Órgão 13	1,821420	1,960	0,068543	<b>Aceitar <math>H_0</math></b>
Órgão 08	Órgão 09	3,250400	1,960	0,001153	Rejeitar $H_0$

TESTE DE MANN-WHITNEY U					
VARIÁVEL NÚMERO DE PARTICIPANTES CLASSIFICADOS					
Órgão A	Órgão B	Z observado	Z crítico	"p-value"	Decisão
Órgão 08	Órgão 10	1,097920	1,960	0,272240	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 08	Órgão 11	2,594700	1,960	0,009467	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 08	Órgão 12	1,045510	1,960	0,295787	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 08	Órgão 13	1,685630	1,960	0,091867	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 09	Órgão 10	4,293620	1,960	0,000018	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 09	Órgão 11	3,565900	1,960	0,000363	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 09	Órgão 12	5,280410	1,960	0,000000	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 09	Órgão 13	2,321730	1,960	0,020247	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 10	Órgão 11	3,644080	1,960	0,000268	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 10	Órgão 12	2,821160	1,960	0,004785	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 10	Órgão 13	1,596020	1,960	0,110484	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 11	Órgão 12	5,149620	1,960	0,000000	<i>Rejeitar Ho</i>
Órgão 11	Órgão 13	0,221672	1,960	0,824569	<b>Aceitar Ho</b>
Órgão 12	Órgão 13	3,935890	1,960	0,000083	<i>Rejeitar Ho</i>



## APÊNDICE 5

## Rank dos 50 primeiros serviços pela função utilidade multiatributo

<i>Rank</i>	<i>Código</i>	<i>Descrição do Serviço</i>	<i>Unid.</i>	<i>Utilid.</i> <i>(utile)</i>
1	0701005	Alvenaria em pedra rachão assentada e rejuntada com argamassa de cimento e areia 1:6	M3	0,8459
2	2007010	Pavimento com paralelepípedos graníticos assentados sobre colchão de areia com 6cm de espessura, e rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:2	M2	0,7536
3	0303010	Barracão para depósito em tábuas, com piso em argamassa de cimento e areia, traço 1:6	M2	0,7269
4	0501010	Escavação manual em terra até 1,50m de profundidade, sem escoramento	M3	0,7165
5	2007070	Reposição de pavimento com paralelepípedos graníticos assentados sobre mistura de cimento e areia no traço 1:6 com 6cm de espessura, e rejuntados com argamassa de cimento e areia 1:2	M2	0,7162
6	1102010	Chapisco com argamassa de cimento e areia no traço 1:3	M2	0,7151
7	0502020	Reaterro apiloado de valas em camadas de 20cm de espessura, com aproveitamento do material escavado	M3	0,7092
8	0402160	Transporte com carro-de-mão de areia, entulho ou terra até 100m	M3	0,7056
9	0502080	Aterro com areia em camadas de até 40cm de altura, utilizando-se o processo mecânico leve para compactação	M3	0,6977
10	1106005	Revestimento de azulejos brancos, classe "A", assentados com pasta de cimento, emboço pronto	M2	0,6955
11	0701010	Alvenaria em pedra rachão assentada e rejuntada com argamassa de cimento e areia 1:8	M3	0,6954
12	1105010	Revestimento com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, com 2cm de espessura	M2	0,6927
13	0303090	Fornecimento e assentamento de placa da obra	M2	0,6908

<b>Rank</b>	<b>Código Serviço</b>	<b>Descrição do Serviço</b>	<b>Unid.</b>	<b>Utilid. (utile)</b>
14	2007030	Pavimento com paralelepípedos graníticos assentados sobre mistura de cimento e areia no traço 1:6 com 6cm de espessura, e rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:2	M2	0,6832
15	0303020	Barracão para escritório em chapas de madeira compensada, com piso em argamassa de cimento e areia, traço 1:6	M2	0,6785
16	0603010	Concreto não estrutural (1:4:8) para lastros de pisos e fundações, lançado e adensado	M3	0,6742
17	0201200	Serviço topográfico de pequeno porte (preço mínimo), diária de uma equipe com topógrafo, quatro auxiliares, teodolito, nível ótico etc	UN	0,6735
18	1904040	Fornecimento e assentamento de tubos de PVC rígido soldáveis, diâmetro de 100mm, para coletores e sub-coletores de esgoto ou águas pluviais, inclusive abertura e fechamento de valas	M	0,6728
19	0502040	Execução de aterro abrangendo espalhamento, homogeneização, umedecimento e compactação manual em camadas de 20cm de espessura, inclusive o fornecimento do barro proveniente de jazida a uma distância máxima de 12km	M3	0,6720
20	0403040	Remoção de material de primeira categoria em caminhão basculante D.M.T. 6km, inclusive carga (manual) e descarga	M3	0,6707
21	0802060	Cobertura com telhas cerâmicas, tipo colonial	M2	0,6683
22	0302020	Capinação e limpeza superficial do terreno	M2	0,6649
23	0402180	Transporte com carro-de-mão de pedra rachão nos morros, até 100m	M3	0,6618
24	2106170	Galeria de tubos de concreto C2-0,60m de diâmetro, inclusive escavação manual das valas até 1,50m de profundidade, reaterro compactado, remoção do material excedente e ainda fornecimento e assentamento dos tubos	M	0,6611
25	0603110	Concreto armado pronto, fck 15Mpa, condição B (NBR - 12655), lançado em lajes e adensado, inclusive forma, escoramento e ferragem	M3	0,6604

<b>Rank</b>	<b>Código Serviço</b>	<b>Descrição do Serviço</b>	<b>Unid.</b>	<b>Utilid. (utile)</b>
26	0603140	Concreto armado pronto, fck 15Mpa, condição B (NBR - 12655), lançado em qualquer tipo de estrutura e adensado, inclusive forma, escoramento e ferragem	M3	0,6604
27	1906010	Caixa coletora de inspeção ou de areia com paredes em alvenaria, laje de tampa e de fundo em concreto, revestida internamente com argamassa de cimento e areia 1:4, dimensões internas 0,50 x 0,50m com profundidade até 0,80m	UN	0,6584
28	0701055	Alvenaria de tijolos maciços prensados, assentados e rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:6 - 1 vez	M2	0,6577
29	2103110	Construção de poço de visita, tipo "com gaveta" em alvenaria de 1 vez - tijolos maciços prensados - (Ref. DR-02 - OBRAS RECIFE) nas dimensões internas 1,80 x 1,80 x 2,50m, inclusive escavação, reaterro compactado e remoção do material excedente (com sobretampa de concreto)	UN	0,6577
30	0301150	Demolição de alvenaria de 1/2 vez com preparo para remoção	M2	0,6570
31	0501070	Escavação manual em moledo ou piçarra até 1,50m de profundidade, sem escoramento	M3	0,6494
32	2109070	Limpeza de galeria caixa coletora de 0,50m,0,60m e 0,70m de diametro	M	0,6451
33	0301070	Demolição de revestimento de piso em cimentado inclusive lastro de concreto	M2	0,6448
34	1822060	Ponto de tomada universal (2P + 1T) Pial ou similar inclusive tubulação PVC rígido, fiação, caixa 4 x 2" Tigreflex ou similar, placa e demais acessórios, até o ponto de luz ou quadro de distribuição	PT	0,6442
35	2102030	Construção de caixa coletora, tipo "com gaveta" em alvenaria de 1 vez - tijolos maciços prensados - (Ref. DR-06 - OBRAS RECIFE) nas dimensões internas de 0,80 x 0,80 x 0,90m, inclusive escavação, reaterro, compactado e remoção do material excedente (com sobretampa de concreto)	UN	0,6442

<i>Rank</i>	<i>Código</i> <i>Serviço</i>	<i>Descrição do Serviço</i>	<i>Unid.</i>	<i>Utilid.</i> <i>(utile)</i>
36	2109180	Hora-homem para limpeza de canais e galerias, incluindo insalubridade, equipamentos e fardamento	H	0,6416
37	0503010	Regularização manual de terreno natural, corte ou aterro até 20cm de espessura	M2	0,6412
38	0801040	Estrutura de coberta em madeira para telhas cerâmicas - vão de 4 a 7m	M2	0,6402
39	1907580	Rebaixamento de pena d'água, incluindo complemento de tubulação, conexões, escavação e reaterro.	UN	0,6399
40	1907590	Rebaixamento de distribuidor de 110mm, inclusive escavação e reaterro.	UN	0,6334
41	2007050	Reposição de pavimento com paralelepípedos graníticos assentados sobre colchão de areia com 6cm de espessura, e rejuntados com argamassa de cimento e areia 1:2	M2	0,6318
42	0603040	Concreto estrutural, fck 15 Mpa, condição B (NBR - 12655), lançado sobre o terreno ou em fundações e adensado	M3	0,6310
43	2009030	Construção de linha d'água com paralelepípedos graníticos assentados sobre mistura de cimento e areia no traço 1:6 com 6cm de espessura e rejuntados com argamassa de cimento e areia 1:2, inclusive base de concreto 1:4:8 com 10cm de espessura	M	0,6266
44	1603020	Pintura latex em paredes internas, Coralar ou similar, duas demãos, inclusive aplicação de uma demão de líquido selador e duas demãos de massa corrida à base de PVA.	M2	0,6241
45	2001010	Regularização do subleito, abrangendo escarificação, homogeneização, umedecimento e compactação com espessura de 15cm, teor de compactação à 100% do Aasho normal (DNER - ME47-64)	M2	0,6228
46	0301230	Demolição de pavimentação em paralelepípedo sobre areia	M2	0,6222

<i>Rank</i>	<i>Código</i> <i>Serviço</i>	<i>Descrição do Serviço</i>	<i>Unid.</i>	<i>Utilid.</i> <i>(utile)</i>
47	0603100	Concreto armado pronto, fck 15Mpa, condição B (NBR - 12655), lançado em fundações e adensado, inclusive forma, escoramento e ferragem	M3	0,6219
48	1303100	Piso em lençol de granito artificial (Marmorite) com juntas de plástico, formando quadros de 1,00 x 1,00m, na cor cinza	M2	0,6211
49	1105030	Revestimento com argamassa de cimento, saibro e areia no traço 1:4:4 , com 2cm de espessura	M2	0,62058
50	2106090	Galeria de tubos de concreto C2-0,40m de diâmetro, inclusive escavação manual das valas até 1,50m de profundidade, reaterro compactado, remoção do material excedente e ainda fornecimento e assentamento dos tubos	M	0,61961















































































































































