# Gerenciamento de riscos em contratos de obras e serviços de engenharia

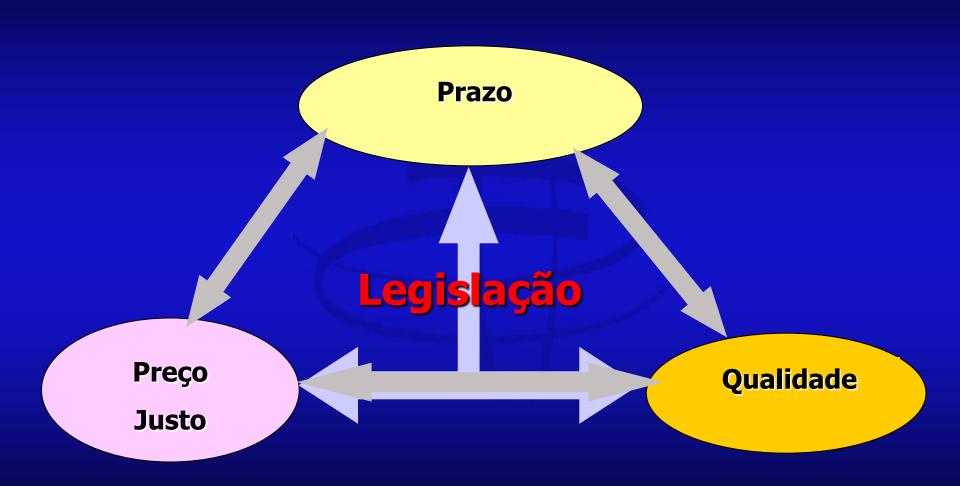


# **Gustavo Pimentel**

gpimentel@tce.pe.gov.br (81) 3181-7600

# **Gustavo Pimentel**

- -Inspetor de Obras Públicas do TCE-PE (1991)
- -Professor da UPE (1989)
- -Engenheiro Civil (1984-UFPE)
- -Mestre em Engenharia de Produção (2002-UFPE)



# O LIMITE DE ACEITABILIDADE DE PREÇOS E O PREÇO DE MERCADO

Órgãos Públicos

Empresas da Construção Civil

Faixa de LAP praticada

→ 20% a 40%

Maioria dos Órgãos

→ 20% a 30%

Custo direto (Tabelas de preços) Limite de aceitabilidade de preços

reço Proposto pelo mercado

Faixa de BDI praticada

De  $0\% \text{ a } 30\% \rightarrow 78,79\%$ 

De 30% a 40%  $\rightarrow$  16,05%

Mais de  $40\% \rightarrow 5,16\%$ 

Custo direto

Composições de custo das empresas

# Paradigmas atuais utilizados pelo setor público para o CUSTO

- Tabelas de preços de outros Órgãos Públicos
- Tabelas de preços do setor privado
- Elaboram suas próprias tabelas
  - Composições de custos:
    - Bibliografias
    - Empresas Construtoras
    - Consultorias

# **PROBLEMAS:**

- Tabelas de Terceiros:
  - Preços fechado- erros sistemáticos
  - Novos equipamentos e materiais produtividade

# Tabela do Próprio Órgão:

- Alto custo para manter atualizadas as composições de custos
- Investimentos permanentes

# **INCERTEZAS:**

Preço no Limite de aceitabilidade

Preço Tolefonció

Preço

Custo

REFERÊNCIAS PARA FORMAÇÃO DOS PREÇOS



MERCADO (PREÇOS PRATICADOS)

• Banco de Dados de Processos Licitatórios:

→ 200.000 Itens de serviço

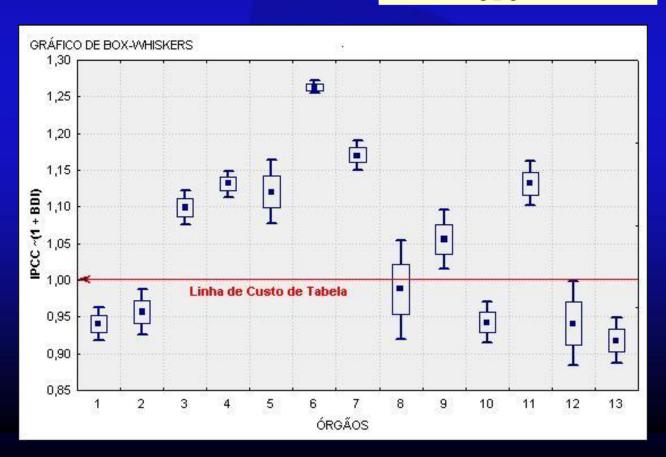
• Análise sobre: BDI calculado (SIOGI)

$$BDI(\%) = \left(\frac{Valor\ Contratado}{Custo\ Tabela\ (atualizado)} - 1\right) x 100$$

# PREÇOS PRATICADOS EM 13 ÓRGÃOS PÚBLICOS

• IPCC - Índice Preço Custo do Contrato

$$IPCC = \frac{PGV}{CTO} \sim (1 + BDI)$$



# **CONFLITO:**

• As Empresas da Construção Civil:

# FAIXA DE BDI PRATICADA

Até 10%	$\rightarrow$	6,59%
De 10% a 20%	$\rightarrow$	31,52%
De 20% a 30%	$\rightarrow$	40,69%
De 30% a 40%	$\rightarrow$	16,05%
Mais de 40%	$\rightarrow$	5,16%

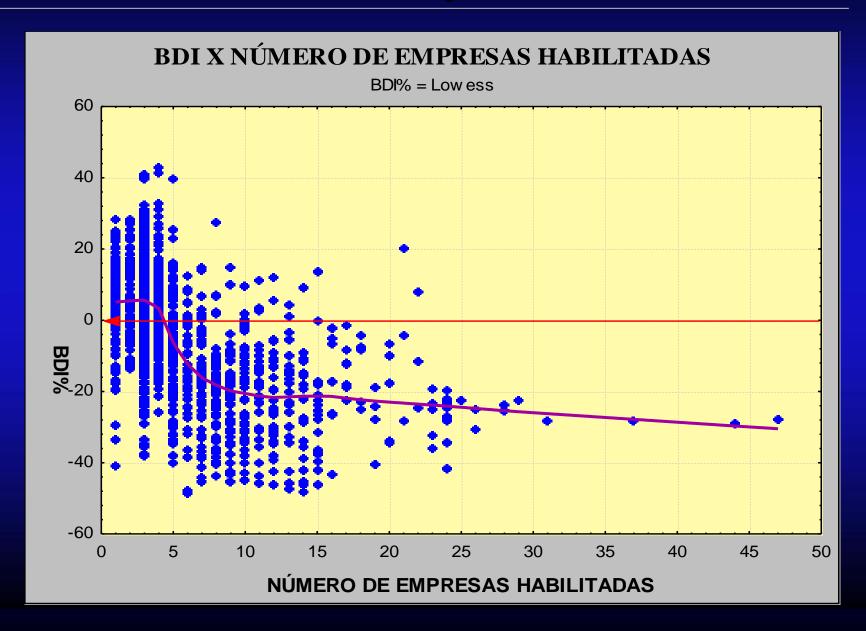
# JUSTIFICATIVAS:

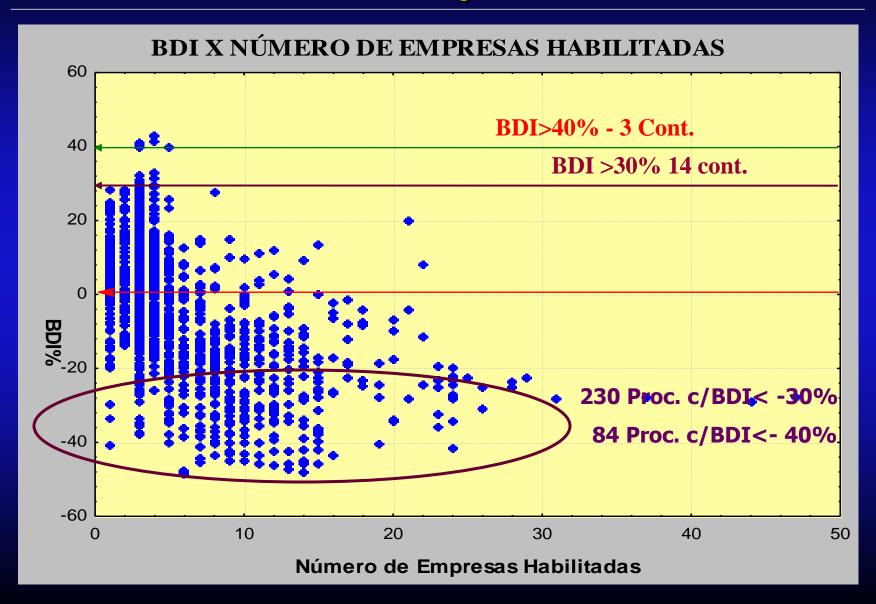
- Não cumprimento das especificações dos serviços (redução da qualidade);
- Prática de termos aditivos ao contrato;
- Execução parcial dos serviços contratados;
- Mudança dos serviços a realizar durante a execução da obra;
- Não quitação das obrigações fiscais;
- Tabelas de preços que não mais estariam representando o custo praticado pelas empresas.

# **TEORIA (Alguns Autores):**

- As empresas não mais apropriam custo;
- Apresentam apenas descontos sobre os preços do órgão visando ganhar o processo licitatório;
- Tentam reverter à situação quando da execução da obra com aditivos ao contrato;

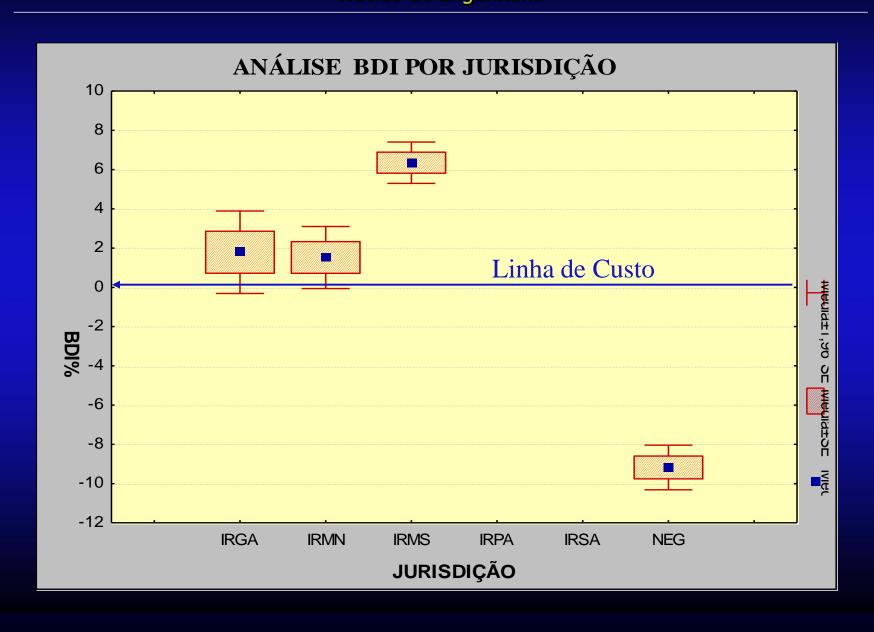
· A competitividade como a grande responsável

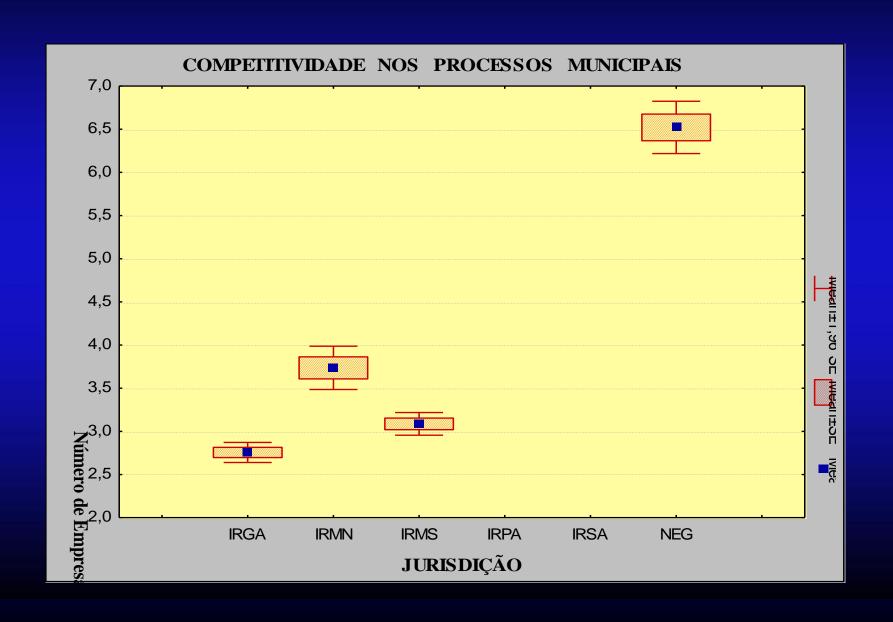




# COMPETITIVIDADE



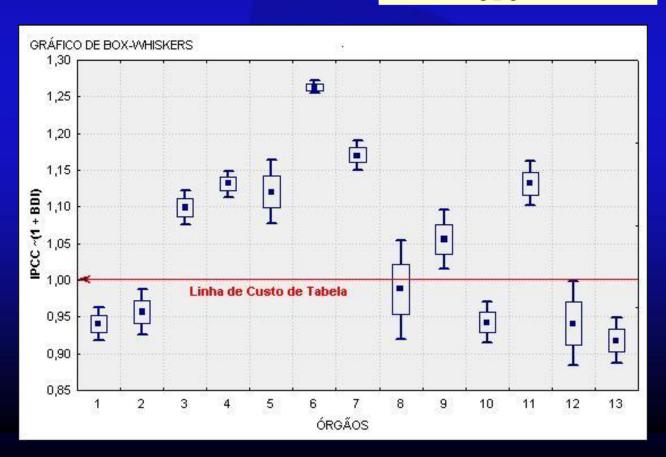




# PREÇOS PRATICADOS EM 13 ÓRGÃOS PÚBLICOS

• IPCC - Índice Preço Custo do Contrato

$$IPCC = \frac{PGV}{CTO} \sim (1 + BDI)$$



# NÚMERO DE PARTICIPANTES

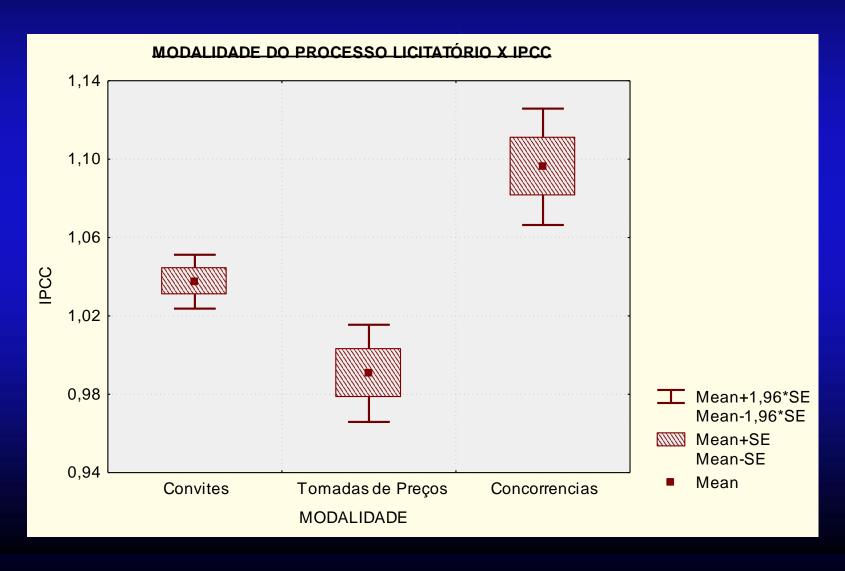
ÓRGÃOS	NÚMERO DE PROCESSOS	NÚMERO MÉDIO DE PARTICIPANTES	IPCC - MÉDIO	NÚMERO MÁXIMO DE PARTICIPANTES
Órgão 01	295	9,153	0,942	33
Órgão 02	154	8,584	0,957	22
Órgão 03	71	3,380	1,099	13
Órgão 04	85	3,459	1,131	8
Órgão 05	57	3,158	1,129	8
Órgão 06	62	3,113	1,263	4
Órgão 07	40	3,225	1,171	5
Órgão 08	9	8,556	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

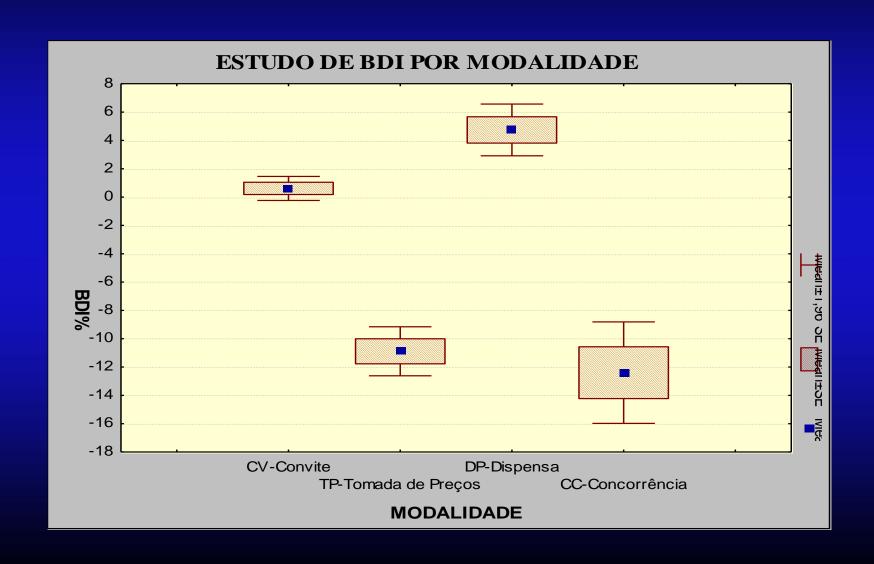
# Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco

#### Núcleo de Engenharia MODALIDADE DE PROCESSO-LICITATÓRIO

ORGÃOS	IPCC POI	<b>ICITAÇÃO</b>	
UKGAUS	CARTA CONVITE	TOMADA DE PREÇOS	CONCORRÊNCIAS
Orgão 01	0,97	0,87	0,85
Orgão 02	0,94	0,94	1,18
Orgão 03	1,11	1,03	•
Orgão 04	1,14	0,94	1,09
Orgão 05	1,14	1,11	
Orgão 06	1,26	1,28	1,30
Orgão 07	1,17	1,20	
Orgão 08	0,88	1,00	0,99
Orgão 09	1,07	1,04	
Orgão 10	0,96	0,93	
Orgão 11	0,98	1,22	1,12
Orgão 12	1,02	0,92	0,94
Orgão 13	0,89	0,93	1,15
TOTAIS	1,04	0,99	1,10

# MODALIDADE DE PROCESSO LICITATÓRIO





# INDÍCIOS DE CONLUIO

INDICÍOS DE	
CONLUIO	Y

NÚMERO DE PROCESSOS LICITATÓRIOS

RECURSOS ENVOLVIDOS (APROXIMADO)

Indício 1 Indício 2 3242

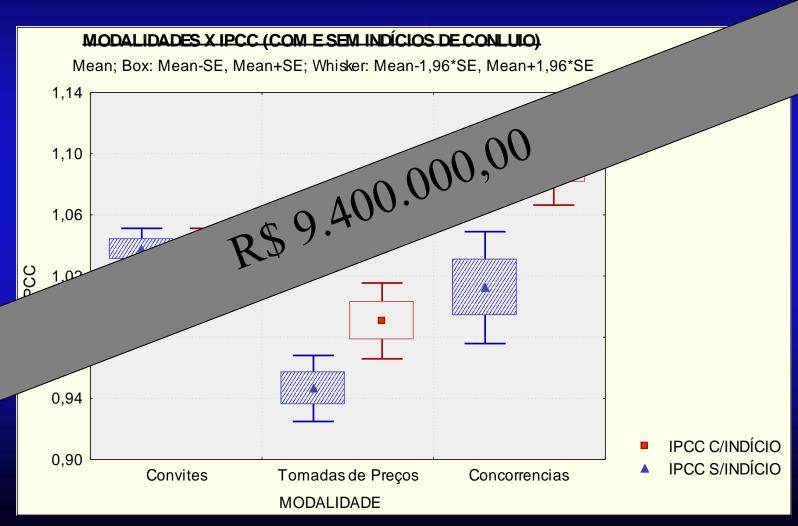
R\$ 35.000.000,00

**Total** 

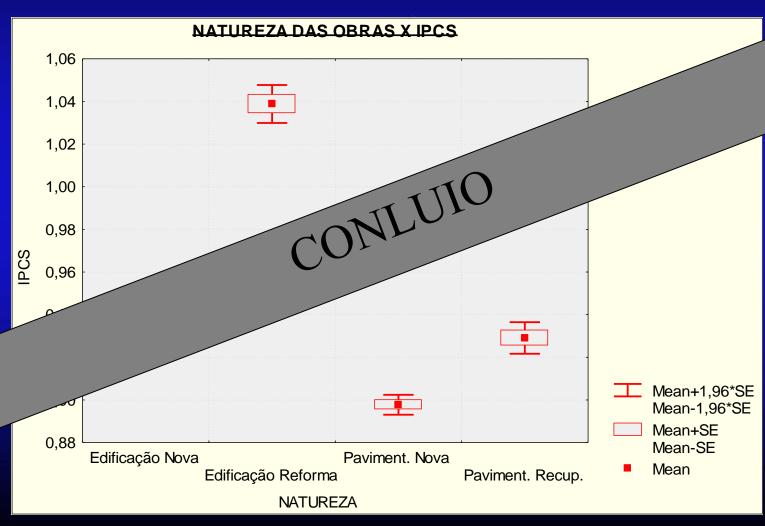
74

R\$ 35.000.000,00

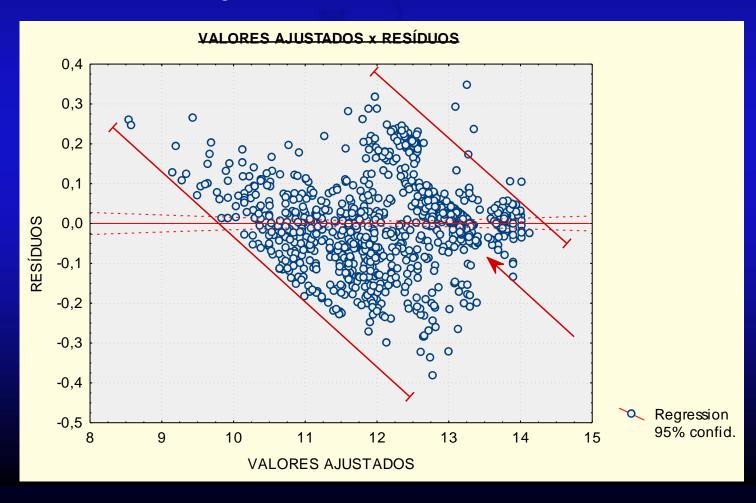
# INDÍCIOS DE CONLUIO

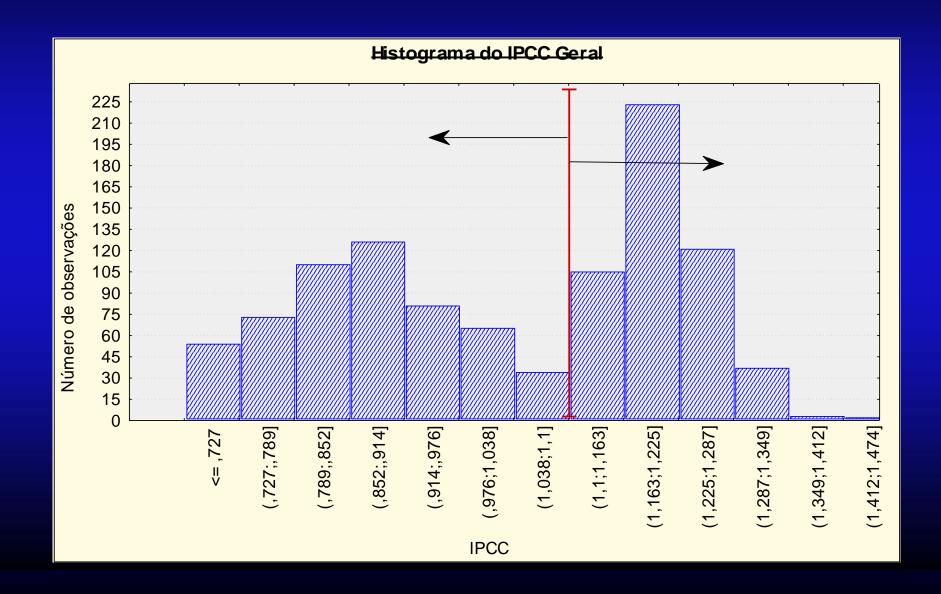


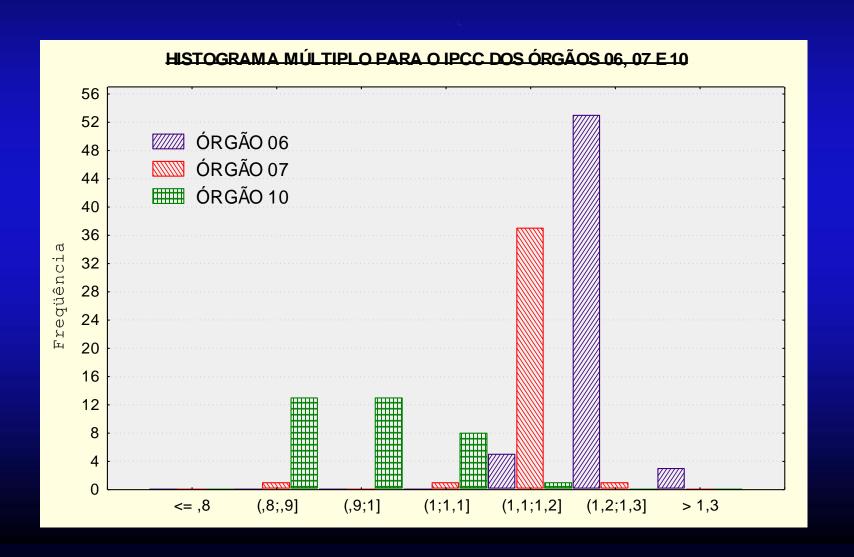
# NATUREZA DAS OBRAS

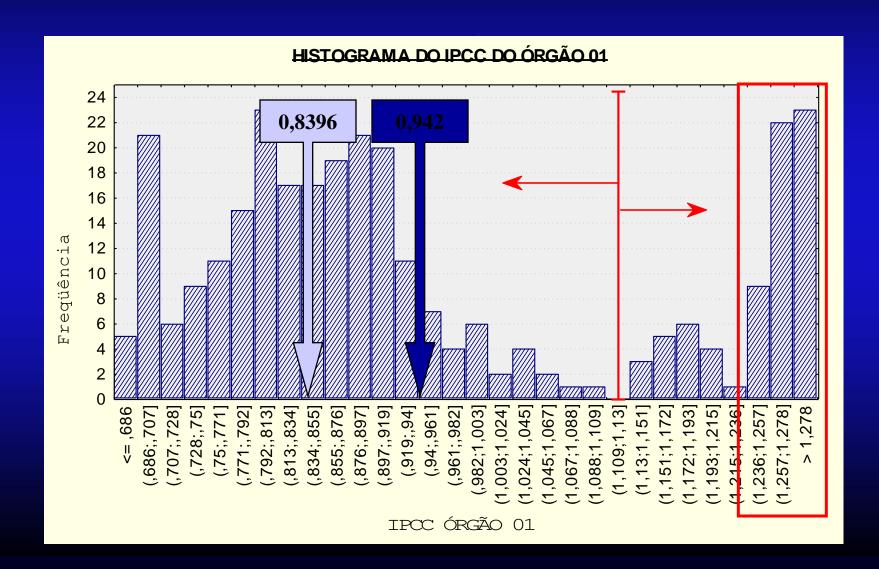


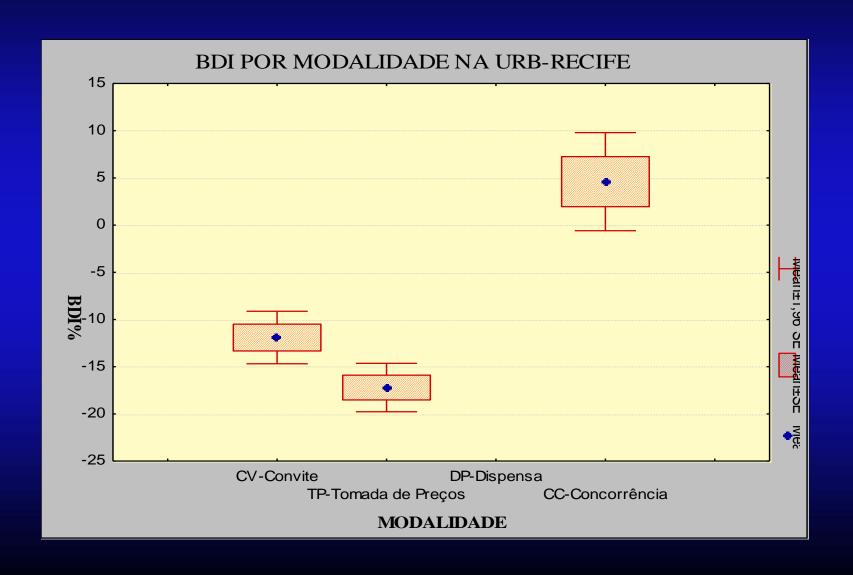
# UM MODELO DE REGRESSÃO PARA ESTIMAR O PREÇO DE UMA OBRA

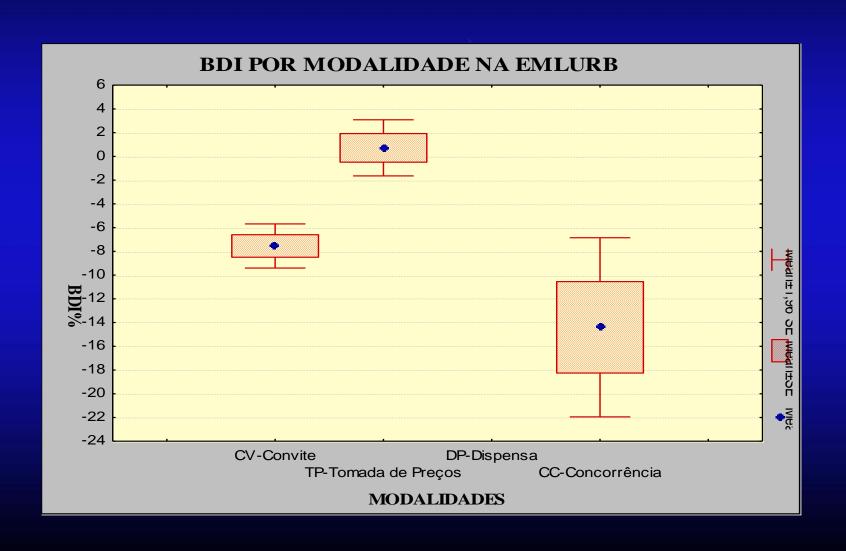












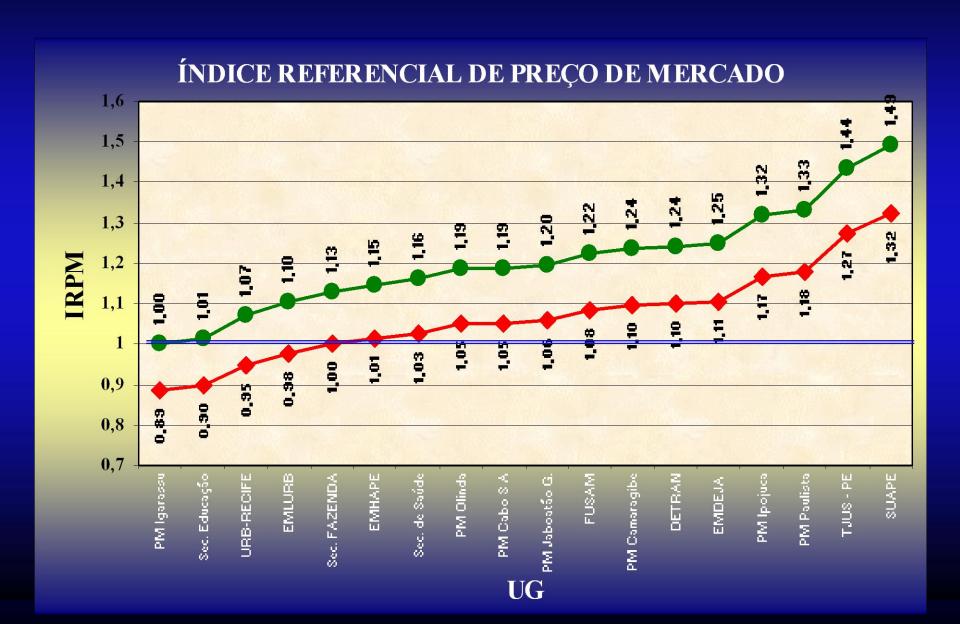
# UM ÍNDICE DE PREÇO CUSTO PARA O ÓRGÃO

$$IPCO_{A} = \frac{\sum_{j=1}^{3} \left[ \left( \sum_{i=1}^{n_{j}} IPCC_{ji} \right) . FV_{j} \right]}{\sum_{j=1}^{3} \left( \sum_{i=1}^{3} IPCC_{ji} . FV_{j} \right)} IPCO_{A} = \frac{\sum_{j=1}^{3} \left( \sum_{i=1}^{3} IPCC_{ji} . FV_{j} \right)}{\sum_{j=1}^{3} \left( \sum_{i=1}^{3} IPCC_{ji} . FV_{j} \right)}$$

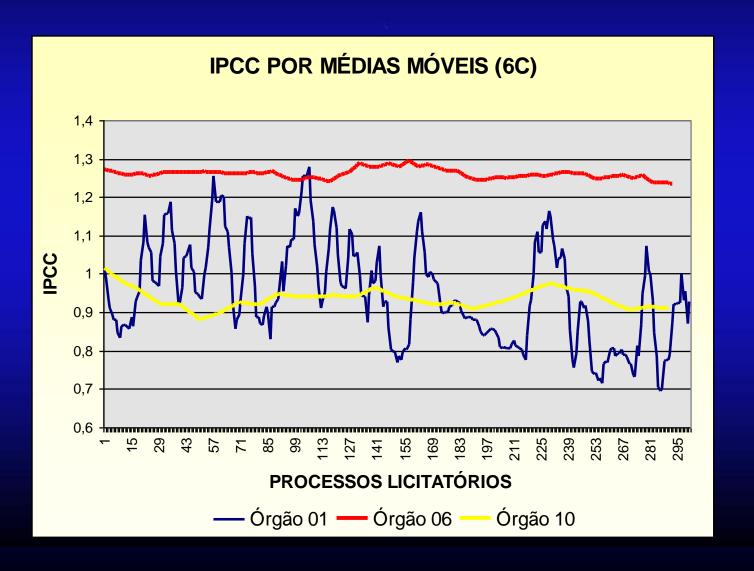
$$IPCO_{A} = \frac{\sum_{j=1}^{3} \binom{n_{j}.IPCC_{j}.FV_{j}}{FC_{j}}}{\sum_{j=1}^{3} \binom{n_{j}.FV_{j}}{FC_{j}}}$$

$$FV_{j} = \frac{mediana(PV_{j})}{mediana(PV_{Convite})}$$

$$FC_{j} = \frac{\overline{IPCC_{j}}}{\overline{IPCC_{Convite}}}$$



# INDICADORES DE EFICIÊNCIA

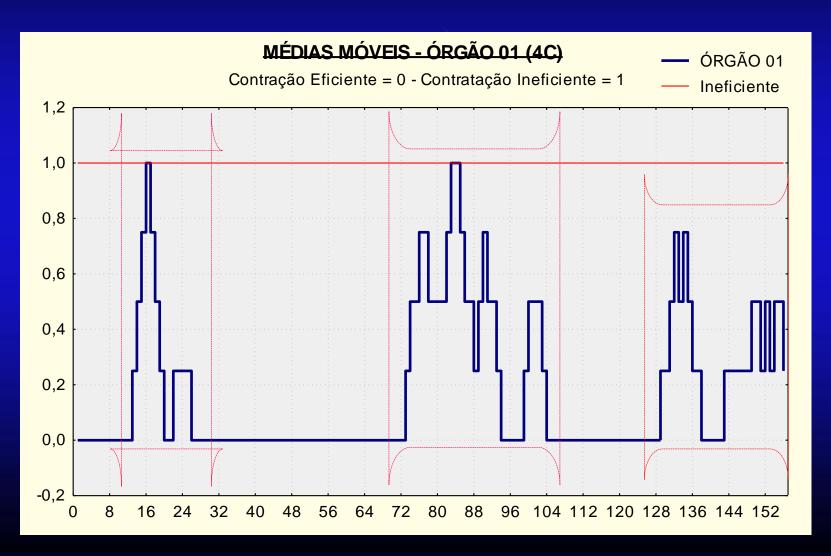


# INDICADORES DE EFICIÊNCIA

→ PREÇO DE MERCADO

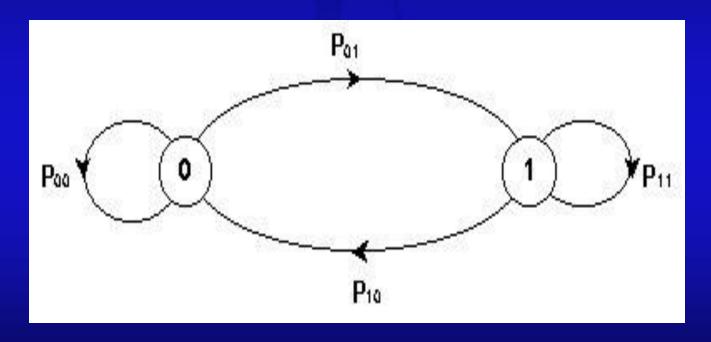
⇒ Preço Bom CONTRATAÇÃO EFICIENTE

# INDICADORES DE EFICIÊNCIA



## INDICADORES DE EFICIÊNCIA

CADEIAS DE MARKOV DE PARÂMETROS DISCRETOS



$$P_{Paradigma} = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} \\ P_{10} & P_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.8500 & 0.1500 \\ 0.9500 & 0.0500 \end{bmatrix}$$

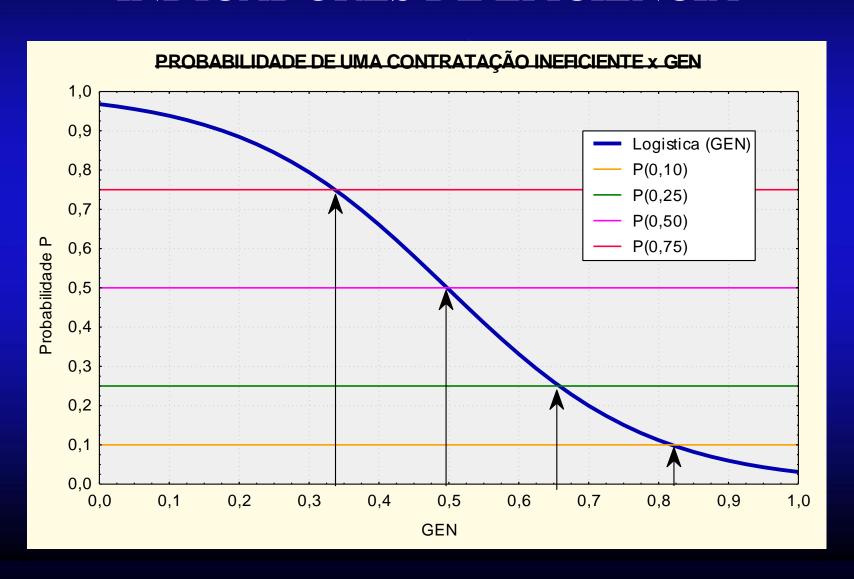
$$P_{\acute{O}rg\~{a}o-01} = \begin{bmatrix} 0.8318 & 0.1682 \\ 0.4471 & 0.5529 \end{bmatrix}$$

### INDICADORES DE EFICIÊNCIA

• ÍNDICE DA DINÂMICA DE CONTRATAÇÃO DO ÓRGÃO

$$GEN = \frac{P_{00} + P_{10}}{P_{00} + P_{01} + P_{10} + P_{11}}$$

## INDICADORES DE EFICIÊNCIA



## INDICADORES DE EFICIÊNCIA

ESCALA DE GESTÃO	PROBABILIDADE DE UMA CONTRATAÇÃO INEFICIENTE	GEN
Gestão Crítica	$P \ge 0.75$	$GEN \leq 0.337$
Gestão Ineficiente	$0.50 \leq P < 0.75$	$0,337 < GEN \le 0,497$
Gestão de Baixa Eficiência	$0,25 \leq P < 0,50$	$0,497 < GEN \le 0,658$
Gestão de Eficiência Moderada	$0,10 \leq P < 0,25$	$0,658 < GEN \le 0,817$
Gestão Eficiente	P < 0.10	GEN > 0.817

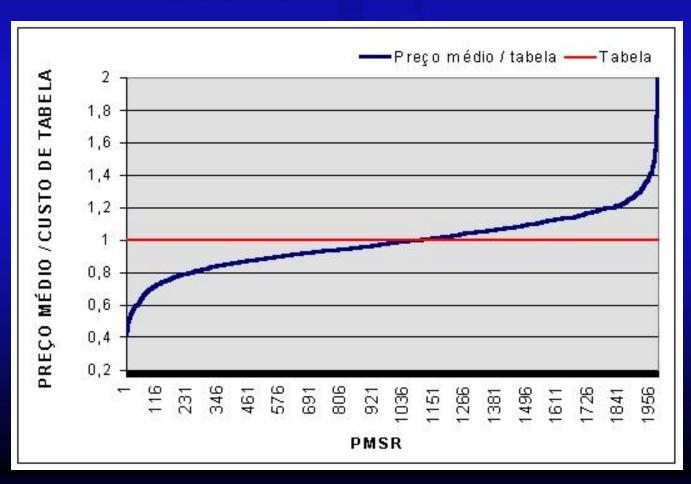
## INDICADORES DE EFICIÊNCIA

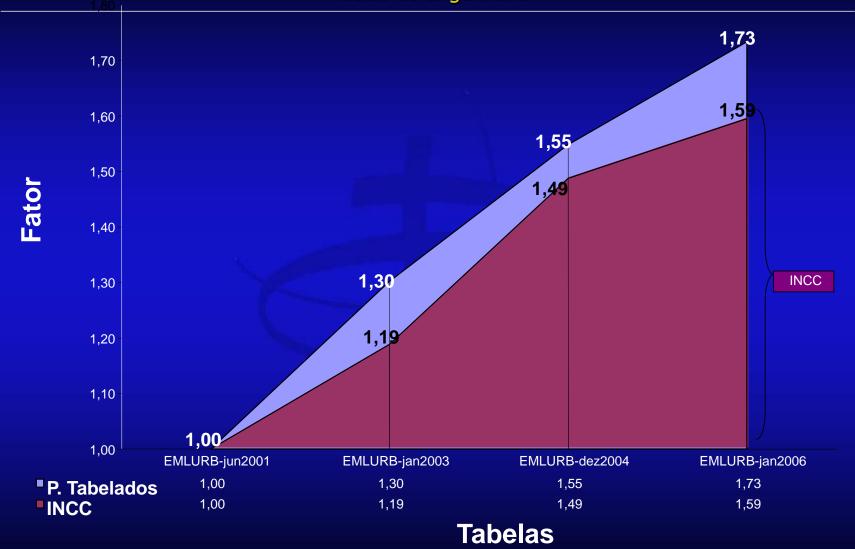
ESCALA DE GESTÃO	ÓRGÃOS	GEN
Costão Eficiente	Órgão 10	0,98485
Gestão Eficiente	Órgão 08	0,92857
	Órgão 13	0,76296
Gestão de Eficiência Moderada	Órgão 09	0,74457
	Órgão 12	0,70455
Gestão de Baixa Eficiência	Órgão 01	0,63944
	Órgão 02	0,54864
	Órgão 05	0,43230
Gestão Ineficiente	Órgão 11	0,41207
	Órgão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

## Tabela da EMLURB:

- Orçamento padrão
- Serviços da Tabela EMLURB
- Quantitativos: somatório das ocorrências por item de serviço
- Preço Unitário: Tabela e média dos preços praticados

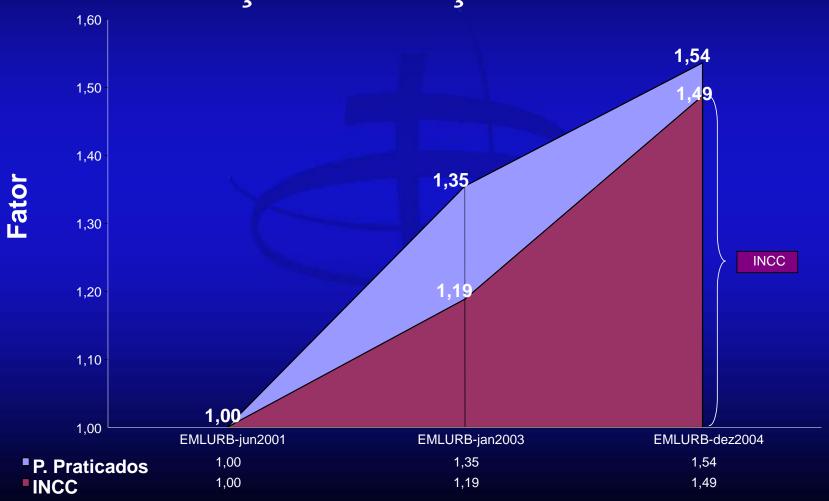
# PREÇO MÉDIO DO SERVIÇO X CUSTO DE TABELA





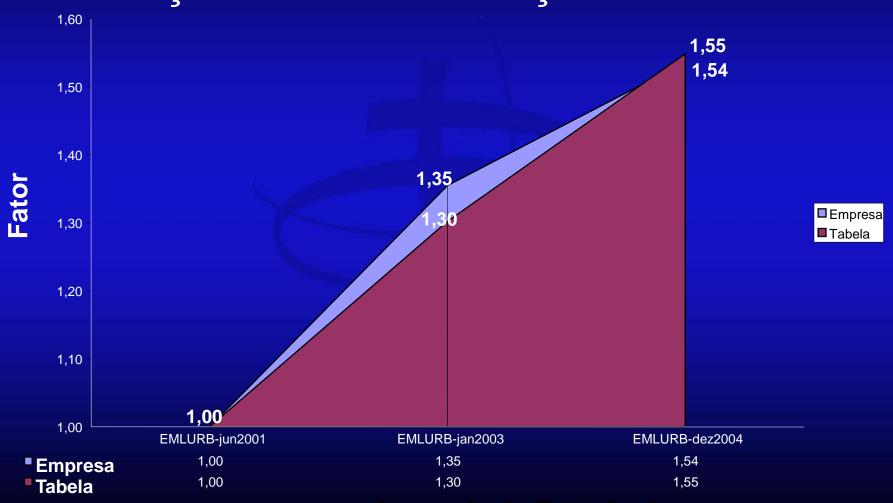
Evolução dos Preços Tabelados





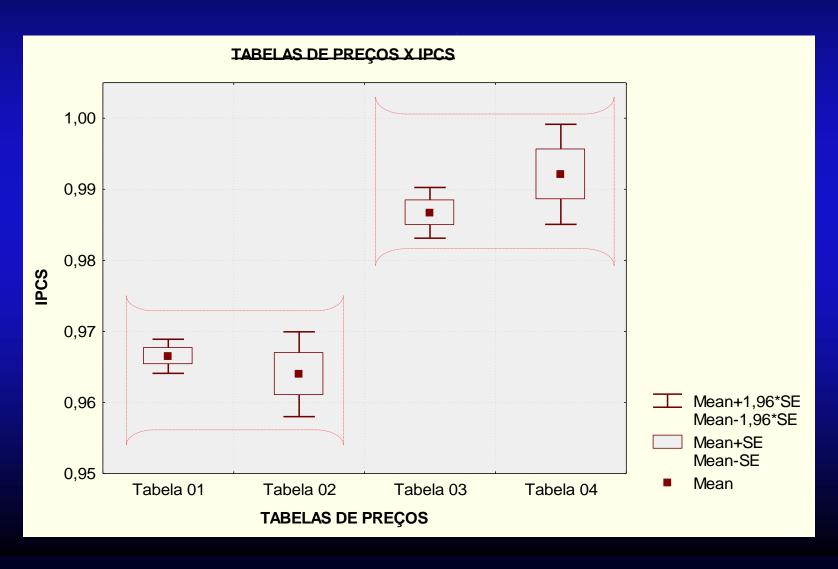
Intervalo de Referência

### Preços Praticados x Preços Tabelados



Intervalo de Referência

## UMA COMPARAÇÃO ENTRE TABELAS



## AUDITORIAS DE TABELA

- Custo da Auditoria 2.000 itens
- Ferramentas auxiliares para Viabilizar as Auditorias de Tabela :
- ⇒ Ordenamento dos serviços segundo prioridades
  - Teoria da Decisão

## Teoria da Decisão

- A priorização dos serviços será em função das suas consequências sobre os preços das contratações.
- Associar a cada consequência uma medida de utilidade (Teoria da Utilidade);
- A Teoria da Utilidade incorpora a estrutura de risco do decisor;
- Com as utilidade das conseqüências e as probabilidade de ocorrência, é calculada a utilidade esperada para cada um dos serviços (alternativas de escolha)

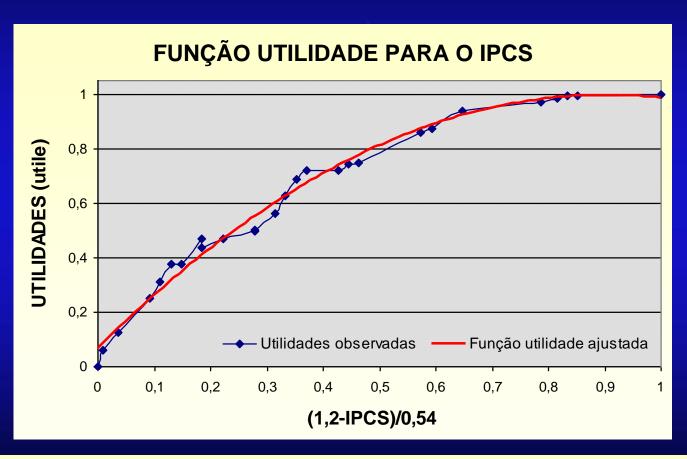
#### TEORIA DA UTILIDADE MULTIATRIBUTO - MAUT

$$u \, \mathbf{Q}_1, p_2, ..., p_n \geq u \, \mathbf{Q}'_1, p'_2, ..., p'_n \Rightarrow \mathbf{Q}_1, p_2, ..., p_n \geq \mathbf{Q}'_1, p'_2, ..., p'_n$$

#### ATRIBUTOS:

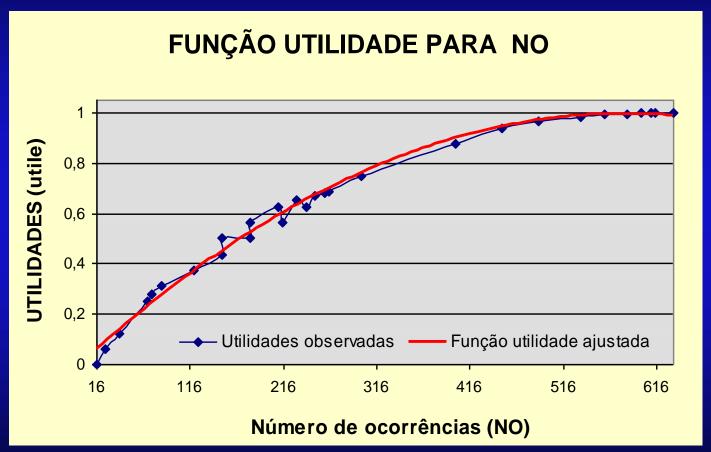
- ⇒ Relação entre preço e custo para o serviço (IPCS)
- ⇒ Número de ocorrências do serviço (NO)
- ⇒ Representatividade percentual do serviço no orçamento global da obra (RP)

## Relação entre Preço e Custo para o Serviço (IPCS)

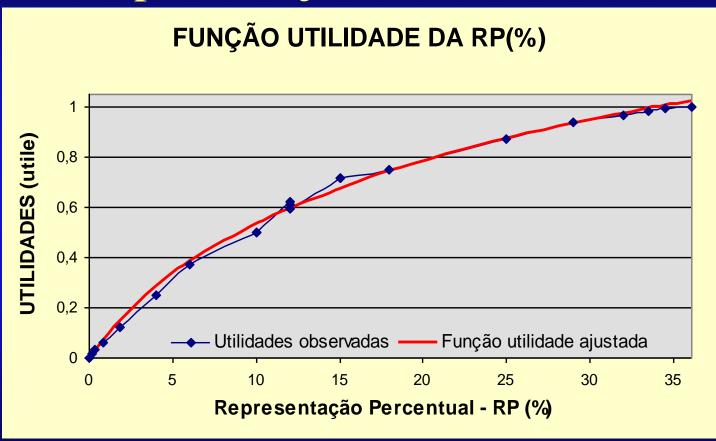


$$u(p_{IPCS}) = 0.0652 + 2.0617 \left[ \frac{4.2 - IPCS}{0.54} \right] - 1.14136 \left[ \frac{1.2 - IPCS}{0.54} \right]^{2}$$

## Número de Ocorrências (NO)



## Representação Percentual (RP)



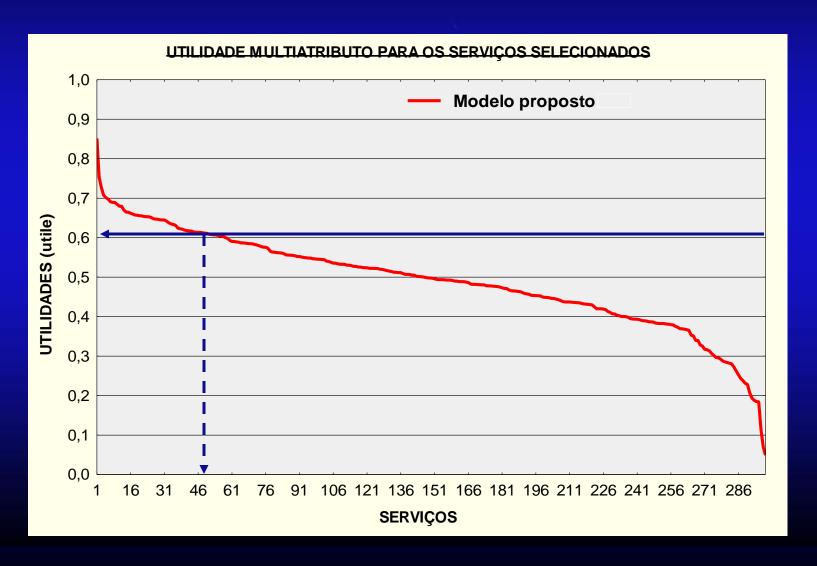
## FUNÇÃO UTILIDADE MULTIATRIBUTO

$$u(p) = 0.61988 \left\{ 0.0652 + 2.0617 \left[ \frac{4.2 - IPCS}{0.54} \right] - 1.14136 \left[ \frac{1.2 - IPCS}{0.54} \right]^{2} \right\} + 0.3040946 \left[ 0.05738 + 0.003394 RP \right] - 0.000000290787 RP \right] + 0.2339186 481444 Reg [0.2059] NO + 0.98115 ]$$

## RANK DOS SERVIÇOS A AUDITAR

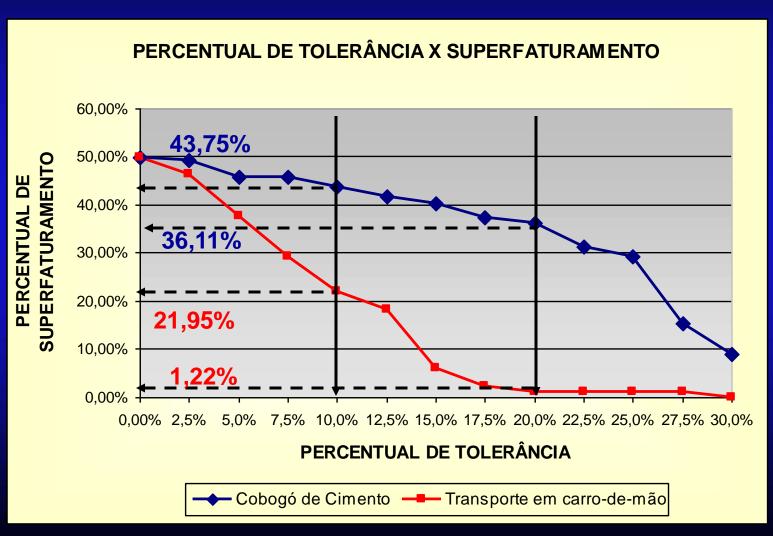
Rank	Código Serviço	Descrição do Serviço	Unid.	Utilidade
1	0701005	Alvenaria em pedra rachão assentada e rejuntada com argamassa de cimento e areia 1 6	M3	0,8459
2	2007010	Pavimento com paralepipedos graniticos assentados sobre colchão de areia com 6CM de espessura, e rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:2	M2	0,7536
3	0303010	Barração 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 1,50 M de profundidade, sem escoramento	M3	0,7164
5	2007070	Reposição de pavimento com paralelepípedos graníticos assentados sobre mistura de cimento e areia no traço 1:6 com 6 cm. de esp., e rej. 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 20 CM de espessura, com aproveitamento do material escavado	M3	0,7092
8	0402160	Transporte com carro de mão de areia, entulho ou terra até 100 M	M3	0,7056
9	0502080	Aterro com areia em camadas de até 40 CM 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, sobre emboço pronto	M2	0,6955

## RANK DOS SERVIÇOS A AUDITAR

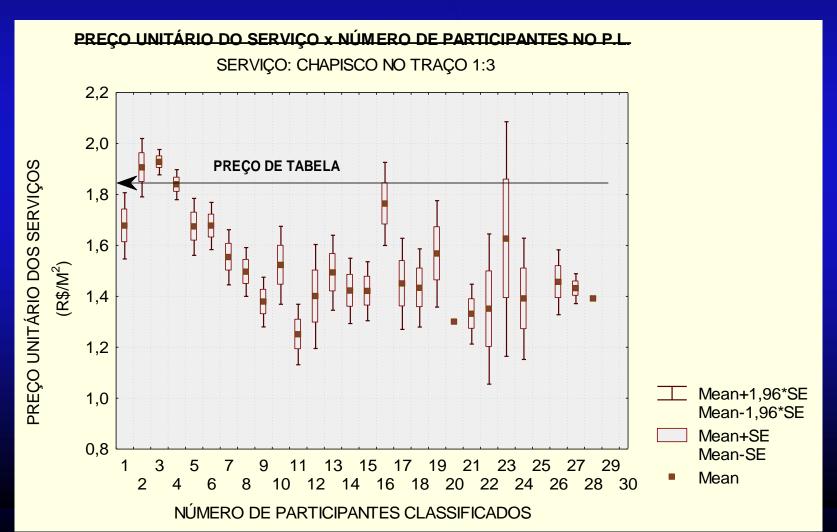


- O modelo proposto como alternativa para auxiliar na realização das Auditorias de Tabela.
- Um ferramental para os Órgãos públicos e Tribunais de Contas que elaboram suas próprias tabelas de preços, pois poderão aferir se os preços resultantes de suas composições de custos guardam coerência com os valores praticados no mercado, e em caso de divergência promover a investigação seguindo uma estrutura prioridade baseada nos seus objetivos e na sua estrutura de risco.

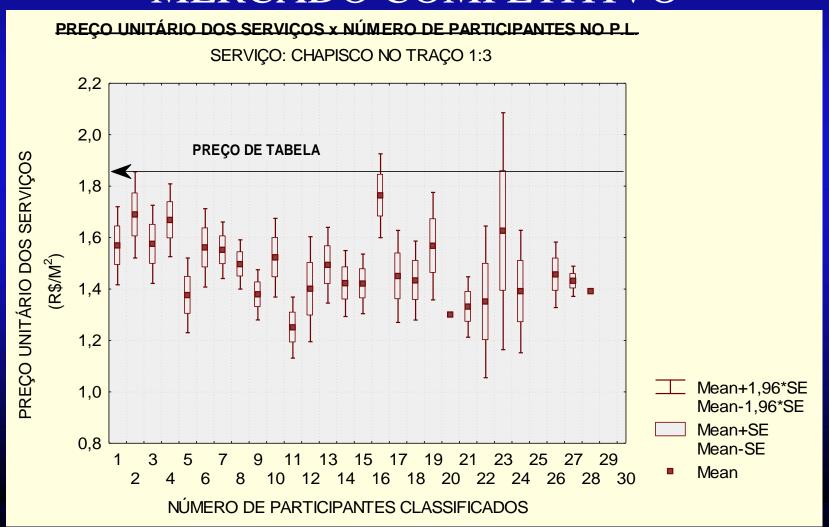
### SUPERFATURAMENTO DETERMINÍSTICO



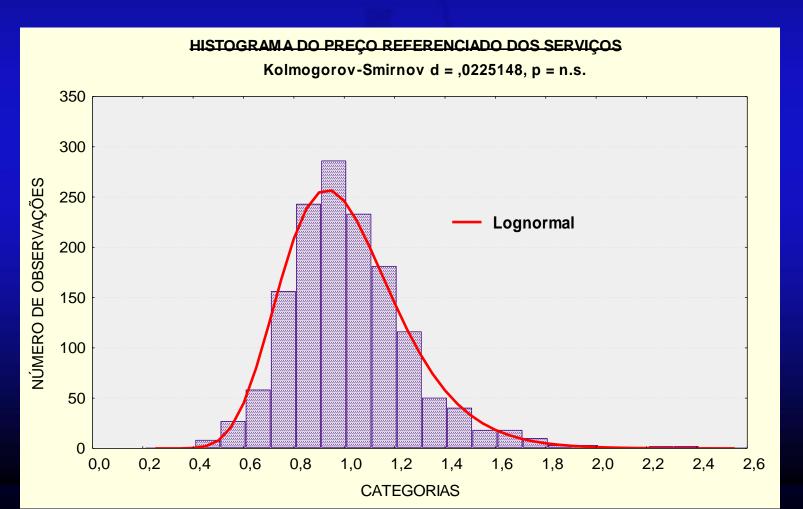
## PREÇO DE UM SERVIÇO EM UM MERCADO COMPETITIVO



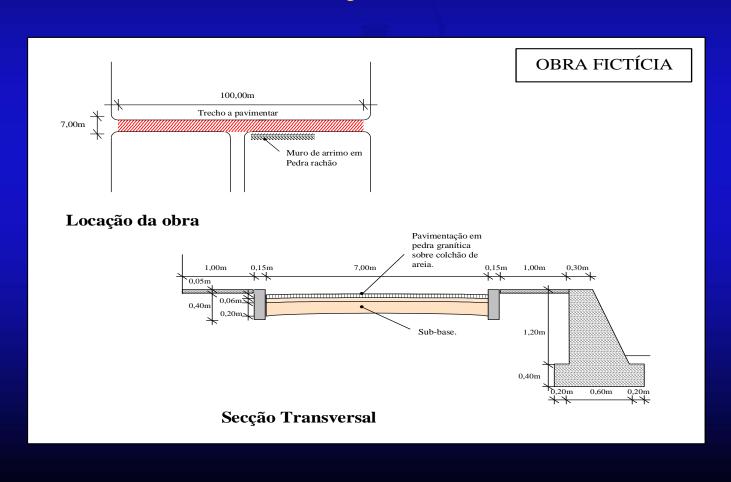
## PREÇO DE UM SERVIÇO EM UM MERCADO COMPETITIVO



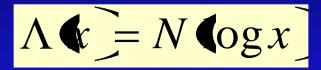
## DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE DOS PREÇOS DOS SERVIÇOS



## EXEMPLO UTILIZANDO O INTERVALO DE CONFIANÇA DA MÉDIA



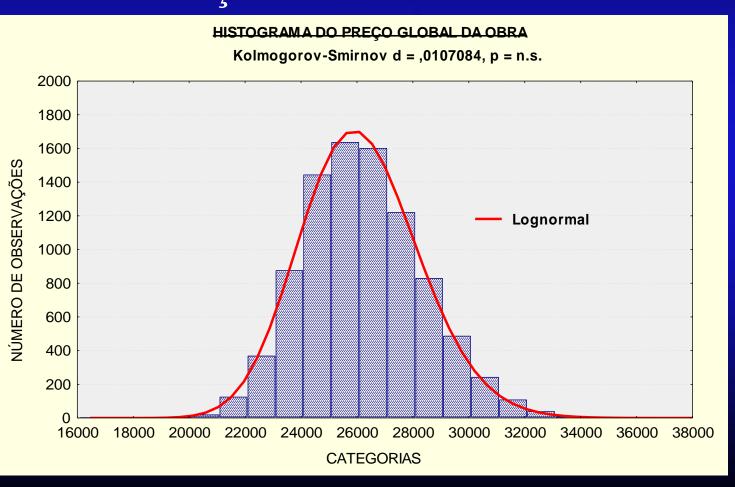
### PREÇO DOS SERVIÇOS - ESTRUTURA PROBABILÍSTICA



#### **OBSERVAÇÕES DE MERCADO**

Descrição do serviço	Unid.	Medidas	de posição	Intercep Lognormal	to na com P=	Variação % entre
		Média arit.	Mediana	0,95	0,99	média e P= 0,95
Transporte em carro-se-mão, entulho ou terra até 30 m	M3	4,96	5,00	6,35	7,07	28,02%
Cobogó de cimento prensado	M3	21,01	20,74	32,09	38,84	52,74%
Concreto não estrutural (1 4 8) para lastros de pisos e fundações,	М3	114,46	110,97	152,42	172,84	33,16%
Alvenaria em pedra rachão assentada e rejuntada com argamassa 1: 6	М3	78,62	74,12	100,32	111,57	27,60%
Chapisco com argamassa de cimento e areia no traço 1:3	M2	1,49	1,48	2,04	2,34	36,91%

## DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE PARA O PREÇO GLOBAL DA OBRA



### NOVA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO SUPERFATURAMENTO

$$\Lambda(\mu_{PO},\sigma_{PO}^2) = N M, S^2$$

$$\Lambda \bullet = N \bullet gx$$

$$\mu_{PO} = e^{M + S^2/2}$$

$$\sigma_{PO}^2 = e^{2M+S^2} \cdot \left( S^2 - 1 \right)$$

$$S^{2} = \log \left[ \left( \frac{\sigma_{PO}}{\mu_{PO}} \right)^{2} + 1 \right]$$

$$S^{2} = \log \left[ \left( \frac{\sigma_{PO}}{\mu_{PO}} \right)^{2} + 1 \right] \qquad M = \log \Psi_{PO} - \frac{1}{2} \cdot \log \left[ \left( \frac{\sigma_{PO}}{\mu_{PO}} \right)^{2} + 1 \right]$$

## NOVA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO SUPERFATURAMENTO

$$PO = \sum_{i=1}^{n} q_i . PS_i$$

$$\mu_{PO} = \sum_{i=1}^{n} q_i . \overline{PS_i}$$

$$\sigma_{PO}^{2} = \sum_{i=1}^{n} q_{i}^{2} \sigma^{2} e_{S_{i}} + \sum_{i=1}^{n} \sum_{\substack{j=1\\i\neq j}}^{n} q_{i} q_{j} \cdot \rho_{e_{S_{i}}, PS_{j}} \sqrt{Var e_{S_{i}}} \sqrt{Var e_{S_{j}}}$$

## PREÇO DE UMA OBRA EM UM MERCADO COMPETITIVO

	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0,4130	0,1611	0,4909	0,5677	0,5289	0,1994	0,3681
2	0,4130		0,8119	0,6589	0,2914	0,5621	0,1099	0,3926
3	0,1611	0,8119		0,1601	-0,1986	0,4078	0,4475	0,7002
4	0,4909	0,6589	0,1601		0,5066	0,7562	0,1085	0,3315
5	0,5677	0,2914	-0,1986	0,5066		0,4170	0,6312	0,4263
6	0,5289	0,5621	0,4078	0,7562	0,4170		0,1017	0,2876
7	0,1994	0,1099	0,4475	0,1085	0,6312	0,1017		0,2610
8	0,3681	0,3926	0,7002	0,3315	0,4263	0,2876	0,2610	
9	0,0327	0,4082	-0,2651	0,5887	0,0319	0,3840	-0,0068	-0,3499
10	0,2767	0,7223	-0,0775	0,7289	0,9655	0,1654	0,2112	0,0798
11	0,8534	0,4553	0,7732	0,3283	-0,0540	0,3411	0,0155	0,6126
12	0,4079	0,2525	0,7825	0,2025	0,9908	0,4739	0,7310	0,8437

## PREÇO DE UMA OBRA EM UM MERCADO COMPETITIVO

#### Obra Fictícia

• Preço esperado em um mercado competitivo R\$ 26.157,26

<ul> <li>Desvio Padrão do OR</li> </ul>	R\$	3.943,42
---	-----	----------

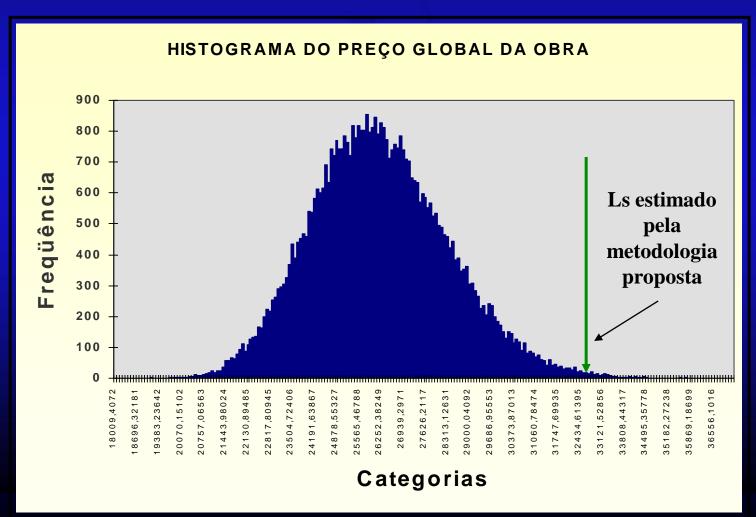
•	Preço de custo de tabela	R\$ 31.934,92
---	--------------------------	---------------

<ul> <li>Preço máximo a 95% de confiança</li> </ul>	R\$ 33.098,08
---	---------------

•	Preço máximo a	99% de confiança	R\$ 36.658,25
---	----------------	------------------	---------------

• Prob. de ocorrer Tabela + 10% R\$ 35.128,41 2,06% - 1/49

## APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROBABILISTICA



## Gerenciamento de riscos em contratos de obras e serviços de engenharia



### **Gustavo Pimentel**

gpimentel@tce.pe.gov.br (81) 3181-7600