

APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS DESENVOLVIDOS PELO GERI/UFBA

**Linha de Pesquisa: “Cobrança pelo Uso da Água
como Instrumento Econômico de Apoio à
Decisão na Gestão de Recursos Hídricos”
Coordenação: João Damásio**

GERI

Grupo de Estudos de Relações Intersetoriais



PROJETOS DESENVOLVIDOS

- ♦ **GRH 2001: “Efeitos da Cobrança do Recurso Água Sobre Agregados da Economia Brasileira” - 2002-04**
- ♦ **GRH 2004: “Aspectos Econômicos dos Modelos de Cobrança da Água pela Diluição de Efluentes” - 2005-07**
- ♦ **SRH/Ba: “Matrizes de Insumo-Produto do Estado da Bahia Aplicada ao Gerenciamento Hídrico ” – 2006**
- ♦ **CNPq: “Regime de Vazões Ecológicas como Condicionantes da Cadeia Produtiva ” – 2007-09**
- ♦ **CNPq: “Análise Custo-Benefício da Racionalização do Uso de Recursos Hídricos” – 2007-09**

Uso de Instrumentos Econômicos na Gestão de Recursos Hídricos: Cobrança Pelo Uso da Água

Características Sócio-Econômicas dos Usuários de Água

A Cobrança Pelo Uso da Água

Incorporação de Modelos Computacionais como Instrumentos Econômicos de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Características Geográficas da Bacia Hidrográfica onde é aplicado o Instrumento Econômico

A) Características Sócio-Econômicas dos Usuários de Água

Número
Mais
Elevado:

A1: Levantamento de Dados Sócio-Econômicos da Bacia

Maior
Comple-
xidade

A2: Análise da Forma de Uso da Água, Cosumptivo ou não

A3: Cadastro de Usuários de Água na Bacia do Estudo

A4: Segmentos Econômicos e Interesses Conflitantes

A5: Elaboração de Tipologia do Parque Industrial

A6: Identificação de Conflitos na Outorga

B) A Cobrança Pelo Uso da Água

B1: Instrumentos de Regulação Econômica

B2: Método e Política de Cobrança Pelo Uso da Água

B3: Simulação de Metodologia(s) de Cobrança

B4: Estudos Comparativos Entre Métodos de Cobrança

B5: Qualidade dos Efluentes e Dissolução

B6: Incorporação de Indicadores de Sustentabilidade

C) Incorporação de Modelos Computacionais como Instrumentos Econômicos de Gestão de RH

- C1: Integração de Ferramenta Computacional ao(s) Sistema(s) de Cobrança Pelo Uso da Água**
- C2: Ótica da Arrecadação de Recursos: Efeitos Diretos**
- C3: Ótica dos Impactos Diretos e Indiretos ao Longo da Cadeia Produtiva Regional**
- C4: Construção de MRI's para a(s) Bacia(s)**
- C5: Avaliação de Cenários e Perspectivas Regionais**

D) Característica(s) Geográfica(s) da(s) Bacia(s) Hidrográfica(s)

**D1: Geo-Referenciamento da(s) Bacia(s)
Hidrográfica(s) na Área em Estudo**

D2: Dados Econômicos e Contábeis da Região

D3: Tradutor Água-Usuário/Atividade Econômica

D4: Construção das Matrizes-Sínteses da(s) Bacia(s)

D4: Impactos D&I Sobre Agregados Regionais

D5: Impactos D&I Sobre Agregados Nacionais

QÜESTÖES SUBJACENTES À COBRANÇÀ

- ♦ Qual Modelo de Cobrança Adotar?
- ♦ Um *BOM* Modelo para uma Bacia Hidrográfica é *BOM* para Qualquer Bacia Hidrográfica?
- ♦ Ótica da Arrecadação *versus* Ótica dos Impactos?
- ♦ Impactos da Cobrança da Água Sobre o Preço Final ou Sobre o Excedente Bruto Operacional?
- ♦ Apenas os *Efeitos Diretos* Sobre os Usuários ou *Efeitos Diretos e Indiretos* ao Longo da Cadeia?

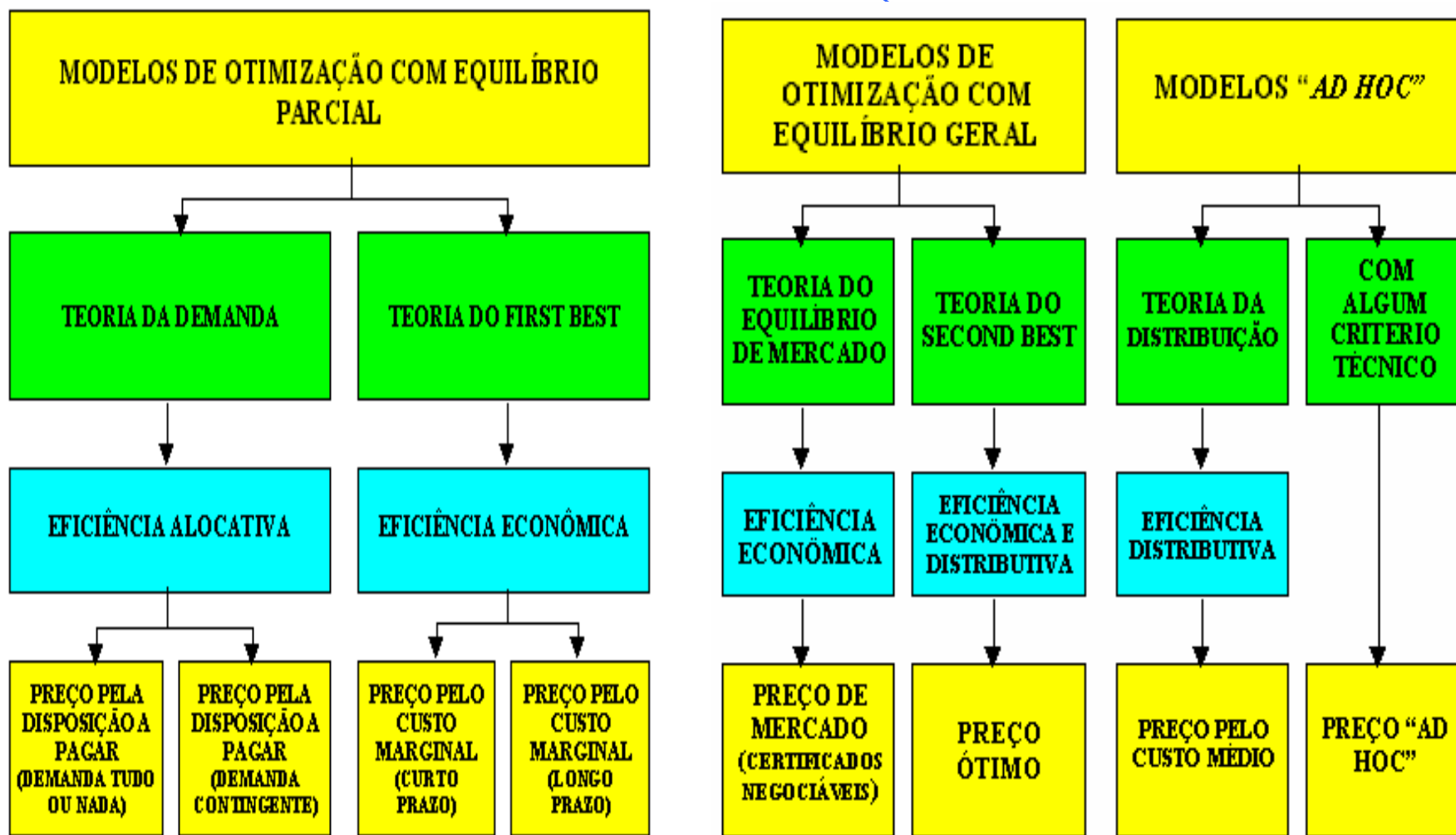
Esquema com a Relação Entre as Diversas Componentes do Valor Bruto da Produção - VBP

Valor Bruto da Produção VBP	Valor Agregado VA	Lucros	Excedente Bruto da Produção EBO
		Retiradas	
		Juros	
		Impostos	
	Consumo Intermediário CI	Salários	Custo Operacional CO
		Consumo intermediário CI	

QUAL MODELO DE COBRANÇA ADOPTAR ???

- ◆ Cada Agência de Águas pode Escolher Seus Próprios Critérios
- ◆ Profusão de Modelos e de Métodos Diferentes de Cobrança pelo Uso da Água
- ◆ Comparação entre Critérios Alternativos: Opção *A Priori* ou Simulação Prévia?
- ◆ Critérios Econômicos ou Critérios Técnicos?
- ◆ Cobrança pela Diluição de Efluentes?

Modelos de Formação de Preços para Cobrança pelo Uso da Água



Modelos de Preços

Microeconômicos Simulados

**Modelos de Otimização
com Equilíbrio Parcial**

**Teoria da
Demanda**

**Eficiência
Alocativa**

**Preço de
Demanda
Tudo ou Nada**

**Teoria do
First Best**

**Eficiência
Econômica**

**Preço de
Custo
Marginal de
Longo Prazo**

**Preço de
Custo
Marginal de
Racionamento**

**Modelo de
Otimização com
Equilíbrio Geral**

**Teoria do
Second Best**

**Eficiência
Econômica e
Distributiva**

**Preço
Ótimo**

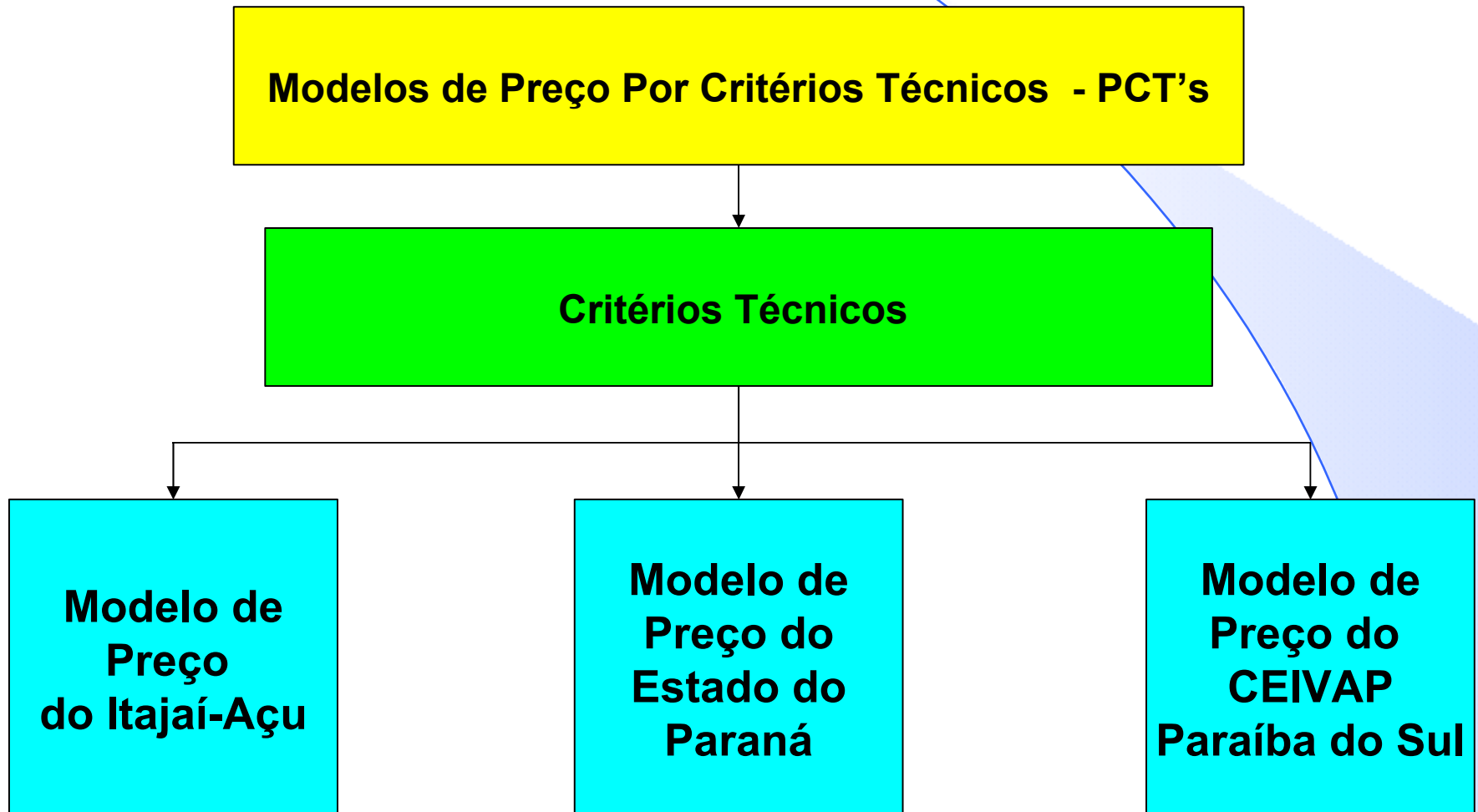
**Modelo
“Ad Hoc”**

**Teoria da
Distribuição**

**Eficiência
Distributiva**

**Preço de
Custo
Médio**

Modelos de Preços por Critérios Técnicos Simulados



EFEITOS DA COBRANÇA DO RECURSO ÁGUA SOBRE AGREGADOS DA ECONOMIA BRASILEIRA



EFEITOS DA COBRANÇA DO RECURSO ÁGUA SOBRE AGREGADOS DA ECONOMIA BRASILEIRA

- ◆ Proponente/ Executor
 - FAPEX – Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão
- ◆ Instituição
 - UFBa – Universidade Federal da Bahia
 - FCE – Faculdade de Ciências Econômicas
 - GERI – Grupo de Estudos de Relações Intersectoriais

Objetivo Geral

- ♦ Simular impactos da cobrança pelo uso da água sobre agregados econômicos do Brasil
- ♦ Ensaiar Modelos Alternativos
- ♦ Selecionar Bacias Hidrográficas Piloto para o estudo

Metodologia

- ♦ A metodologia desenvolvida neste trabalho, além de computar todos os impactos diretos e indiretos sobre a estrutura de custos na matriz de insumo-produto da bacia hidrográfica, permite que sejam ensaiados todos os impactos, independentemente do modelo de cobrança utilizado pelo comitê de bacia ou agência de águas.

Análise de Impactos da Cobrança pelo Uso da Água

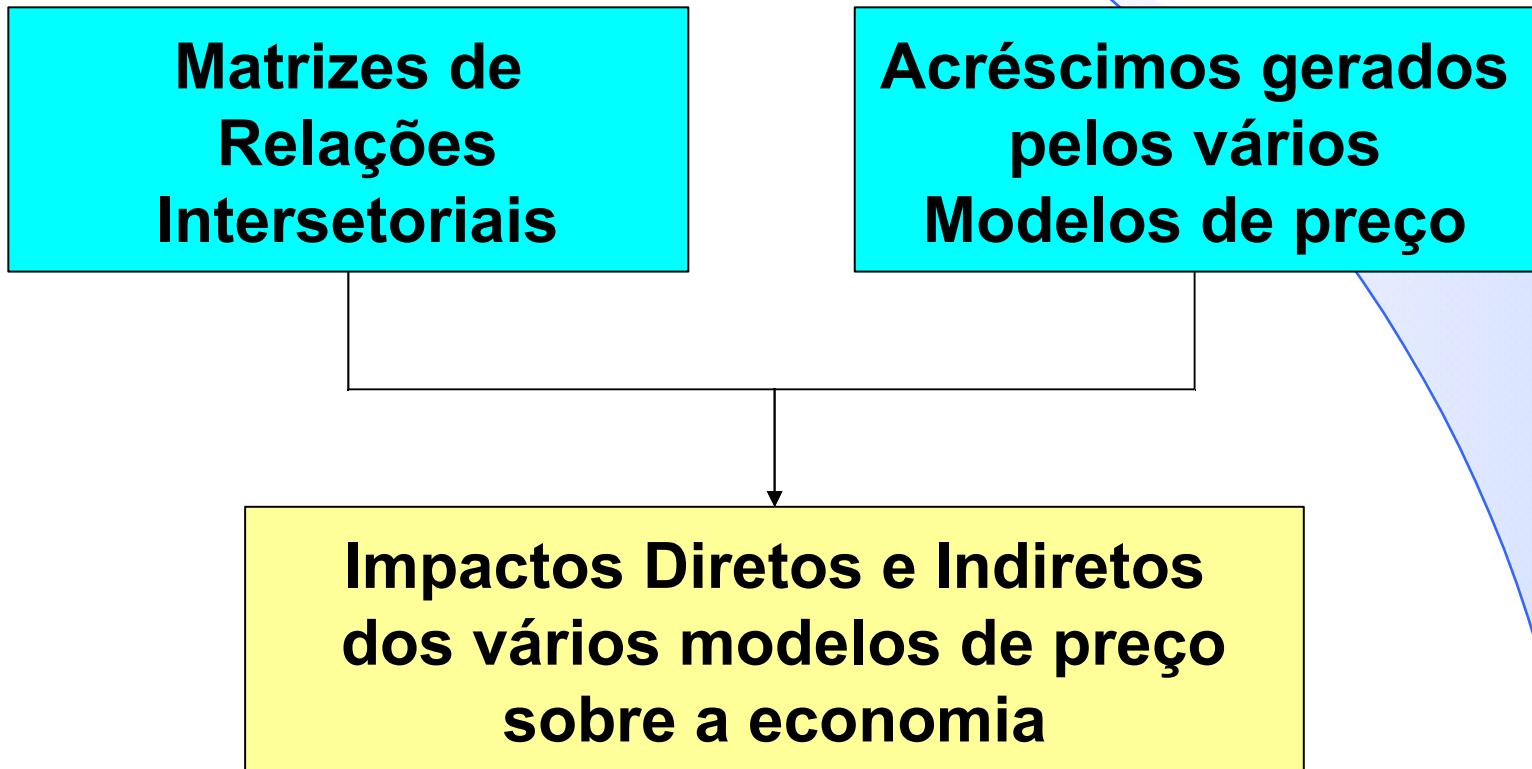
- ◆ Objetivo:
 - Estimar e analisar os impactos da cobrança do recurso água, sobre os agregados da economia
- ◆ Base de dados:
 - Vetores de custo da água
 - Matrizes Inversa de Leontief
 - ◆ Brasil
 - ◆ São Paulo
 - ◆ Bacias (PCJ e Paraíba do Sul-SP)

Formação dos Impactos Diretos e Indiretos

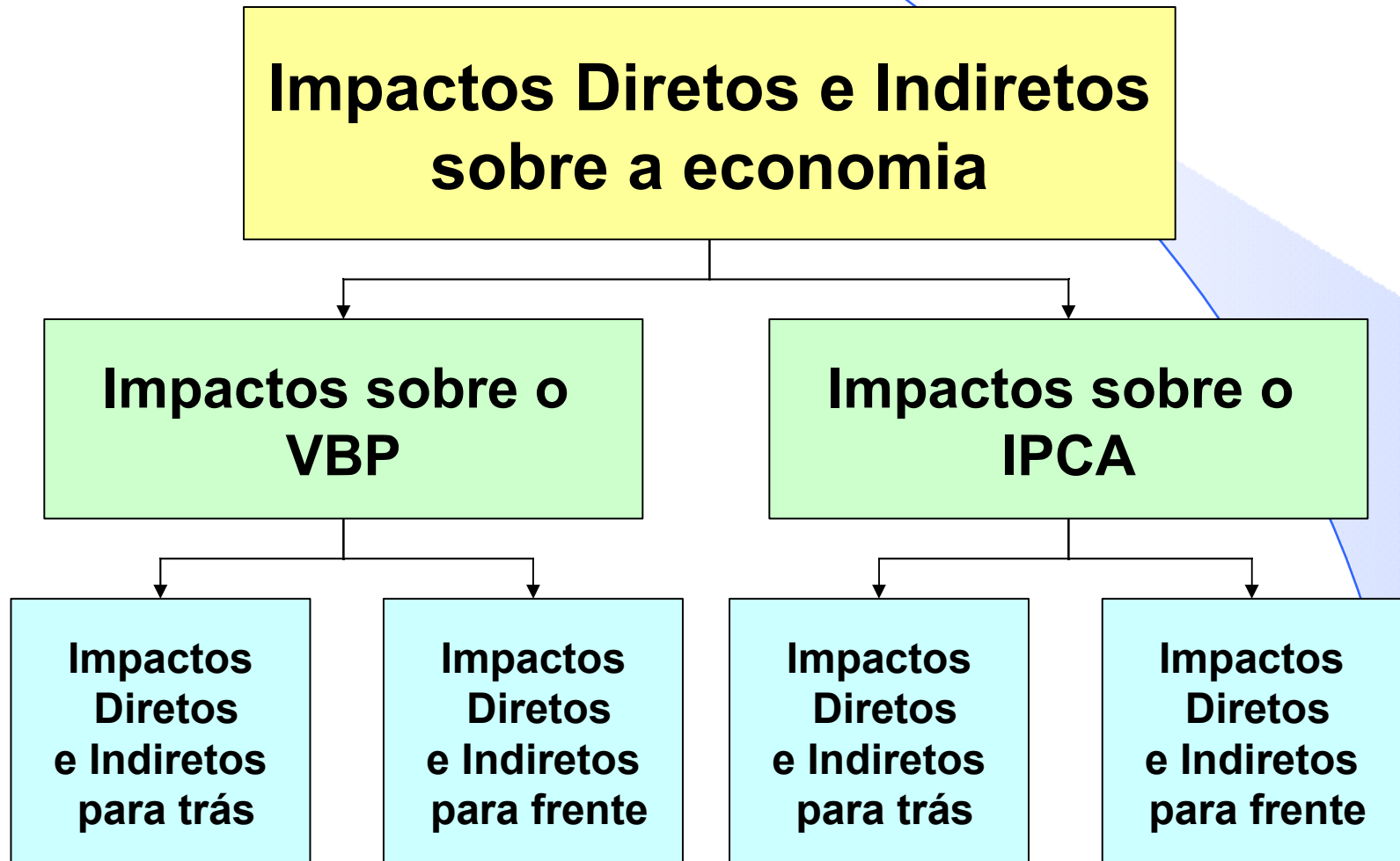
**Matrizes de
Relações
Intersectoriais**

**Acréscimos gerados
pelos vários
Modelos de preço**

**Impactos Diretos e Indiretos
dos vários modelos de preço
sobre a economia**



Impactos Diretos e Indiretos para frente e para trás



Contextualização Regional dos Impactos Analisados

- Impactos da cobrança nas Bacias sobre os agregados da Bacias
- Impactos da cobrança nas sobre os agregados do Estado de São Paulo
- Impactos da cobrança nas Bacias sobre os agregados do Brasil

Caracterização dos Impactos Analisados

- ♦ Impactos Diretos:
 - Consideram apenas o efeito direto do custo da água sobre o setor analisado
- ♦ Impactos Diretos e Indiretos:
 - Consideram além do efeito direto, os efeitos oriundos das relações entre os setores

Impactos Diretos e Indiretos

- ♦ Tipos:
 - Impactos a Jusante:
 - ♦ Consideram as relações com os setores clientes (a sua frente na cadeia produtiva);
 - Impactos a Montante:
 - ♦ Consideram as relações com os setores fornecedores (atrás na cadeia produtiva).

Impactos da cobrança da água sobre agregados da economia

◆ Efeitos:

- Aumento dos custo intermediário (CI)
- Aumento do custo operacional (CO)

◆ Características:

- O aumento dos custos independe do agente econômico que assume estes custos
- A forma de repasse do custo da água sobre os preços delimita cenários diferenciados

Cenários para Análise dos Impactos da Cobrança

- ♦ Cenário 1:
 - Aumento dos custos é integralmente repassado aos preços
 - ♦ VBP sofre acréscimo
 - ♦ EBO e VA permanecem constantes.
- ♦ Cenário 2:
 - Aumento dos custos não é repassado aos preços, sendo integralmente absorvido pelo produtor
 - ♦ VBP permanece constante
 - ♦ EBO e o VA sofrem decréscimo

Variação no Custo Operacional

- ◆ Impactos Diretos: $Id_{co} = \frac{CA}{CO}$
- ◆ Impactos Diretos e Indiretos:
 - Impactos a Jusante: $Idi_{co} = (1 - A)^{-1} \cdot Id_{co}$
 - Impactos a Montante: $Idi_{co} = Id_{co} \cdot (I - A)^{-1}$

Cenário 01: Variação no VBP

- ◆ Impactos Diretos: $Id_{VBP} = \frac{CA}{VBP}$
- ◆ Impactos Diretos e Indiretos:
 - Impactos a Jusante: $Idi_{VBP} = (1 - A)^{-1} \cdot Id_{VBP}$
 - Impactos a Montante: $Idi_{VBP} = Id_{VBP} \cdot (I - A)^{-1}$

Cenário 02: Variação no EBO

- ◆ Impactos Diretos: $Id_{EBO} = \frac{Id_{VBP} \cdot VBP}{EBO}$
- ◆ Impactos Diretos e Indiretos:
 - Impactos a montante: $Idi_{EBO} = (I - A)^{-1} \cdot Id_{EBO}$
 - Impactos a jusante: $Idi_{EBO} = Id_{EBO} \cdot (I - A)^{-1}$

Impactos da variação do VBP sobre Índices de Preço

- ♦ Objetivo:
 - Estimar e analisar os impactos das variações no VBP, a partir da cobrança do recurso água, sobre o INPC e o IPCA
- ♦ Hipótese:
 - Total repasse de custos para os preços
- ♦ Para a correta captação deste efeito, é necessário considerar as relações diretas e indiretas entre os setores

VBP x Índices de Preço

Base de Dados

- ◆ Vetores de Custo da Água
- ◆ Matriz Inversa de Leontief (Z) para o Brasil
- ◆ Vetores de ponderação setorial dos índices de preço considerados
 - (P_{INPC} e P_{IPCA})

$$P_{INPC} = \begin{array}{|c|} \hline \\ \hline \end{array}$$

$\Sigma = 1$

$$P_{IPCA} = \begin{array}{|c|} \hline \\ \hline \end{array}$$

$\Sigma = 1$

Impactos da variação do VBP sobre Índices de Preço

- ♦ Impacto da variação do VBP sobre o INPC: $\sum T_{INPC}$

$$T_{INPC} = (I - A)^{-1} \cdot \frac{CA}{VBP} \cdot P_{INPC}$$

- ♦ Impacto da variação do VBP sobre o IPCA: $\sum T_{IPCA}$

$$T_{IPCA} = (I - A)^{-1} \cdot \frac{CA}{VBP} \cdot P_{IPCA}$$

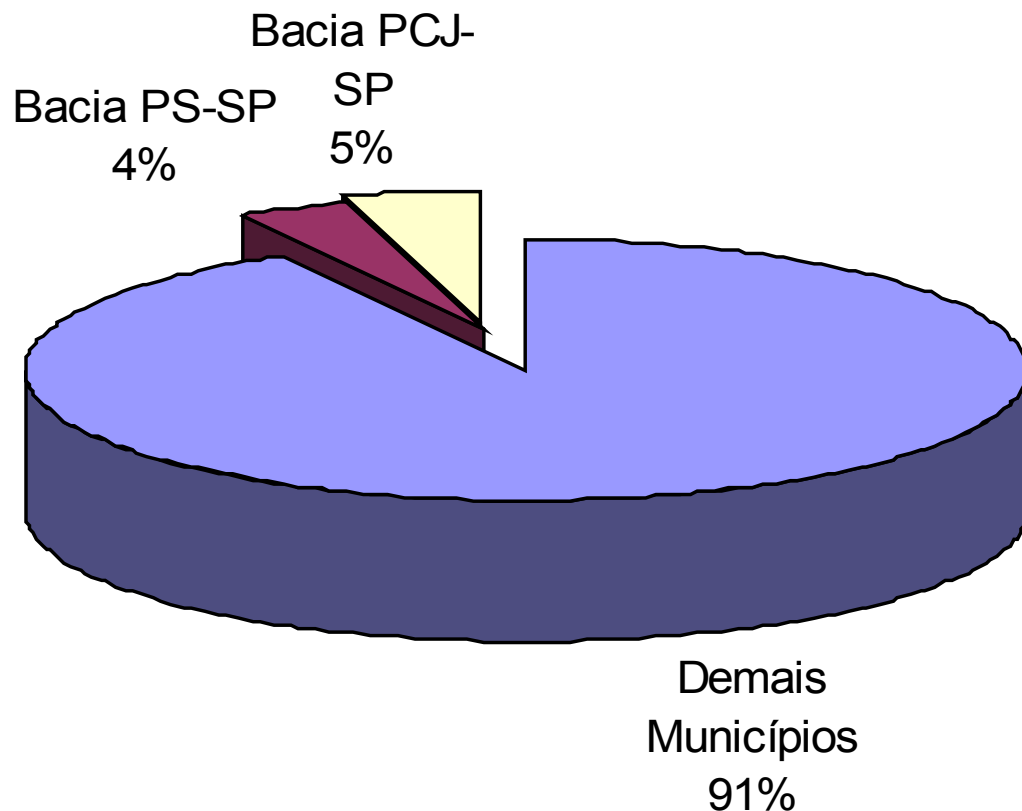
Setorialização das Matrizes

- ◆ Tabelas de Recursos e Usos (TRUs)
 - Desagregação de 42 setores
 - Possibilita às matrizes Brasil este número de setores
- ◆ Matrizes São Paulo
 - Desagregação máxima em 39 setores
 - Fonte: setorialização da PIA/IBGE

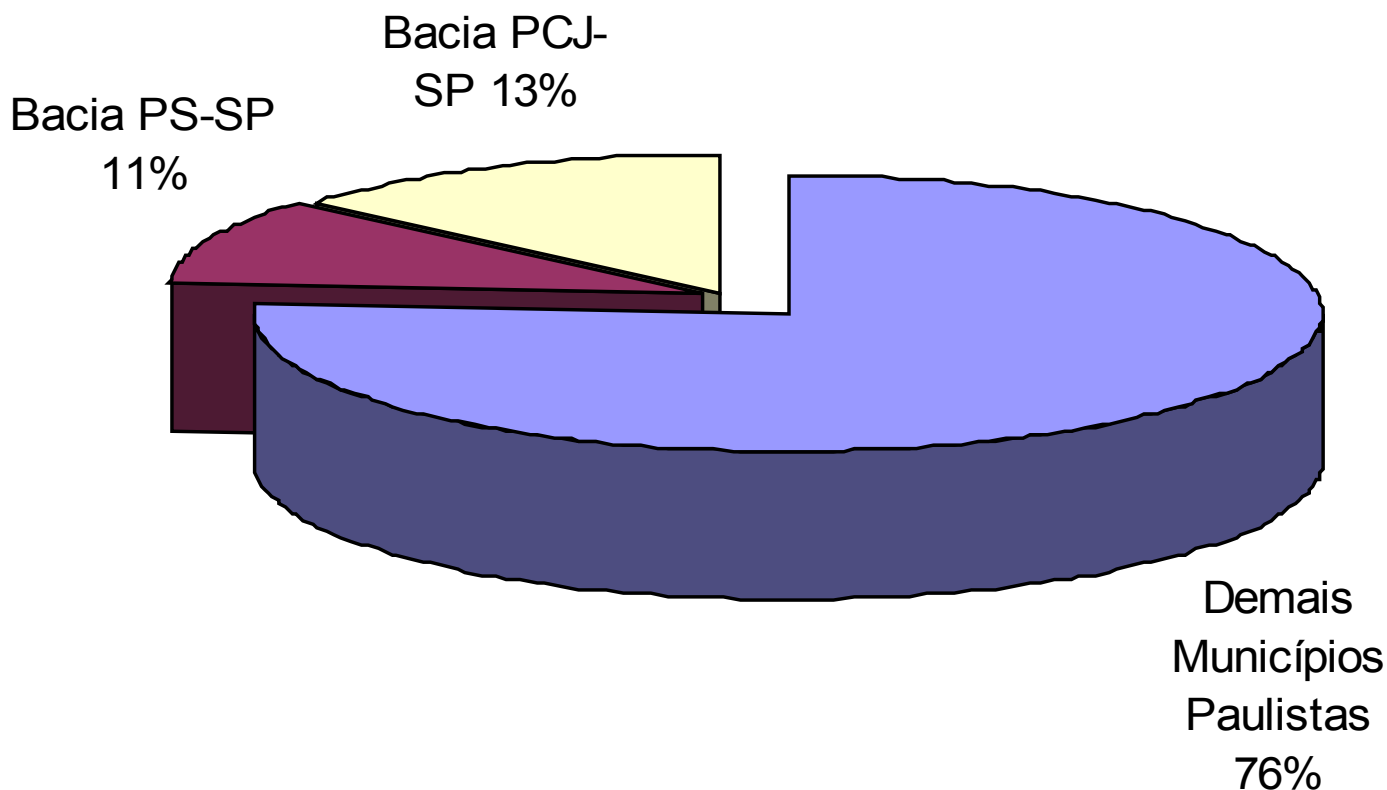
Setorialização das Matrizes para Bacias Hidrográficas

- ◆ Seleccionados 24 setores
- ◆ Critérios:
 - Existência da produção setorial nas bacias analisadas
 - Participação relativa no volume de vazão para captação e lançamento nas bacias
 - Participação relativa na Produção Bruta (VBP) nas bacias

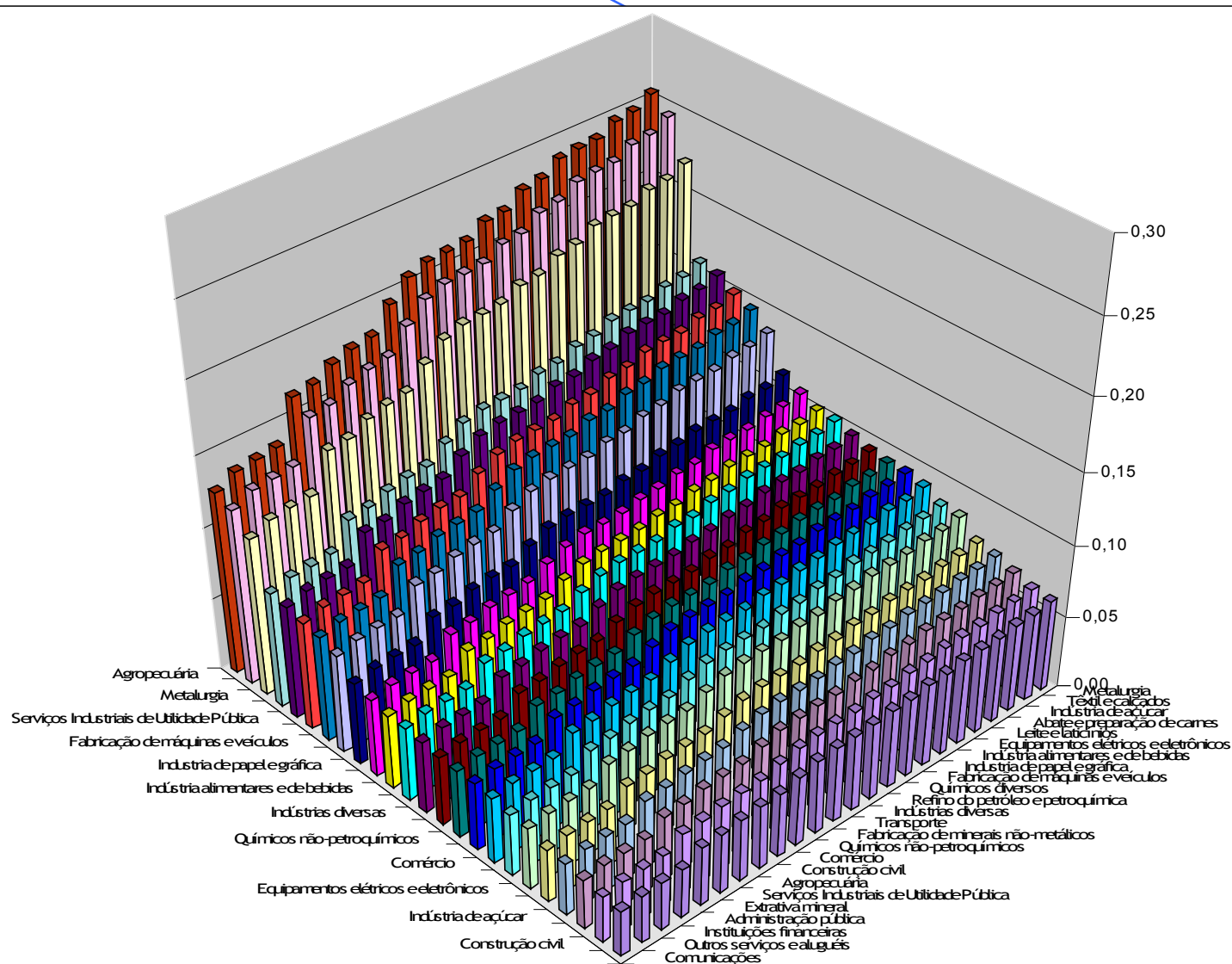
Participação percentual do VBP das Bacias PS-SP e PCJ-SP no VBP Brasileiro - 1999



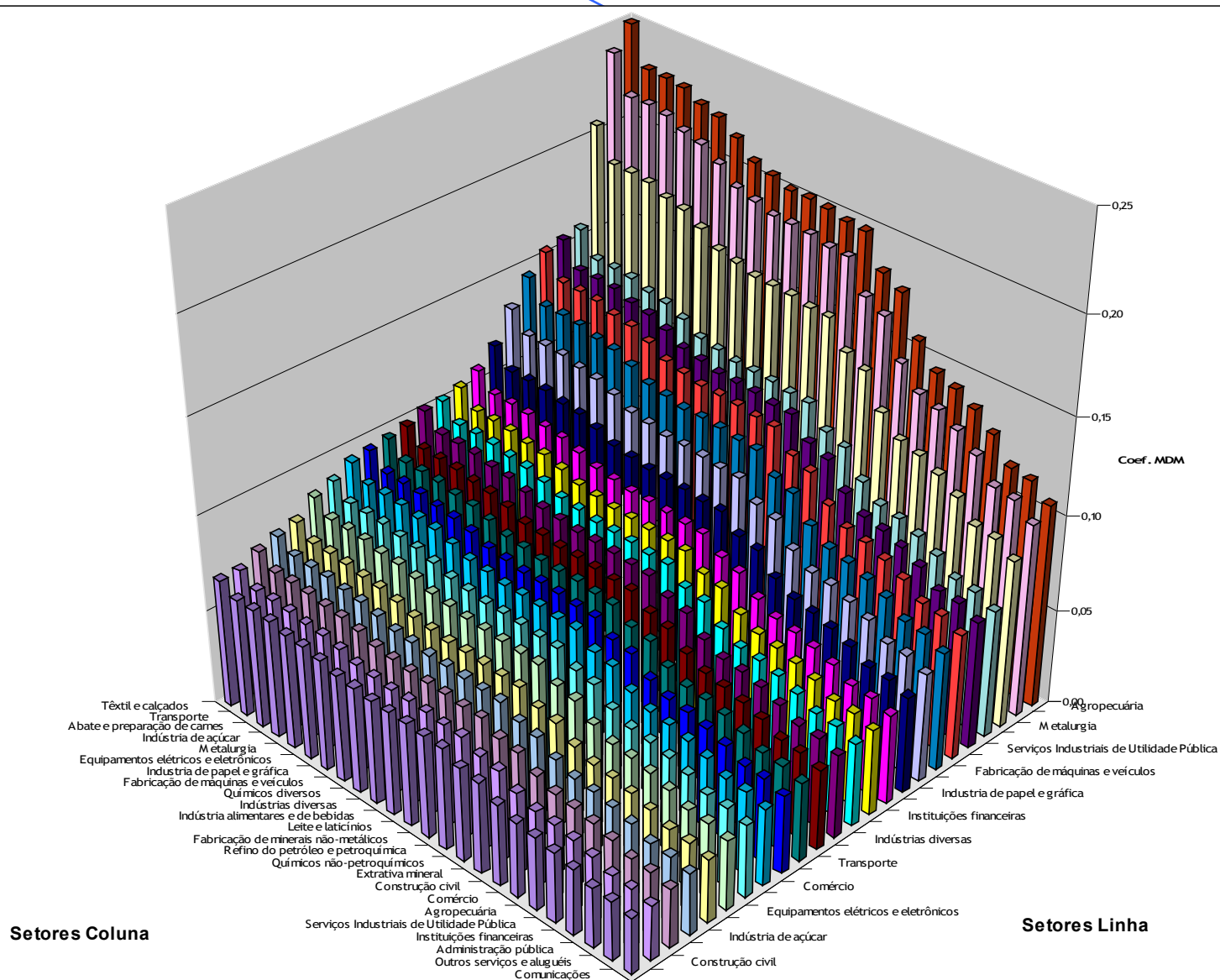
Participação percentual do VBP das Bacias PS-SP e PCJ-SP no VBP Paulista - 1999



Topografia Econômica 1999: Brasil – 24 Setores



Topografia Econômica 1999: São Paulo – 24 Setores



Construção das MRI's

♦ Base de Dados

- IBGE
- Estatísticas regionais e estaduais
- Dados de Outorga
- Eventuais dados dos Comitês de Bacias

♦ Metodologia

- Atualização de coeficientes técnicos pelo método RAS
- Desagregação setorial (IBGE)
- Aproximações com a atualização de *proxis*
- Ajustamento de projeções (técnicas *shift-share*)

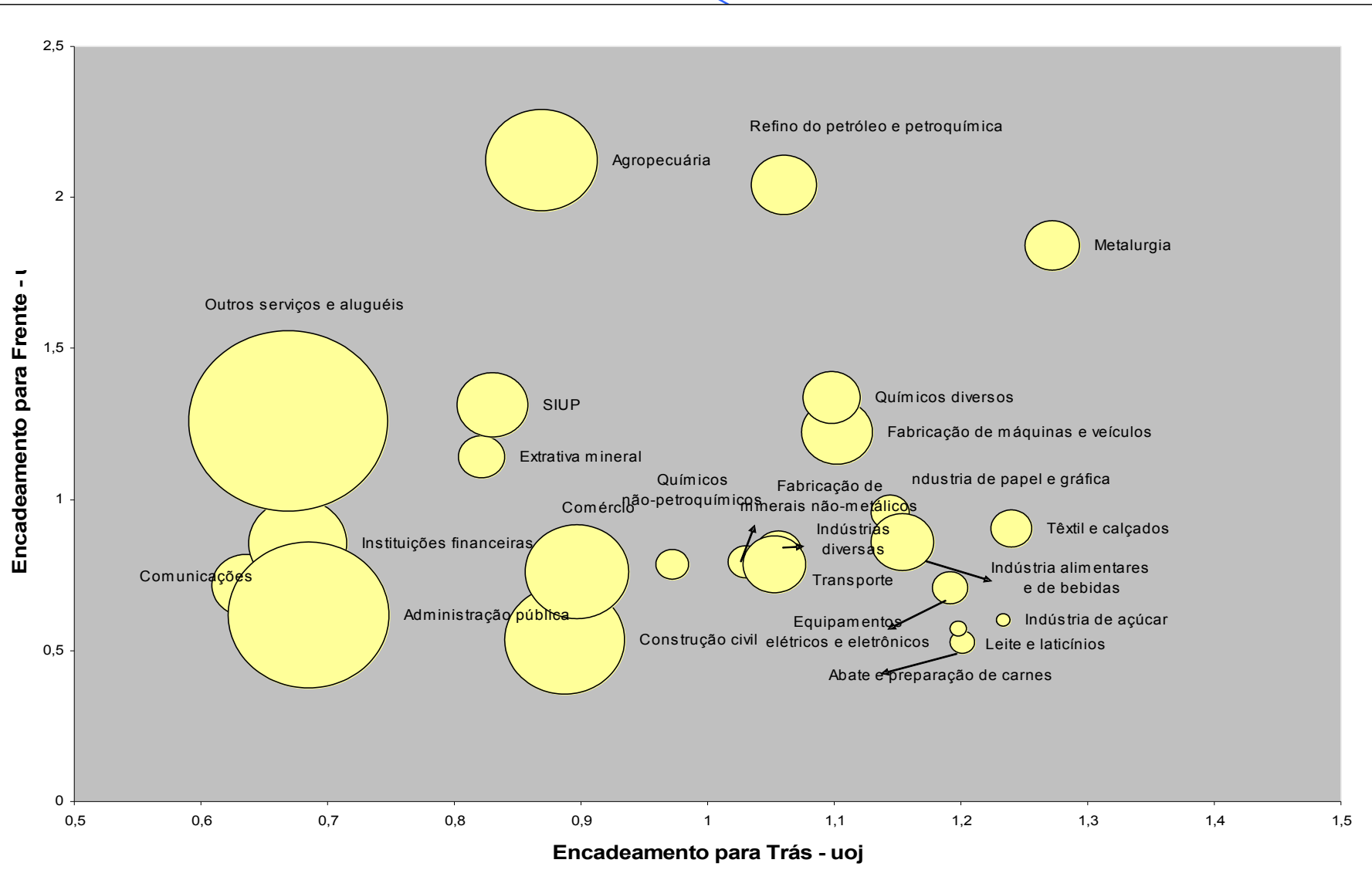
Setores com Forte Poder de Encadeamento para Trás Brasil 1999 (24 setores)

Setor	u_{oj}	v_{oj}
Fabricação de minerais não-metálicos	1,031322	2,608147
Metalurgia	1,272783	3,050579
Fabricação de máquinas e veículos	1,103442	2,620507
Equipamentos elétricos e eletrônicos	1,192739	2,292859
Indústria de papel e gráfica	1,145069	2,630488
Refino do petróleo e petroquímica	1,061669	2,913717
Químicos diversos	1,098397	2,437914
Têxtil e calçados	1,240560	2,867148
Indústria alimentares e de bebidas	1,155115	2,500065
Abate e preparação de carnes	1,202124	2,363507
Leite e laticínios	1,199110	2,454528
Indústria de açúcar	1,234111	2,169440
Indústrias diversas	1,056773	2,384162
Transporte	1,053476	2,351503

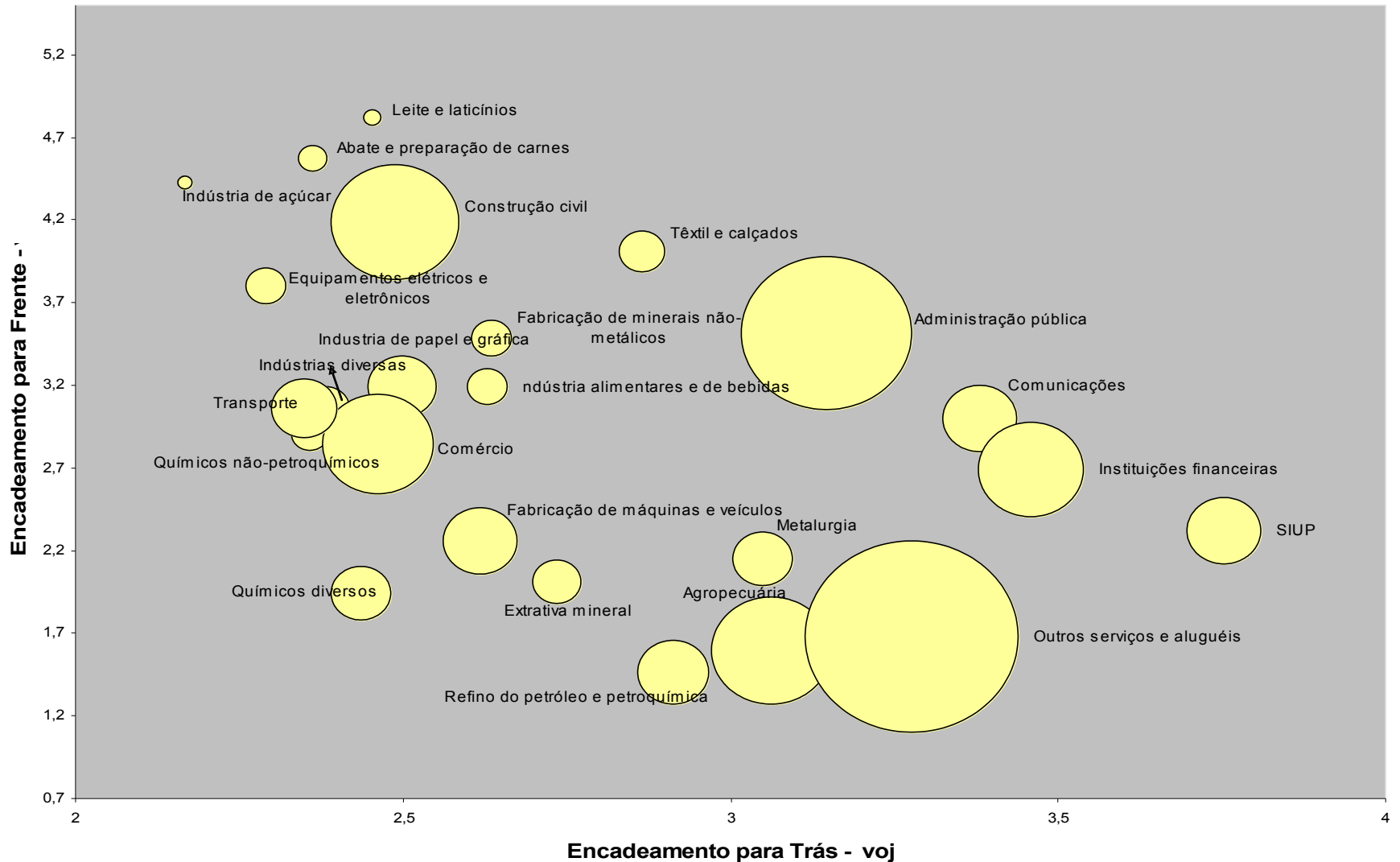
Setores com Forte Poder de Encadeamento para Frente Brasil 1999 (24 setores)

Setor	u_{io}	v_{io}
Agropecuária	2,118463	1,588026
Extrativa mineral	1,139090	2,002934
Metalurgia	1,836610	2,139484
Fabricação de máquinas e veículos	1,217474	2,249750
Refino do petróleo e petroquímica	2,037937	1,455029
Químicos diversos	1,332544	1,931132
SIUP	1,311064	2,313904
Outros serviços e aluguéis	1,257055	1,671440

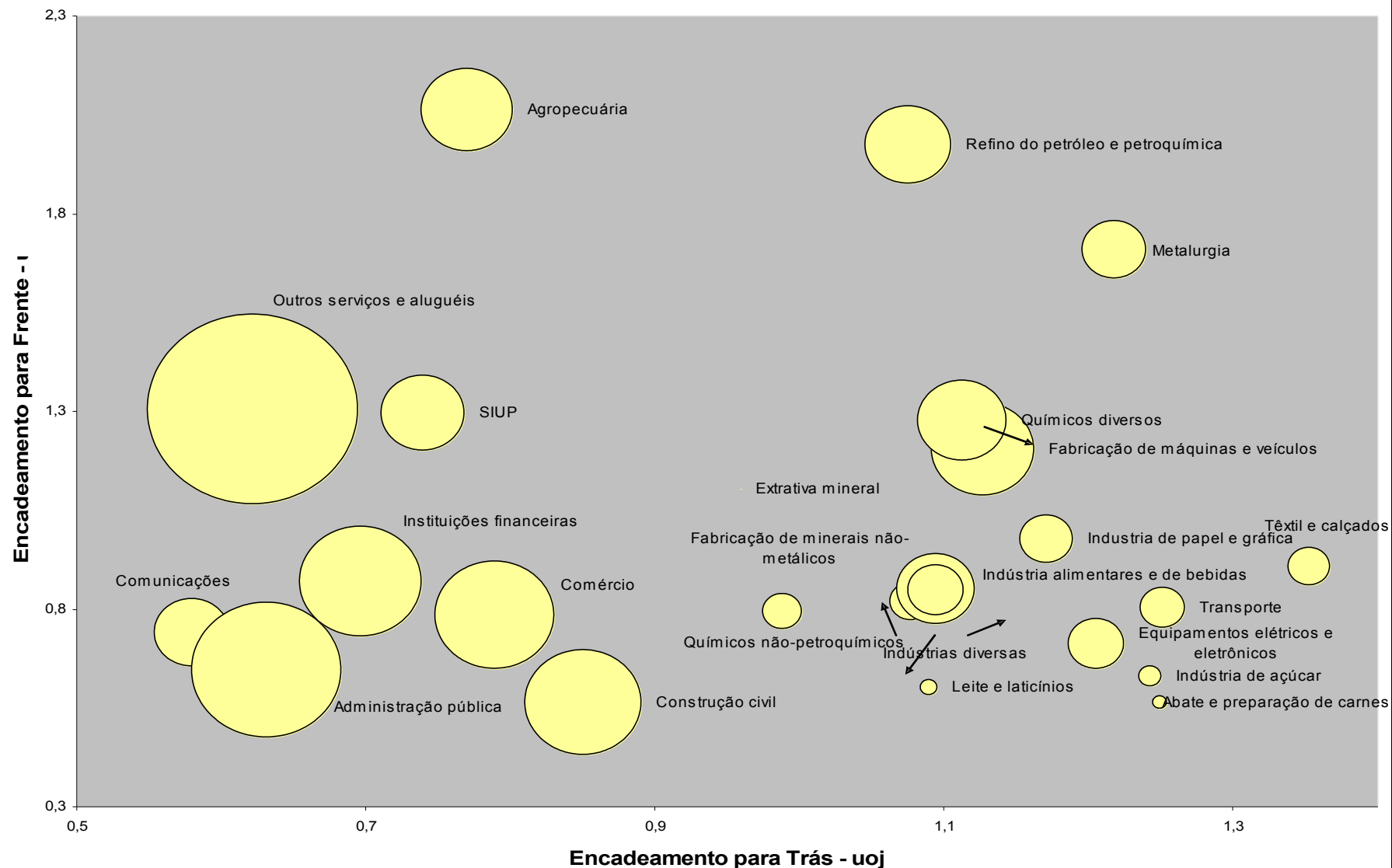
Coeficiente de Rasmussen – Índice de Encadeamento: Brasil 1999



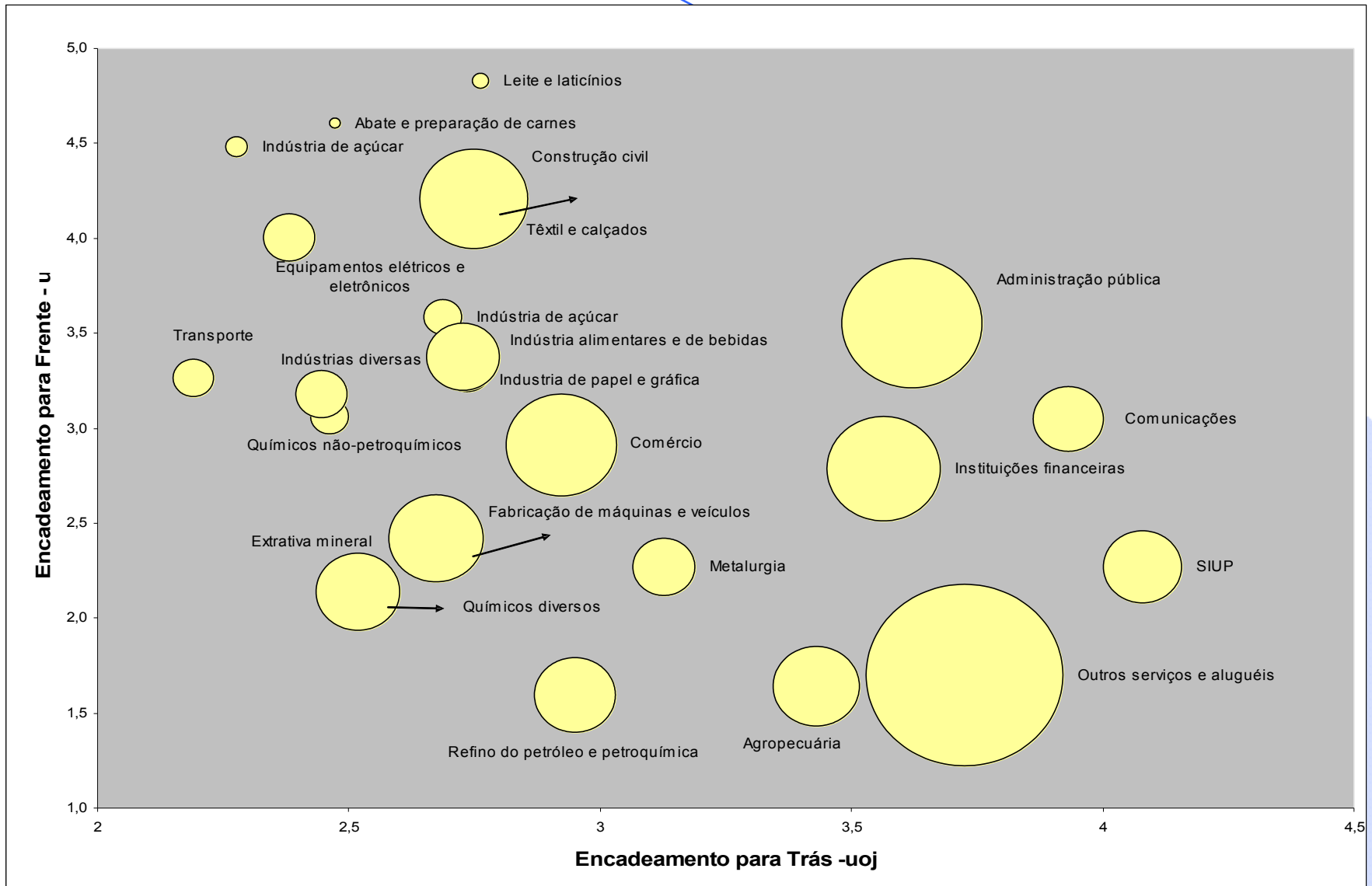
Coeficiente de Rasmussen – Índice de Esparramamento: Brasil 1999



Coeficiente de Rasmussen – Índice de Encadeamento: São Paulo 1999



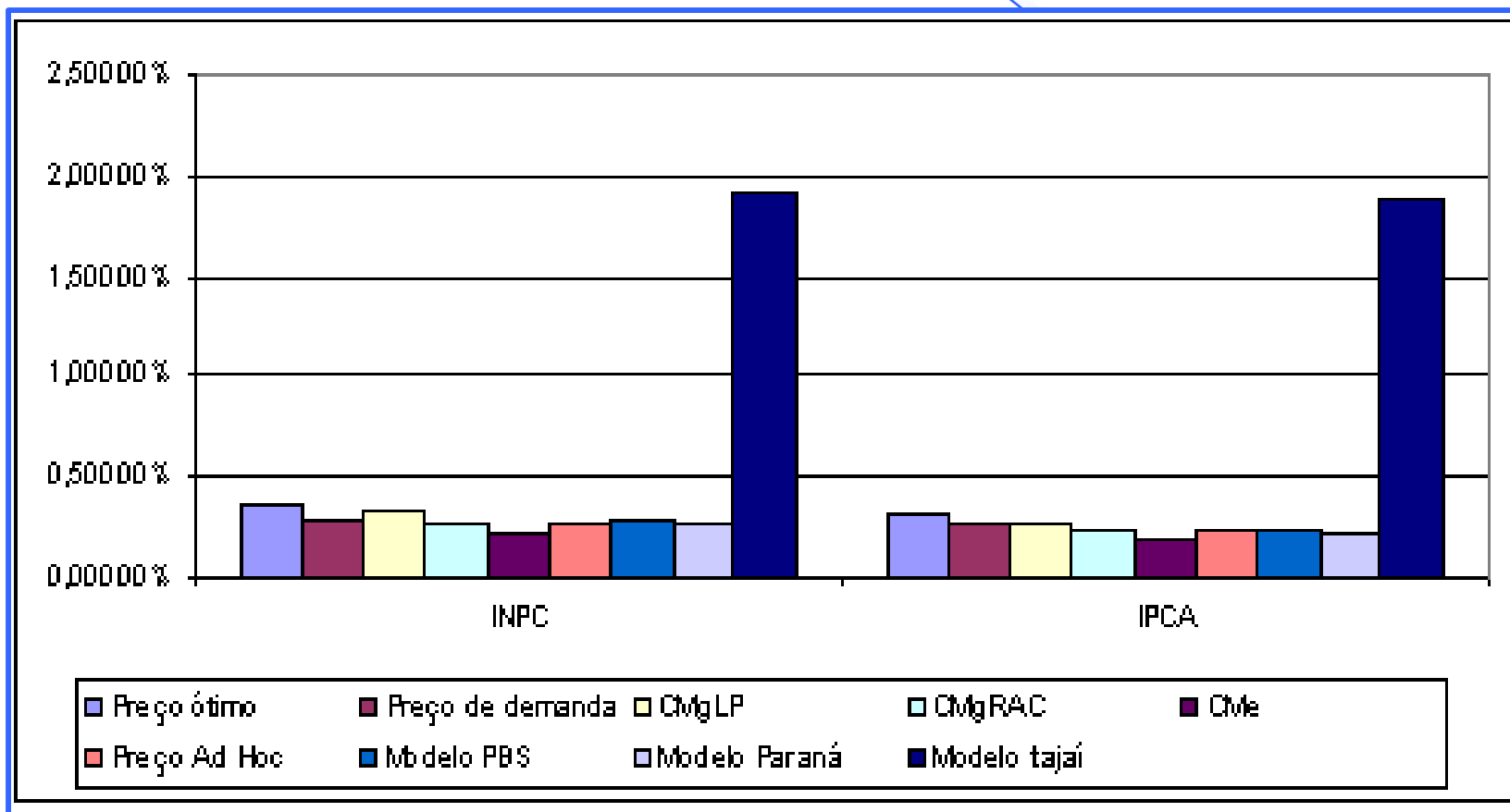
Coeficiente de Rasmussen – Índice de Esparramamento: São Paulo 1999



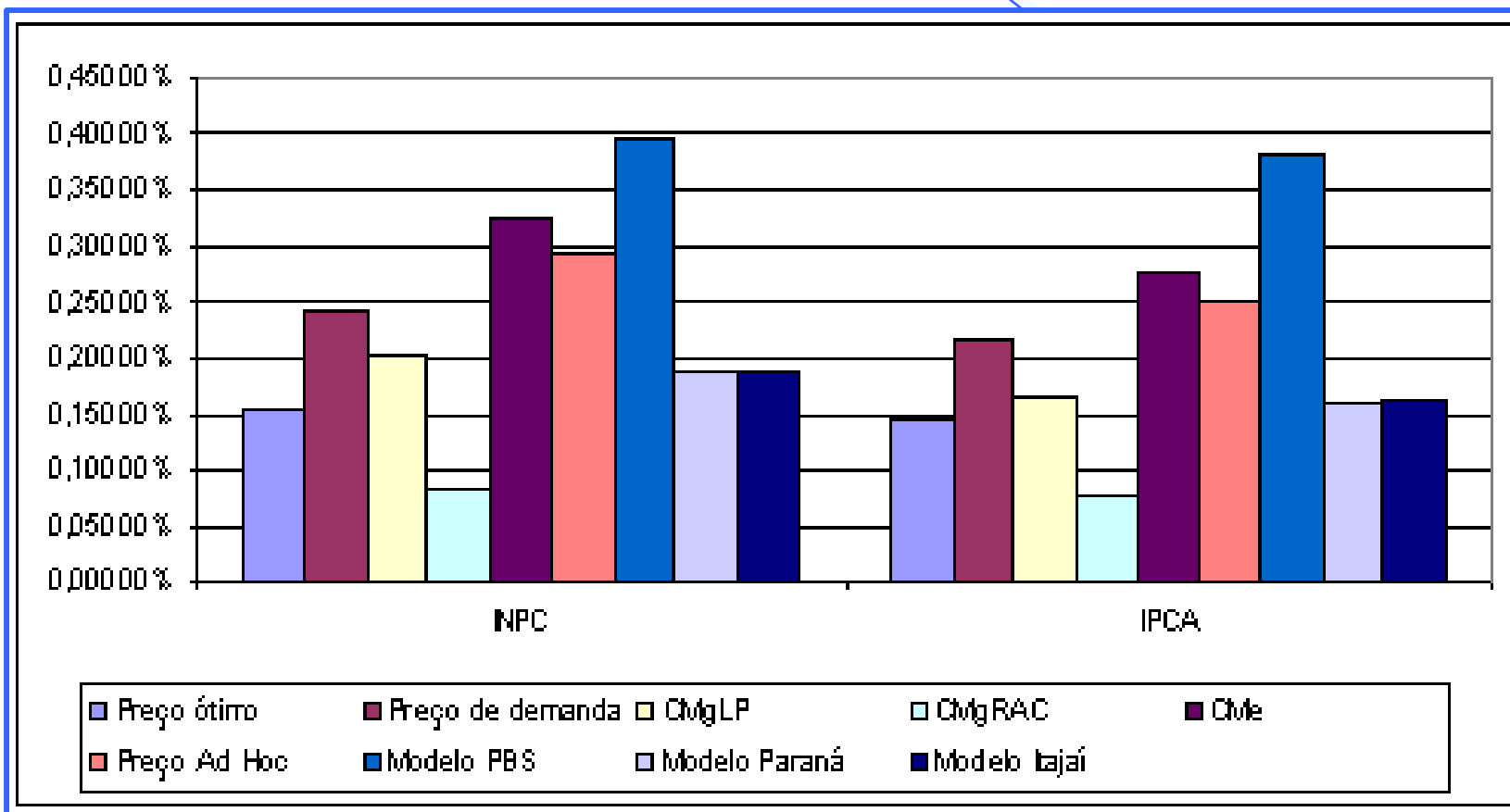
Grupo de Estudos de Relações Intersectoriais

**IMPACTOS DA COBRANÇA
PELO USO DA ÁGUA SOBRE
A ECONOMIA**

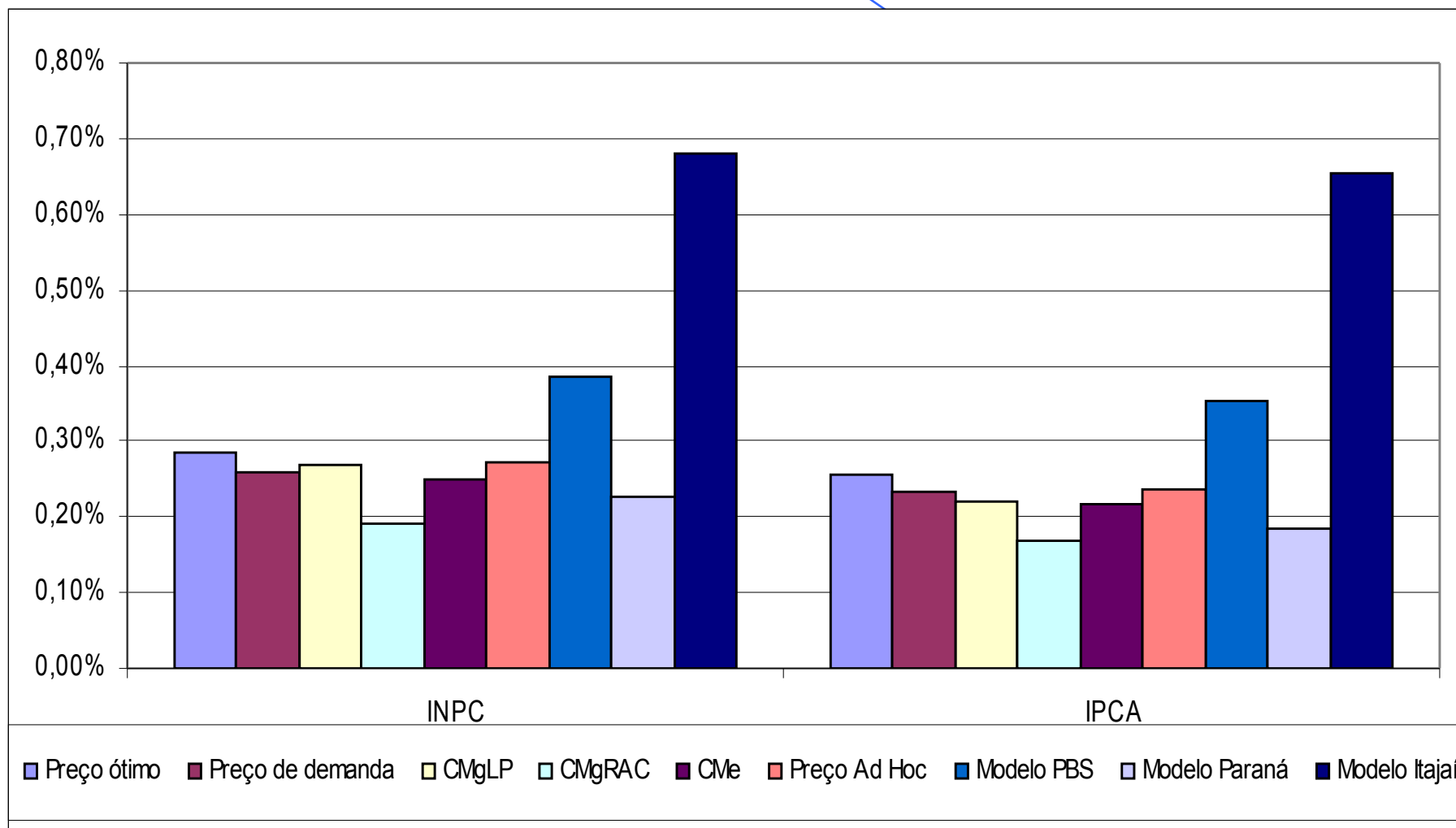
Impactos Totais da Cobrança Pelo Uso da Água Sobre INPC e IPCA – Bacia do PCJ



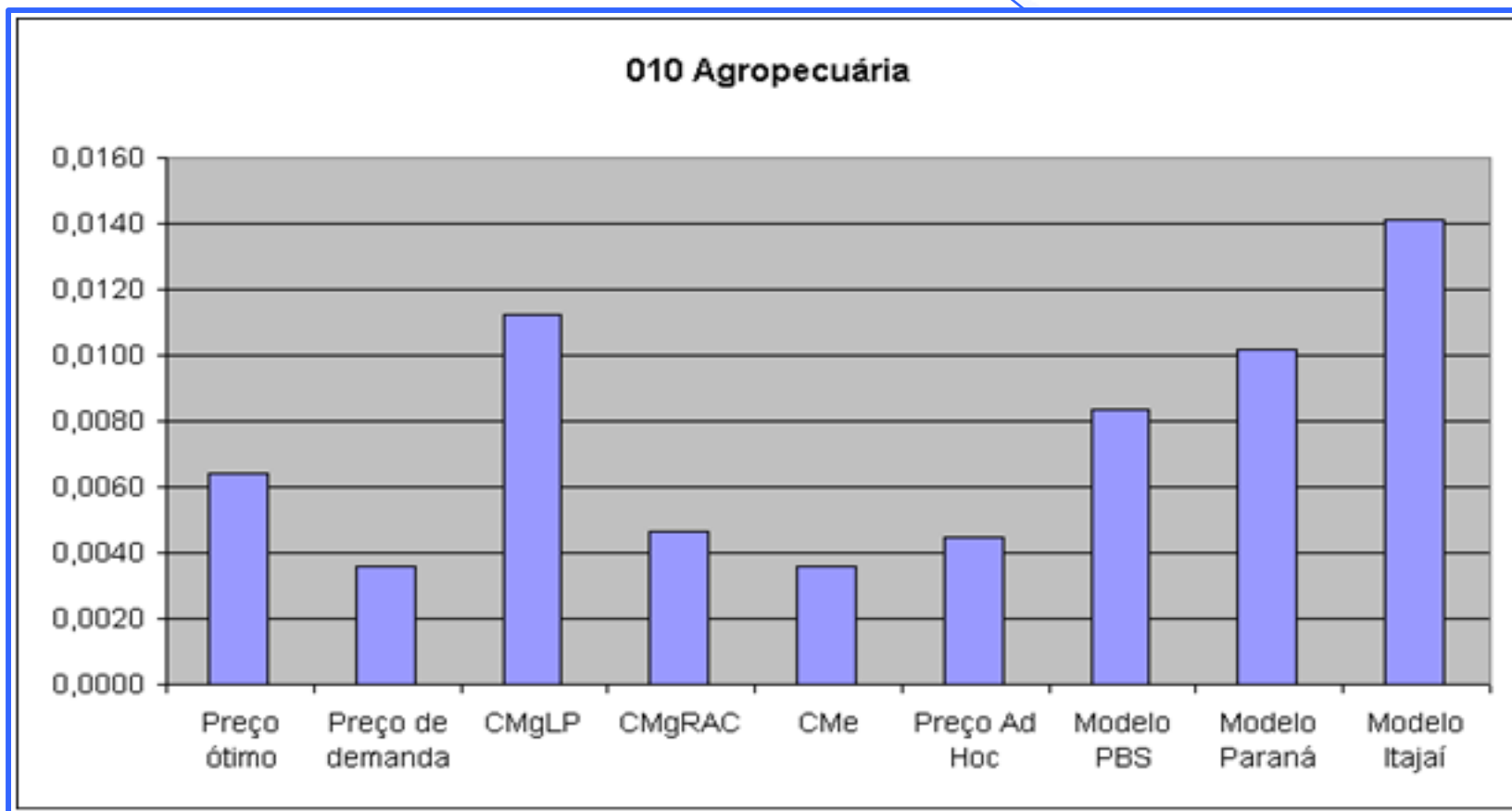
Impactos Totais da Cobrança Pelo Uso da Água Sobre INPC e IPCA– Bacia do PS/SP



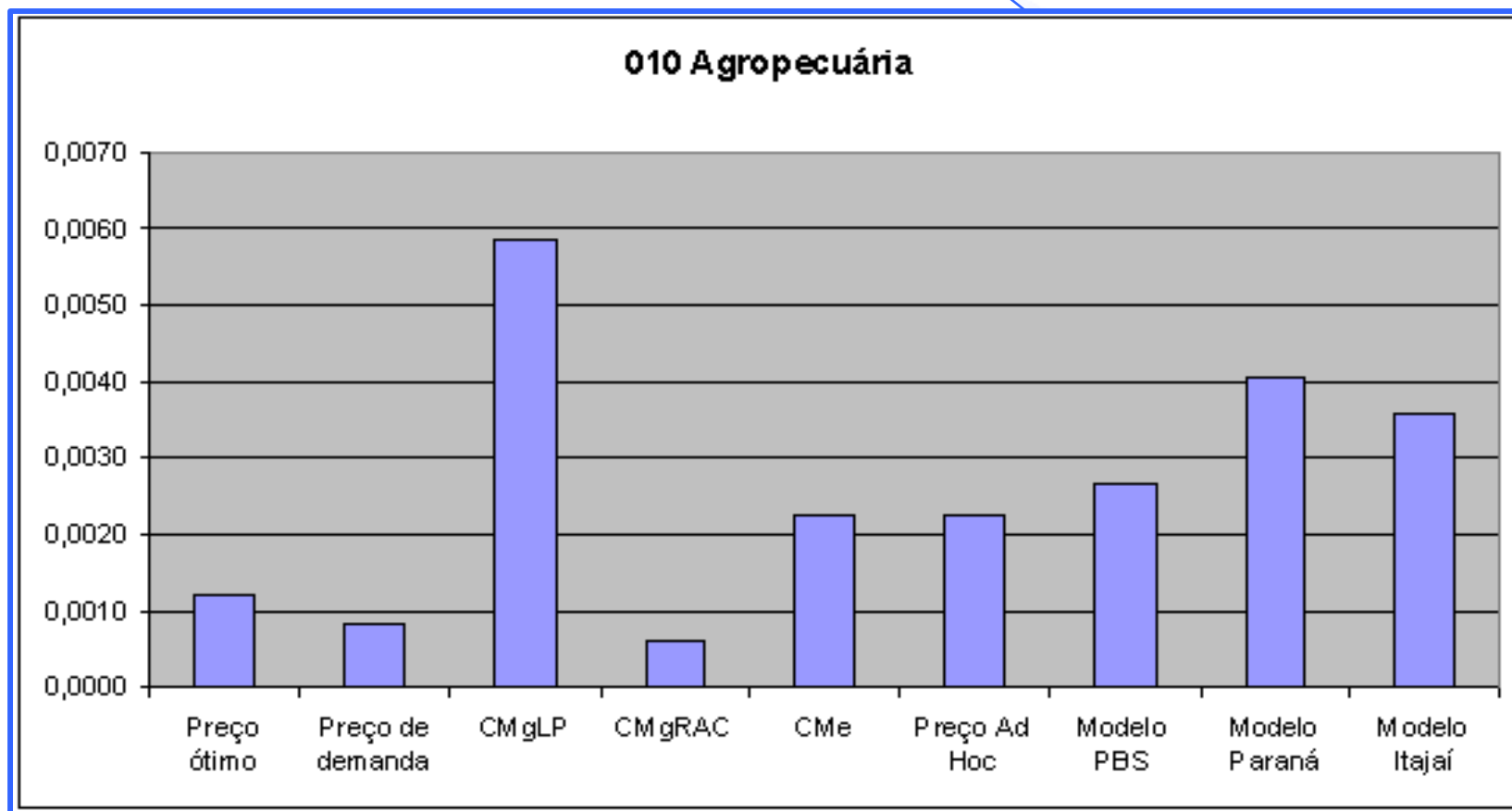
Bacias PS-SP + PCJ-SP : Impactos Diretos e Indiretos sobre INPC e IPCA



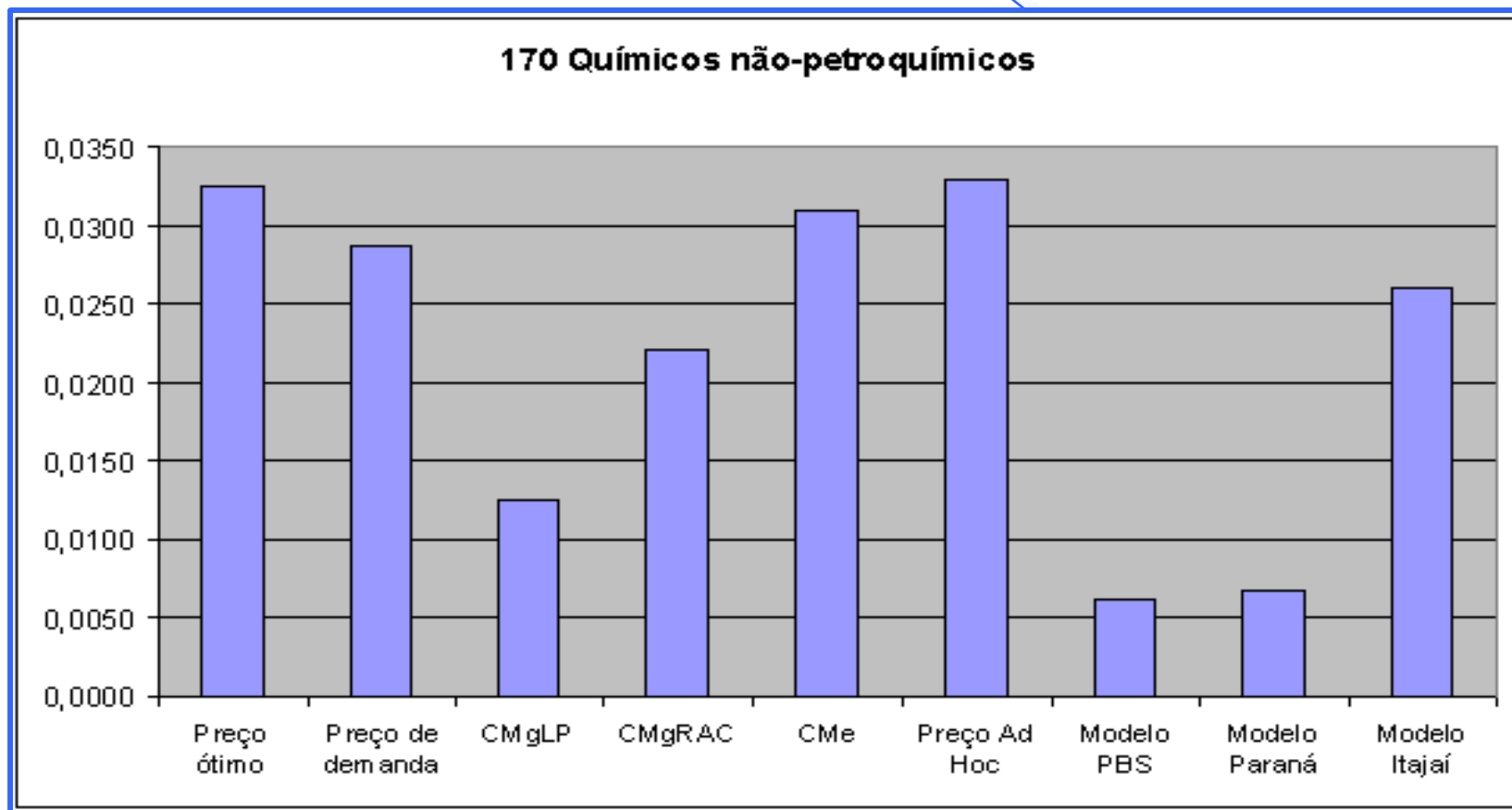
EXEMPLO=> PADRÃO DE COBRANÇA DO PCJ: IMPACTOS DIRETOS E INDIRETOS SOBRE O VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO POR METODOLOGIA DE PREÇO



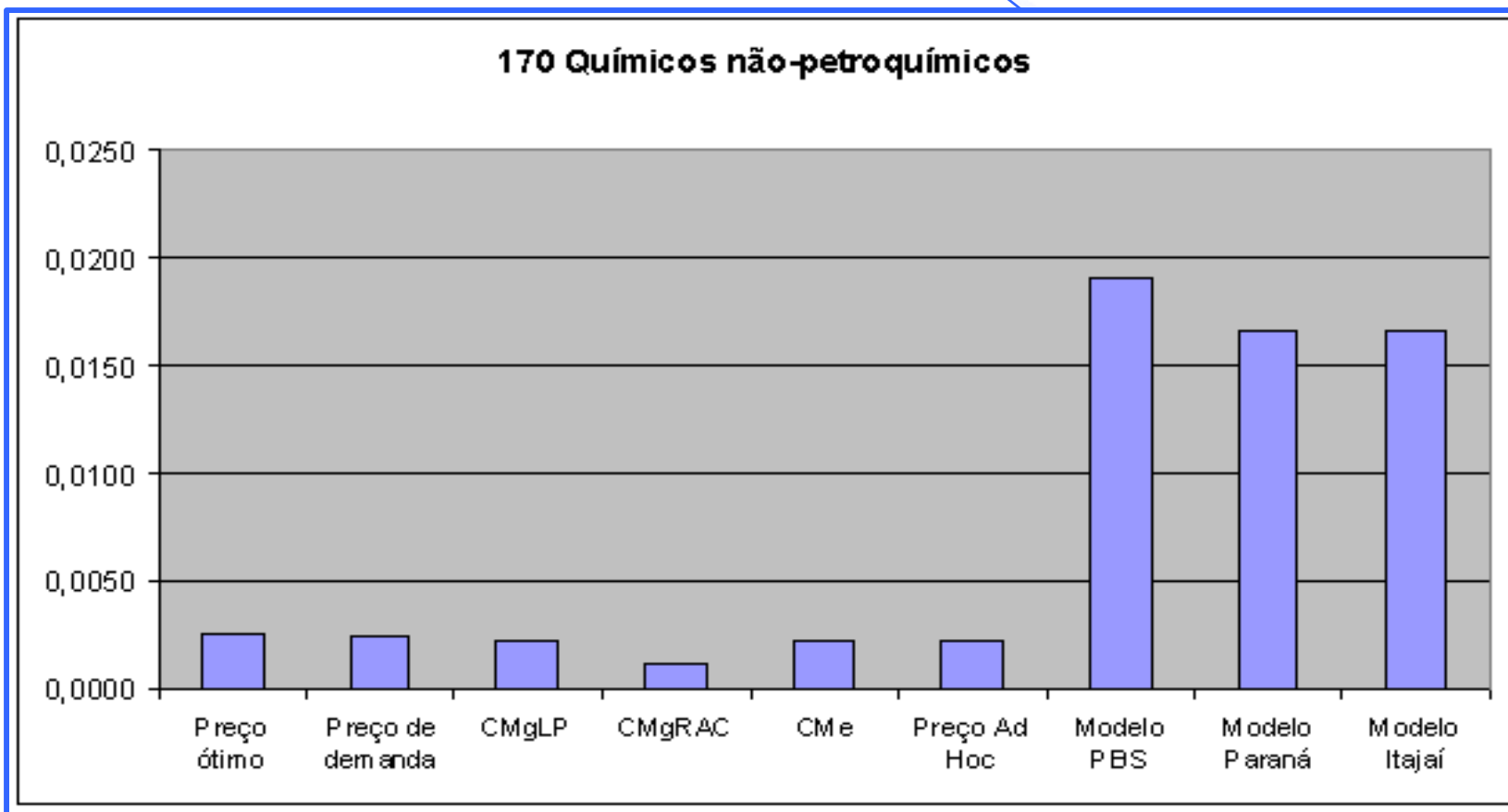
EXEMPLO=> PADRÃO DE COBRANÇA DO PS/SP: IMPACTOS DIRETOS E INDIRETOS SOBRE O VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO POR METODOLOGIA DE PREÇO



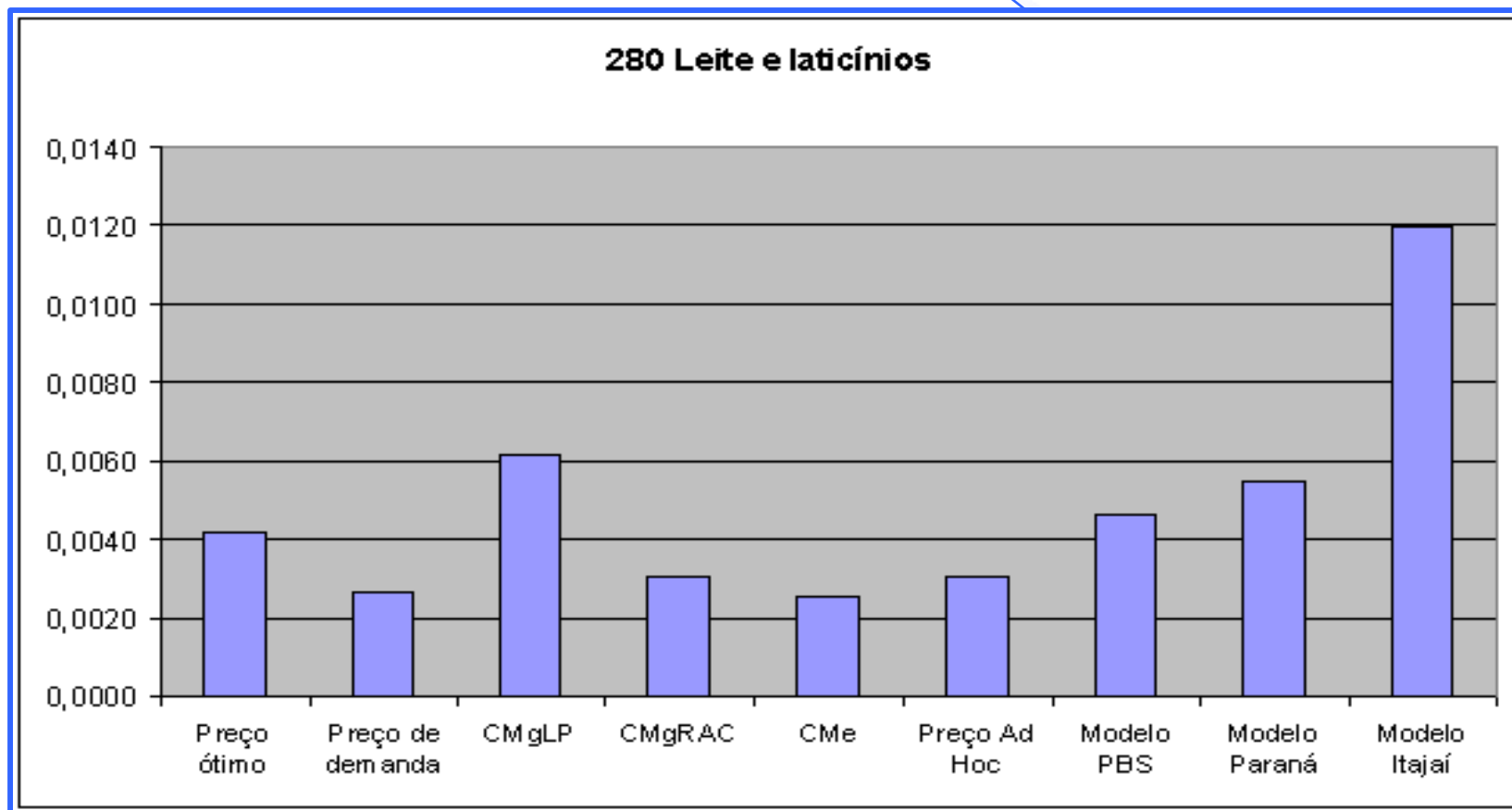
EXEMPLO=> PADRÃO DE COBRANÇA DO PCJ: IMPACTOS DIRETOS E INDIRETOS SOBRE O VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO POR METODOLOGIA DE PREÇO



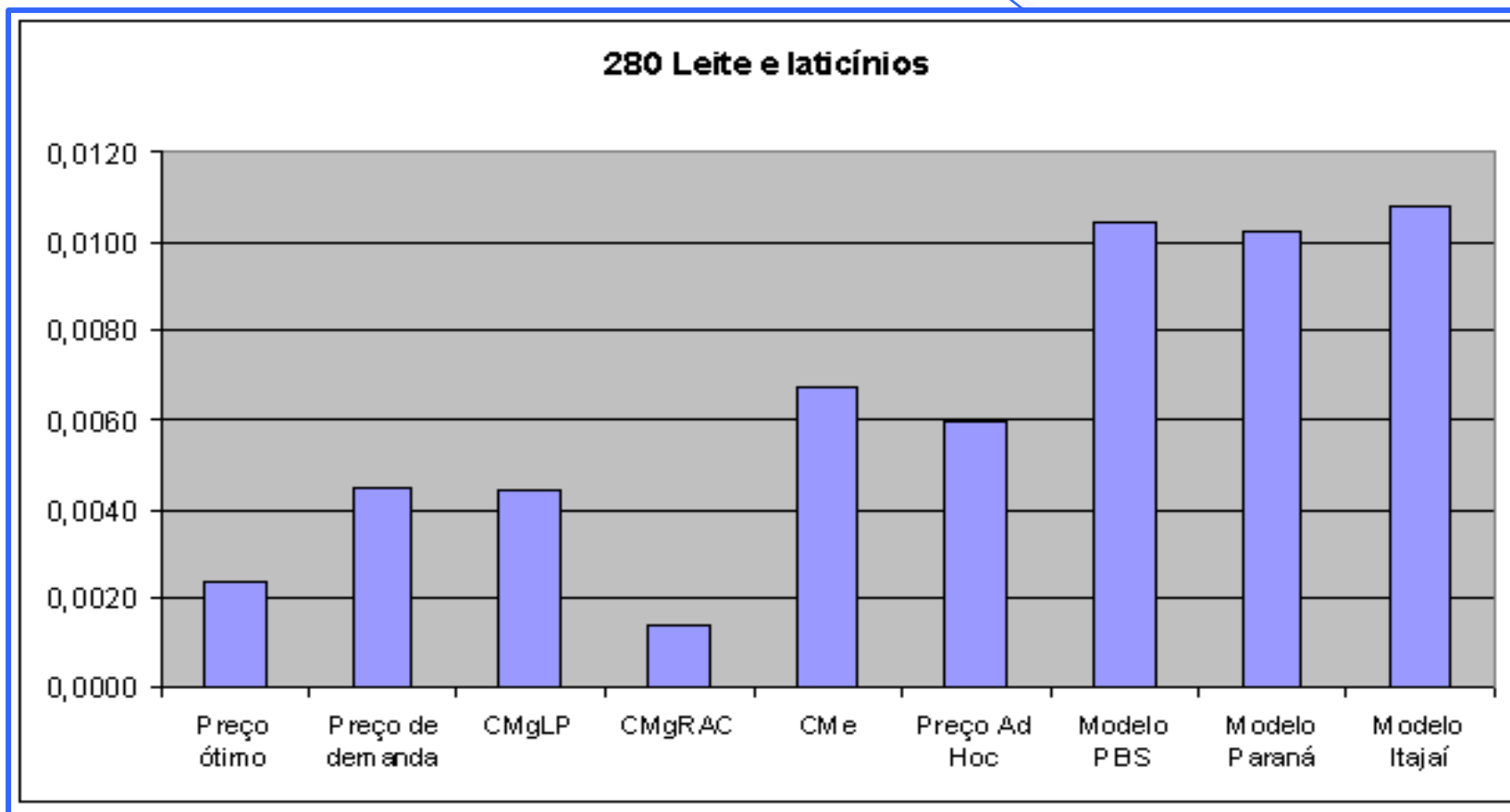
EXEMPLO=> PADRÃO DE COBRANÇA DO PS/SP: IMPACTOS DIRETOS E INDIRETOS SOBRE O VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO POR METODOLOGIA DE PREÇO



EXEMPLO=> PADRÃO DE COBRANÇA DO PCJ: IMPACTOS DIRETOS E INDIRETOS SOBRE O VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO POR METODOLOGIA DE PREÇO



EXEMPLO=> PADRÃO DE COBRANÇA DO PS/SP: IMPACTOS DIRETOS E INDIRETOS SOBRE O VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO POR METODOLOGIA DE PREÇO



ASPECTOS ECONÔMICOS DOS MODELOS DE COBRANÇA DA ÁGUA PELA DILUIÇÃO DE EFLUENTES:

a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

Coord. João Damásio (GERI - UFBA)



ASPECTOS ECONÔMICOS DOS MODELOS DE COBRANÇA DA ÁGUA PELA DILUIÇÃO DE EFLUENTES: a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

- ◆ Proponente/ Executor
 - FAPEX – Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão
- ◆ Instituição
 - UFBa – Universidade Federal da Bahia
 - FCE – Faculdade de Ciências Econômicas
 - GERI – Grupo de Estudos de Relações Intersectoriais

Objetivo Geral

- ♦ **Desenvolver modelos de simulação com novas formulações para cobrança pelo uso da água pela diluição de efluentes**
- ♦ **Avaliar os impactos diretos e indiretos sobre a economia regional: bacia do rio Paraíba do Sul – trechos paulista e fluminense**
- ♦ **(Revisão do Cadastro de Usuários)**

CRONOGRAMA E DESCRIÇÃO DE ATIVIDADES – 2005 e 2006

Jan/05 a Ago/05	Atividade 01: Atualização e caracterização dos cadastros das atividades usuárias de água na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, trechos paulista e fluminense
Jan/05 a Abr/06	Atividade 02: Incorporação dos aspectos microeconômicos da cobrança pela diluição de efluentes nos modelos de preços a serem ensaiados – PS/SP e PS/RJ
Jan/05 a Dez/05	Atividade 03: Construção das MRI's compatibilizadas para os estados de São Paulo e Rio de Janeiro e de sua agregação
Set/05 a Abr/06	Atividade 04: Construção das MRI's-Sínteses para a bacia do rio Rio Paraíba do Sul, trechos paulista e fluminense
Mar/06 a Ago/06	Atividade 05: Ensaios e simulações dos modelos de cobrança de água pela diluição de efluentes e cálculo de impactos diretos
Abr/06 a Nov/06	Atividade 06: Montagem do modelo de simulação de impactos diretos e indiretos da cobrança da água pela diluição de efluentes, bacia do rio Paraíba do Sul (SP e RJ)
Jan/05 a Out/06	Atividade 07: Extensões das simulações a outras bacias hidrográficas da rede CT-HIDRO 2004
Out/06 a Dez/06	Atividade 08: Redação do Relatório Final

Cadastro de Usuários

- ♦ Base de dados: Sistema de Gestão Integrada da Bacia do Paraíba do Sul (GESTIN) - ANA
 - Incorporação de informações do SISCO
 - Sistema desativado em 2006
 - Migração de informações para o CNARH – Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (não disponível para consulta pública)

GESTIN: Obstáculos

- ♦ Duplicidade de registro de declarações segundo critérios de dominialidade
- ♦ Não-atualização de informações: manutenção de declarações retificadas e retificadoras
- ♦ Preenchimento dos quadros é não obrigatória: declarações incompletas

GESTIN: variáveis selecionadas

- ♦ **Volume Médio Mensal Captado (VolMdCap)**
- ♦ **Volume Médio Mensal Lançado (VolMd|Lanç)**
- ♦ **Volume Médio Mensal Tratado (VolMdTrat)**
- ♦ **Concentração de DBO5 no Efluente Bruto (ConDBO5EflBr)**
- ♦ **Concentração de DBO5 Efluente Tratado (ConDBO5EflTrat)**
- ♦ **Concentração de DQO no Efluente Bruto (ConDQOEflBr)**
- ♦ **Concentração de DQO Efluente Tratado (ConDQOEflTrat)**

GESTIN: variáveis calculadas

- ♦ Volume Médio Mensal Consumido

$$\text{VolMdCons} = \text{VolMdCap} - \text{VolMdLang}$$

- ♦ Volume Médio Mensal de Efluente Bruto

$$\text{VolEflBr} = \text{VolMdLang} - \text{VolEflTrat}$$

GESTIN: variáveis calculadas

(Cont.)

- ◆ Carga Potencial de DBO5 (Kg/dia):

$$\text{CgPotDBO5} = \text{ConcDBO5EflBr} * \text{VolEflLang}$$

- ◆ Carga Remanescente de DBO5 (Kg/dia):

$$\text{CgRemDBO5} =$$

$$\text{ConcDBO5EflTrat} * \text{VolEflLang}$$

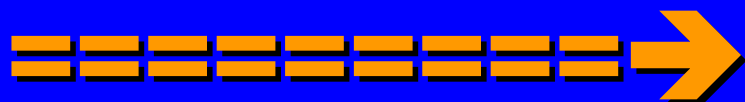
+

$$\text{ConcDBO5EflBr} * \text{VolEflBr}$$

Modalidades de uso para vetores de preços

- ◆ Abastecimento Urbano
- ◆ Abastecimento Industrial
- ◆ Irrigação
- ◆ Esgotamento Sanitário
 - **DBO5**
 - **DQO**
- ◆ Tratamento de Efluentes Industriais
 - **DBO5**
 - **DQO**

RESULTADOS: Ver Planilhas



**ACRÉSCIMOS NO CUSTO ANUAL DE
PRODUÇÃO DECORRENTES DA
COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA COM
DILUIÇÃO DE EFLUENTES**

TRECHOS RIO DE JANEIRO E SÃO PAULO

ACRÉSCIMOS NO CUSTO ANUAL DE PRODUÇÃO DECORRENTES DA COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Setor Bacia	Descrição Setor Bacia	Preço Ótimo	Preço de Demanda	Preço CMgLP	Preço CMgRac	Preço CMe
010	Agropecuária	90.246,66	2.047,87	663.501,77	401.146,65	157.261,77
029	Ext. Mineral	70.230,42	71.218,59	60.050,67	64.930,08	20.581,16
040	Fabr Min Não-Metál	179.564,55	192.973,79	170.745,91	176.558,50	158.181,08
059	Metalurgia	6.616.040,80	6.619.539,79	5.233.756,31	5.781.447,99	1.802.427,69
089	Fabr Máq, Veíc, Peças e Acess	171.600,25	177.470,61	159.452,29	173.178,74	108.846,82
109	Fabr Ap Eq Mat Elét Eletrôn	95.770,36	95.863,79	76.373,35	84.317,84	26.071,17
150	Ind de Papel e Gráfica	848.407,69	937.600,44	1.255.728,68	1.526.141,75	2.758.719,40
170	Fabr Elem Quim e Não-Petroq	13.716,91	13.686,97	10.758,76	11.914,71	3.405,51
180	Refino Petróleo e Ind Petroq	132.249,70	139.590,32	142.004,07	155.979,43	136.053,77
199	Fabr Prod Quim Diversos	279.242,66	302.081,42	353.246,38	430.030,83	771.195,14
229	Ind Têxtil	523.272,06	529.546,84	456.555,26	519.302,21	362.950,53
259	Ind Aliment e Bebidas	286.799,06	311.138,77	343.254,83	376.844,89	420.975,39
270	Abate Prep de Carnes	7.461,71	8.098,35	8.714,05	9.658,49	11.989,86
280	Leite e Laticínios	95.047,58	111.498,07	95.039,66	93.442,21	199.497,79
290	Ind do Açúcar	737.322,50	804.778,04	756.057,47	758.782,29	591.432,70
329	Ind Diversas	7.073.518,63	7.059.436,17	5.551.510,67	6.147.902,79	1.777.633,48
331	SIUP	5.376.327,96	4.783.927,56	7.226.107,96	5.940.124,90	10.784.716,20
340	Construção Civil	14,39	16,69	21,67	20,75	9,52
350	Comércio	52.536,50	53.761,28	46.640,88	50.904,65	27.040,73
360	Transporte	2.400,08	2.518,35	2.054,75	2.190,10	1.908,94
38+39+40+ 41+43	Outros serviços e alugueis¹	75.900,46	76.127,90	61.181,13	67.430,11	21.955,91
420	Adm Pública	2.272.329,05	2.707.078,39	2.327.243,50	2.227.750,13	4.857.145,45
TOTAL		25.000.000,00	25.000.000,00	25.000.000,00	25.000.000,00	25.000.000,00

BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL

TRECHOS RIO DE JANEIRO E SÃO PAULO

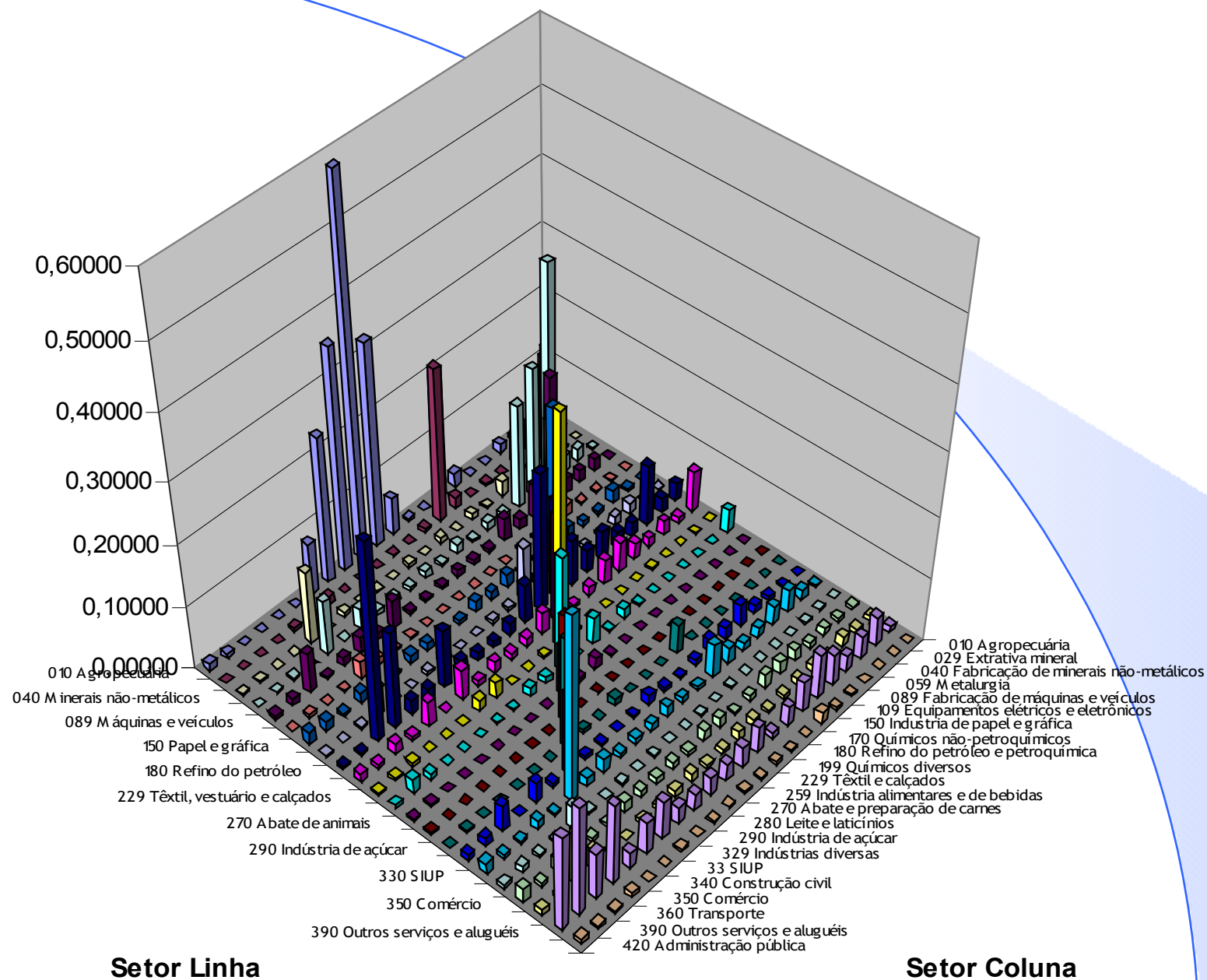
ACRÉSCIMOS NO CUSTO ANUAL DE PRODUÇÃO DECORRENTES DA COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Setor Bacia	Descrição Setor Bacia	Modelo Itajaí	Modelo Paraná	Modelo CEIVAP
010	Agropecuária	138.576,70	1.021.439,59	23.753,61
029	Ext. Mineral	1.378.569,53	72.550,50	83.117,80
040	Fabr Min Não-Metál	194.735,28	243.833,57	234.322,77
059	Metalurgia	6.132.762,19	6.197.254,08	5.806.473,15
089	Fabr Máq, Veíc, Peças e Acess	193.095,23	213.191,66	224.833,22
109	Fabr Ap Eq Mat Elét Eletrôn	89.930,69	90.539,64	86.665,31
150	Ind de Papel e Gráfica	1.662.638,59	2.375.875,00	1.764.741,86
170	Fabr Elem Quim e Não-Petroq	12.613,06	12.613,06	11.773,44
180	Refino Petróleo e Ind Petroq	179.346,40	206.721,40	223.550,62
199	Fabr Prod Quim Diversos	445.727,30	657.609,41	393.746,11
229	Ind Têxtil	547.683,09	616.256,75	501.963,08
259	Ind Aliment e Bebidas	438.041,43	536.528,58	587.986,51
270	Abate Prep de Carnes	10.897,25	13.983,24	13.607,73
280	Leite e Laticínios	89.616,67	173.157,14	94.823,18
290	Ind do Açúcar	891.692,32	1.061.135,05	1.216.426,37
329	Ind Diversas	6.507.637,18	6.515.842,60	6.075.316,22
331	SIUP	6.865.782,67	9.373.520,96	7.941.866,61
340	Construção Civil	29,69	29,69	60,35
350	Comércio	56.098,49	60.265,32	62.483,65
360	Transporte	2.263,73	2.872,91	2.235,25
38+39+40+ 41+43	Outros serviços e alugueis¹	72.244,16	73.072,06	71.185,00
420	Adm Pública	2.176.102,89	4.252.310,34	2.661.668,76
TOTAL		28.086.084,5396	33.770.602,54	28.082.600,59

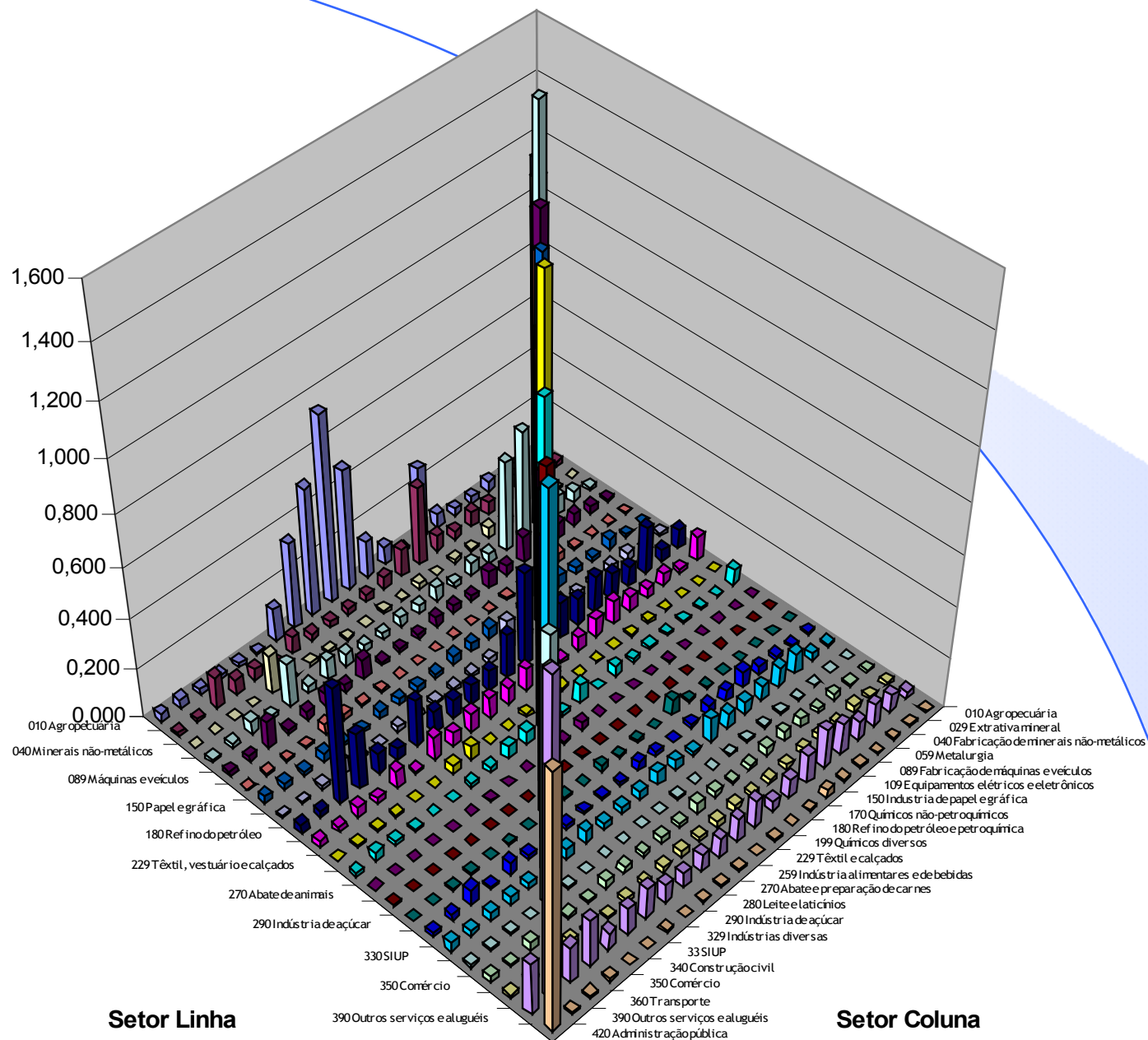
RESULTADOS

MATRIZES DE RELAÇÕES INTERSETORIAIS – MRI's

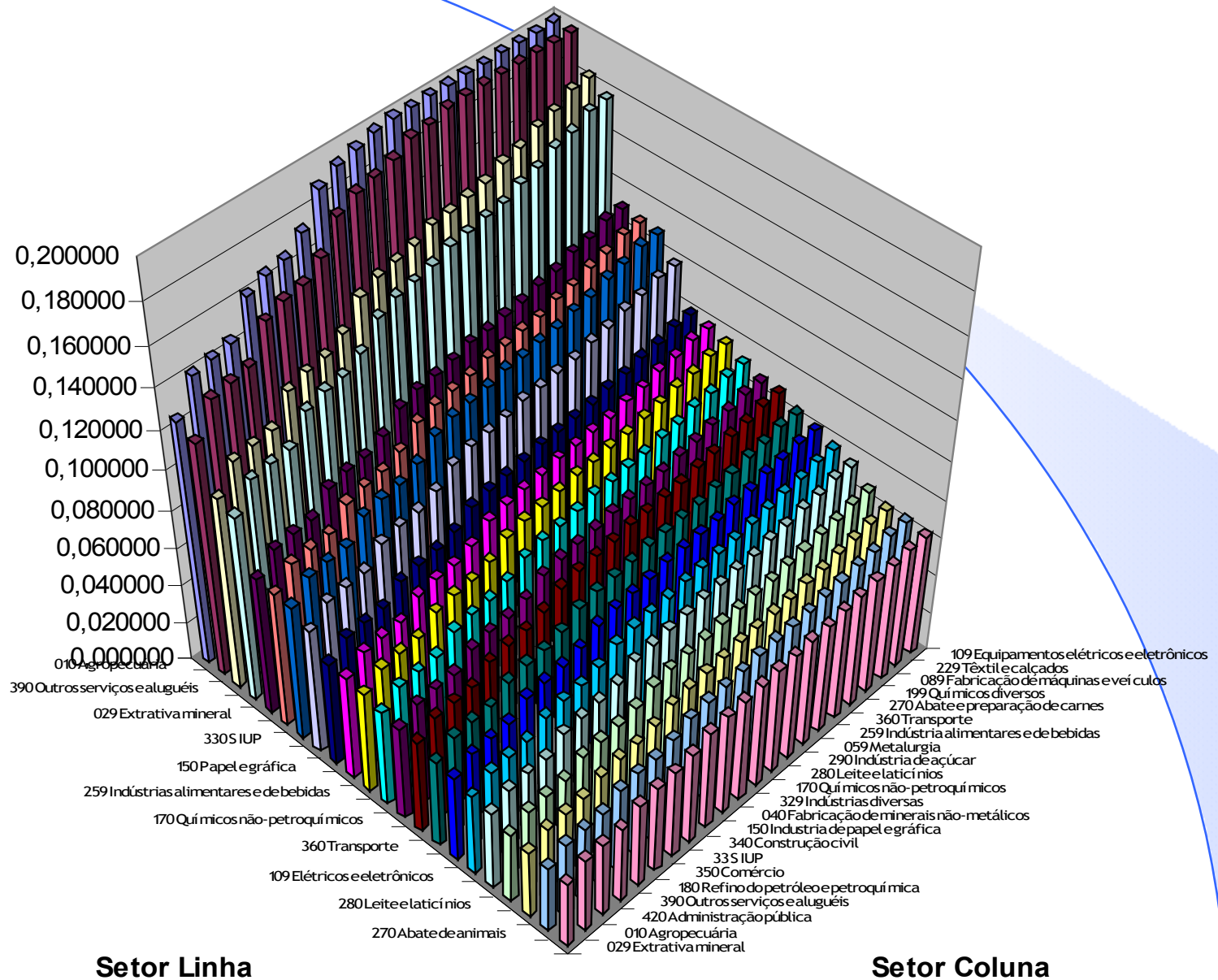
Matriz dos Coeficientes Técnicos dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo 2003



Matriz Inversa de Leontief dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo 2003

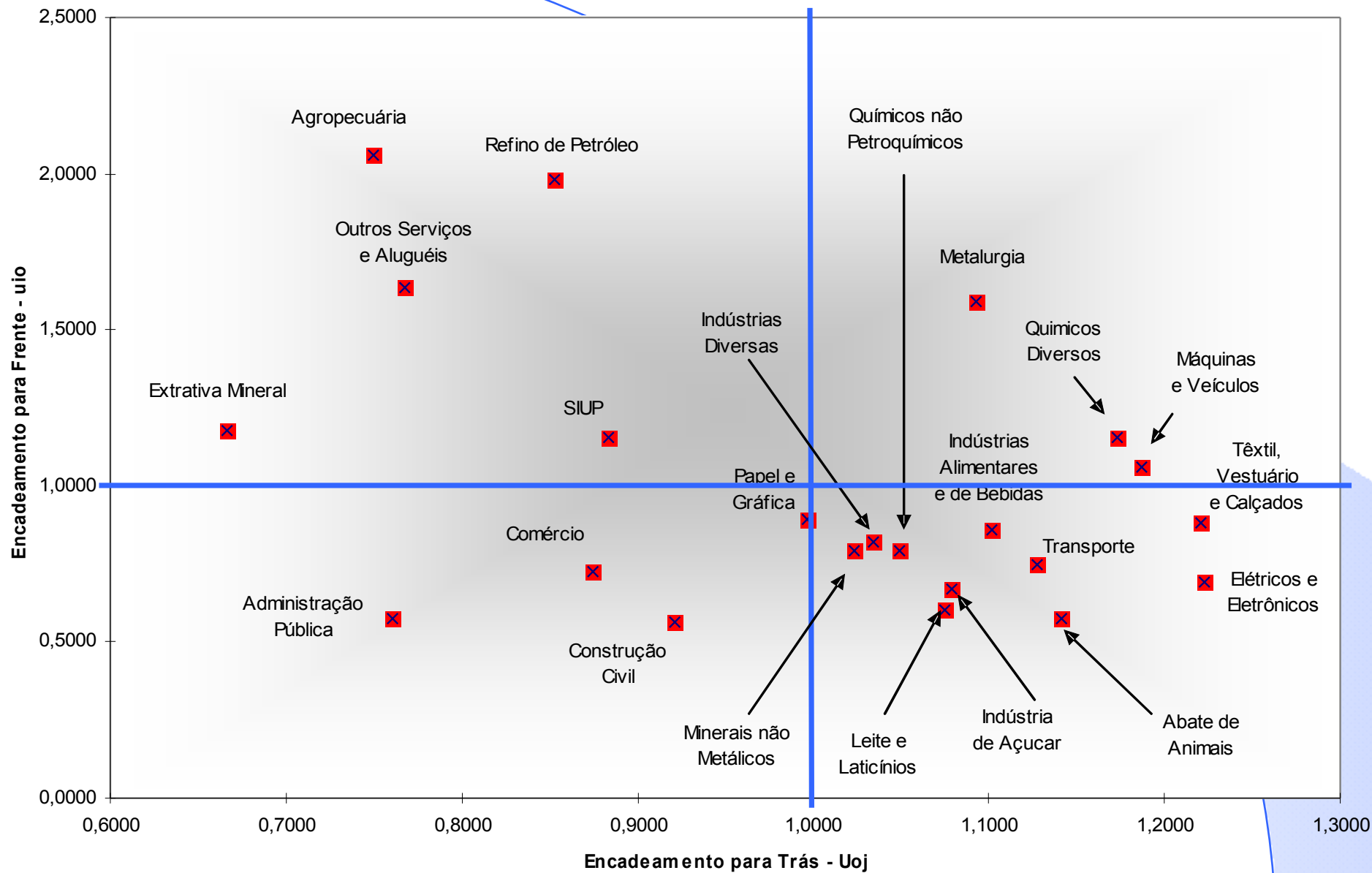


Matriz do Produto dos Multiplicadores na Economia conjunta dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo 2003

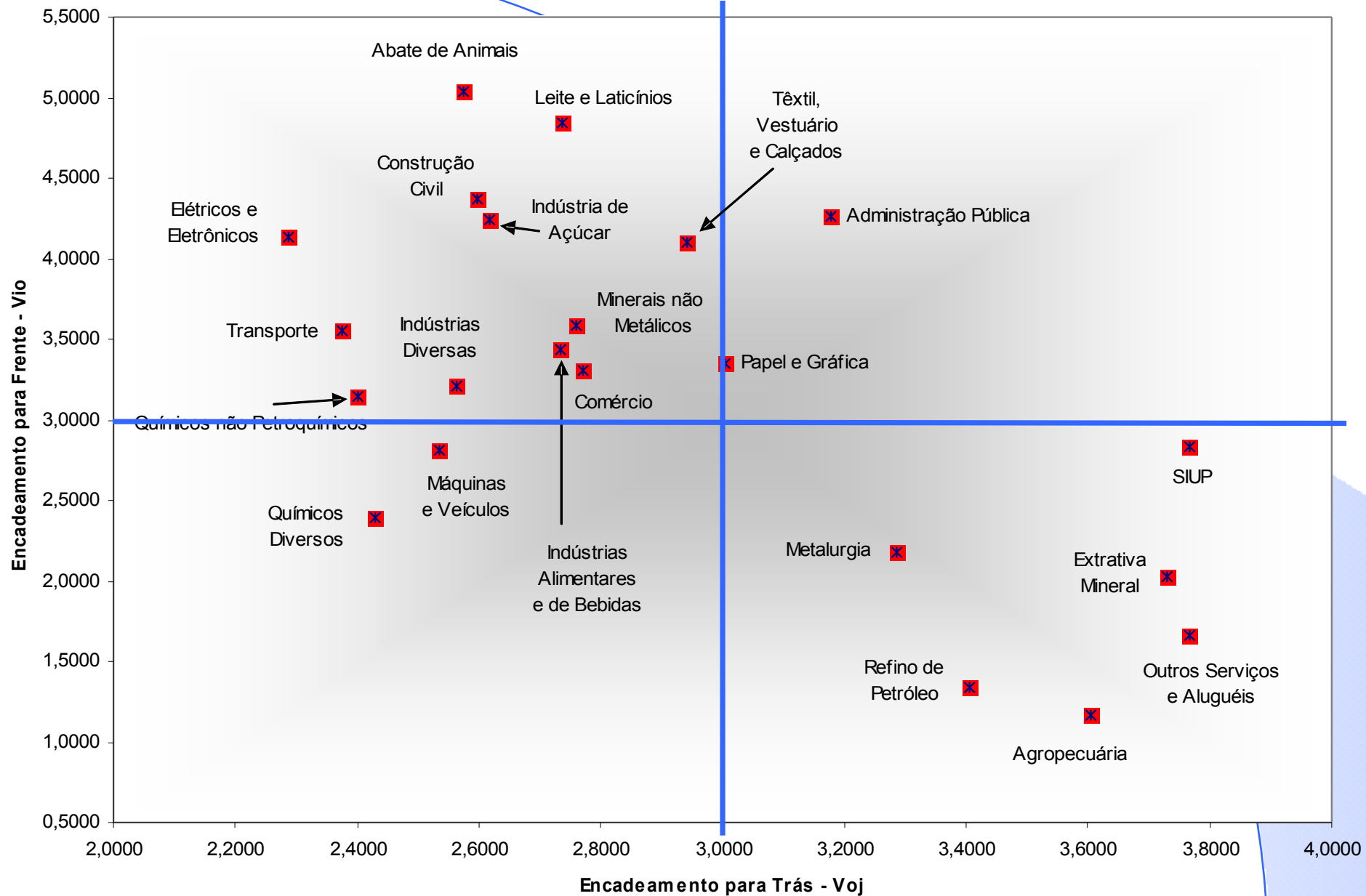


Coeficientes de Rasmussen de Ligação - Uij e Dispersão - Vij - Rio de Janeiro e São Paulo - 2003	Uio	Uoj	Vio	Voj
010 Agropecuária	2,0596655	0,7496577	1,1708190	3,6042110
029 Extrativa mineral	1,1752389	0,6661181	2,0242110	3,7286323
040 Minerais não-metálicos	0,7900569	1,0232812	3,5897974	2,7606411
059 Metalurgia	1,5886026	1,0924973	2,1820817	3,2872239
089 Máquinas e veículos	1,0618811	1,1872882	2,8170026	2,5361574
109 Elétricos e eletrônicos	0,6904423	1,2221828	4,1355077	2,2867981
150 Papel e gráfica	0,8941019	0,9963725	3,3523765	3,0056259
170 Químicos não-petroquímicos	0,7902746	1,0486748	3,1410364	2,4006850
180 Refino do petróleo	1,9822516	0,8532062	1,3337287	3,4058218
199 Químicos diversos	1,1571752	1,1727045	2,3953888	2,4285682
229 Têxtil, vestuário e calçados	0,8835331	1,2208037	4,1061686	2,9428997
259 Indústrias alimentares e de bebidas	0,8608700	1,1012653	3,4367231	2,7346543
270 Abate de animais	0,5723661	1,1418284	5,0350365	2,5748865
280 Leite e laticínios	0,6052353	1,0747239	4,8423845	2,7368276
290 Indústria de açúcar	0,6690602	1,0792316	4,2393819	2,6168310
329 Indústrias diversas	0,8209643	1,0345817	3,2069352	2,5639476
330 SIUP	1,1551672	0,8836209	2,8318213	3,7671064
340 Construção civil	0,5636251	0,9212798	4,3700333	2,5982781
350 Comércio	0,7258447	0,8746311	3,3039762	2,7719280
360 Transporte	0,7473451	1,1279536	3,5530092	2,3758913
390 Outros serviços e aluguéis	1,6334042	0,7677973	1,6626862	3,7654981
420 Administração pública	0,5728942	0,7602991	4,2588150	3,1771633

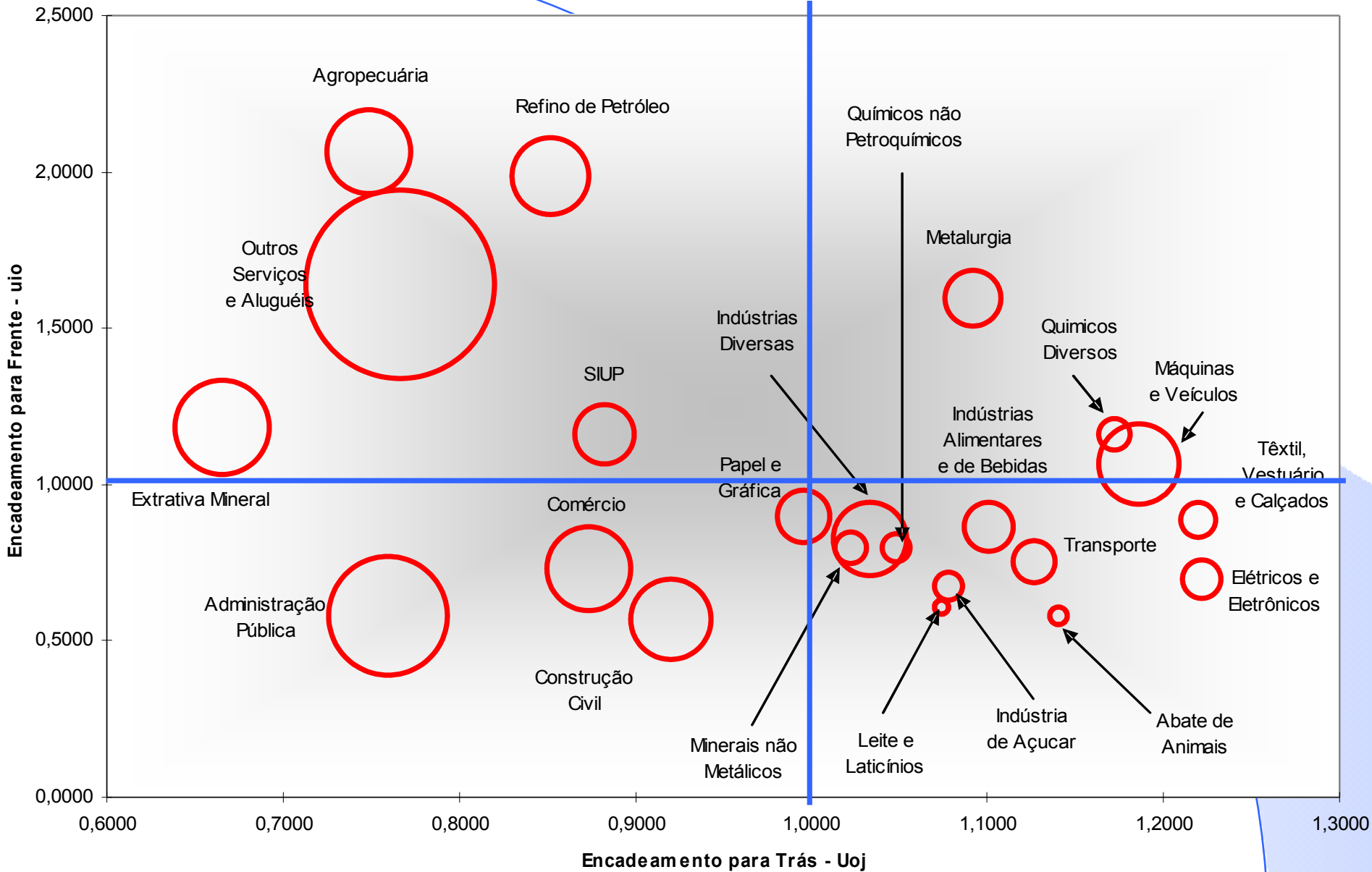
Coeficientes de Rasmussen de Ligação - Uij



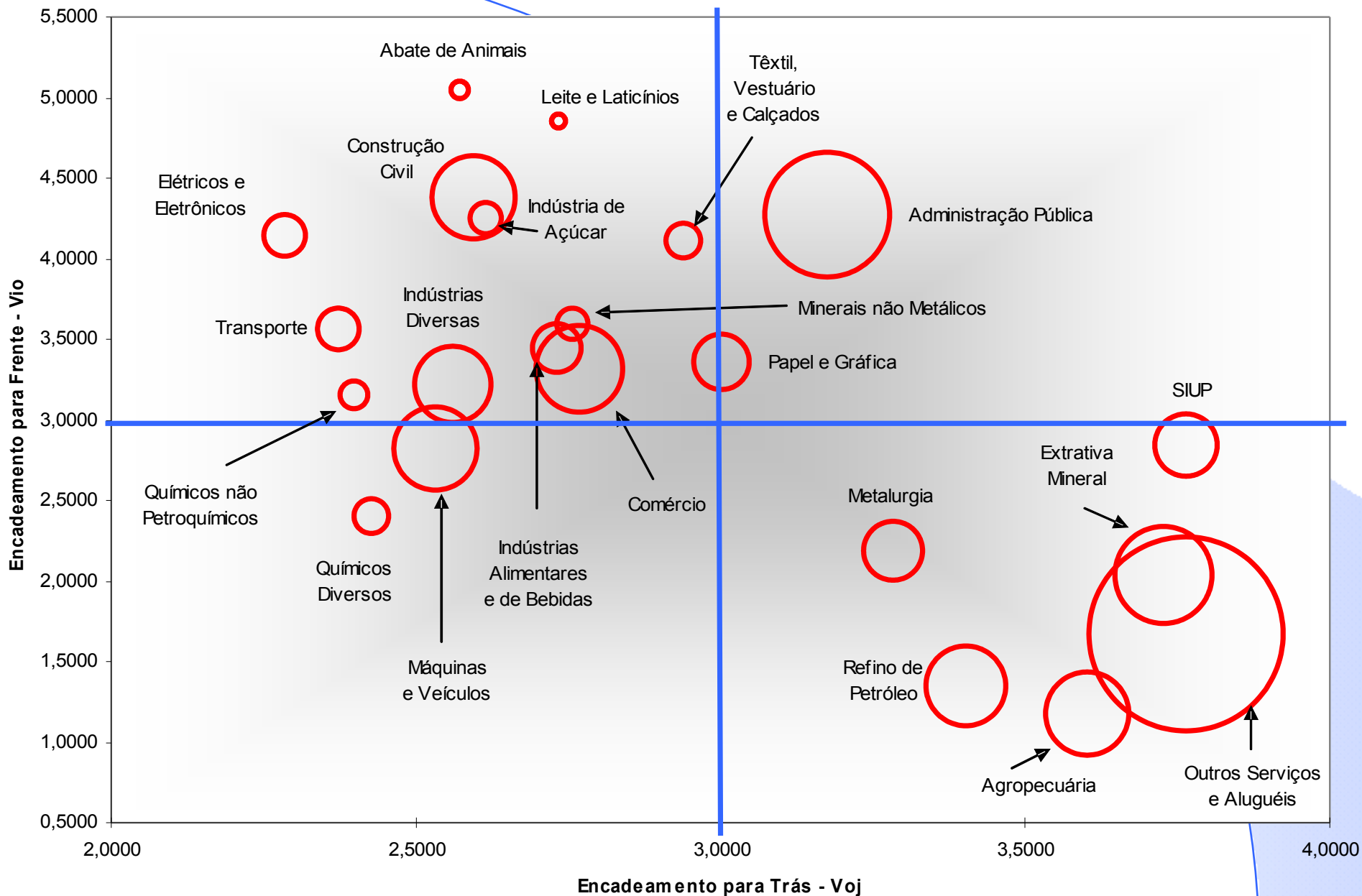
Coeficientes de Rasmussen de Dispersão - Vij



Coefficientes de Rasmussen de Ligação - Uij

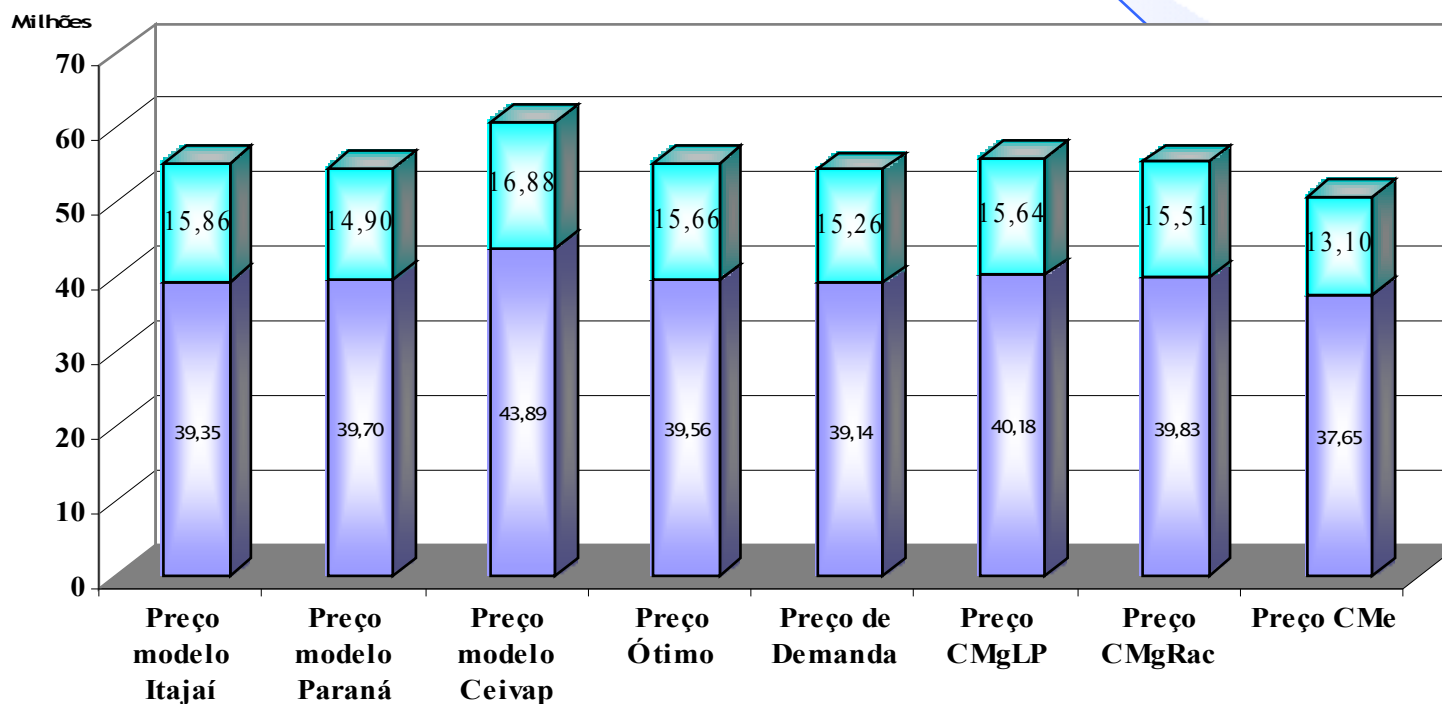


Coeficientes de Rasmussen de Dispersão - Vij



**IMPACTOS DIRETOS E
INDIRETOS DA COBRANÇA DA
ÁGUA SOBRE A ECONOMIA
REGIONAL**

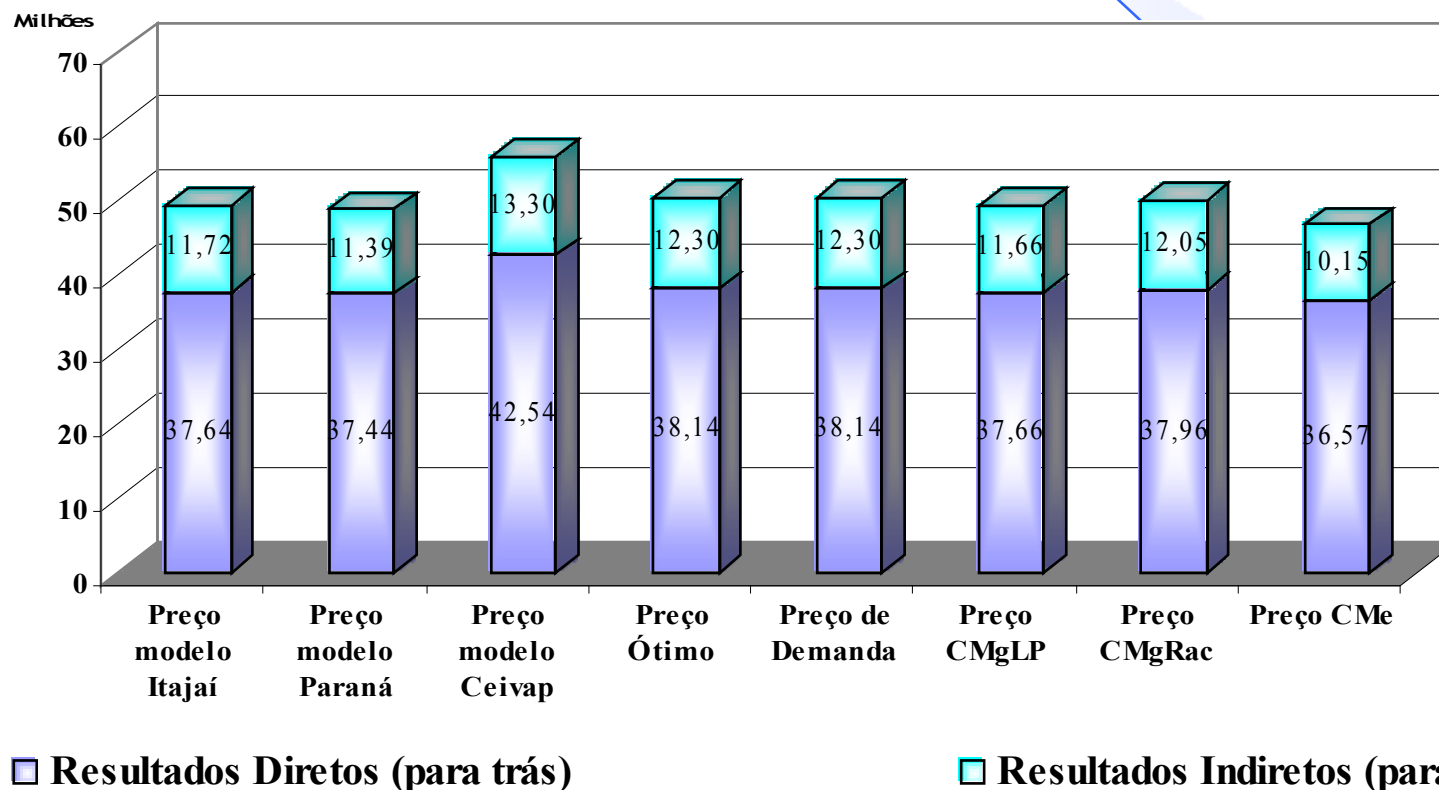
Impactos Diretos e Indiretos para frente sobre o VBP



■ Resultados Diretos (para frente)

■ Resultados Indiretos (para frente)

Impactos Diretos e Indiretos para trás sobre o VBP



PROJETO ALMEJADO (ainda não realizado por falta de apoio)

- ♦ Montagem de um sistema informatizado *portável* que permita simular a cobrança pelo uso da água (SISCA) – ensaiando oito ou mais critérios de preços alternativos amplamente aceitos -- que possa ser adaptado e utilizado por entidades e órgãos gestores de recursos hídricos e quaisquer Comitês ou Agências de Bacias Hidrográficas
- ♦ Distribuição ampla e gratuita via Internet
- ♦ São contempladas duas versões desse sistema: o SISCA-GBH e o SISCA-IMP
- ♦ As duas versões do SISCA são complementares, e compõem um instrumento econômico de apoio à decisão no processo de gestão de bacias hidrográficas

PROJETO ALMEJADO (ainda não realizado por falta de apoio)

- ♦ **SISCA-GBH** prioriza a *ótica da receita necessária* --para o bom funcionamento do sistema hídrico -- permitindo estimar os montantes amealhados pelas Agências de Águas, através da simulação desses métodos alternativos.
- ♦ **SISCA-IMP**, por outro lado, inverte a ótica anterior, e através da utilização de Matrizes de Relações Intersectoriais (MRIs) construídas para as bacias hidrográficas consideradas, permite avaliar os impactos sinérgicos – diretos e indiretos – da cobrança da água sobre os setores usuários, seus custos cumulativos e sobre um conjunto de agregados macroeconômicos locais, regionais e nacionais.
- ♦ Permitirá a **minimização** de processos de tentativa-e-erro, capacitando progressivamente os atores da gestão.

APÊNDICE 01

SUMÁRIO METODOLÓGICO SOBRE SISTEMAS ALTERNATIVOS DE PREÇOS DE RECURSOS HÍDRICOS



Princípios Metodológicos para Cobrança pelo Uso da Água

- ◆ Eficiência Econômica
- ◆ Eficiência Distributiva
- ◆ Auto-sustentabilidade Financeira
- ◆ Efluentes e Qualidade da Água
- ◆ Garantia de Vazões Ecológicas

Classificação das Metodologias de Cobrança pelo Uso da Água

- ◆ Modelos de Otimização
 - Equilíbrio Parcial
 - Equilíbrio Geral
- ◆ Modelos por Critérios Técnicos

Grupo de Estudos de Relações Intersetoriais

MODELOS DE PREÇOS EXERCITADOS

Metodologias de Preço Igual ao Custo Marginal

- ♦ Condição de 1ª ordem:

$$\partial v / \partial p_j + \partial v / \partial M [p_j (\partial x_j / \partial p_j) + x_j - (\partial c_j / \partial x_j) (\partial x_j / \partial p_j)] = 0, \forall j$$

- ♦ Fazendo uso da Identidade de Roy, resulta:

$$(\partial x_j / \partial p_j) [p_j - (\partial c_j / \partial x_j)] = 0, \forall j$$

- ♦ Desde que $\partial x_j / \partial p_j \neq 0$, então:

$$p_j = CMg_j, \forall j :$$

Metodologias de Preço Igual ao Custo Marginal: Curto Prazo (BIRD / BID)

- ♦ Maximização da função de Utilidade Indireta de bem estar da sociedade:

$$v = v(p, M), \text{ com } \partial v / \partial p < 0 \text{ e } \partial v / \partial M > 0$$

- ♦ Sujeito a renda, definida por:

$$M = \sum_j p_j x_j(p) - \sum_j c_j[x_j(p)]$$

Preço Igual ao Custo Marginal de Longo Prazo

- ♦ Forma convencional ou *Incremental Cost*, onde:

$$CMg^{LP} = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{I_t + R_t}{(1 + \rho)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{x_t}{(1 + \rho)^t}}$$

Preço Igual ao Custo Marginal de Racionamento

- ♦ *Uso do conceito de Racionamento, onde:*

$$CMg^* = (I - P)CMe + P \sum_j C(x_j^0)$$

- ♦ Estimativa da redução de bem estar:

$$C(x_j^0) = Pp(x_j^* - x_i^0) + (1 - P)p(x_j^*)$$

Teoria do *Second Best*

- ♦ Maximização da Função Indireta de bem estar:

$$v = v(p, M), \text{ com } \partial v / \partial p < 0 \text{ e } \partial v / \partial M > 0$$

- ♦ Sujeito a restrição orçamentária definida por:

$$M(p) = \sum_j p_j x_j(p) - \sum_j c_j[x_j(p)], \quad M(p) = 0$$

- ♦ A condição necessária para um ótimo é:

$$\partial v / \partial p_j + \mu [p_j (\partial x_j / \partial p_j) + x_j - (\partial c_j / \partial x_j) (\partial x_j / \partial p_j)] = 0, \quad \forall j$$

- ♦ Fazendo uso da Identidade de Roy, obtêm-se:

$$-x_j (\partial v / \partial M) + \mu x_j + \mu x_j \{ [p_j - (\partial c_j / \partial x_j)] / p_j \} \varepsilon_j = 0, \quad \forall j$$

- ♦ Ou:

$$(p_j - CMg_j) / p_j = \alpha (1 / |\varepsilon_j|), \quad \forall j$$

Teoria do *Second Best* Preços Ótimos

- ♦ Sistema de equações a ser solucionado:

$$\left\{ \begin{array}{l} (p_j^* - CMg_j)/p_j^* = \alpha |\varepsilon_j|, \quad \forall j = 1, \dots, n \\ \sum_j p_j^* x_j - C = 0 \end{array} \right.$$

Modelos Ad Hoc

Preço = Custo Médio

- ♦ Justificativa: Rateio dos custos totais
- ♦ Críticas:
 - Ineficiência econômica
 - Forte oscilação anual de preço (incerteza)
- ♦ Vantagens:
 - Simplicidade administrativa
 - Baixos custos de informação

Modelo de Preço Itajaí-Açu

- ♦ Formulação adequada às informações disponibilizadas pelo GESTIN

$$C = (Q_{cap} * PUB_{cap}) + (Q_{con} * PUB_{con}) + (DQORem * PUB_{lan})$$

- $PUB_{cap} = R\$ 0,01/m^3$
- $PUB_{con} = R\$ 0,02/m^3$
- $PUB_{lan} = R\$ 0,05/m^3$

- ♦ **Especificidades:**

- Irrigação (Setor Bacia 010) e Extrativa Mineral (Setor Bacia 029)
 - ♦ não existe cobrança pelo consumo de água ou lançamento de efluentes;
 - ♦ PUBs de captação = R\$ 0,04 e R\$ 0,45 respectivamente.
- Não há cobrança por lançamento de DBO5

Modelo de Preço Paraná

♦ Cobrança em três parcelas:

- Captação $PU_{cap} = R\$ 0,01/m^3$
- Consumo: $PU_{con} = R\$ 0,02/m^3$
- Lançamento (DBO e DQO): $PU_{lan} = R\$0,10/m^3$

♦ Modelo adequado aos dados GESTIN

C =

($Q_{cap} * PU_{cap}$)

+

($Q_{con} * PU_{con}$)

+

[($DBORem * PU_{lan}$) + ($DQORem * PU_{lan}$)]

Modelo de Preço Paraíba do Sul

- ◆ Baseado na formulação CEIVAP (PPU) em R\$ 0,0005 para Irrigação e R\$ 0,02 para dos demais setores. Sua formulação é apresentada como:
- ◆
$$C = (Q_{cap} * k_0 * PPU) + (Q_{cap} * k_1 * PPU) + \{Q_{cap} * (1 - k_1) * [(1 - (k_2 * k_3)) * PPU]\}$$
- ◆ Onde:
 - k_0 = multiplicador de preço unitário para captação ($k_0 = 0,4$)
 - k_1 = coeficiente de consumo
 - k_2 = coeficiente de tratamento para DBO e DQO
 - k_3 = nível de eficiência na redução de DBO E DQO

Outros Modelos: Teoria da Demanda

- ♦ Fundamentação: Teoria Econômica Neoclássica
- ♦ Usos da Água:
 - Bem de consumo: demanda com base na teoria do consumidor
 - Insumo: demanda com base na função de produção da empresa

Outros Modelos: Teoria da Demanda Contingente

- ♦ Formas de Operacionalização
 - Pesquisa Direta Aberta
 - ♦ Disponibilidade a pagar é variável contínua
 - Pesquisa Direta Induzida
 - ♦ Disponibilidade a pagar via modelos *logit* e *probit*
- ♦ Críticas
 - Alto custo
 - Possibilidade de resultados imprecisos
 - Não garantia de arrecadação de recursos para suprir os investimentos necessários

Outros Modelos: Teoria da Demanda “Tudo ou Nada”

♦ Características:

- Funções de demanda avaliadas via conceito de custo de oportunidade
- Ajuste de funções via preço de reserva

♦ Vantagens:

- Baixo custo
- Avaliação de fácil operacionalização

♦ Crítica:

- Não garantia de recursos para os investimentos programados para a bacia

Outros Modelos: Teoria do Equilíbrio de Mercado

- ♦ Aspectos gerais:
 - Inexistência de mercados de água bruta no Brasil
 - Impossibilidade de outorga sobre direito de propriedade da água
- ♦ Limite:
 - Alocação temporária dos direitos de uso da água (certificados negociáveis)

Certificados Negociáveis de Direito de Uso da Água

Características ideais:

- Títulos ao portador
- Identificam quantidade de água negociada
- Estabelecem critérios de racionamento
- Possibilidade de negociação como ativo
- Inexistência de mercados de Certificados Negociáveis de Uso da Água no Brasil

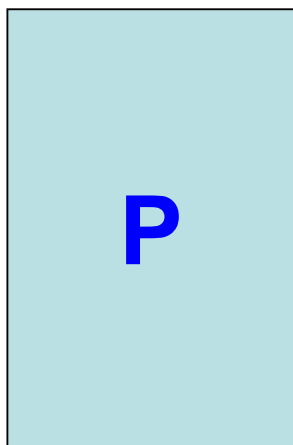
APÊNDICE 02

CONSTRUÇÃO DAS MATRIZES DE RELAÇÕES INTERSETORIAIS

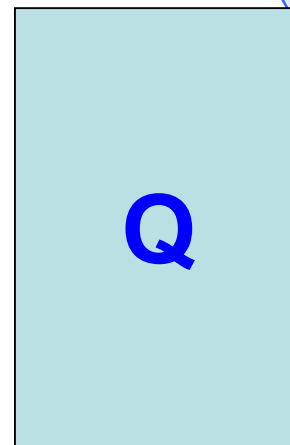


IBGE
Sistema de Contas Nacionais
Tabela de Recursos e Usos de Bens e Serviços

Matriz de Recursos



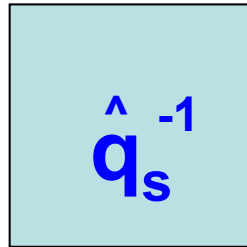
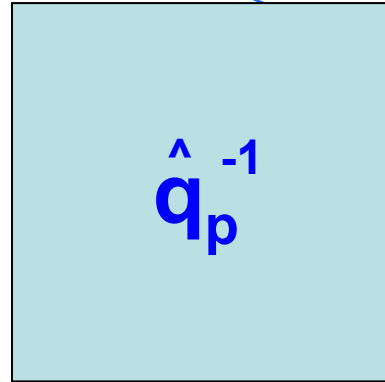
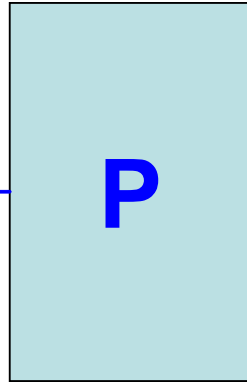
Matriz de Usos



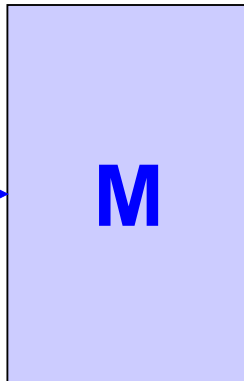
$$\begin{array}{c} \mathbf{P} \end{array} \cdot \begin{array}{c} \mathbf{h} \\ \begin{array}{c} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{array} \end{array} = \begin{array}{c} \mathbf{q}_p \\ \begin{array}{c} q_{p11} \\ q_{p21} \\ \vdots \\ q_{pi1} \end{array} \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \hat{\mathbf{q}}_p^{-1} \\ \begin{array}{ccc} \frac{1}{q_{p11}} & & \\ & \frac{1}{q_{p22}} & \\ & & \dots \\ & & \frac{1}{q_{pii}} \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \mathbf{P} \end{array} \cdot \begin{array}{c} \mathbf{h}' \\ \begin{array}{c|c|c} 1 & \dots & 1 \end{array} \end{array} = \begin{array}{c} \mathbf{q}_s \\ \begin{array}{c} q_{s11} \quad q_{s21} \quad \dots \quad q_{si1} \end{array} \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \hat{\mathbf{q}}_s^{-1} \\ \begin{array}{ccc} \frac{1}{q_{s11}} & & \\ & \dots & \\ & & \frac{1}{q_{sii}} \end{array} \end{array}$$

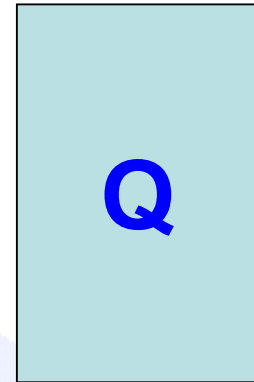
Matriz de Recursos



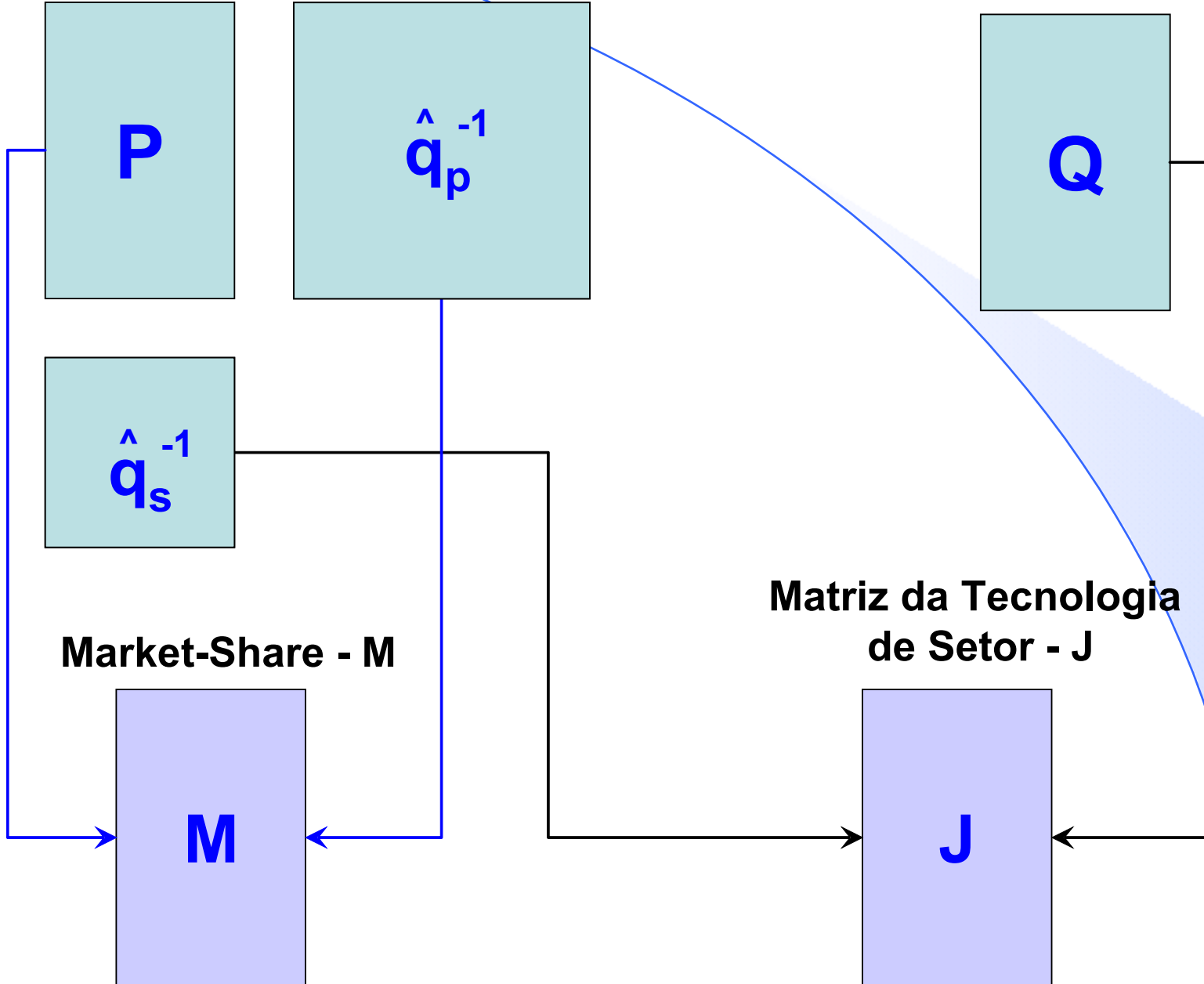
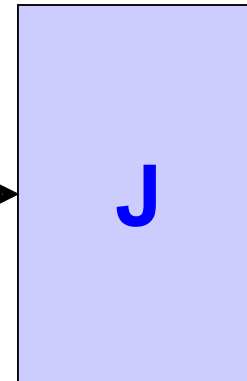
Market-Share - M



Matriz de Usos



Matriz da Tecnologia
de Setor - J

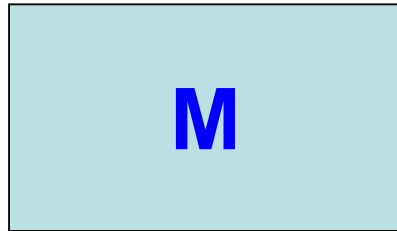


Market-Share - M

$$MS = (\hat{q}_p)^{-1} \cdot P$$

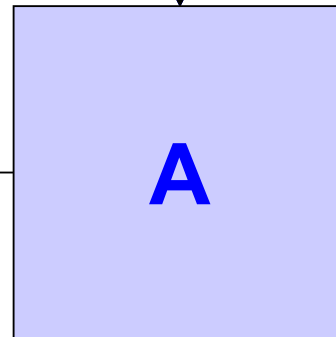
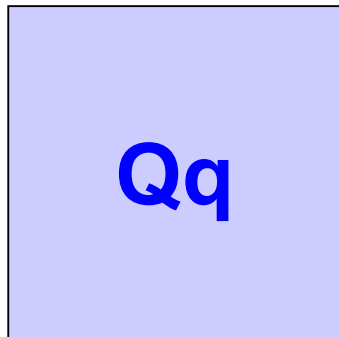
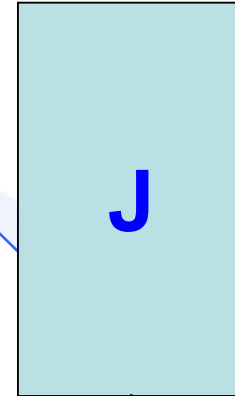
transpondo temos:

$$MS^T = P^T \cdot ((\hat{q}_p)^{-1})^T$$



Matriz da Tecnologia de Setor - J

$$J = Q \cdot (\hat{q}_s)^{-1}$$



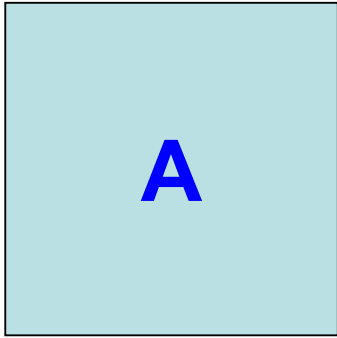
Matriz Q quadrada

$$Qq = P^T \cdot ((\hat{q}_p)^{-1})^T \cdot Q$$

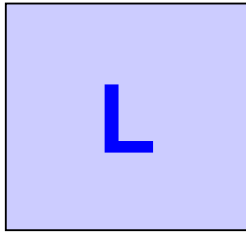
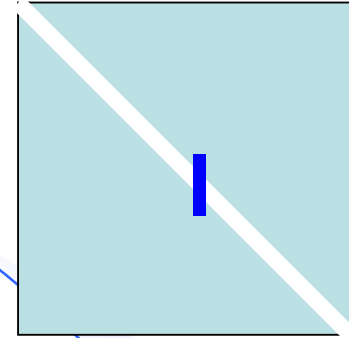
Matriz Tecnológica - A

$$A = P^T \cdot ((\hat{q}_p)^{-1})^T \cdot Q \cdot (\hat{q}_s)^{-1}$$

Matriz Tecnológica - A



Matriz Identidade - I

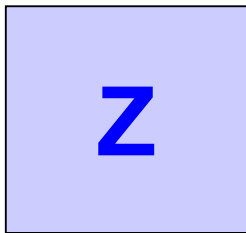


=

Matriz Identidade Matriz Tecnológica

$$\left(\begin{array}{c|c} \text{Matriz Identidade} & \text{Matriz Tecnológica} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c|c} \text{I} & \text{A} \end{array} \right)$$

Matriz de Leontief - L

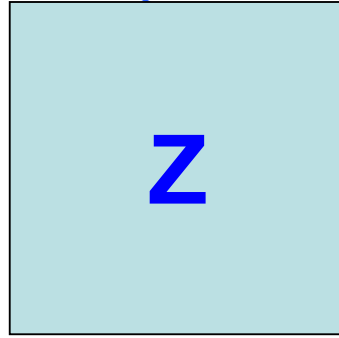


=

$$\left(\begin{array}{c|c} \text{Matriz Identidade} & \text{Matriz Tecnológica} \end{array} \right)^{-1} = \left(\begin{array}{c|c} \text{I} & \text{A} \end{array} \right)^{-1}$$

Matriz Inversa de Leontief - Z

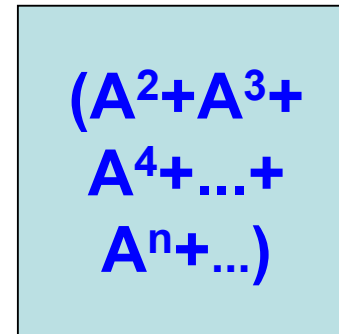
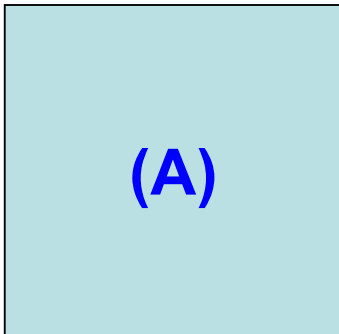
Matriz Inversa de Leontief - **Z**



$$\mathbf{Z} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} = (\mathbf{I} + \mathbf{A} + \mathbf{A}^2 + \mathbf{A}^3 + \mathbf{A}^4 + \mathbf{A}^5 + \dots + \mathbf{A}^n + \dots)$$

A horizontal dotted line is positioned below the equation, starting from the first plus sign and extending to the right.

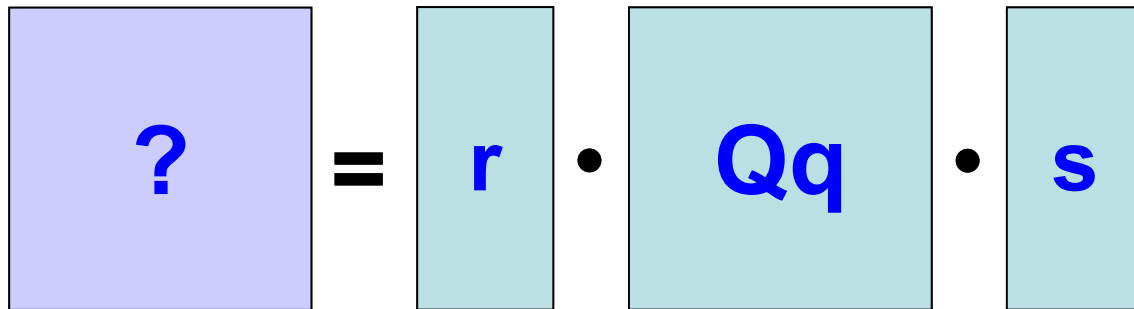
Onde **(A)** mostra os impactos diretos sobre a economia e **(A²+A³+A⁴+A⁵+...+Aⁿ+...)** são os impactos indiretos sobre a economia



Método Bi-proporcional

$r \cdot Qq \cdot s$

Estadual



$$\text{VBP} \cdot \begin{bmatrix} 1 & \dots & 1 \end{bmatrix} = \hat{\text{VBP}}$$

h'

$$A \cdot \hat{\text{VBP}} = q_{qp}$$

$$q_{qp} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_{qp^{11}} \\ q_{qp^{21}} \\ \vdots \\ q_{qp^{i1}} \end{bmatrix}$$

h

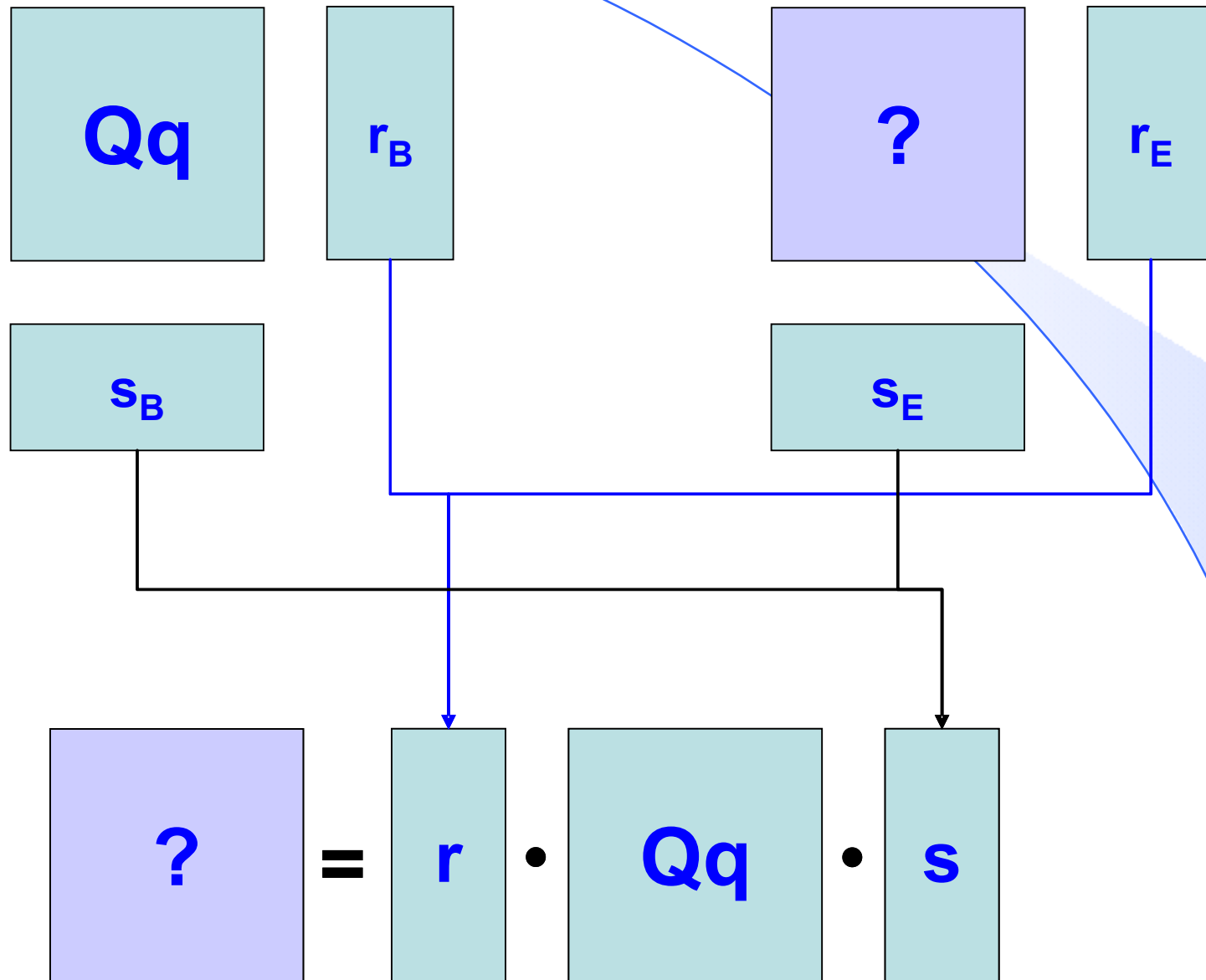
$$\begin{array}{c} \text{Qq} \end{array} \cdot \begin{array}{c} \text{h} \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{array} = \begin{array}{c} r_B \end{array} \qquad \begin{array}{c} q_{\text{Qqp}} \end{array} = \begin{array}{c} \text{Proxy PI} \end{array} = \begin{array}{c} r_E$$

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & \dots & 1 \\ \hline \end{array} \cdot \begin{array}{c} \text{h}' \\ \text{Qq} \end{array} = \begin{array}{c} s_B$$

$$\begin{array}{c} \text{CI} \end{array} = \begin{array}{c} s_E$$

Método Bi-proporcional

$$r \cdot Qq \cdot s$$



Passo a passo

1º Passo

$$Qq_1 = r_1 \cdot Qq \quad \text{onde} \quad r_1 = \hat{r}_{B_0}^{-1} \cdot \hat{r}_{E_0}$$

$$Qq_2 = Qq_1 \cdot s_1 \quad \text{onde} \quad s_1 = \hat{s}_{B_1}^{-1} \cdot \hat{s}_{E_0}$$

2º Passo

$$Qq_3 = r_2 \cdot Qq_2 \quad \text{onde} \quad r_2 = \hat{r}_{B_2}^{-1} \cdot \hat{r}_{E_0}$$

$$Qq_4 = Qq_3 \cdot s_2 \quad \text{onde} \quad s_2 = \hat{s}_{B_3}^{-1} \cdot \hat{s}_{E_0}$$

3º Passo

$$Qq_5 = r_3 \cdot Qq_4 \quad \text{onde} \quad r_3 = \hat{r}_{B_4}^{-1} \cdot \hat{r}_{E_0}$$

$$Qq_6 = Qq_5 \cdot s_3 \quad \text{onde} \quad s_3 = \hat{s}_{B_5}^{-1} \cdot \hat{s}_{E_0}$$

4º Passo

$$Qq_7 = r_4 \cdot Qq_6 \quad \text{onde} \quad r_4 = \hat{r}_{B_6}^{-1} \cdot \hat{r}_{E_0}$$

$$Qq_8 = Qq_7 \cdot s_4 \quad \text{onde} \quad s_4 = \hat{s}_{B_7}^{-1} \cdot \hat{s}_{E_0}$$

Quando

$$\boxed{r_{n-1}} \approx \boxed{r_n} \quad \text{e} \quad \boxed{s_{n-1}} \approx \boxed{s_n}$$

Ou seja, quando

$$\boxed{r_n} \approx \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad \boxed{s_n} \approx \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}$$

Então

$$\boxed{Qq_{n-1}} \approx \boxed{Qq_n}$$

O processo convergiu para uma matriz Qq regional desejada

$$A_E = Qq_E \cdot \hat{VBP}^{-1}$$

Matriz de Leontief - L

$$L_E = \left(\begin{array}{c} \text{Matriz Identidade} \\ \left(\begin{array}{c} \text{Matriz Identidade} \\ \left(\begin{array}{c} I \\ \text{Matriz Tecnológica} \\ A_E \end{array} \end{array} \right) \end{array} \right) \end{array} \right)$$

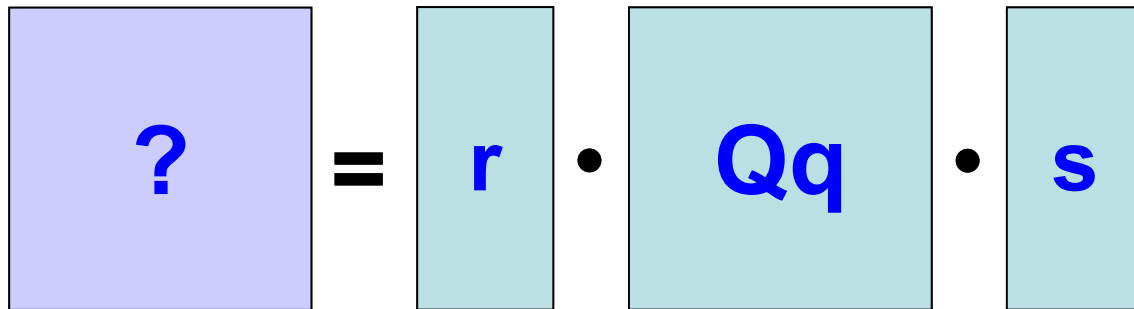
Matriz Inversa de Leontief - Z

$$Z_E = \left(\begin{array}{c} \left(\begin{array}{c} \text{Matriz Identidade} \\ \left(\begin{array}{c} I \\ \text{Matriz Tecnológica} \\ A_E \end{array} \right) \end{array} \right) \end{array} \right)^{-1}$$

Método Bi-proporcional

$r \cdot Qq \cdot s$

Setor Bacía



$$\text{VBP}_{\text{SB}} \cdot \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & \dots & 1 \\ \hline \end{array} = \hat{\text{VBP}}_{\text{SB}}$$

h'

$$A \cdot \hat{\text{VBP}}_{\text{SB}} = \text{Qqp}_{\text{SB}}$$

$$\text{Qqp}_{\text{SB}} \cdot \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline 1 \\ \hline \vdots \\ \hline 1 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline q_{\text{Qqp}_{11}} \\ \hline q_{\text{Qqp}_{21}} \\ \hline \vdots \\ \hline q_{\text{Qqp}_{i1}} \\ \hline \end{array}$$

h $q_{\text{Qqp}_{\text{SB}}}$

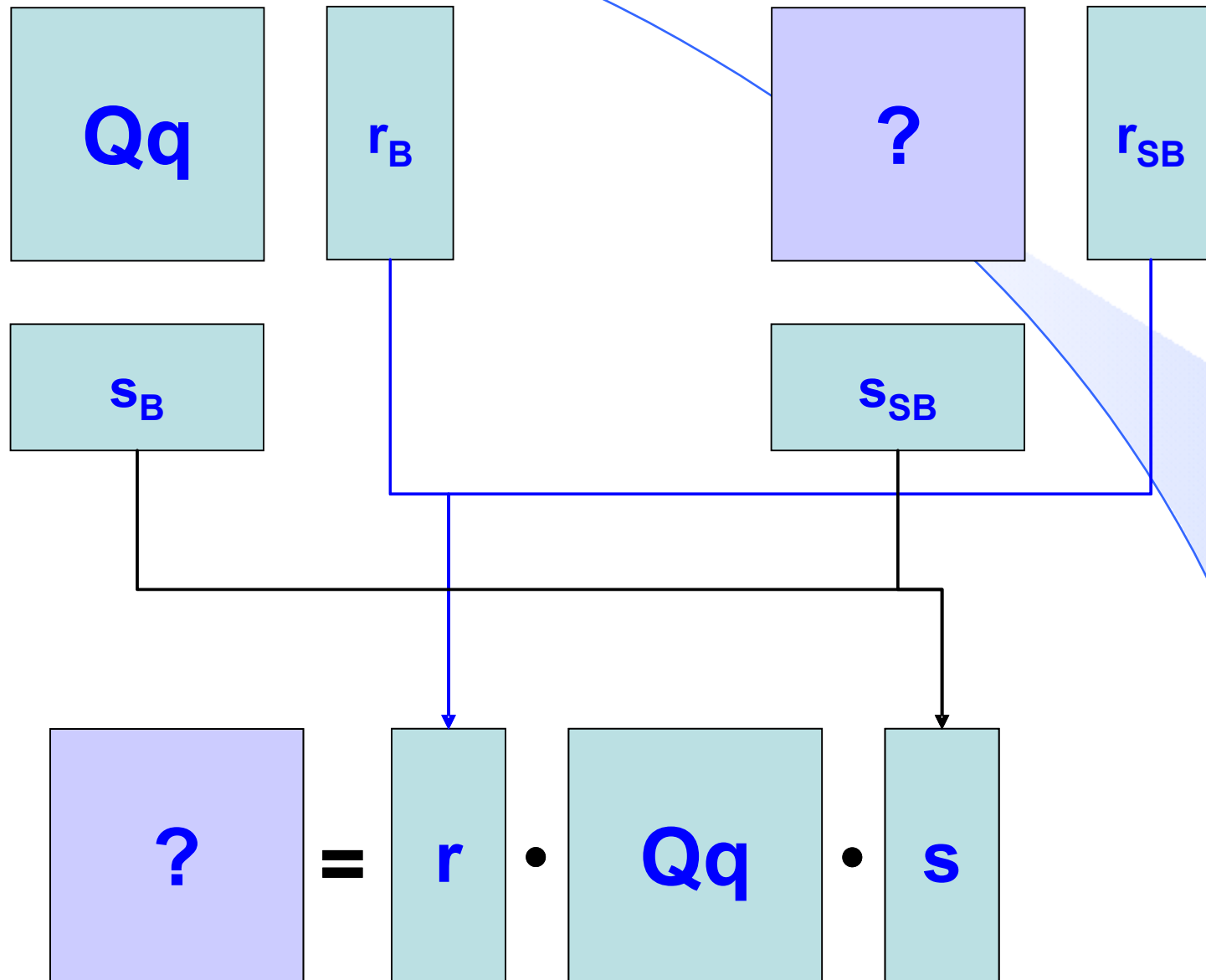
$$\begin{array}{c} \text{Qq} \end{array} \cdot \begin{array}{c} \text{h} \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{array} = \begin{array}{c} r_B \end{array} \qquad \begin{array}{c} q_{\text{Qqp}_{\text{SB}}} \end{array} = \begin{array}{c} \text{Proxy} \\ \text{Pl}_{\text{SB}} \end{array} = \begin{array}{c} r_{\text{SB}}$$

$$\begin{array}{c} \text{h}' \\ 1 \mid \dots \mid 1 \end{array} \cdot \begin{array}{c} \text{Qq} \end{array} = \begin{array}{c} s_B$$

$$\begin{array}{c} \text{Cl} \end{array} = \begin{array}{c} s_{\text{SB}}$$

Método Bi-proporcional

$$r \cdot Qq \cdot s$$



Passo a passo

1º Passo

$$Qq_1 = r_1 \cdot Qq \quad \text{onde} \quad r_1 = \hat{r}_{B_0}^{-1} \cdot \hat{r}_{SB_0}$$

$$Qq_2 = Qq_1 \cdot s_1 \quad \text{onde} \quad s_1 = \hat{s}_{B_1}^{-1} \cdot \hat{s}_{SB_0}$$

2º Passo

$$Qq_3 = r_2 \cdot Qq_2 \quad \text{onde} \quad r_2 = \hat{r}_{B_2}^{-1} \cdot \hat{r}_{SB_0}$$

$$Qq_4 = Qq_3 \cdot s_2 \quad \text{onde} \quad s_2 = \hat{s}_{B_3}^{-1} \cdot \hat{s}_{SB_0}$$

3º Passo

$$Qq_5 = r_3 \cdot Qq_4 \quad \text{onde} \quad r_3 = \hat{r}_{B_4}^{-1} \cdot \hat{r}_{SB_0}$$

$$Qq_6 = Qq_5 \cdot s_3 \quad \text{onde} \quad s_3 = \hat{s}_{B_5}^{-1} \cdot \hat{s}_{SB_0}$$

4º Passo

$$Qq_7 = r_4 \cdot Qq_6 \quad \text{onde} \quad r_4 = \hat{r}_{B_6}^{-1} \cdot \hat{r}_{SB_0}$$

$$Qq_8 = Qq_7 \cdot s_4 \quad \text{onde} \quad s_4 = \hat{s}_{B_7}^{-1} \cdot \hat{s}_{SB_0}$$

Quando

$$\boxed{r_{n-1}} \approx \boxed{r_n} \quad \text{e} \quad \boxed{s_{n-1}} \approx \boxed{s_n}$$

Ou seja, quando

$$\boxed{r_n} \approx \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad \boxed{s_n} \approx \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}$$

Então

$$\boxed{Qq_{n-1}} \approx \boxed{Qq_n}$$

O processo convergiu para uma matriz Qq regional desejada

Equipe Técnica - Coordenação

- ♦ **Eng. João Damásio de Oliveira Fº (Ph.D. – Boston University)**
Coordenador Geral
- ♦ **Econ. Antônio Henrique Pinheiro Silveira (Dr.UFRJ) - Supervisor**
- ♦ **Eng. José Carrera-Fernandez (M.Sc. Chicago) -Pesq. *Senior***
- ♦ **Eng. Raymundo J. Santos Garrido (doutorando UnB) -Pesq. *Senior***

- ♦ **Adelaide Motta de Lima (Dra.UFBA) - Coordenadora de Equipe**
- ♦ **Mirtes Cavalcanti de Aquino (M.Sc.) - Coordenadora de Equipe**
- ♦ **Lia Terezinha L. P. de Moraes (M.Sc.) – Coordenadora de Equipe**
- ♦ **Livio Andrade Wanderley (Dr. USP) - Coordenador de Equipe**
- ♦ **Luiz Alberto Novaes Camargo (M.Sc.) – Consultor**
- ♦ **Carlos Alberto Gentil Marques (M.Sc.) – Pesquisador**
- ♦ **Cristiano P. Horta Penido (Econ.)– Coordenador de Estagiários**

Equipe Técnica - Pesquisadores

♦ Pesquisadores Juniores

- Roberto Maximiano Pereira – mestrando**
- Paulo Aloísio Novaes Moreira Jr. - mestrando**
- Ângelo do Nascimento Nogueira – M.Sc. UFBa**
- Arno Paulo Schmitz – M.Sc. UFBa**
- Gervásio Ferreira dos Santos – M.Sc. UFBa**
- Paulo Moraes Ferreira – M.Sc. UFBa**

Equipe Técnica - Estagiários

- ♦ **Alexnaldo C. da Silva**
- ♦ **Aline Fróes A. Costa**
- ♦ **Carolina Rocha Ramos**
- ♦ **Cátia Lorene Soares**
- ♦ **Elisabete Silva Santos**
- ♦ **Flavio Santos Fontanelli**
- ♦ **Fernanda Benício Teixeira**
- ♦ **Isidoro Semedo**

- ♦ **Janúzia S. M. de Araújo**
- ♦ **Lucianne B. Sacramento**
- ♦ **Luiz Fernando A. Lobo**
- ♦ **Olivane Silva Nascimento**
- ♦ **Pedro Marques de Santana**
- ♦ **Sheila de Araújo Silva**
- ♦ **Tatiana Queiroga Vasques**
- ♦ **Victor M. C. de Siqueira**

Equipe Técnica - Secretaria

- ♦ Gracil Márcia G. Moreira – Gerente Administrativa
- ♦ Ana Cristina S. de Jesus – Secretária
- ♦ Vantuir Bastos de Almeida – Apoio