

NEREUS

Núcleo de Economia Regional e Urbana
da Universidade de São Paulo

The University of São Paulo
Regional and Urban Economics Lab

Aula 6: Modelos Regionais e Inter-regionais

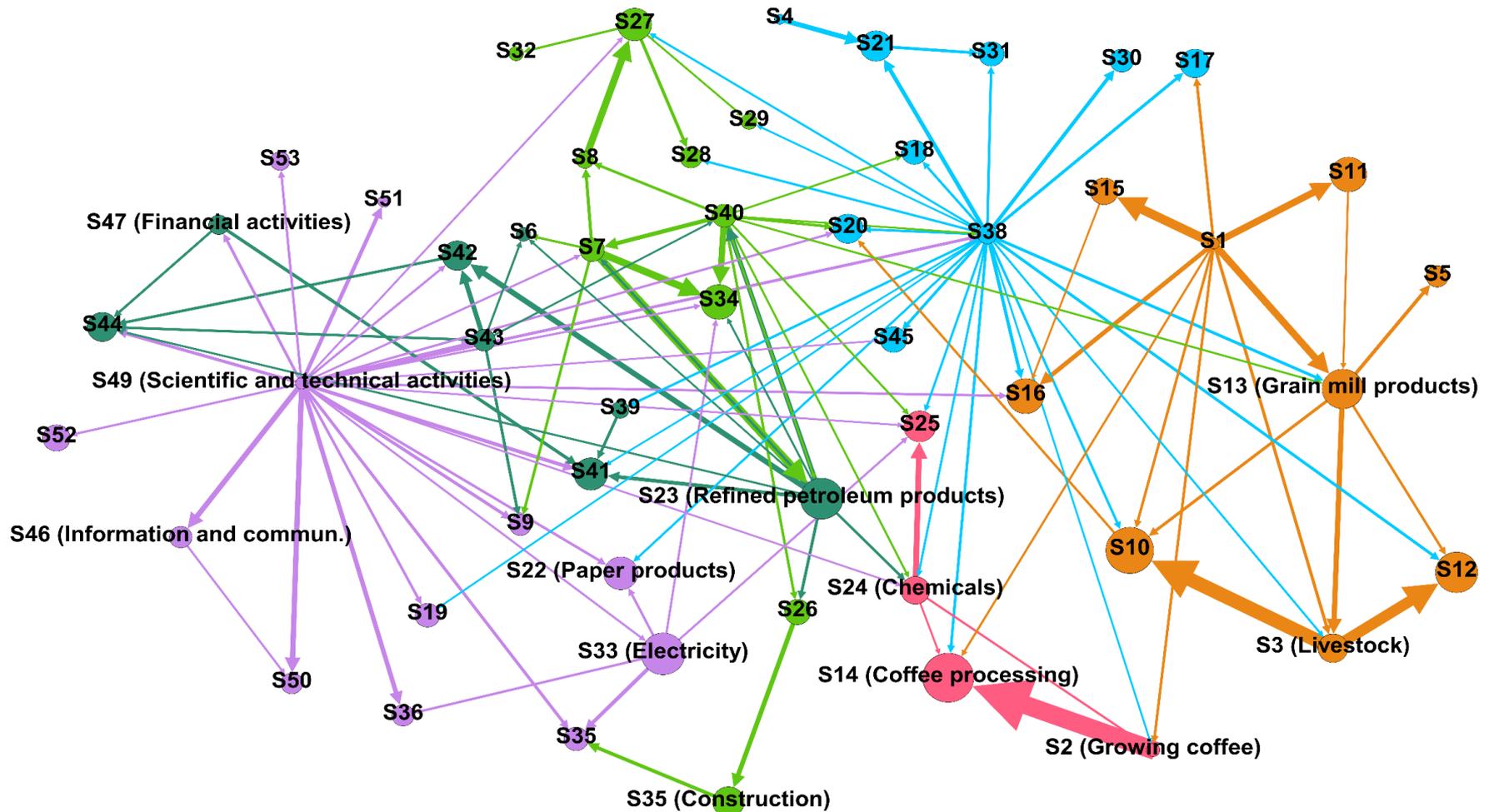
Prof. Eduardo A. Haddad

Índices de ligação e setores-chaves

A partir do modelo aberto de Leontief, usando os chamados índices de ligação de Rasmussen-Hirschman, consegue-se determinar quais seriam os setores com o maior poder de encadeamento dentro da economia.

Pode-se calcular tanto os índices de **ligações para trás**, que mede o grau de encadeamento considerando quanto tal setor demandaria dos outros, quanto os índices de **ligações para frente**, que mede o grau de encadeamento considerando quanto tal setor é demandado pelos outros setores da economia.

Input-output network in Colombia



Índices de ligação e setores-chaves

Índice de Ligação para Trás (U_j)

$$U_j = \frac{[B_{*j}/n]}{B^*}$$

onde:

$$B_{*j} = \sum_{i=1}^n b_{ij}$$

$$B^* = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_j^j b_{ij}}{n^2}$$

Índices de ligação e setores-chaves

Índice de Ligação para Frente (U_i)

$$U_i = \frac{[B_{i^*}/n]}{B^*}$$

onde:

$$B_{i^*} = \sum_{j=1}^n b_{ij}$$

$$B^* = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^j b_{ij}}{n^2}$$

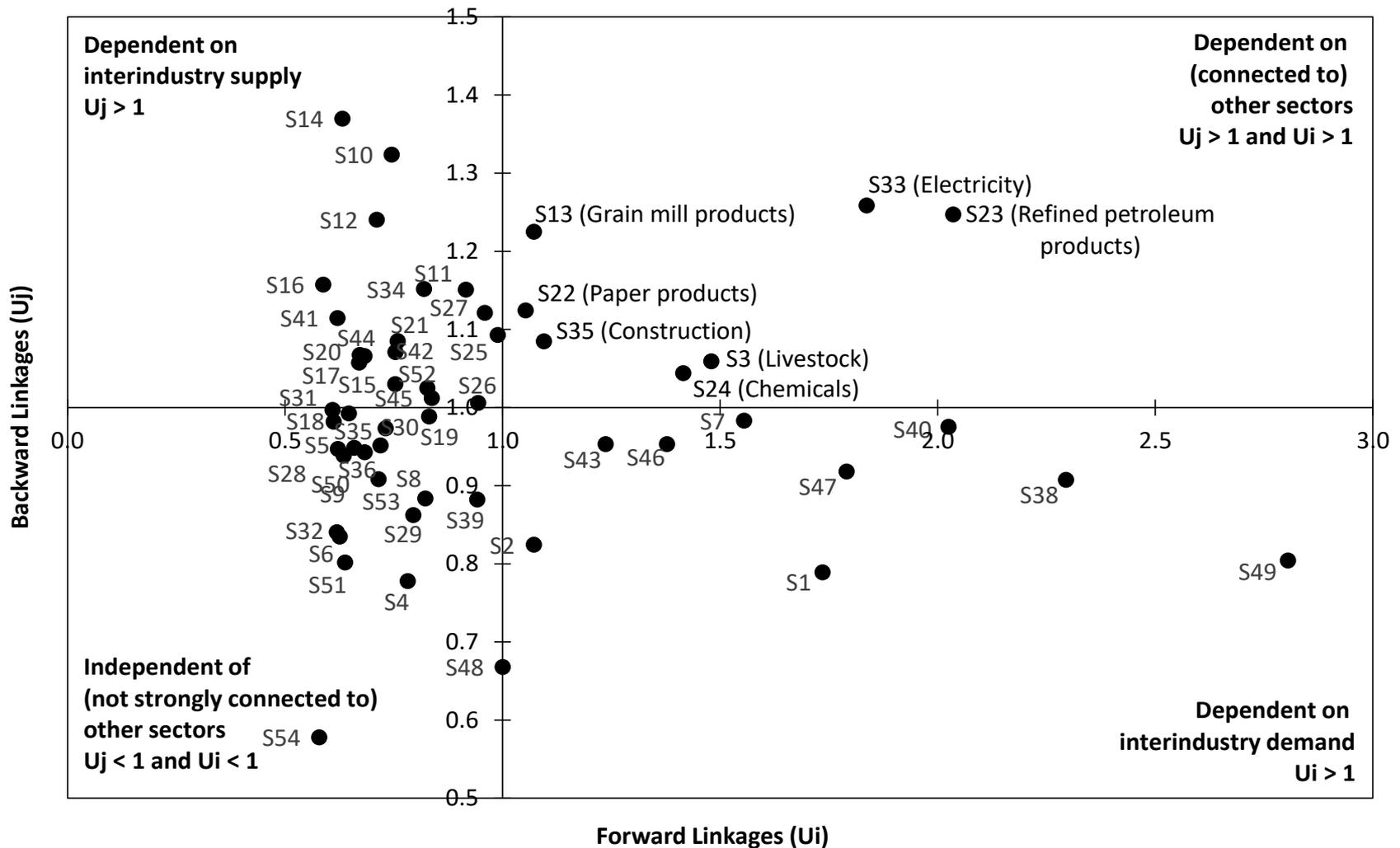
Índices de ligação e setores-chaves

Valores maiores que 1 para os índices acima relacionam-se a setores com encadeamento acima da média, e, portanto, refletem setores que são considerados “chave” para o crescimento da economia.

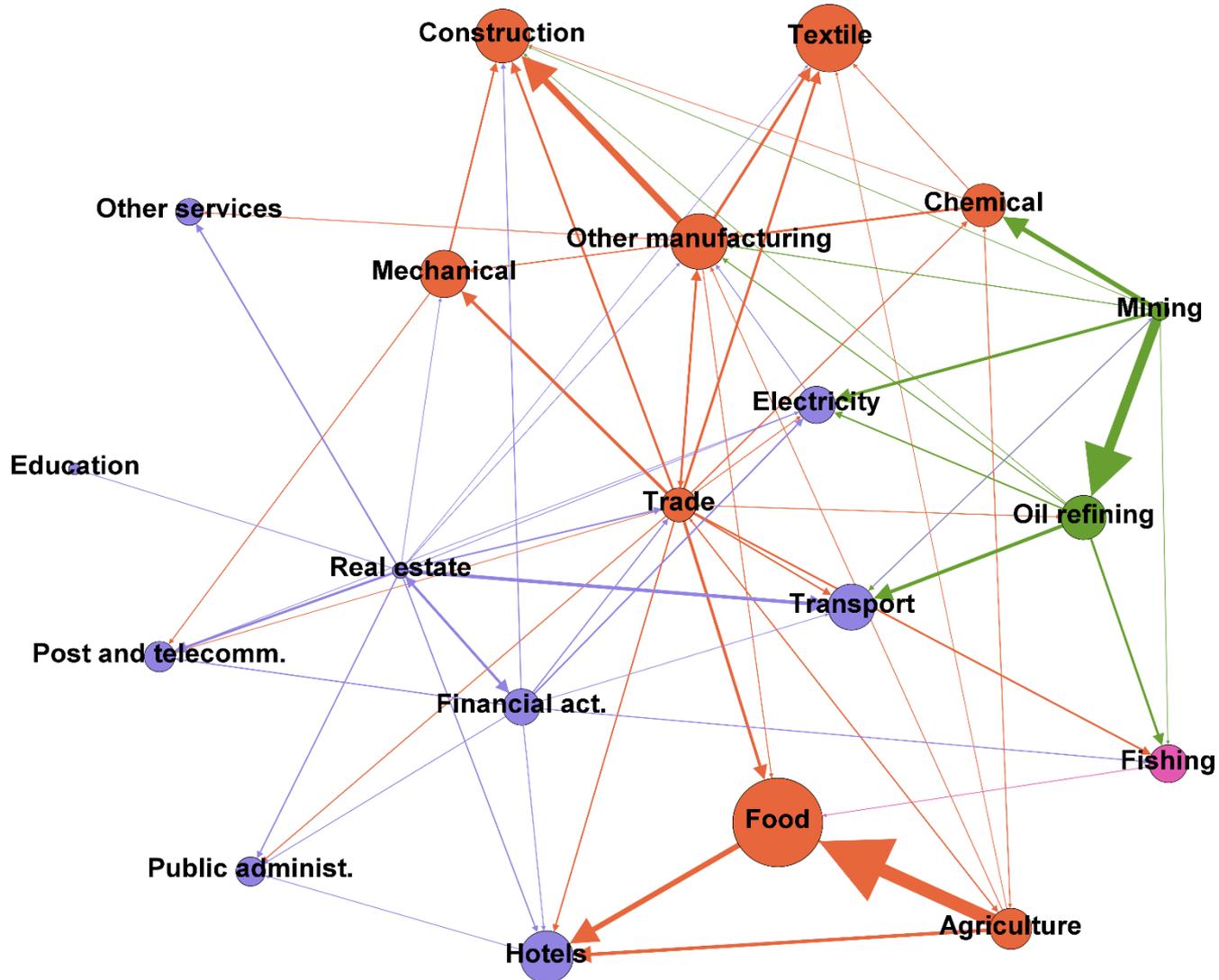
- $U_j > 1$
- $U_i > 1$
- $U_j > 1$ e $U_i > 1$

Uma das críticas sobre estes índices é a de que eles não levam em consideração os diferentes níveis de produção em cada setor da economia.

R-H backward and forward linkages (Colombia)

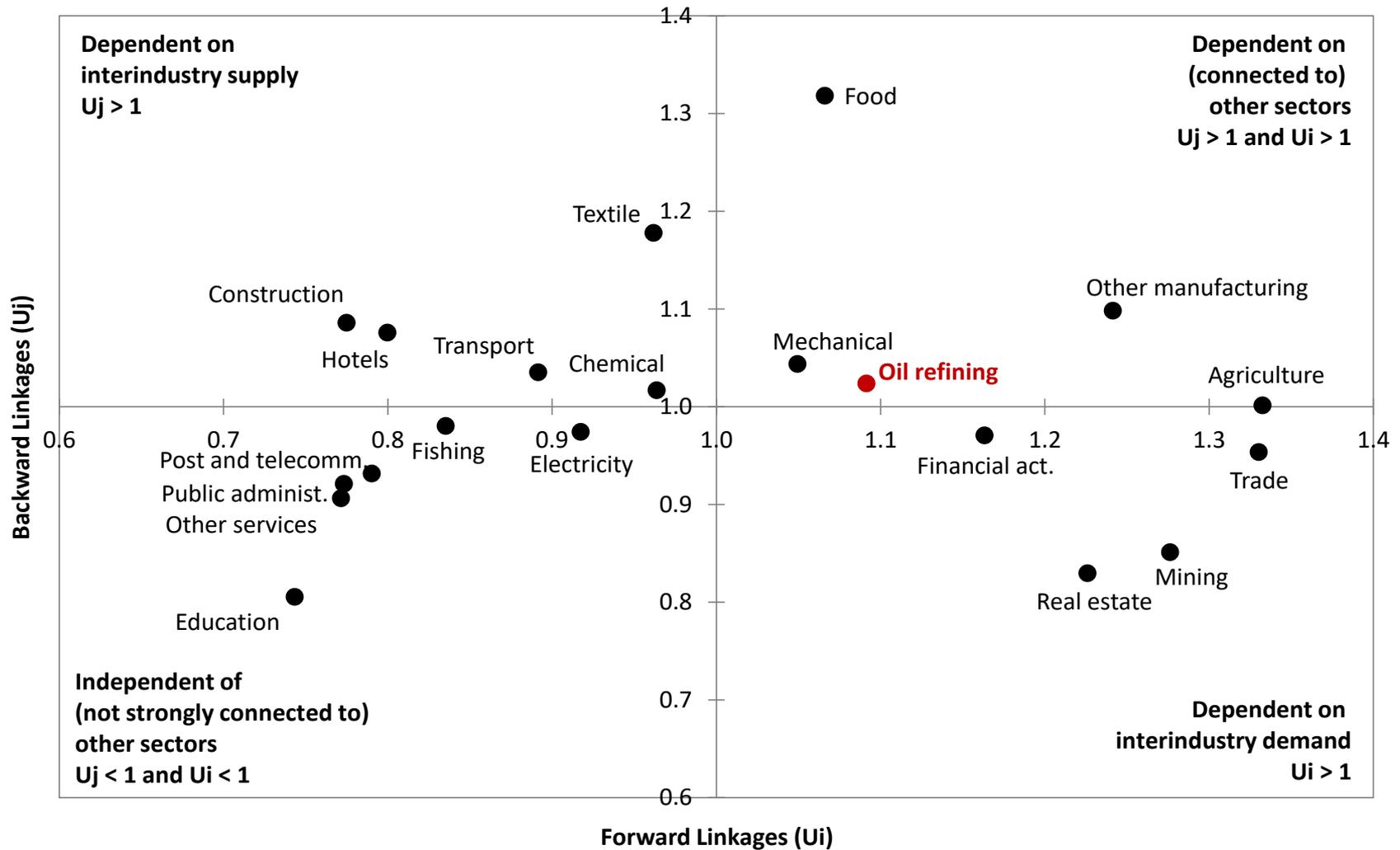


Production structure: output multipliers (Morocco)

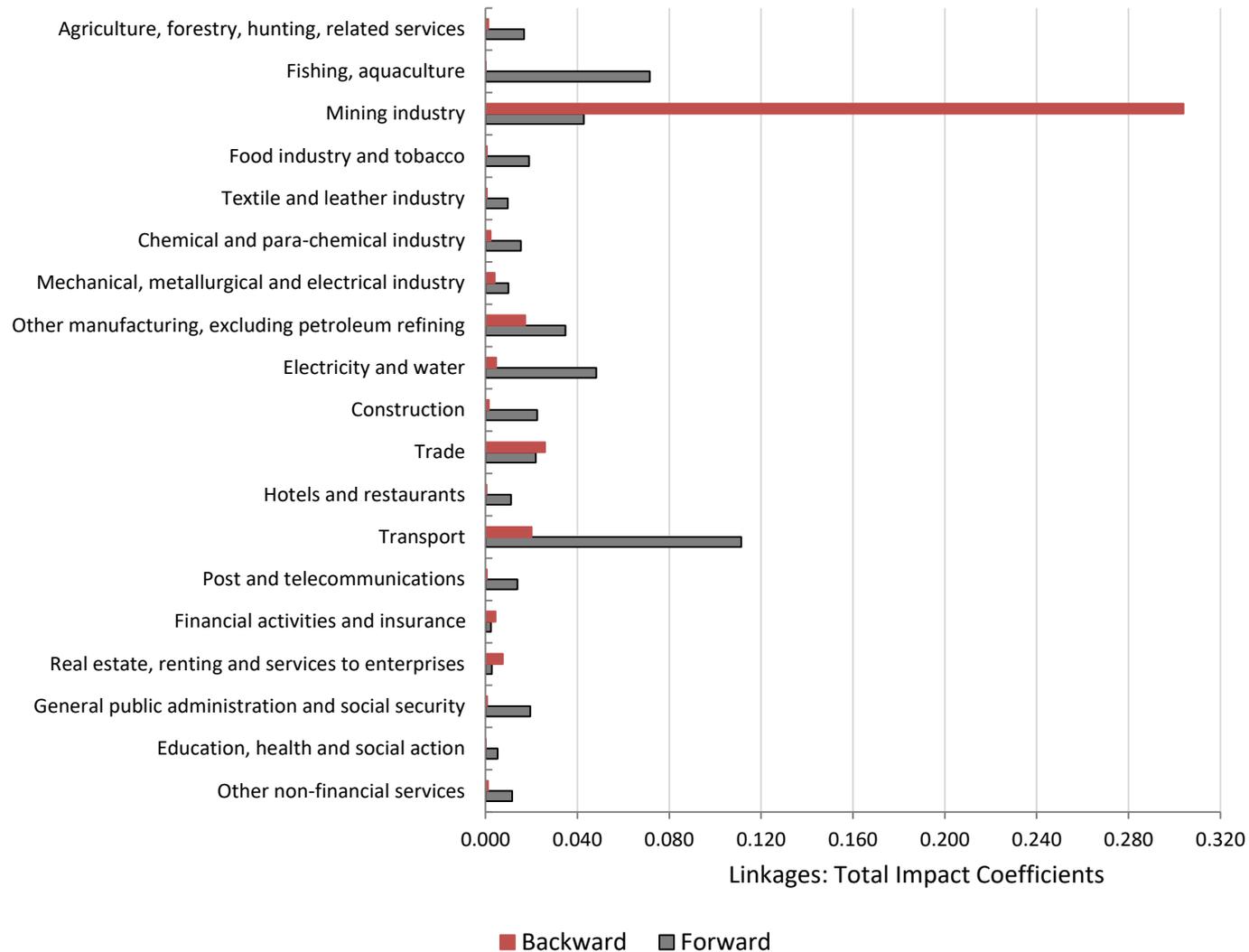


Note: ...

Rasmussen-Hirschman Index (Morocco)



Backward and forward linkages for oil refining (Morocco)



Modelos regionais de IP

Relações de Insumo-Produto numa matriz regional

		Setores Compradores		
Set. Vend.	Insumos Intermediários	Exp. Resto País	Dem. Final	Prod. Total
	Importações do Resto do País (MP)		MP	MP
	Importações do Resto do Mundo (MM)		MM	MM
	Impostos Indiretos Líquidos (IIL)	IIL	IIL	IIL
	Valor Adicionado			
	Produção Total			

Fonte: Guilhoto (2011).

Modelos regionais

Características específicas da região:

- Função de produção (*mix* de insumos)
- Tamanho vs. Dependência

Modelos regionais (1 região):

- Impactos sobre os setores produtivos da região causados por variação na demanda final por produtos regionais

Notação: Y^R, X^R, A^R

Problema básico: $A \rightarrow A^R$

Modelos regionais

1) Coeficientes nacionais:

Estimativa de percentuais da oferta regional por setor

2) Coeficientes regionais:

Receitas regionais diferentes

Solução ideal: *surveys*

- ✓ Quanto do produto i você comprou?
- ✓ Quanto do produto i produzido dentro/fora de MG você comprou?

Coeficientes técnicos regionais + dependência (coeficientes de insumos regionais)

Estimação de modelos regionais

Primeiros estudos:

$$p_j^R = \frac{(X_j^R - E_j^R)}{(X_j^R - E_j^R + M_j^R)}$$

where:

X_j^R is the total output of good j in region R ;

E_j^R is the total exports of good j from region R ;

M_j^R is the total imports of good j by region R .

$$A^R = \hat{P}A \quad \longrightarrow \quad X^R = (I - \hat{P}A)^{-1} Y^R$$

Regionalização

Problema empírico: dados sobre exportações e importações setoriais nem sempre estão disponíveis (p_i^R)

Problema: estimar a_{ij}^{RR}

$$1) \quad a_{ij}^R = (\alpha_{ij}^R)(a_{ij}^N)$$

$$2) \quad a_{ij}^{RR} = (\beta_{ij}^R)(a_{ij}^R) \Leftrightarrow a_{ij}^{RR} = (\gamma_{ij}^R)(a_{ij}^N)$$

Não há informação suficiente para encontrar os α_{ij}^R e β_{ij}^R

Impõem-se restrições:

$$A. \quad a_{ij}^R = a_{ij}^N \quad (\alpha_{ij}^R = 1)$$

$$B. \quad \forall i \quad \beta_{ij}^R = p_i^R$$

Quociente locacional

Indicador que compara a participação de uma região em um setor específico com a sua participação em algum agregado básico (i.e. sua “parcela esperada”)

Também compara a parcela de um determinado setor em uma região com sua parcela no país (ou região de referência)

Utilizados em estágios exploratórios de uma pesquisa

Quociente locacional

R_i = produção do setor i em uma região

R = produção total em uma região

N_i = produção do setor i no país

N = produção total no país

Quociente locacional do setor i na região:

$$\frac{R_i/N_i}{R/N} ; \text{ or } \frac{R_i/R}{N_i/N}$$

Quociente locacional < 1 :

- Região possui menos do que sua “parcela esperada” do setor i
- Setor i é relativamente menos concentrado na região

Uso do quociente locacional

$$a_{ij}^{RR} = \begin{cases} a_{ij}^N (LQ_i^R) & \text{se } LQ_i^R < 1 \\ a_{ij}^N & \text{se } LQ_i^R \geq 1 \end{cases}$$

Estimação de modelos regionais

Exemplo:

$$\hat{P} = \begin{bmatrix} .8 & 0 \\ 0 & .6 \end{bmatrix}, \quad A^R = \hat{P}A = \begin{bmatrix} .8 & 0 \\ 0 & .6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} .15 & .25 \\ .20 & .05 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} .12 & .20 \\ .12 & .03 \end{bmatrix},$$
$$(I - A^R)^{-1} = \begin{bmatrix} 1.169 & .241 \\ .145 & 1.061 \end{bmatrix}$$

(Terceiro exemplo do arquivo Excel)

Multiplicadores em modelos regionais

$$A^R = \hat{P}A$$

$$(I-A)^{-1} \rightarrow O_j$$

$$(I-A^R)^{-1} \rightarrow O_j^R$$

$$O_j^{\tilde{R}} = O_j - O_j^R \text{ (multiplicador externo)}$$

Coeficientes regionais

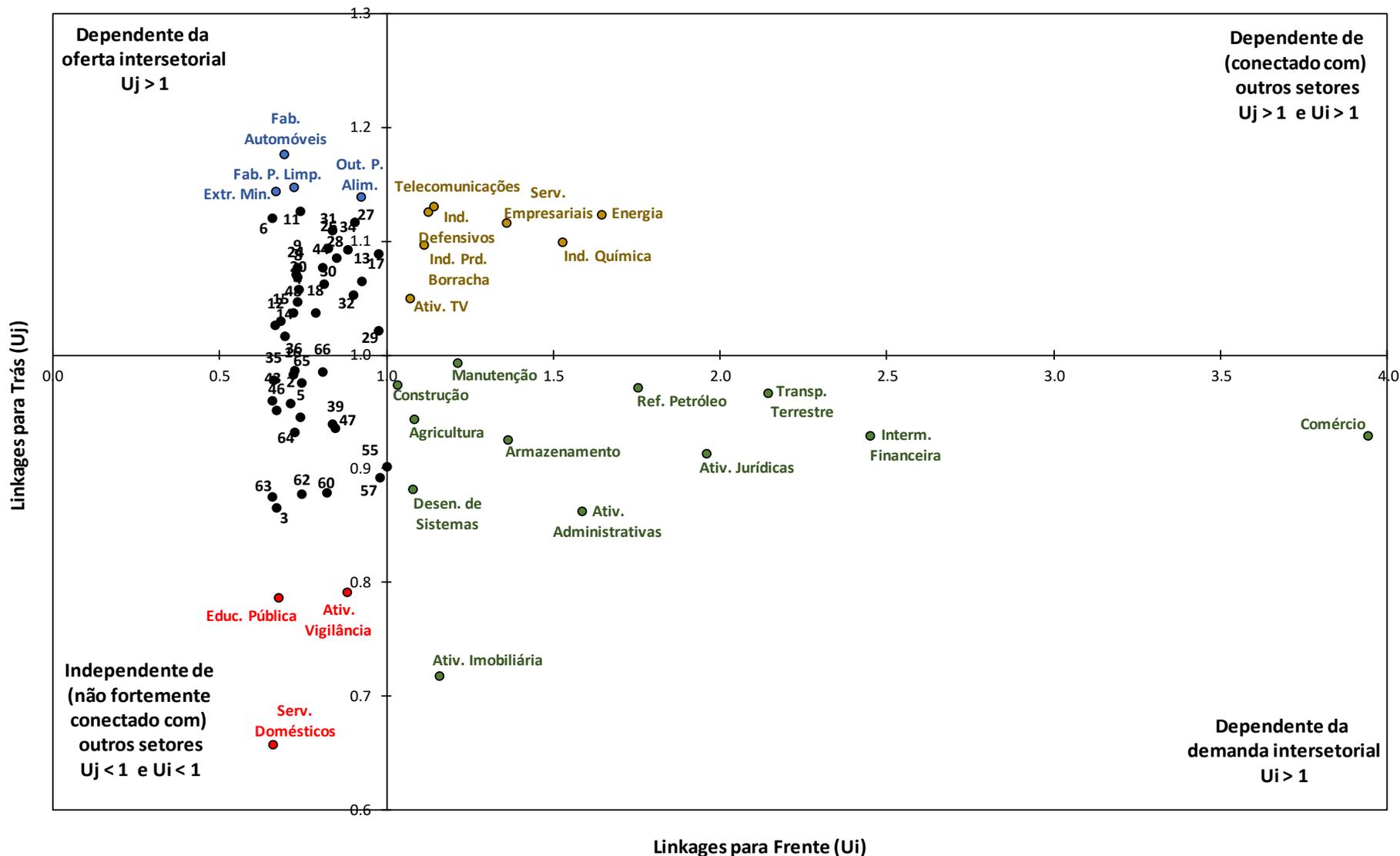
Coeficientes regionais:

$$a_{ij}^{LL} = \frac{z_{ij}^{LL}}{x_j^L}$$

Produto regional:

$$x^L = (I - A^{LL})^{-1} y^L$$

Índices de ligação de Rasmussen-Hirschman (Estado de São Paulo)



Atividade

Identificação de setores-chave

Dados: Matriz de Insumo-Produto do Brasil, 2017

Calcule os índices de ligação para os setores econômicos do Brasil e identifique os setores-chave.

Dica: use a matriz do modelo aberto de Leontief.

Modelos inter-regionais de IP

Relações de Insumo-Produto num sistema inter-regional

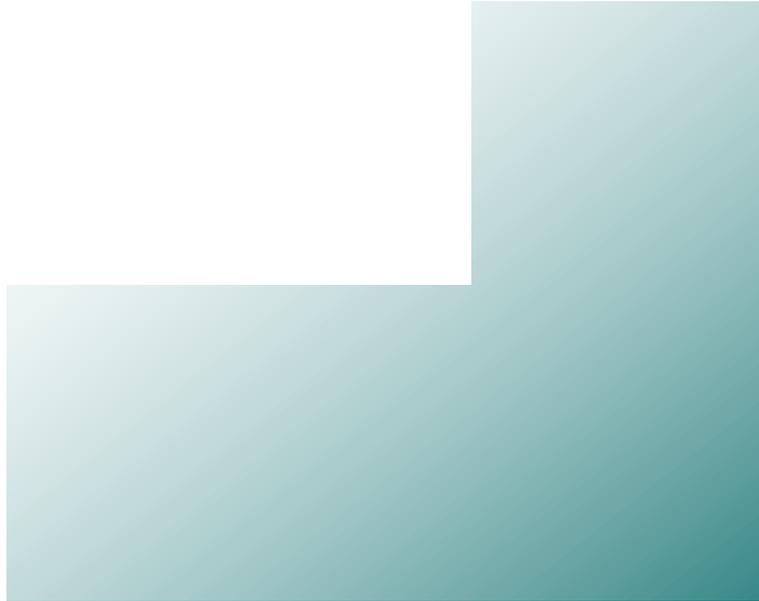
	Setores - Região L	Setores - Região M	L	M	
Set. Reg. L	Insumos Intermediários LL	Insumos Intermediários LM	DF LL	DF LM	Prod. Total L
Set. Reg. M	Insumos Intermediários ML	Insumos Intermediários MM	DF ML	DF MM	Prod. Total M
	Imp. Resto Mundo (M)	Imp. Resto Mundo (M)	M	M	M
	Impostos Ind. Liq. (IIL)	Impostos Ind. Liq. (IIL)	IIL	IIL	IIL
	Valor Adicionado	Valor Adicionado			
	Prod. Total Região L	Prod. Total Região M			

Fonte: Guilhoto (2011).

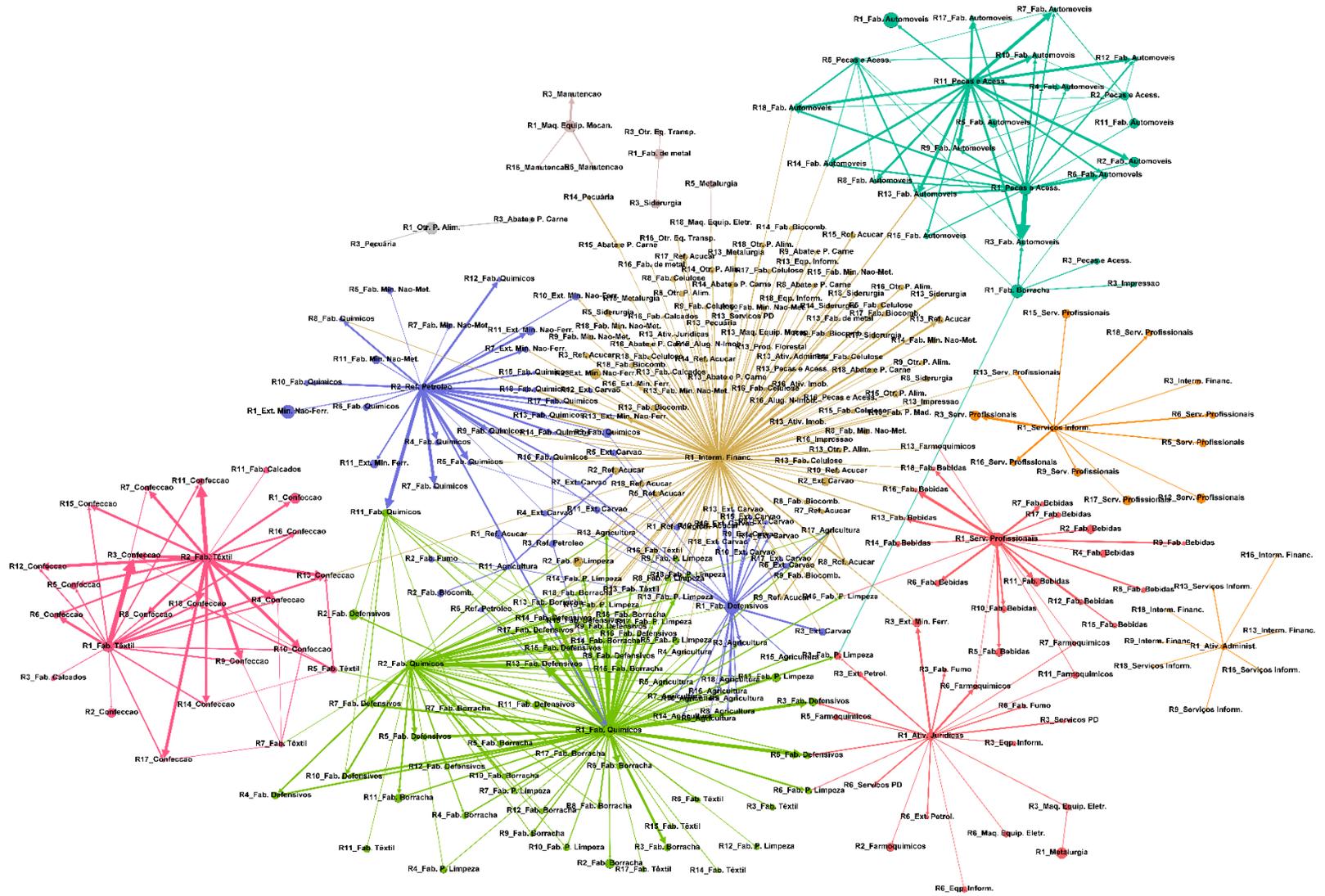
Modelos inter-regionais de IP



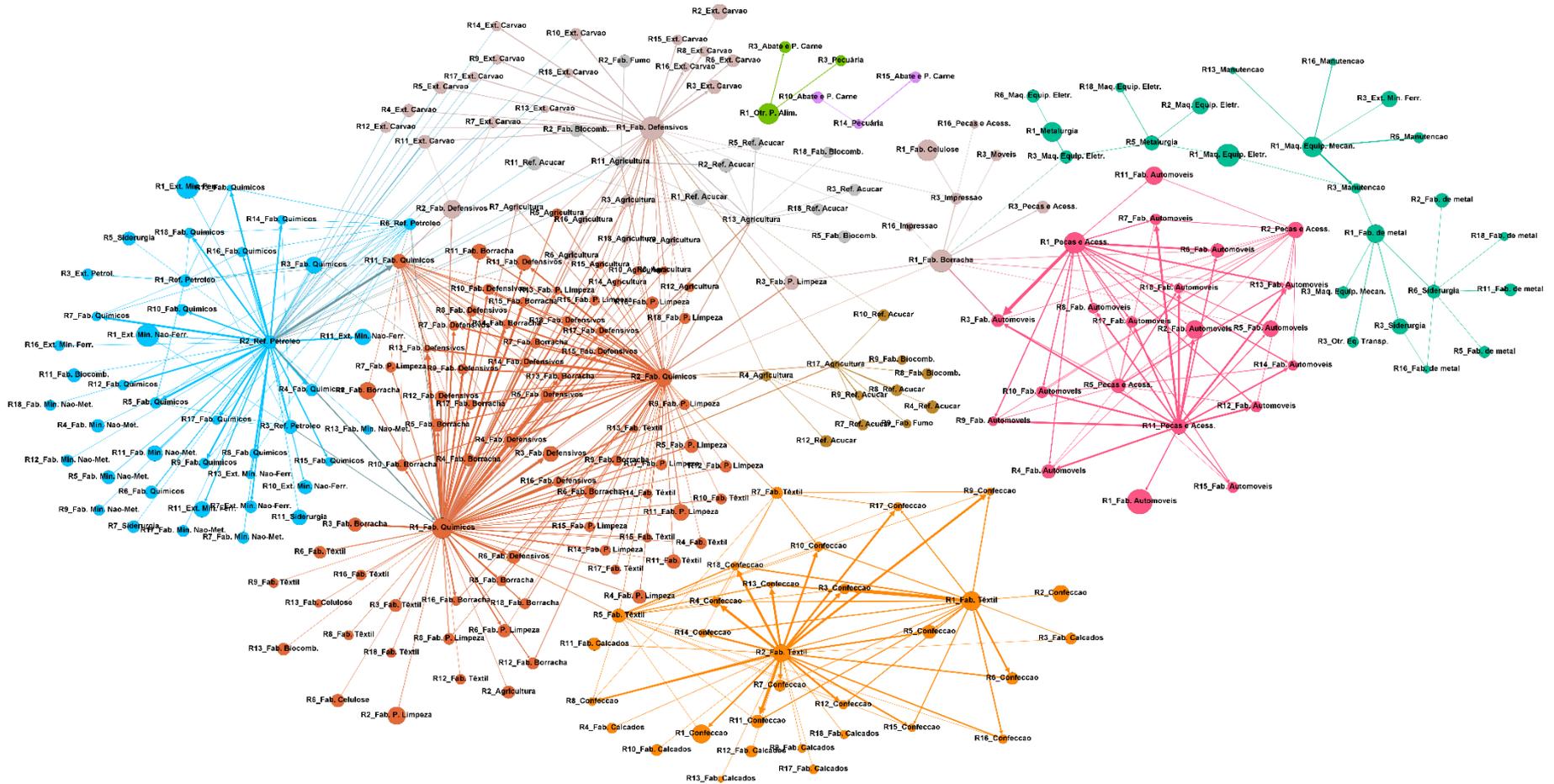
Modelos inter-regionais de IP



Input-output network in SP (18)



Input-output network in SP (18)



Modelos inter-regionais de IP

Fluxos inter-regionais – consumo intermediário:

$$Z = \begin{bmatrix} Z^{LL} & Z^{LM} \\ Z^{ML} & Z^{MM} \end{bmatrix}$$

Produto total:

$$x_i = z_{i1} + z_{i2} + \dots + z_{ii} + \dots + z_{in} + y_i$$

$$x_1^L = z_{11}^{LL} + z_{12}^{LL} + z_{11}^{LM} + z_{12}^{LM} + y_1^L$$

Modelos inter-regionais de IP

Coeficientes inter-regionais:

$$a_{ij}^{LL} = \frac{z_{ij}^{LL}}{X_j^L}$$

$$a_{ij}^{LM} = \frac{z_{ij}^{LM}}{X_j^M}$$

$$a_{ij}^{ML} = \frac{z_{ij}^{ML}}{X_j^L}$$

$$a_{ij}^{MM} = \frac{z_{ij}^{MM}}{X_j^M}$$

Modelos inter-regionais de IP

Modelo inter-regional

$$A = \begin{bmatrix} A^{LL} & \vdots & A^{LM} \\ \dots & \dots & \dots \\ A^{ML} & \vdots & A^{MM} \end{bmatrix} \quad y = \begin{bmatrix} y^L \\ \dots \\ y^M \end{bmatrix} \quad x = \begin{bmatrix} x^L \\ \dots \\ x^M \end{bmatrix}$$

$$\left\{ \begin{bmatrix} I & \vdots & 0 \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \vdots & I \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} A^{LL} & \vdots & A^{LM} \\ \dots & \dots & \dots \\ A^{ML} & \vdots & A^{MM} \end{bmatrix} \right\} \begin{bmatrix} x^L \\ \dots \\ x^M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y^L \\ \dots \\ y^M \end{bmatrix}$$

$$(I - A)x = y \quad \longrightarrow \quad x = (I - A)^{-1}y$$

(Quarto exemplo do arquivo Excel)

Multiplicadores em modelos (inter-)regionais de IP

Os multiplicadores variam não apenas entre os setores, mas também entre as regiões.

Uma pequena economia regional, com uma representação modesta da indústria, pode não ser capaz de fornecer todos os insumos necessários requeridos pela indústria local. Assim, haverá importações consideráveis de insumos (às vezes denominados como vazamentos).

Em geral, quanto maior o valor das importações, menor o valor do multiplicador.

Multiplicadores em modelos inter-regionais de IP

$$A = \begin{bmatrix} A^{LL} & A^{LM} \\ A^{ML} & A^{MM} \end{bmatrix} \rightarrow B = (I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} B^{LL} & B^{LM} \\ B^{ML} & B^{MM} \end{bmatrix}$$

Efeitos intrarregionais: $B^{LL}, B^{MM} \rightarrow O_j^{LL}, O_j^{MM}$

Efeitos inter-regionais: $B^{ML}, B^{LM} \rightarrow O_j^{ML}, O_j^{LM}$

Efeitos nacionais: $O_j^L = O_j^{LL} + O_j^{ML}$ e $O_j^M = O_j^{MM} + O_j^{LM}$

Efeitos setoriais: $O_{ij}^L = \alpha_{ij}^{LL} + \alpha_{ij}^{ML}$ e $O_{ij}^M = \alpha_{ij}^{MM} + \alpha_{ij}^{LM}$

Multiplicadores em modelos (inter-)regionais de IP

Exemplo numérico simples

		Região L			Região M		Y	X
		1	2	3	1	2		
Região L	1	150	500	50	25	75	200	1000
	2	200	100	400	200	100	1000	2000
	3	300	500	50	60	40	50	1000
Região M	1	75	100	60	200	250	515	1200
	2	50	25	25	150	100	450	800
VA		225	775	415	565	235		
X		1000	2000	1000	1200	800		

Multiplicadores em modelos (inter-)regionais de IP

Exemplo numérico simples

$A=$

0.150	0.250	0.050	0.021	0.094
0.200	0.050	0.400	0.167	0.125
0.300	0.250	0.050	0.050	0.050
0.075	0.050	0.060	0.167	0.313
0.050	0.013	0.025	0.125	0.125

$(I - A)^{-1}=$

1.423	0.465	0.291	0.192	0.304
0.635	1.424	0.671	0.409	0.456
0.638	0.537	1.336	0.250	0.311
0.267	0.200	0.197	1.341	0.547
0.147	0.091	0.093	0.215	1.254

Multiplicadores em modelos (inter-)regionais de IP

Modelo regional versus Modelo Inter-regional

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A}^{LL})^{-1} = \begin{array}{|c|} \hline \begin{array}{ccc} 1.365 & 0.425 & 0.251 \\ 0.527 & 1.348 & 0.595 \\ 0.570 & 0.489 & 1.289 \end{array} \\ \hline \end{array}$$

$$\mathbf{Y}^L = \begin{array}{|c|} \hline \begin{array}{c} 600 \\ 1500 \\ 0 \end{array} \\ \hline \end{array} \quad \mathbf{X}^L = \begin{array}{|c|} \hline \begin{array}{c} 1457 \\ 2339 \\ 1075 \end{array} \\ \hline \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{|c|} \hline \begin{array}{c} 1457 \\ 2339 \\ 1075 \end{array} \\ \hline \end{array}} \right\} 4871 (-) \quad \begin{array}{l} \text{Erro} \\ \downarrow \\ \boxed{7.3\%} \end{array}$$

$$\mathbf{Y} = \begin{array}{|c|} \hline \begin{array}{c} 600 \\ 1500 \\ 0 \\ \hline 0 \\ 0 \end{array} \\ \hline \end{array} \quad \mathbf{X} = \begin{array}{|c|} \hline \begin{array}{c} 1552 \\ 2516 \\ 1188 \\ \hline 460 \\ 224 \end{array} \\ \hline \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{|c|} \hline \begin{array}{c} 1552 \\ 2516 \\ 1188 \\ \hline 460 \\ 224 \end{array} \\ \hline \end{array}} \right\} 5256 (+)$$

Exemplo:

Estado de São Paulo na economia Brasileira e mundial

Fluxos regionais e externos Brasil, 1996

Fluxos		São Paulo		Resto do Brasil	
		<i>R\$ bi</i>	<i>% VA</i>	<i>R\$ bi</i>	<i>% VA</i>
Inter-regionais	Exportações	113,244	49.0	77,725	16.7
	Importações	77,725	33.7	113,244	24.4
	Saldo	35,519	15.4	35,519	-7.7
Externos	Exportações	19,909	8.6	34,401	7.4
	Importações	25,470	11.0	53,701	11.6
	Saldo	-5,561	2.4	-19,300	4.2

VA: Valor Adicionado regional

fonte: Informações FIPE, n. 245, fevereiro/2001

Matriz de Insumo-Produto Inter-regional São Paulo/Resto do Brasil, 1996 – R\$ milhões

		São Paulo				Resto do Brasil					
		1	2	3	4	1	2	3	4	Y	X
SP	1	522	2268	1	163	603	1764	0	136	12661	18117
	2	1972	40900	7784	6541	3049	21177	6918	8562	88681	185585
	3	305	3487	2077	1721	1089	6001	4337	2600	70862	92480
	4	289	6969	4897	29029	401	4706	2525	12862	92612	154291
RB	1	1782	7736	2	557	11658	34105	5	2628	21284	79757
	2	980	22890	8492	2452	8069	89477	23804	11353	143282	310800
	3	97	1198	1522	1583	568	3767	5688	5995	151473	171892
	4	127	2910	2630	10278	1602	14413	12890	46943	247003	338796
VA		11835	86094	63675	99711	51796	116061	112078	243914		
=											
X		18117	185585	92480	154291	79757	310800	171892	338796		

- 1 Agropecuária
- 2 indústria Transformação
- 3 Comércio, Transportes e Construção Civil
- 4 Serviços

- VA Valor Adicionado
- Y Demanda Final
- X Produção

Matriz de Insumo-Produto Inter-regional São Paulo/Resto do Brasil, **coeficientes técnicos**

		São Paulo				Resto do Brasil					
		1	2	3	4	1	2	3	4		
SP	1	0.029	0.012	0.000	0.001	0.008	0.006	0.000	0.000	=	$\begin{bmatrix} A^{LL} & A^{LM} \\ A^{ML} & A^{MM} \end{bmatrix}$
	2	0.109	0.220	0.084	0.042	0.038	0.068	0.040	0.025		
	3	0.017	0.019	0.022	0.011	0.014	0.019	0.025	0.008		
	4	0.016	0.038	0.053	0.188	0.005	0.015	0.015	0.038		
RB	1	0.098	0.042	0.000	0.004	0.146	0.110	0.000	0.008		
	2	0.054	0.123	0.092	0.016	0.101	0.288	0.138	0.034		
	3	0.005	0.006	0.016	0.010	0.007	0.012	0.033	0.018		
	4	0.007	0.016	0.028	0.067	0.020	0.046	0.075	0.139		

$$a_{ij}^{LL} = \frac{z_{ij}^{LL}}{X_j^L}, \quad a_{ij}^{MM} = \frac{z_{ij}^{MM}}{X_j^M} \rightarrow \text{coeficiente de insumo regional}$$

$$a_{ij}^{ML} = \frac{z_{ij}^{ML}}{X_j^L}, \quad a_{ij}^{LM} = \frac{z_{ij}^{LM}}{X_j^M} \rightarrow \text{coeficiente de comércio inter-regional}$$

Modelo inter-regional

		São Paulo				Resto do Brasil				
		1	2	3	4	1	2	3	4	
SP	1	0.029	0.012	0.000	0.001	0.008	0.006	0.000	0.000	= $\begin{bmatrix} A^{LL} & A^{LM} \\ A^{ML} & A^{MM} \end{bmatrix}$
	2	0.109	0.220	0.084	0.042	0.038	0.068	0.040	0.025	
	3	0.017	0.019	0.022	0.011	0.014	0.019	0.025	0.008	
	4	0.016	0.038	0.053	0.188	0.005	0.015	0.015	0.038	
RB	1	0.098	0.042	0.000	0.004	0.146	0.110	0.000	0.008	
	2	0.054	0.123	0.092	0.016	0.101	0.288	0.138	0.034	
	3	0.005	0.006	0.016	0.010	0.007	0.012	0.033	0.018	
	4	0.007	0.016	0.028	0.067	0.020	0.046	0.075	0.139	

$$X = \begin{bmatrix} X^L \\ X^M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 18117 \\ 185585 \\ 92480 \\ 154291 \\ 79757 \\ 310800 \\ 171892 \\ 338796 \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} Y^L \\ Y^M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12661 \\ 88681 \\ 70862 \\ 92612 \\ 21284 \\ 143282 \\ 151473 \\ 247003 \end{bmatrix}$$

$$\left. \begin{array}{l} X = (I - A)^{-1} Y \\ X = B.Y \\ B = \begin{bmatrix} B^{LL} & B^{LM} \\ B^{ML} & B^{MM} \end{bmatrix} \end{array} \right\}$$

Modelo inter-regional

$$B = \begin{bmatrix} B^{LL} & B^{LM} \\ B^{ML} & B^{MM} \end{bmatrix}$$

		São Paulo				Resto do Brasil			
		1	2	3	4	1	2	3	4
SP	1	1.034	0.019	0.003	0.003	0.012	0.012	0.003	0.002
	2	0.170	1.323	0.135	0.080	0.083	0.151	0.085	0.052
	3	0.027	0.034	1.031	0.018	0.023	0.037	0.035	0.013
	4	0.035	0.072	0.080	1.243	0.019	0.043	0.035	0.060
RB	1	0.145	0.100	0.030	0.017	1.202	0.199	0.036	0.023
	2	0.136	0.256	0.170	0.055	0.194	1.474	0.233	0.075
	3	0.011	0.015	0.023	0.017	0.013	0.024	1.041	0.024
	4	0.027	0.048	0.055	0.103	0.043	0.093	0.109	1.174
	Σ	1.584	1.867	1.526	1.536	1.590	2.034	1.577	1.423

Modelo inter-regional

$$Y_N = Y + DY \Rightarrow X_N = B.Y_N$$

Acréscimo de R\$ 100 milhões nas vendas para demanda final da indústria em São Paulo

		Y	DY	YN	X	XN = B.YN	DX
<i>São Paulo</i>	1	12,661	0	12,661	18,117	18,119	1.90
	2	88,681	100	88,781	185,585	185,717	132.25
	3	70,862	0	70,862	92,480	92,483	3.38
	4	92,612	0	92,612	154,291	154,298	7.17
<i>Resto do Brasil</i>	1	21,284	0	21,284	79,757	79,767	10.04
	2	143,282	0	143,282	310,800	310,825	25.59
	3	151,473	0	151,473	171,892	171,894	1.51
	4	247,003	0	247,003	338,796	338,801	4.83
	Σ	827,859	100	827,959	1,351,718	1,351,905	186.68

Multiplicador (Indústria, SP) = $DX/DN = 186.68/100 = 1.867$

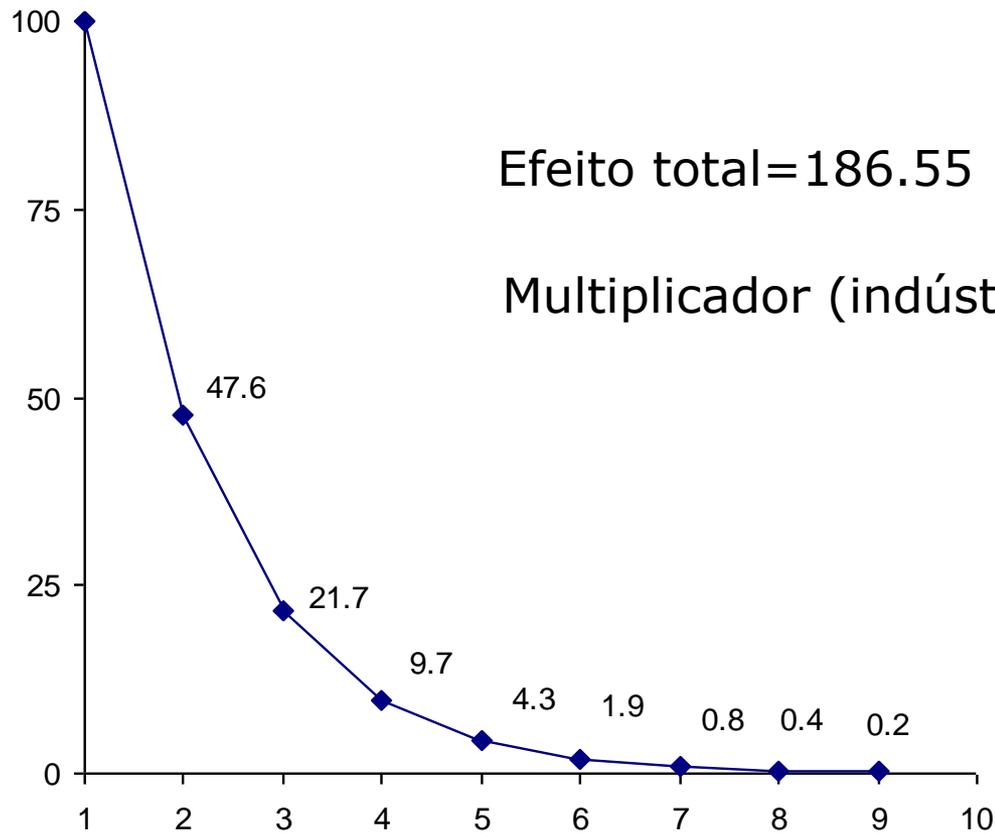
Modelo inter-regional

Efeito no nível de atividade da economia de um acréscimo de R\$ 100 milhões nas vendas para demanda final da indústria (2) em São Paulo

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>São Paulo</i>	1	0	1.22	0.41	0.16	0.06	0.03	0.01	0.01	0.00	1.90
	2	100	22.04	6.37	2.26	0.90	0.38	0.17	0.07	0.03	132.23
	3	0	1.88	0.84	0.37	0.16	0.07	0.03	0.01	0.01	3.37
	4	0	3.76	1.93	0.84	0.36	0.16	0.07	0.03	0.01	7.16
<i>Resto do Brasil</i>	1	0	4.17	3.03	1.55	0.72	0.32	0.14	0.06	0.03	10.02
	2	0	12.33	7.13	3.39	1.53	0.68	0.30	0.13	0.06	25.55
	3	0	0.65	0.45	0.23	0.11	0.05	0.02	0.01	0.00	1.51
	4	0	1.57	1.58	0.90	0.43	0.20	0.09	0.04	0.02	4.82
	Σ	100	47.61	21.74	9.70	4.28	1.88	0.83	0.36	0.16	186.55

Modelo inter-regional

Elevação na
produção total
da economia



Efeito total=186.55

Multiplicador (indústria, SP) = 1.865

Etapa

Modelo inter-regional

Efeito no nível de atividade da economia de um acréscimo de R\$ 100 milhões nas vendas para demanda final da indústria em São Paulo

		144.70	77.51%
<i>São Paulo</i>	Indústria		91.38%
	Serviços		4.95%
		41.98	22.49%
<i>Resto do Brasil</i>	Indústria		60.87%
	Serviços		11.51%

Modelo inter-regional

Decomposição dos multiplicadores

		Simples		Líquida Injeção inicial	
		Local	Externo	Local	Externo
<i>São Paulo</i>	1	79.9%	20.1%	45.4%	54.6%
	2	77.5%	22.5%	51.6%	48.4%
	3	81.9%	18.1%	47.4%	52.6%
	4	87.5%	12.5%	64.2%	35.8%
<i>Resto do Brasil</i>	1	91.4%	8.6%	76.8%	23.2%
	2	88.0%	12.0%	76.5%	23.5%
	3	90.0%	10.0%	72.6%	27.4%
	4	91.1%	8.9%	69.9%	30.1%

Modelo regional vs. Modelo inter-regional

Multiplicadores Simples da Produção Estado de São Paulo - 1996

	Modelo de Insumo-Produto		Diferença
	Regional	Inter-regional	
Agropecuária	1.23	1.58	22%
Indústria	1.39	1.87	25%
Com. e Transp.	1.21	1.53	20%
Serviços	1.32	1.54	14%