

I.

Uma Metodologia para a Construção de Matrizes de Relações Interindustriais

Marcos G. Fonseca
Martin Lu(*)

1 INTRODUÇÃO

A presente nota objetiva sistematizar reflexões metodológicas sobre a construção de matrizes de relações interindustriais a partir de informações sobre compras e vendas tais como as dos registros do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI).

É preciso alertar, desde logo, que os dados do IPI não são, evidentemente, informações ideais para a montagem pretendida. Pelo uso dos registros do IPI, resultam, fatalmente, vieses e erros, cujas magnitudes não são passíveis de controle ou mensuração. Mesmo do ponto de vista estritamente teórico, as hipóteses restritivas do modelo de insumo-produto quanto à linearidade e homogeneidade refletem de modo pouco fiel as condições objetivas reais de estruturas industriais, no que se refere às possibilidades de substituição entre fatores, ou àquelas resultantes de economias de escala e externas notadamente as de aglomeração.

No entanto, apesar de todas essas limitações, tanto de natureza teórica quanto as decorrentes do uso de informações inadequadas, acredita-se que essas matrizes — sobretudo pelas aplicações derivadas por elas permitidas — possam vir a subsidiar o estudo, a análise e a discussão quanto às proposições do planeja-

(*) Os autores são professores do Instituto de Pesquisas Econômicas da USP.

mento do desenvolvimento industrial, quer ao nível nacional, quer ao nível regional (ou estadual).

2. ANTECEDENTES E FORMALIZAÇÕES ALTERNATIVAS

As etapas metodológicas expostas a seguir tiveram origem em 1976, por ocasião do desenvolvimento das pesquisas “Estudo dos Efeitos Multiplicadores dos Investimentos Industriais e dos Programas Governamentais”, na qual foi estimada uma matriz de coeficientes técnicos para o Estado de São Paulo, com base em registros do IPI e na “Pesquisa Complementar sobre Substituição de Importações de Bens de Capital” na qual foi estimada uma matriz de coeficientes técnicos para o Brasil.

A FIPE, em função dessas pesquisas, dispõe de conjuntos completos de registros do IPI que foram cedidos pelo Ministério da Fazenda, para os anos de 1972 a 1975. Dada a existência destas informações foi redigido o presente trabalho.

Conforme se verá a seguir, o modelo contém duas variantes: a primeira, para a elaboração de uma matriz de fluxos interindustriais para o Brasil, e a segunda, aplicável à construção de tabelas regionais ou estaduais.

3. NATUREZA DAS INFORMAÇÕES E NOMENCLATURAS ENVOLVIDAS

Com relação às informações disponíveis nas fitas do IPI, os dados a serem utilizados na construção das matrizes se limitam a quatro, a saber:

“entradas do mercado nacional”,
“entradas do mercado externo”,
“saídas para o mercado nacional”, e,
“saídas para o mercado externo”

Estas informações estão classificadas segundo a Nomenclatura Brasileira de Mercadorias (NBM), que compreende oito dígitos: dois para “Capítulo” dois para “Posição”, dois para “Item” e, finalmente, dois para “Sub-item”

No que concerne ao enquadramento setorial, a Classificação Industrial (CI) da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FIBGE) comporta detalhamentos até o sexto dígito, sendo os dois primeiros para “Gêneros de Indústrias”, os dois seguintes para “Grupos de Indústrias” e os dois últimos para “Sub-Grupos de Indústrias”. Existe ainda um nível intermediário, com base no terceiro dígito, chamado também de “Cabeça de Grupo”

A compatibilização da NBM com a CI existe para o sexto dígito desta última. No entanto, em função do equilíbrio que deve necessariamente existir entre o grau de detalhamento setorial e os custos operacionais de processamento e de agregação, sugere-se aqui que se fixe o nível setorial de desagregação máximo em três dígitos com a possibilidade de se agregar igualmente ao nível de gênero.

Vale ainda a pena ressaltar que, sendo as informações do IPI referentes a entradas e saídas do estabelecimento, que não necessariamente refletem as entradas e saídas do processo produtivo, as matrizes obtidas serão viesadas tanto por variações de estoques de insumos quanto de produtos finais do estabelecimento. Entretanto, esse viés será tanto menor quanto maior for o período de observação.

4. MATRIZ NACIONAL DE COEFICIENTES TÉCNICOS

As informações já mencionadas de entradas e saídas do e para os mercados internos e externos revelam o movimento de mercadorias ocorrido em um dado estabelecimento num certo lapso de tempo. Pode-se, portanto, a partir delas, construir quadros de origem de mercadorias utilizadas por um estabelecimento. Esses quadros são a base da construção das matrizes de Relações Interindustriais.

O processo de construção pode ser descrito da seguinte forma. Sendo:

| | |
|----------------------------------|--|
| λ — anos de observações, | $\lambda = 1, 2, 3, \dots, s$ |
| m — estabelecimentos, | $k = 1, 2, \dots, m$ |
| p — produtos | $i, j = 1, 2, \dots, p$, sendo |
| q — setores | que os produtos de n a p são bens de capital |
| | $s = 1, 2, \dots, q$ |

e usando a seguinte notação:

- letra maiúscula representa matriz;
- letra minúscula representa escalar;
- letra minúscula sob uma barra representa vetor coluna;
- letra minúscula com sub-índices representa elemento de matriz ou de vetor coluna;
- x e z — representam respectivamente saídas e entradas totais;
- y e w — representam respectivamente saídas e entradas para e do mercado externo.

Assim, o produto do estabelecimento k no ano λ é definido como $x^{k\lambda}$, ou, de forma equivalente, por um conjunto de escalares $x_j^{k\lambda}$, referentes às várias saídas do estabelecimento k , tal que:

$$x^{k\lambda} = \sum_{j=1}^p x_j^{k\lambda}$$

A estrutura de insumos do estabelecimento k é representada por um vetor de fluxos $z_{-k\lambda}$ ou, alternativamente, por um conjunto de vetores, um para cada saída. O problema que se coloca então é o de como distribuir as diversas entradas entre as diversas saídas. Em outras palavras, a nível de estabelecimentos se observa que o estabelecimento efetua um conjunto de compras e um conjunto de vendas. Não é possível determinar com precisão quais compras foram utilizadas para produzir cada um dos produtos que saíram do estabelecimento. Esse problema se deve à existência freqüente de: a) processos de produção caracterizados por produtos múltiplos ou por gerar sub-produtos, b) processos que são facilmente adaptáveis à produção de diferentes produtos e, finalmente, c) existência de mais de um processo de produção dentro de um mesmo estabelecimento.

A solução sugerida para resolver esse problema é a de fazer o rateio das compras entre as saídas, de acordo com a participação de cada saída no total de saídas do estabelecimento. Dessa forma, pode-se obter um conjunto de vetores de entradas, um pa-

ra cada saída, tal que a soma desses vetores de entrada é igual ao vetor $\begin{matrix} -k\lambda \\ Z \end{matrix}$

Esse processo de rateio pode ser expresso matematicamente por:

$$\begin{matrix} -k\lambda \\ Z_j \end{matrix} = \begin{matrix} -k\lambda \\ Z \end{matrix} \frac{\begin{matrix} k\lambda \\ X_j \end{matrix}}{\begin{matrix} k\lambda \\ X \end{matrix}}$$

onde $\begin{matrix} -k\lambda \\ z_j \end{matrix}$ é o vetor de entradas totais do estabelecimento k no ano λ atribuído à produção do produto j desse estabelecimento.

O mesmo processo pode ser utilizado para o rateio das compras feitas no mercado externo. Assim, de um vetor de compras do mercado externo $\begin{matrix} -k\lambda \\ w \end{matrix}$ do estabelecimento k no ano λ , calcula-se um conjunto de vetores de compras do mercado externo, cada um desses vetores correspondendo a um produto j , usando-se a seguinte relação:

$$\begin{matrix} -k\lambda \\ w_j \end{matrix} = \begin{matrix} -k\lambda \\ w \end{matrix} \frac{\begin{matrix} k\lambda \\ x_j \end{matrix}}{\begin{matrix} k\lambda \\ x \end{matrix}}$$

Depois de terminado esse processo de rateio, tem-se para cada estabelecimento duas matrizes. A primeira, constituída pelos vetores $\begin{matrix} -k\lambda \\ z_j \end{matrix}$ onde cada elemento $\begin{matrix} k\lambda \\ z_{ij} \end{matrix}$ representa a quantidade total do produto i que o estabelecimento k no ano λ compra para obter sua produção de j . A segunda é constituída pelos vetores $\begin{matrix} -k\lambda \\ w_j \end{matrix}$ onde cada elemento $\begin{matrix} k\lambda \\ w_{ij} \end{matrix}$ representa a quantidade importada do i que o estabelecimento k compra para obter sua produção do produto j . Vale a pena ressaltar que nas matrizes $\begin{matrix} *k \\ z \end{matrix}$ e $\begin{matrix} *k \\ w \end{matrix}$, compostas respectivamente pelos vetores $\begin{matrix} -k \\ z_j \end{matrix}$ e $\begin{matrix} -k \\ w_j \end{matrix}$, algumas linhas são referentes a insumos correntes e outras são referentes a compras de bens de capital que serão incorporados ao ativo fixo do estabelecimento k .

A etapa seguinte é proceder à agregação das linhas e colunas dessas duas matrizes de maneira a reduzi-las à estrutura setorial desejada.

Essa agregação é feita da seguinte forma: dado um setor g , em primeiro lugar somam-se as linhas referentes a produtos que pertencem ao setor s . A matriz resultante seria então uma matriz de p colunas e q linhas. Somam-se então todas as colunas referentes a produtos que pertencem ao setor s , obtendo-se assim uma linha e uma coluna referente ao setor s para o estabelecimento k .

O mesmo processo de agregação é então repetido para todos os setores e , finalmente, obtém-se uma matriz de q linhas e q colunas referente ao estabelecimento k . Esse processo de agregação pode ser descrito matematicamente por:

$$Z^{k\lambda} = G' Z^{*k\lambda} G \quad e$$

$$W^{k\lambda} = G' W^{*k\lambda} G \quad \text{onde}$$

G — é uma matriz de agregação de dimensões pxq e

G' — é a matriz G transposta.

Uma vez que o mesmo procedimento é utilizado em todos os estabelecimentos, pode-se agora somar as matrizes resultantes, uma para cada estabelecimento de maneira a se obter uma matriz agregada para toda a economia.

$$Z^{\lambda} = \sum_{k=1}^m Z^{k\lambda} \quad e$$

$$W^{\lambda} = \sum_{k=1}^m W^{k\lambda}$$

As matrizes a nível de economia e já com a agregação setorial definida, que chamaremos de Z e W para insumos totais e insumos do mercado externo, respectivamente, incluem tanto insumos correntes quanto bens que serão incorporados ao ativo

fixo da empresa. A fim de se fazer uma separação entre esses dois tipos de bens devem ser efetuadas mais algumas tabulações.

Em primeiro lugar, todas as compras com origem nos setores produtores de bens de capital e destinados aos outros setores da economia podem ser consideradas investimento. Esse procedimento não implica maiores problemas pois somente em casos extremamente raros os setores não classificados como bens de capital usarão produtos originários do setor de bens de capital como insumos intermediários (isto é, incorporarão fisicamente essas compras junto aos setores de bens de capital aos produtos que vendem). Por outro lado, os setores produtores de bens de capital podem e normalmente fazem compras de insumos intermediários dentro do próprio setor produtor de bens de capital. Assim sendo, a natureza das compras efetuadas pelos setores produtores de bens de capital junto aos setores produtores de bens de capital tem que ser analisada caso a caso. Como resultado dessa análise, devem ser adotadas algumas regras que definam a natureza dessas compras.

As transações caracterizadas como investimento dão origem a uma nova matriz F^{λ} na qual cada elemento f_{ij}^{λ} indica o valor das compras de máquinas e equipamentos que o setor j fez junto ao setor i . Por outro lado, pode ser criada uma nova matriz A^{λ} cujos elementos são insumos correntes totais. Essa matriz A^{λ} pode ser obtida de Z^{λ} e F^{λ} :

$$A^{\lambda} = Z^{\lambda} - F^{\lambda}$$

A etapa seguinte é obter os coeficientes técnicos correspondentes às estruturas de insumos correntes e de bens de capital reveladas pelas matrizes A^{λ} , W e F^{λ} . Esses coeficientes são obtidos a partir da divisão de cada elemento dessas matrizes pelo total das vendas da coluna correspondente. O total das vendas de cada setor é obtido por:

$$x_s^{\lambda} = \sum_{k=1}^m \sum_{s=1}^q x_i^{k\lambda}$$

Então:

$$A^\lambda = A^* X_s^{\lambda-1}$$

$$B^\lambda = W X_s^{\lambda-1}$$

$$F^\lambda = F^* X_s^{\lambda-1}$$

onde X_s^λ é uma matriz que tem os vários x_s na diagonal principal e onde todos os outros elementos são zero e $X_s^{\lambda-1}$ é a matriz inversa de X_s^λ

Como resultado desse processo são obtidas r matrizes A^λ , B^λ e F^λ que correspondem respectivamente a matrizes de insumos correntes totais por unidade de produção, de insumos importados por unidade de produção, finalmente, matriz de compras de bens de capital por unidade de produção nos anos $\lambda = 1, 2, \dots, s$.

Finalmente, são feitas as agregações entre anos. Para efeito dessas agregações, podem ser usados como pesos para os anos considerados a participação do produto real de cada ano no produto total real da economia durante os anos considerados. Assim, pode-se obter:

$$\begin{aligned} A &= a A^1 + b A^2 + \dots + s A^s \\ B &= a B^1 + b B^2 + \dots + s B^s \\ F &= a F^1 + b F^2 + \dots + s F^s \text{ com} \\ a + b + \dots + s &= 1 \end{aligned}$$

Cada elemento da matriz A , a_{ij} indica o total de insumos do setor i necessário para se obter uma unidade do produto j . Dessa forma, cada elemento da matriz B , b_{ij} indica a necessidade de importações originárias do setor i para se obter uma unidade de produção do setor j . Quanto aos coeficientes da matriz F , eles

devem ser interpretados com um certo cuidado pois não serão, na verdade, relações capital-produto média ou marginal, como se poderia pensar inicialmente. Cada elemento f_{ij} de F indica o investimento feito no setor j , originário no setor i , por unidade de produção no setor j .

Finalmente, vale a pena ressaltar que na matriz B algumas linhas são referentes a bens de capital e outras referentes a insumos correntes já que o processo de separação acima descrito e aplicado a Z^λ e que discrimina entre esses dois tipos de transações não foi utilizado para se criar uma matriz separada de importações de bens de capital na metodologia acima descrita. Entretanto, o mesmo procedimento pode ser aplicado a W^λ à fim de separar insumos correntes importados e bens de capital importados. Pode-se ainda, a critério do usuário, e, dependendo da aplicação a ser dada às matrizes construídas, reduzir a matriz B à tradicional linha de importações.

As matrizes obtidas através da metodologia acima descrita refletem, além dos processos técnicos “puros”, o nível médio de integração vertical e horizontal da economia no período de observações. É possível tentar-se uma aproximação melhor dos processos técnicos “puros” através de métodos iterativos. Um desses métodos é descrito no apêndice 1.

5. MATRIZES REGIONAIS OU ESTADUAIS DE COEFICIENTES TÉCNICOS

Em função do Cadastro Geral de Contribuintes (GGC), pelo qual se pode identificar o Estado da Federação no qual está localizado um determinado estabelecimento, pode se elaborar matrizes interindustriais correspondentes.

As etapas de cálculo são semelhantes às do caso anterior, com a diferença de que se tornam apenas estabelecimentos pertencentes a uma mesma região (índice r).

Entretanto, dado que o grau de abertura de uma região é substancialmente maior que o nacional, e que a caracterização re-

gional de mercados internos e externos difere da caracterização a nível nacional, sugere-se algumas mudanças metodológicas. Essas modificações são importantes, principalmente, quando se pretende utilizar as matrizes para estimação de efeitos multiplicadores de investimentos regionais. Se os ajustamentos abaixo propostos não forem incorporados ao modelo regional, os efeitos multiplicadores totais ficarão superestimados e, conseqüentemente, as estruturas industriais apresentarão um grau de integração e diversificação bem maior que o real.

Sendo r^x e r^z , respectivamente, saídas e entradas para e do mercado interno de estabelecimentos localizados na região r , temos que o produto do estabelecimento k , localizado na região r , no ano λ é definido por $r^{k\lambda}$ ou, de forma equivalente por um conjunto de escalares r^{x_j} , referentes às várias saídas do estabelecimento, tal que:

$$r^{k\lambda} = \sum_{j=1}^p r^{x_j}$$

A estrutura de insumos do estabelecimento k da região r é representada por um vetor de fluxos r^{z} ou, alternativamente, por um conjunto de vetores, um para cada saída. A distribuição das entradas entre as várias saídas é feita da mesma forma que para as matrizes nacionais.

$$r^{z_j} = r^{z} \frac{r^{x_j}}{r^{x}}$$

onde r^{z_j} é o vetor de entradas do mercado interno de estabelecimento k no ano λ atribuído à produção do produto j desse estabelecimento⁽¹⁾.

(1) O mesmo processo iterativo descrito no apêndice 1 pode ser utilizado, também, para a construção de matrizes regionais.

Após serem feitas as agregações entre firmas e entre setores, obtém-se uma matriz ${}_r Z^{k\lambda}$ de insumos do mercado interno por produto, abrangendo todos os estabelecimentos da região r. Diferentemente do caso anterior, pelas razões já ressaltadas, é necessário acrescentar um ajustamento adicional a essas matrizes.

Essa necessidade se deve ao fato de que as matrizes ${}_r Z^{k\lambda}$ construídas pelos insumos comprados, isto é, pelos vetores colunas, seus elementos não necessariamente representam compras dentro da região. O ajustamento aqui proposto se baseia em duas hipóteses simplificadoras, geralmente adotadas em Análise Regional-Urbana, que Harry M. Richardson⁽²⁾ classifica em seu "survey" na categoria de "supply-demand pool method". A primeira hipótese desse método é a de que, existindo uma oferta regional do produto i, e uma demanda desse produto por outra unidade j na mesma região, a destinação da produção de i é prioritariamente oferecida à unidade j, surgindo daí três casos possíveis:

1 Existe uma exportação de i para outros mercados ou regiões. Isso se ${}_r X_i^\lambda < \sum_{j=i}^m {}_r Z_{ij}^\lambda$

2. Existe um equilíbrio perfeito entre oferta e demanda regionais. Isso se ${}_r X_i^\lambda = \sum_{j=i}^m {}_r Z_{ij}^\lambda$ e, finalmente

3. Existe um déficit na região do produto i, traduzido numa importação inter-regional. Isso se ${}_r X_i^\lambda > \sum_{j=i}^m {}_r Z_{ij}^\lambda$

onde ${}_r X_i^\lambda$ é o total da produção do produto i na região r no ano λ e os somatórios se referem a j em r. Vale a pena lembrar que

(2) Ver: Harry Richardson — «Input-Output and Regional Economics» Weidenfeld and Nicholson — Londres, 1972; sobretudo o capítulo 6 — «Data Reduction Methods in Regional Input-Output Analysis». Um resumo sobre «supply-demand pool method» e «a modified supply-demand pool method» é apresentado nas páginas 123 a 126.

os dados referentes às produções regionais são disponíveis e correspondem às saídas de produtos por estabelecimentos da região r.

Convém, ainda, lembrar que esse ajustamento se destina a melhor avaliar os efeitos multiplicadores totais que são estabelecidos no interior de cada estrutura industrial regional. Não se pretende, portanto, ajustar um quadro completo de insumo-produto dada a natureza e as deficiências da fonte de informações.

Com esse procedimento, é necessário estimar as proporções em que os diversos vetores linhas são reduzidos. Esta observação se impõe uma vez que as diferenças

$$\lambda_{rX_j} - \sum_{j=L}^m \lambda_{rZ_{ij}} \geq 0$$

são escalares e as correções devem ser por vetores linhas. A segunda hipótese é a de que as reduções sejam proporcionais, tal que se gere uma matriz regional "corrigida", ${}^{\lambda c}Z$, definida como sendo:

$${}^{\lambda c}Z = \lambda_{rZ_{ij}} h_i$$

sendo que para

$$\lambda_{rX_i} \geq \sum_{j=i}^m \lambda_{rZ_{ij}} \quad \text{toma-se } h_i = 1$$

e, alternativamente, para

$$\lambda_{rX_i} < \sum_{j=i}^m \lambda_{rZ_{ij}} \quad \text{toma-se } h_i = \frac{\lambda_{rX_i}}{\sum_{j=i}^m \lambda_{rZ_{ij}}}$$

As compras e vendas do e para os mercados externos (nacionais) podem ser corrigidas de modo equivalente.

Uma vez obtida a matriz regional ${}_rZ^{\lambda c}$ corrigida, pode-se proceder da mesma maneira que no caso anterior de construção de uma matriz nacional para a obtenção da matriz regional. Isto é, procede-se à separação entre insumos correntes e bens que integrarão o ativo fixo, calculam-se os coeficientes técnicos, e agrega-se entre anos.

Uma possível extensão — se é que pode ser assim chamada a partir da construção de matrizes regionais — é a estimativa indireta dos padrões de fluxos inter-regionais na medida em que matrizes ${}_rZ^c$ sejam construídas, por exemplo, para as cinco regiões brasileiras. Como são disponíveis os dados do universo ter-se-ia, por definição, que:

$$\sum_{r=1}^5 {}_r e^c = \sum_{r=1}^5 {}_r m^c$$

onde e e m representam, respectivamente, exportações e importações da região.

Em função dessa observação, pode-se, de forma tentativa, elaborar uma matriz incompleta de fluxos inter-regionais, onde apareceriam apenas os valores totais das somas em linha e em coluna por região, isto é:

| | R_1 | R_2 | R_3 | R_4 | R_5 | TOTAL |
|---------|-------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------------------|
| $E^c =$ | R_1 | | | | | $1^e{}^c$ |
| | R_2 | | | | | $2^e{}^c$ |
| | | | | | | |
| | | | | | R_5 | $5^e{}^c$ |
| | TOTAL | $1^m{}^c$ | $2^m{}^c$ | $3^m{}^c$ | $4^m{}^c$ $5^m{}^c$ | $\Sigma m = \Sigma e$ |

Apenas a título de sugestão, várias possibilidades para se completar esta matriz de fluxos inter-regionais podem ser listadas, sem ordem de prioridade e/ou eficácia:

- que sejam utilizadas informações exógenas para distribuição em linha e coluna: por exemplo, as informações sobre “Comércio por Vias Internas”; o problema é que os últimos dados existentes se reportam ao ano de 1969 (FIBGE), cuja estabilidade é altamente discutível;
- que se tente o processamento não ao nível de escalar como foi sugerido pela matriz, e sim, por meio de vetores $\begin{matrix} -c \\ (x_i) \end{matrix}$; o problema passa, nesta hipótese, a ser essencialmente de custo de processamento embora seja viável do ponto de vista teórico;
- que se empregue um modelo potencial envolvendo as regiões (discussão sobre a “massa” a ser cuidadosamente procedida); a partir dos valores resultantes do modelo de potencial, devidamente padronizados, seriam rateados os totais tanto em linha quanto em coluna; e,
- outros procedimentos a serem estudados.

APÊNDICE 1

Nesse apêndice será discutido um método iterativo que pode, opcionalmente, ser utilizado na construção das matrizes discutidas na primeira parte desse trabalho. Esse método tenta, de uma certa forma, aproximar os coeficientes técnicos calculados daqueles que seriam encontrados em processos técnicos (no sentido de engenharia) “puros”

Dado o processo de rateio dos diversos insumos entre os diversos produtos de um estabelecimento, se fossem calculados os coeficientes técnicos dos diversos produtos de um mesmo estabelecimento, antes de se proceder a agregação entre estabelecimen-

tos, observar-se-ia que todos os produtos teriam a mesma estrutura de insumos. Matematicamente:

$$z_j^{-k} = z^{-k} \frac{x_j^k}{x^k}$$

onde z_j^{-k} é o vetor de insumos do estabelecimento k atribuído à produção de j .

O vetor de coeficientes do produto j no estabelecimento k é dado por:

$$a_j^{-k} = z_j^{-k} \frac{1}{x_j^k}$$

Assim, para qualquer $j \in k$, os coeficientes técnicos calculados dessa forma serão dados por:

$$a_j^{-k} = z^{-k} \frac{1}{x^k}$$

Quando a agregação entre estabelecimentos é feita, essa igualmente desaparece, pois nem todos os estabelecimentos têm a mesma estrutura de integração vertical e horizontal, usam a mesma tecnologia ou, ainda, produzem o mesmo conjunto de produtos. Entretanto, os coeficientes agregados assim obtidos refletem, além dos processos técnicos de produção a estrutura média de integração horizontal e vertical da economia.

É evidente que, para alguns usos das matrizes de relações interindustriais, é interessante que os coeficientes reflitam essa integração. Entretanto, não é difícil imaginar outros possíveis usos em que os coeficientes técnicos "puros" seriam mais adequados. Por essa razão, foi desenvolvido um processo iterativo que tenta aproximar esses coeficientes dos coeficientes técnicos "puros". Esse processo pode ser descrito da seguinte forma: Dada a matriz A obtida da maneira já descrita, volta-se ao nível de estabelecimento e escolhe-se, para cada k , o maior valor de

x_j . A partir daí, subtrai-se de a_j os coeficientes técnicos dos demais produtos produzidos pelo estabelecimento k , devidamente ponderados pela sua importância dentro da produção total do produto. Cumpre ressaltar que os vetores utilizados na subtração são os de A e não os encontrados a nível do estabelecimento k .

Assim, pode-se estimar um conjunto de coeficientes a_j de segunda passagem do estabelecimento k como sendo:

$$a_j^{2-k} = a_j^{1-k} - \sum_{i=1}^{n-1} a_i^{1-k} \frac{x_i^k}{\sum_{k=1}^m x_i^k}, \text{ para } i \neq j$$

Nesse sentido, ao deduzir de a_j^{1-k} os demais vetores, de todo o sistema industrial de produtos também produzidos pelo estabelecimento k , "ajusta-se" a estrutura de insumos do produto j em

a_j^{1-k} . Ao deduzir, vetorialmente, de a_j^{1-k} os coeficientes técnicos padronizados de todos os demais produtos produzidos por k , os elementos específicos do produto j , inicialmente subestimados serão aumentados, enquanto que outros que foram atribuídos a j e que não são utilizados em outros estabelecimentos que também produzem j serão reduzidos.

Pode-se, então, obter uma matriz de coeficientes técnicos de segunda passagem, agregando-se convenientemente os estabelecimentos. Essa matriz de segunda passagem, ainda a nível de produto, será formada pelos diversos vetores coluna correspondentes a cada produto em todos os estabelecimentos.

$${}^2A = ({}^2a_j)$$

Esse processo iterativo, repetido segundo as etapas anteriormente descritas, ajusta sucessivamente a estrutura de insumos de cada produto j , sem assumir o procedimento muitas vezes adotado de centrar os insumos no produto principal.

Note-se, também, que em iterações sucessivas os \bar{a}_j vão se ajustando de tal modo que considera-se a convergência alcançada quando

$$e \frac{\bar{a}_j}{a_j} - e - 1 \frac{\bar{a}_j}{a_j} = E$$

onde E é um vetor pré-fixado.

Deve-se, ainda, ressaltar que existem outros processos iterativos que podem ser utilizados com o mesmo objetivo. Em particular, pode-se fazer esse ajustamento utilizando-se a distribuição de vendas inter-setoriais de qualquer produto j.

CLASSIFICAÇÃO DAS INDÚSTRIAS - IBGE

- 00 — Extração de Minerais
- 10 — Produtos de Minerais Não-Metálicos
- 11 — Metalúrgica
- 12 — Mecânica
- 13 — Material Elétrico e de Comunicações
- 14 — Material de Transportes
- 15 — Madeira
- 16 — Mobiliário
- 17 — Papel e Papelão
- 18 — Borracha
- 19 — Couros e Peles e Produtos Similares
- 20 — Química
- 21 — Produtos Farmacêuticos e Veterinários
- 22 — Perfumaria, Sabões e Velas
- 23 — Produtos de Matérias Plásticas
- 24 — Têxtil
- 25 — Vestuário, Calçados e Artefatos de Tecidos
- 26 — Produtos Alimentares
- 27 — Bebidas
- 28 — Fumo
- 29 — Editorial e Gráfica
- 30 — Diversas

MATRIZ DE FLUXOS INTERINDUSTRIAIS A 2 DÍGITOS PARA O BRASIL

| | 0 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 0 | 0. | 5.820269E+07 | 4.917372E+07 | 1.437771E+07 | 5.376111E+06 | 8.811643E+06 | 4.914353E+05 | 8.404003E+05 |
| 10 | 7.348790E+06 | 0. | 4.968299E+08 | 2.717885E+08 | 2.715741E+08 | 4.148441E+08 | 3.653720E+07 | 7.259473E+07 |
| 11 | 2.114213E+07 | 4.829072E+08 | 0. | 6.044504E+09 | 3.421724E+09 | 4.708495E+09 | 1.304705E+08 | 5.446764E+08 |
| 12 | 8.598260E+04 | 5.070457E+06 | 8.995649E+07 | 0. | 1.366743E+08 | 4.900868E+08 | 3.355942E+06 | 7.250091E+06 |
| 13 | 6.224616E+04 | 3.204469E+06 | 9.719122E+07 | 3.125360E+08 | 0. | 4.903879E+08 | 1.206638E+06 | 3.966654E+07 |
| 14 | 3.654775E+04 | 7.648623E+06 | 1.389438E+08 | 1.475336E+09 | 1.233855E+08 | 0. | 6.794038E+05 | 2.106283E+06 |
| 15 | 4.092104E+05 | 7.631704E+07 | 3.462778E+08 | 2.836991E+08 | 1.851869E+08 | 1.981393E+08 | 0. | 1.163227E+09 |
| 16 | 2.165911E+04 | 2.220048E+06 | 3.640017E+07 | 4.191877E+07 | 4.839747E+07 | 2.858993E+08 | 2.020537E+07 | 0. |
| 17 | 3.595937E+06 | 5.086664E+08 | 5.171157E+08 | 2.290120E+08 | 3.269352E+08 | 1.535151E+08 | 8.889257E+07 | 1.334338E+08 |
| 18 | 5.163830E+05 | 3.697377E+07 | 2.371755E+08 | 3.883613E+08 | 9.470123E+07 | 9.237155E+08 | 3.054631E+07 | 2.445072E+07 |
| 19 | 1.571957E+05 | 5.345687E+06 | 2.255776E+07 | 2.006638E+07 | 6.979392E+06 | 5.765437E+06 | 9.178136E+06 | 3.305694E+07 |
| 20 | 3.274540E+07 | 8.338821E+08 | 1.927558E+09 | 7.948084E+08 | 9.906035E+08 | 1.167944E+09 | 4.561208E+08 | 9.693826E+08 |
| 21 | 4.594091E+05 | 7.649676E+06 | 2.017895E+07 | 8.020656E+06 | 5.563562E+06 | 5.235320E+06 | 3.542817E+06 | 2.756052E+06 |
| 22 | 4.045319E+05 | 3.518600E+06 | 1.942304E+07 | 5.215385E+06 | 3.745483E+06 | 1.084942E+07 | 1.656123E+06 | 3.075134E+06 |
| 23 | 1.198739E+06 | 7.915307E+07 | 3.032228E+08 | 1.571332E+08 | 1.720924E+08 | 1.552187E+08 | 1.834450E+07 | 8.930023E+07 |
| 24 | 2.625290E+06 | 6.063855E+07 | 2.611112E+08 | 9.920804E+07 | 1.558446E+08 | 2.592509E+08 | 2.001233E+07 | 3.605541E+08 |
| 25 | 1.382504E+05 | 9.303642E+06 | 2.501663E+07 | 3.149180E+07 | 8.501381E+06 | 7.773847E+07 | 2.193882E+06 | 3.796807E+06 |
| 26 | 3.058318E+06 | 1.580814E+07 | 1.183059E+08 | 2.827414E+07 | 7.732010E+06 | 8.240313E+06 | 2.633665E+07 | 1.034590E+07 |
| 27 | 4.077071E+05 | 9.384660E+06 | 4.092976E+07 | 8.347987E+06 | 3.841936E+06 | 5.206848E+06 | 6.936188E+06 | 2.731507E+06 |
| 28 | 2.006174E+03 | 7.976224E+03 | 1.234445E+05 | 2.204965E+04 | 2.036368E+04 | 1.444373E+04 | 2.389676E+03 | 2.715738E+04 |
| 29 | 1.556836E+05 | 2.764671E+07 | 4.760563E+07 | 4.767815E+07 | 5.104125E+07 | 2.925611E+07 | 4.492422E+06 | 1.356608E+07 |
| 30 | 4.156069E+05 | 1.936547E+07 | 2.105860E+08 | 1.181492E+08 | 1.546201E+08 | 5.381970E+07 | 4.822785E+06 | 2.097428E+07 |
| SOMA/LINHA | 3.421279E+08 | 5.001925E+09 | 4.459390E+10 | 2.470434E+09 | 3.502098E+09 | 6.617597E+09 | 6.916036E+09 | 9.200805E+08 |
| BK | 3.892199E+06 | 3.083531E+08 | 4.046437E+09 | 7.379890E+09 | 5.744561E+09 | 1.096745E+10 | 1.725127E+08 | 2.695680E+08 |
| CONSUMO | 2.985567E+07 | 1.262391E+10 | 3.337585E+10 | 3.164925E+10 | 2.166323E+10 | 2.631706E+10 | 9.044086E+09 | 7.436658E+09 |
| EXPORT. | 4.062866E+07 | 3.016736E+08 | 1.798778E+09 | 1.482201E+09 | 6.063902E+08 | 1.530118E+09 | 8.670219E+08 | 4.988242E+07 |
| V. TOTAL | 4.165044E+08 | 1.823586E+10 | 8.381497E+10 | 4.298177E+10 | 3.151628E+10 | 4.543222E+10 | 1.699966E+10 | 8.676189E+09 |
| SOMA/COL. | 8.128595E+07 | 4.422449E+09 | 3.087446E+10 | 1.198212E+10 | 8.559954E+09 | 1.429563E+10 | 4.628576E+09 | 3.885449E+09 |
| IMPORTAÇÃO | 5.060135E+08 | 8.843390E+08 | 1.109032E+10 | 5.774385E+09 | 1.467382E+10 | 2.582999E+10 | 2.100405E+08 | 2.472091E+07 |
| IMP. BK | 0. | | | | | | | |
| DIAGONAL | 6.298933E+06 | 2.169334E+09 | 2.586878E+10 | 1.602166E+09 | 2.385413E+09 | 4.843198E+09 | 3.762552E+09 | 3.876365E+08 |

MATRIZ DE FLUXOS INTERINDUSTRIAIS A 2 DÍGITOS PARA O BRASIL

| | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 0 | 5.373178E+06 | 2.684658E+06 | 1.176318E+06 | 1.665460E+08 | 8.684715E+05 | 2.230504E+06 | 9.172833E+05 | 4.079916E+06 |
| 10 | 5.051189E+07 | 1.492453E+07 | 4.119638E+06 | 3.419283E+08 | 1.876217E+08 | 5.673898E+07 | 6.116027E+07 | 2.159141E+07 |
| 11 | 1.380763E+08 | 2.066572E+08 | 2.084683E+07 | 7.795980E+08 | 8.387707E+07 | 7.476698E+07 | 1.571188E+08 | 1.028198E+08 |
| 12 | 1.268378E+07 | 8.543996E+05 | 1.475176E+06 | 1.276062E+07 | 2.335996E+05 | 1.337754E+06 | 3.829698E+06 | 4.059809E+07 |
| 13 | 2.460768E+06 | 1.112610E+06 | 5.811991E+06 | 8.014983E+06 | 2.910171E+06 | 2.002411E+05 | 1.532760E+07 | 4.561092E+07 |
| 14 | 2.858759E+05 | 1.178324E+06 | 1.375508E+05 | 1.177683E+06 | 9.352474E+04 | 1.201854E+04 | 7.082502E+05 | 8.542331E+05 |
| 15 | 2.718224E+08 | 1.293567E+07 | 2.149070E+07 | 1.235444E+08 | 4.728008E+06 | 3.790895E+06 | 3.960929E+07 | 1.110004E+08 |
| 16 | 6.085372E+06 | 1.318614E+06 | 5.892078E+05 | 2.443627E+07 | 8.425869E+05 | 4.435597E+05 | 9.729813E+06 | 8.121615E+06 |
| 17 | 0. | 5.843202E+07 | 2.421434E+07 | 8.217353E+08 | 2.795691E+08 | 3.558988E+08 | 1.709224E+08 | 1.119677E+09 |
| 18 | 1.039485E+08 | 0. | 6.166939E+07 | 9.268385E+07 | 3.260690E+07 | 2.827075E+06 | 1.654748E+07 | 9.292569E+07 |
| 19 | 2.083426E+07 | 1.287575E+07 | 4.077095E+08 | 0. | 8.729949E+04 | 1.379354E+06 | 1.689152E+07 | 1.370578E+08 |
| 20 | 1.228578E+09 | 1.327400E+09 | 1.309877E+06 | 0. | 4.858839E+08 | 1.403409E+09 | 1.845584E+09 | 2.637266E+09 |
| 21 | 1.050951E+07 | 2.240240E+07 | 2.900421E+07 | 3.692343E+08 | 0. | 4.513175E+07 | 1.346186E+07 | 6.997350E+07 |
| 22 | 2.022546E+07 | 3.721602E+06 | 7.734828E+07 | 3.974077E+08 | 3.042318E+07 | 0. | 3.619713E+06 | 1.195480E+08 |
| 23 | 1.444610E+08 | 3.455442E+07 | 7.734828E+07 | 4.165347E+08 | 1.417736E+08 | 2.376314E+08 | 0. | 4.319181E+08 |
| 24 | 1.166944E+08 | 3.175236E+08 | 5.010776E+07 | 1.639747E+07 | 1.470906E+07 | 4.555994E+07 | 1.462086E+08 | 0. |
| 25 | 5.444019E+06 | 9.531280E+06 | 1.517213E+07 | 1.639747E+07 | 3.880455E+06 | 1.043678E+06 | 6.848296E+06 | 3.501430E+08 |
| 26 | 7.328381E+07 | 5.414966E+06 | 2.392976E+07 | 7.526423E+08 | 8.912536E+07 | 6.796598E+08 | 1.546122E+07 | 1.449327E+08 |
| 27 | 1.848411E+07 | 2.234363E+06 | 9.849538E+05 | 1.878501E+08 | 1.790213E+07 | 2.684148E+07 | 8.068520E+06 | 9.121060E+06 |
| 28 | 2.058971E+05 | 1.176136E+05 | 1.196963E+03 | 1.017931E+07 | 2.615912E+03 | 1.147723E+06 | 1.639045E+05 | 1.289678E+06 |
| 29 | 6.786005E+07 | 1.013237E+07 | 2.511314E+06 | 1.318484E+08 | 6.021073E+07 | 2.749117E+07 | 1.679978E+07 | 2.634899E+08 |
| 30 | 5.804033E+07 | 7.009826E+06 | 2.368187E+07 | 8.795709E+07 | 8.477880E+06 | 1.976021E+07 | 7.624068E+07 | 1.237768E+08 |
| SOMA/LINHA | 1.473838E+10 | 3.623004E+09 | 3.262692E+09 | 3.354200E+10 | 2.089814E+09 | 2.269341E+09 | 3.279413E+09 | 2.181554E+10 |
| BK | 2.403726E+08 | 2.879386E+08 | 2.087925E+07 | 6.530911E+08 | 7.919064E+07 | 5.259946E+07 | 1.997059E+08 | 3.543749E+08 |
| CONSUMO | 6.262542E+09 | 3.003359E+09 | 6.949079E+08 | 1.389515E+10 | 7.206303E+09 | 5.661061E+09 | 3.447173E+09 | 1.905600E+10 |
| EXPORT. | 5.777719E+08 | 1.446258E+08 | 3.611579E+08 | 2.289257E+09 | 1.127441E+08 | 2.044469E+08 | 1.010393E+08 | 2.524091E+09 |
| V. TOTAL | 2.181906E+10 | 7.058928E+09 | 3.339637E+09 | 5.037050E+10 | 9.488052E+09 | 8.187448E+09 | 7.027331E+09 | 4.375001E+10 |
| SOMA/COL. | 8.432025E+09 | 3.137873E+09 | 1.636774E+09 | 1.843184E+10 | 2.784490E+09 | 4.459234E+09 | 2.819237E+09 | 2.048569E+10 |
| IMPORTAÇÃO | 1.216778E+09 | 5.175850E+08 | 8.848684E+07 | 9.240512E+09 | 1.333363E+09 | 2.371673E+08 | 3.094702E+08 | 7.967997E+08 |
| IMP. BK | | | | | | | | |
| DIAGONAL | 6.076156E+09 | 1.084857E+09 | 8.634819E+08 | 1.333836E+10 | 1.338662E+09 | 1.472131E+09 | 1.940184E+08 | 1.464989E+10 |

MATRIZ DE FLUXOS INTERINDUSTRIAIS A 2 DÍGITOS PARA O BRASIL

| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 0 | 1.417457E+06 | 6.693692E+06 | 5.322098E+05 | 1.102933E+06 | 3.168579E+06 | 1.764029E+06 |
| 10 | 7.485003E+06 | 1.911410E+08 | 2.656026E+08 | 1.945726E+04 | 2.403756E+06 | 5.582557E+07 |
| 11 | 6.479025E+07 | 9.248393E+08 | 2.389951E+08 | 6.015836E+07 | 4.405295E+07 | 4.746076E+08 |
| 12 | 1.783494E+07 | 1.269358E+07 | 4.449132E+06 | 1.419086E+04 | 9.327358E+05 | 2.609085E+07 |
| 13 | 4.948071E+07 | 3.238989E+06 | 2.988662E+05 | 4.086053E+04 | 1.559693E+06 | 3.636210E+07 |
| 14 | 2.600745E+05 | 2.914636E+06 | 5.586205E+04 | 4.868547E+00 | 7.155303E+05 | 1.786872E+07 |
| 15 | 7.377510E+07 | 8.89133E+07 | 3.376062E+07 | 3.931125E+05 | 1.042803E+07 | 1.040587E+08 |
| 16 | 2.063322E+06 | 5.308017E+06 | 9.284975E+05 | 3.334084E+03 | 6.970881E+06 | 3.054016E+07 |
| 17 | 3.374516E+08 | 9.852964E+08 | 1.439875E+08 | 2.893008E+08 | 1.813070E+09 | 3.014998E+08 |
| 18 | 3.169283E+08 | 1.728670E+07 | 1.796314E+06 | 1.418742E+05 | 1.151383E+07 | 5.083076E+07 |
| 19 | 9.935292E+08 | 2.952133E+07 | 2.717008E+06 | 5.497093E+05 | 8.512553E+06 | 3.704663E+07 |
| 20 | 4.130869E+08 | 2.214745E+09 | 1.746330E+08 | 1.206041E+08 | 2.154310E+08 | 5.562630E+08 |
| 21 | 9.532111E+06 | 1.658643E+08 | 2.133684E+07 | 3.810352E+06 | 1.609127E+06 | 1.689807E+07 |
| 22 | 1.119313E+07 | 1.327230E+08 | 1.019561E+07 | 2.819139E+06 | 1.357769E+06 | 1.525662E+07 |
| 23 | 1.213323E+08 | 2.982230E+08 | 4.641367E+07 | 1.468493E+07 | 3.526471E+07 | 1.289178E+08 |
| 24 | 4.151905E+09 | 3.435467E+08 | 2.575736E+07 | 3.184390E+07 | 2.394050E+07 | 2.620750E+08 |
| 25 | 0. | 2.230535E+07 | 3.407488E+06 | 2.725819E+06 | 2.718655E+06 | 1.551414E+07 |
| 26 | 7.762521E+06 | 0. | 7.733362E+08 | 1.219995E+08 | 4.304331E+06 | 1.497312E+07 |
| 27 | 8.085306E+06 | 2.132264E+08 | 0. | 5.116768E+07 | 1.633709E+06 | 4.323566E+06 |
| 28 | 3.258338E+03 | 2.864155E+06 | 6.547466E+04 | 0. | 1.987403E+04 | 6.725593E+04 |
| 29 | 6.176812E+07 | 1.217438E+08 | 1.038339E+08 | 4.146068E+07 | 0. | 7.626087E+07 |
| 30 | 1.418631E+08 | 1.149052E+07 | 2.332088E+06 | 5.543353E+05 | 7.128592E+07 | 0. |
| SOMA/LINHA | 1.265131E+09 | 1.571473E+10 | 2.180687E+09 | 1.263376E+08 | 1.351897E+09 | 2.265767E+09 |
| BK | 5.863292E+07 | 1.997301E+08 | 1.415510E+08 | 1.174400E+07 | 8.865098E+07 | 1.366171E+09 |
| CONSUMO | 1.213202E+10 | 2.741237E+10 | 6.706143E+09 | 2.684195E+09 | 4.804620E+09 | 8.165858E+09 |
| EXPORT. | 5.079432E+08 | 3.619015E+09 | 2.065827E+08 | 1.712440E+06 | 1.432544E+08 | 3.550758E+08 |
| V. TOTAL | 1.396372E+10 | 4.694585E+10 | 9.234964E+09 | 2.824009E+09 | 6.388422E+09 | 1.215287E+10 |
| SOMA/COL. | 7.443366E+09 | 1.858437E+10 | 3.407412E+09 | 8.534049E+08 | 2.405939E+09 | 3.277588E+09 |
| IMPORTAÇÃO | 4.444161E+07 | 8.151690E+08 | 4.258118E+08 | 1.097143E+07 | 1.254511E+08 | 7.546669E+08 |
| IMP. BK | | | | | | |
| DIAGONAL | 6.518186E+08 | 1.278981E+10 | 1.552977E+09 | 1.100098E+08 | 1.450440E+08 | 1.050544E+09 |