

# O método dos dígrafos: uma aplicação para a matriz de relações interindustriais do Brasil de 1975

NALI DE JESUS DE SOUZA \*

*Apresenta-se neste artigo um método alternativo de análise interindustrial e analisa-se a matriz brasileira de 1975. Complexos fortes verticais e horizontais, pólos de crescimento e atividades motrizes são determinados (agropecuária, laminados de aço, metalurgia, química e construção civil). O método dos dígrafos pode ser utilizado tanto no nível nacional como regional. Ele fornece as ligações intersetoriais intermediárias e totais, complementando o método de Rasmussen-Jones, que determina apenas a interação final entre os setores. Conclui-se que o método é maleável e útil e que os setores vinculados à agricultura são de grande importância na integração da economia brasileira.*

## 1 — Introdução

Os setores de atividade exercem impactos no conjunto da economia através da compra de insumos e da venda de produtos, utilizados como insumos por outros setores. A intensidade desses impactos é variável entre os diferentes setores, e os economistas têm procurado mensurar tais efeitos de encadeamento visando utilizar o conceito no planejamento econômico. As atividades que exercem efeitos acima da média, tanto para trás como para frente no processo produtivo, são consideradas chave. Estes dois índices algumas vezes têm sido somados para constituir o índice de interligação total dos efeitos de mudanças na produção de um determinado setor sobre o conjunto da economia. Entretanto, uma vez que cada coeficiente técnico pode ser visto tanto como venda do setor  $i$  para o setor  $j$  quanto como compra do setor  $j$  do setor  $i$ , o encadeamento total obtido pela soma dos dois efeitos resulta em dupla contagem<sup>1</sup> Yotopoulos e Nugent (1976, p. 335) preferem considerar apenas os encadeamentos verticais, por serem "causais", enquanto os encadeamentos horizontais são, segundo eles, apenas "permissivos".

\* Da Faculdade de Ciências Econômicas e do Curso de Pós-Graduação em Economia da UFRGS.

<sup>1</sup> Cella (1984) procura chegar a valores mais aproximados dos encadeamentos totais retirando as relações internas de cada setor, mas a obtenção do índice de encadeamento total pela soma dos encadeamentos verticais e horizontais ainda assim resulta em superestimação.

O problema da causalidade dos índices horizontais existe no método de Rasmussen (1956) porque os dois tipos de índices são obtidos da matriz inversa de insumos. Os efeitos verticais são os impactos causados por variações exógenas da demanda final, enquanto os efeitos horizontais resultam de variações exógenas dos insumos primários, de trás para frente no processo produtivo. Assim sendo, os efeitos de encadeamento para trás no processo produtivo seriam obtidos a partir das colunas da matriz de Leontief, enquanto os efeitos de encadeamento para frente seriam extraídos das linhas da matriz dos coeficientes de produto. Os primeiros envolveriam a participação dos insumos na produção total, incluindo o valor adicionado. Os últimos refletiriam a parcela das vendas de insumos nas vendas totais, incluindo a demanda final [Jones (1976, p. 327)]. Os efeitos totais de encadeamento resultariam de dois fenômenos distintos e não teriam por que ser somados. As atividades-chave seriam obtidas a partir de duas listas de índices de encadeamento maiores do que a unidade e não da soma de tais índices, ou da consideração exclusiva dos encadeamentos verticais.

O método de Rasmussen-Jones fornece os setores-chave no encadeamento da produção, tanto para frente como para trás no processo produtivo.<sup>2</sup> No entanto, os índices calculados indicam o encadeamento total, direto e indireto, ocultando as relações intermediárias e os setores envolvidos. O método dos dígrafos, ao contrário, mostra as interações intermediárias e explicita os setores que se relacionam, mas não mede a intensidade dos encadeamentos. Assim, os dois métodos se complementam para fornecer uma análise mais detalhada do relacionamento intersetorial de uma economia [Souza (1988a)].

O objetivo deste trabalho é apresentar o método dos dígrafos como complemento ao método de Rasmussen-Jones, ilustrando-o através de sua aplicação aos dados relativos à matriz intersetorial brasileira de 1975.

O método dos dígrafos é constituído por um algoritmo que tem como objetivo identificar complexos setoriais e efetuar análise intracomplexo, mostrando o grau de integração dos mesmos. É utilizado tanto nos níveis urbano e regional quanto no nível nacional, partindo do modelo de insumo-produto. É uma análise que, no fundo, abstrai o problema espacial, como se as relações intersetoriais fossem destituídas de localização. Isto se deve à própria noção de complexo, que reduz um conjunto de unidades econômicas a um único aglomerado.

O mundo dos dígrafos, como frisou Aydalot (1977, p. 115), não tem cidades nem regiões, porém, é formado por complexos setoriais. Esta análise, bastante simplificadora da realidade, embora útil, pode camuflar os fenômenos da polarização. Assim, por exemplo, ao considerar apenas as ligações

<sup>2</sup> O método de Cella (1984) seria superior ao de Rasmussen (1956) se eliminasse o problema da dupla contagem. Ele permanece inferior ao de Rasmussen-Jones porque não elimina o problema da causalidade em relação aos índices horizontais. O método dos dígrafos, apresentado a seguir, não poderia basear-se em uma matriz de fluxos que eliminasse as relações internas de cada setor, como fez Cella. Ele fundamenta-se na noção de *acessibilidade* e, por definição, todo setor é acessível a si próprio.

recíprocas entre as atividades, ocultará as relações unilaterais entre os setores e que podem ser muito importantes no desenvolvimento regional. Este pode ser o caso de uma grande firma que contrata os serviços de uma infinidade de pequenas e médias empresas sem que, necessariamente, tenha produtos que sirvam de insumos para estas firmas fornecedoras.

Outra deficiência do método é a perda de informação, em razão da eliminação das relações pouco significativas entre os setores (booleanização). A eliminação das relações fracas é, no entanto, necessária para permitir a visualização dos grafos orientados (dígrafos), em virtude da redução dos setores envolvidos.

As hipóteses sobre as quais se apóia o método dos dígrafos são as mesmas do modelo de insumo-produto, pois sua construção parte dos coeficientes técnicos de produção: unicidade das técnicas, constância dos coeficientes técnicos, etc.<sup>3</sup>

Seus fundamentos teóricos estão, ainda, ligados à teoria da localização e à teoria dos pólos de crescimento. Em relação à primeira, a análise dos dígrafos implicitamente recomenda que os setores ligados devem localizar-se na proximidade uns dos outros, para minimizar os custos de transporte. Da mesma forma, a noção de complexo traduz-se na idéia de sua localização geográfica. Contudo, o elo com a teoria da localização limita-se a estes aspectos.

O método dos dígrafos religa-se à teoria da polarização de um modo mais efetivo, embora não possa explicá-la integralmente. Ela enfatiza a ação da atividade motriz no interior do pólo e divide a acessibilidade de uma unidade à outra em acessibilidade técnica, geográfica e humana. Os dígrafos englobam apenas a *acessibilidade técnica*, e a atividade motriz não aparece explicitamente na análise.<sup>4</sup> Contudo, o método dos dígrafos engloba toda a estrutura intersetorial e permite, com dados adicionais, representar analiticamente o conceito de pólo de crescimento.

A análise dos dígrafos tem um objetivo simples e limitado: mostrar de modo sintético o relacionamento intersetorial nas distâncias sucessivas. Não é um método dinâmico, nem um "modelo de desenvolvimento regional". Ele permite a visualização do grau de integração de uma economia e sua comparação com outras, salientando as diferenças nas estruturas produtivas.

O método dos dígrafos fundamenta-se nas noções de grafo dirigido (dígrafo) e de *acessibilidade* entre os elementos que representa. Em um grafo, os setores são representados por pontos e suas relações por linhas. Um ponto é, por definição, acessível a outro, se ambos estiverem unidos por uma

<sup>3</sup> No caso dos dígrafos horizontais, obtidos da matriz inversa de produto, supõe-se, da mesma forma, que a participação das vendas de insumos nas vendas totais permaneça constante.

<sup>4</sup> Uma *atividade motriz* é uma atividade-chave que se caracteriza pelo grande número de ligações no interior do complexo, pelo volume das trocas intersetoriais, por apresentar taxa de crescimento superior à média nacional e pela faculdade de difundir novas técnicas de produção no meio em que está inserida [cf. Souza (1988a)].

linha. Dois setores são acessíveis se estiverem ligados por coeficientes técnicos de produção.<sup>5</sup>

Em um complexo setorial, as ligações entre os ramos de atividade não são necessariamente recíprocas. Quando o complexo comportar apenas ligações recíprocas, cuja intensidade for igual ou superior a um certo valor, tanto do ponto de vista das compras de insumos como das vendas, estaremos em presença de um *complexo forte*.

Um complexo forte, englobando em seu interior uma ou mais atividades motrizes, juntamente com setores interdependentes, constituirá um *pólo de crescimento*, que tem a faculdade de dinamizar a área em que estiver localizado através da difusão de inovações e dos efeitos de encadeamento em direção do resto da economia.

Esta acessibilidade entre os setores possibilita a realização de trocas na área onde se localizam, em virtude das interdependências técnicas de produção. Estas trocas podem aumentar, igualmente, com a inclusão de setores novos, na área, suscetíveis de estenderem os circuitos de difusão interna dos encadeamentos.

Estas indústrias novas, se conectarem grupos de setores até então isolados, constituirão *pontos de articulação* e irão intensificar a integração intersetorial da economia. A ausência desses pontos de articulação assinala a debilidade da integração local e a vulnerabilidade da estrutura produtiva. O método dos dígrafos, que permite este tipo de análise, compreende uma seqüência de etapas que serão descritas a seguir.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> O dígrafo mostra os *caminhos* de propagação dos efeitos de encadeamento e de polarização entre as atividades. Os caminhos são constituídos por seqüências de *linhas* ou *arcos*, unindo dois pontos (setores). Quando o caminho fizer coincidir a extremidade inicial do primeiro arco (que parte do primeiro ponto) com a extremidade final do último arco (e do último ponto), estaremos em presença de um *círculo integrado* de propagação dos efeitos de encadeamento ou de polarização dos investimentos. Assim, um complexo de atividades será tanto mais integrado quanto mais seus elementos forem unidos por circuitos integrados. À medida que a acessibilidade entre todos os setores permitir a intensificação das trocas intersetoriais, a integração intersetorial torna-se ainda mais forte.

<sup>6</sup> Inúmeros estudos sobre o conceito de encadeamento e de complexos industriais têm sido realizados, com base no modelo de Lcontief e no método de Rasmussen. No Brasil, destacam-se os trabalhos de Prado (1981), Locatelli (1983), Haguenaer *et alii* (1984) e Rossi, Sant'Anna e Sidsamer (1985). Prado calculou índices de encadeamento segundo o método de Rasmussen e determinou os complexos industriais da economia brasileira de 1970 através do método de aglomeração triangular de Czamanski e Ablas (1976) — reordenação dos coeficientes técnicos da matriz de insumo-produto — e da análise fatorial. Locatelli adotou o método de Rasmussen-Jones para o cálculo dos índices de encadeamento de 1970. O principal defeito dos métodos utilizados por Prado e por Haguenaer *et alii*, para obtenção dos complexos industriais, é o de considerarem apenas as ligações diretas entre os setores, abandonando as relações indiretas com um ou mais setores intermediários. O trabalho de Rossi, Sant'Anna e Sidsamer, baseado no método de Cella, apresenta os inconvenientes já apontados de superestimar os índices das interligações totais e de obter os encadeamentos para frente a partir dos coeficientes de insumos e não de produto.

## 2 — Etapas de aplicação do método dos dígrafos

A aplicação do método dos dígrafos compreende os seguintes passos: simplificação da matriz nacional (booleanização); regionalização dessa matriz, quando for o caso; cálculo da matriz de acessibilidade; análise intracomplexo forte; hierarquização dos setores de atividade; comparação de economias distintas; e simulação.

A booleanização da matriz nacional é feita colocando-se o algarismo 1 para os valores superiores a  $1/m$  e o valor zero nos demais casos, sendo  $m$  o número de setores envolvidos.<sup>7</sup>

De posse da matriz booleana nacional (ou regional), calcula-se a matriz de acessibilidade  $M_a$ , que mostra as relações técnicas diretas entre os setores. Entretanto, como se procura conhecer as atividades que formam complexos integrados, assim como os setores de que estes necessitam, a fim de proporcionarem maior complexidade e maior integração de sua rede de interdependências, precisa-se calcular também as relações indiretas entre as atividades, isto é, as trocas que se realizam com um ou mais setores intermediários.<sup>8</sup>

As distâncias sucessivas são obtidas pela seguinte equação:

$$M_a = (M + I)^{m-1} \quad (1)$$

e:

$$M_a^* = (M^* + I)^{m-1} \quad (1)$$

A matriz  $M_a$  fornece a extensão do circuito de propagação dos efeitos de encadeamento dos complexos de atividades do ponto de vista vertical (para trás no processo produtivo) e representa todas as ligações, diretas e indiretas, contidas na matriz nacional [Lu (1973, p. 40)].  $M_a^*$  indica o circuito dos complexos horizontais (para frente no processo produtivo).  $M$  é a ma-

<sup>7</sup> O método dos dígrafos trabalha com ligações representativas, abstraindo seu valor absoluto, motivo pelo qual são eliminadas as ligações fracas (menores do que  $1/m$ ). A característica básica do método é sua representatividade gráfica, fornecendo a estrutura básica do parque industrial e suas ramificações. Quando o método dos dígrafos for aplicado para a identificação dos complexos regionais, a matriz booleana nacional poderá ser regionalizada pelos quocientes de localização. Neste caso, corre-se o risco de se reter *falsos-complexos*, porque certas ligações nacionais podem não existir no nível regional. Isto se explica pelos elevados níveis de agregação dos setores: alguns produtos colocados no interior dos setores, no nível nacional, podem não se fazer presentes regionalmente [cf. Souza (1981)].

<sup>8</sup> O cálculo das relações indiretas se justifica porque dois setores podem pertencer a um mesmo complexo sem estarem ligados diretamente acima do valor de significação considerado. Duas atividades  $i$  e  $j$  produzindo bens diferentes podem ligar-se, indiretamente, se uma atividade  $k$  interligar-se com ambas. Esta atividade  $k$  funciona como *ponto de articulação* das duas atividades referidas. O cálculo dos complexos nas distâncias sucessivas (até à distância de convergência) dará a extensão do circuito de propagação dos efeitos de encadeamento e de multiplicação dos investimentos.

triz booleana vertical, obtida a partir da matriz dos coeficientes técnicos de insumo-produto, e  $M^*$  é a matriz booleana horizontal, derivada da matriz dos coeficientes de produto. A utilização da matriz  $M$  para os efeitos para a frente não seria correta, conforme vimos, porque tais efeitos derivam de variações exógenas dos insumos primários e não da demanda final.<sup>9</sup>  $I$  é a matriz unitária, formada pela diagonal principal. Sua inclusão se justifica porque cada setor, por definição, é acessível a si próprio, isto é, trocas significativas se realizam em seu interior, cuja intensidade e volume depende do nível de agregação setorial. Finalmente,  $m$  é o número de setores das matrizes envolvidas.

Geralmente, a convergência da matriz  $M_a$  se verifica na distância 4, significando que as ligações indiretas efetuam-se, no máximo, com três setores intermediários. Nas economias mais industrializadas, a distância de convergência tende a aumentar. Teoricamente, a convergência ocorreria na potência  $m-1$ . Entretanto, costuma-se abandonar as distâncias superiores a três, tanto por uma questão de simplificação como porque o aumento do número de setores intermediários (trocas indiretas) torna as ligações cada vez menos significativas. Convém igualmente salientar que se trabalha com uma matriz booleana, de sorte que a matriz conterá apenas os números 1 e 0.<sup>10</sup>

Para obterem-se as atividades que formam cada complexo, basta multiplicar termo a termo (\*) a matriz de acessibilidade  $M_a$  por sua transposta  $M_a^t$  (ou  $M_a^*$  por sua transposta  $M_a^{*t}$ ):

$$CFV = M_a * M_a^t \quad (2)$$

e:

$$CFH = M_a^* * M_a^{*t} \quad (2')$$

As matrizes  $CFV$  e  $CFH$  fornecem, respectivamente, os complexos fortes verticais e horizontais. Todas as linhas ou colunas iguais fazem parte de um mesmo complexo forte  $i$ . Dessa forma, identificam-se todos os complexos e os seus setores componentes. Os complexos, assim identificados, são os que se relacionam direta e indiretamente nas distâncias sucessivas.

Os complexos  $i$  na distância 1, vertical e horizontal (relações diretas entre os setores), são obtidos a partir de submatrizes formadas por elementos da matriz booleana nacional  $M$  ou de  $M^*$ , adicionadas da matriz unitária  $I$  e multiplicadas por suas transpostas, como segue:

$$CFV_i^1 = (M_i + I) * (M_i + I)^t \quad (3)$$

e:

$$CFH_i^1 = (M_i^* + I) * (M_i^* + I)^t \quad (3')$$

<sup>9</sup> A este respeito, cf. Jones (1976), Locatelli (1983) e Souza (1988a e 1988b). A matriz booleana regional seria uma submatriz de  $M$  ou de  $M^*$ .

<sup>10</sup> Exemplo:  $1 + 2 + \dots + k = 1$ .

onde  $M_i$  é uma submatriz de  $M$ , formada pelos setores do complexo vertical  $i$ , e  $M_i^*$  é uma submatriz de  $M^*$ , formada pelos setores do complexo forte horizontal  $i$ . O número de complexos fortes, verticais e horizontais, varia de 1, 2, 3, ...  $i$ , ...  $k$ .

O complexo forte vertical  $i$  na distância 1 é indicado por  $CFV_i^1$  e o complexo forte horizontal  $i$  na distância 1 por  $CFH_i^1$ . A transposição matricial é indicada por  $t$ .<sup>11</sup>

O complexo  $i$ , na distância 2, vertical e horizontal (relações com um setor intermediário), é obtido de maneira similar, eliminando-se, contudo, as ligações já aparecidas na distância 1:

$$CFV_i^2 = (M_i + I)^2 * (M_i + I)^{2t} - CFV_i^1 \quad (4)$$

e:

$$CFH_i^2 = (M_i^* + I)^2 * (M_i^* + I)^{2t} - CFH_i^1 \quad (4)$$

onde  $CFV_i^2$  é o complexo forte vertical  $i$  na distância 2 e  $CFH_i^2$  é o complexo forte horizontal  $i$  na distância 2. As matrizes resultantes indicam todas as relações intersetoriais, setor por setor, na distância 2, isto é, com um setor intermediário.

Analogamente, o complexo  $i$  na distância  $m-1$  será:

$$CFV_i^{m-1} = (M_i + I)^{m-1} * (M_i + I)^{(m-1)t} - CFV_i^1 - CFV_i^2 - \dots - CFV_i^{m-2} \quad (5)$$

e:

$$CFH_i^{m-1} = (M_i^* + I)^{m-1} * (M_i^* + I)^{(m-1)t} - CFH_i^1 - CFH_i^2 - \dots - CFH_i^{m-2} \quad (5')$$

onde  $CFV_i^{m-1}$  é o complexo forte vertical  $i$  na distância  $(m - 1)$ , anterior à convergência, e  $CFH_i^{m-1}$  é o complexo forte horizontal  $i$  na distância  $(m - 1)$ . As matrizes resultantes indicam os setores que se relacionam na distância  $(m - 1)$ , ou com  $(m - 2)$  setores intermediários.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> O mesmo resultado será obtido se a multiplicação (3) for efetuada considerando-se o conjunto dos complexos fortes e as matrizes  $M$  ou  $M^*$  [Souza (1978)]. Do resultado, obtêm-se as ligações existentes em cada complexo. Este último método tem a vantagem de dar conhecimento de uma possível ligação entre os complexos, ou ligações com setores que não fazem parte de nenhum complexo em particular.

<sup>12</sup> Como na distância 1, os complexos nas demais distâncias poderão ser determinados simultaneamente, considerando-se as matrizes completas  $M$  e  $M^*$ , no lugar das submatrizes correspondentes a cada complexo. A vantagem continua sendo a de se poder captar as ligações entre complexos e setores isolados.

Havendo analisado os complexos fortes, obtendo-se as relações existentes nas distâncias sucessivas, realiza-se a classificação dos setores segundo o número de ligações de cada distância. Classificam-se os setores do ponto de vista das ligações verticais e horizontais, isto é, os setores mais importantes do ponto de vista do número de ligações, diretas e indiretas, tanto para trás como para frente no processo produtivo.

Ao se efetuar qualquer uma das classificações acima, ponderam-se as ligações segundo as distâncias: distância da convergência, peso mínimo; distância direta, peso máximo. A ponderação permite estabelecer que um mesmo número de ligações tenha valor diferente em cada uma das distâncias. Dessa forma, o mesmo número de ligações na distância 1 vale três vezes mais do que o mesmo número de ligações na distância 3, com dois setores intermediários; a ligação na distância 2, com um setor intermediário, vale o dobro da ligação ocorrida na distância 3.

Um *ponto de articulação*, que une dois subconjuntos, poderia, ainda, receber peso 3, não importando a distância em que ocorresse; da mesma forma, dois ou mais pontos de articulação que estiverem conectando dois subconjuntos, em vez de três, poderiam receber peso 2 (*redução da vulnerabilidade*); a *extensão simples* dos complexos receberia peso unitário [Souza (1988a)].

A *simulação* consiste na comparação da estrutura produtiva de uma região, no tempo, ou em relação a outras regiões. Em qualquer dos casos, a simulação implica a introdução fictícia de novos setores, para verificar a integração resultante. Ela indica a densificação do parque produtivo, resultante da introdução de setores com grande número de ligações e inexistentes na economia em estudo.

A análise dos dígrafos será aplicada, a seguir, à matriz brasileira de relações intersetoriais de 1975.

### 3 — Estrutura interindustrial brasileira em 1975

Para aplicar o método, adaptaram-se as matrizes de relações intersetoriais do Brasil. Os 121 setores originais foram reduzidos para 104, em virtude da exclusão de produtos e setores ligados aos setores serviços, energia, embalagens e diversos, que são constituídos por produtos de uso difundido, ligando-se indiscriminadamente a todos os complexos; sua eliminação não altera significativamente os resultados e tem a vantagem de simplificar os dígrafos, facilitando sua visualização.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Além disso, a preocupação central do método é encontrar nódulos no interior dos complexos, salientando-se a importância das relações mais fortes, das atividades motrizes e dos pólos. Os dígrafos na distância 1, envolvendo menor número de setores, ficariam enriquecidos com a inclusão desses setores, pelo menor número de setores envolvidos, mas nas distâncias superiores, com inúmeros setores intermediários entrando em jogo, os dígrafos ficariam provavelmente ilegíveis. Para maiores detalhes sobre a metodologia das matrizes, ver Souza (1988a), Prado (1981) e IBGE (1979).



Esta simplificação foi adotada por Haguenaer *et alii* (1984), que eliminaram 52 produtos (30 do setor serviços, 12 energéticos, sete de embalagens, produtos em elaboração, resíduos e produtos diversos) e 19 setores (16 de serviços, energia elétrica, produtos diversos e peças/acessórios para reparações diversas), de sorte que dos 261 produtos e 123 setores originais das tabelas do IBGE, de 1975, os autores ficaram com 209 produtos e 104 setores.

Neste trabalho, os mesmos produtos e setores foram eliminados da análise dos dígrafos. Assim, a partir das matrizes setor-produto  $V(104, 209)$  e produto-setor  $U(209, 104)$  e dos vetores do valor da produção dos setores  $G(104, 1)$  e dos produtos  $Q(1, 209)$ , elaboraram-se as matrizes de insumo-produto  $A(104, 104)$  e a matriz-produto  $A^*(104, 104)$ , destinadas à determinação dos complexos verticais e horizontais, respectivamente.

A partir das matrizes  $A$  e  $A^*$ , obtiveram-se as matrizes booleanas  $M$  e  $M^*$  e as matrizes de acessibilidade  $M_a$  e  $M_a^*$ , que são igualmente booleanizadas no processo de multiplicação. A convergência da matriz  $M_a$ , indicativa da extensão dos complexos verticais, ocorreu na potência 10, demonstrando que os setores dos complexos interligam-se até com nove intermediários. Até esta distância, os setores de cada complexo irão relacionar-se pelo menos uma vez. A convergência da matriz  $M_a^*$  ocorreu na potência 13. No caso do encadeamento para a frente, os setores da economia brasileira interligam-se até com 12 intermediários. Isto demonstra que o relacionamento intersetorial dos complexos horizontais é de maior extensão do que o dos complexos verticais.

Os complexos fortes verticais e horizontais, identificados pelas matrizes  $CFV$  e  $CFH$ , formam uma matriz particular, obtida pelos elementos correspondentes das submatrizes  $(M + I)$  e  $(M^* + I)$ , que correspondem às ligações duplas na distância 1 e podem ser representadas por grafos orientados (dígrafos) na distância 1.

Os dígrafos nas distâncias 2 e 3 foram obtidos de modo similar, a partir das submatrizes  $(M + I)$  e  $(M^* + I)$ , para o conjunto dos complexos. Dessa maneira, de posse dos resultados, pôde-se acrescentar nos dígrafos todas as ligações unilaterais, normalmente excluídas da análise. Estas ligações são importantes porque muitas atividades-chave religam-se unilateralmente com uma infinidade de atividades-satélite, tanto pelas compras como pelas vendas.

Na análise dos dígrafos, a seguir, além de ilustrar a aplicação do método, procurar-se-á destacar o papel da agricultura e das agroindústrias na integração intersetorial brasileira.

### 3.1 — Os complexos fortes verticais de 1975

A composição dos quatro complexos fortes verticais de 1975 é apresentada na Tabela 1. O complexo principal, com maior número de setores, é formado por vários agrupamentos intersetoriais. Este, no fim da interação

com nove setores intermediários (distância 10), acaba formando um complexo forte único. Cabe salientar que estes complexos apresentam ligações fortes entre si, nas distâncias sucessivas, bem como ligações unilaterais com outros setores da matriz nacional. Estas ligações serão representadas na distância 1 quando estiverem relacionadas com os setores dos complexos.

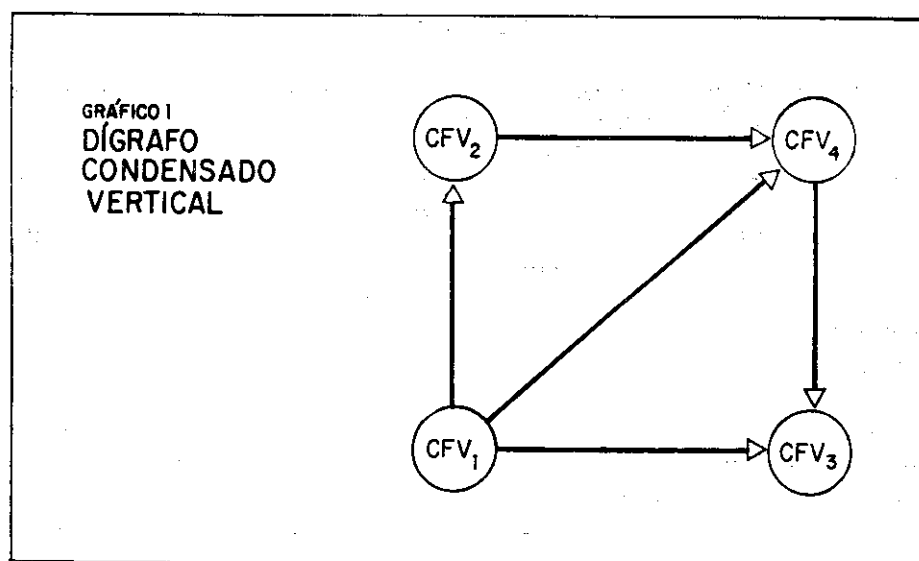
TABELA 1

*Composição dos complexos fortes verticais da indústria brasileira — 1975*

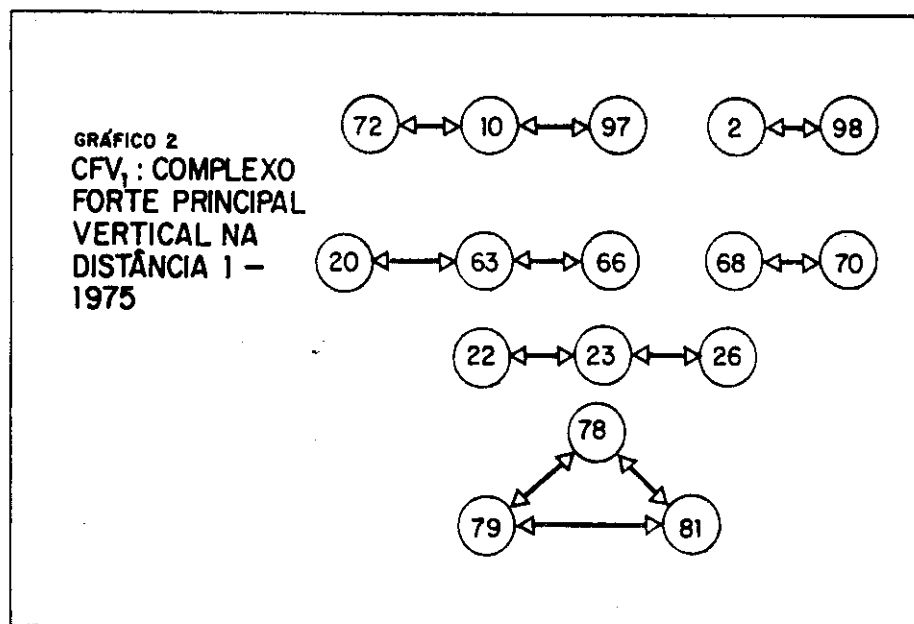
Nome dos complexos fortes e dos setores componentes dos complexos fortes		
<i>CFV<sub>1</sub> — complexo forte principal</i>		
1 Extrativa vegetal/silvicultura	2 Caça e pesca	4 Lavoura de cana-de-açúcar
6 Lavouras de trigo/soja	7 Outras lavouras	8 Criação de bovinos
10 Agropecuária	11 Extração de minerais metálicos	12 Extração de minerais não-metálicos
17 Beneficiamento de minerais não-metálicos	19 Fabricação de artigos de barro	20 Fabricação de minerais não-metálicos
21 Fabricação de gusa	22 Fabricação de ferro e aço	23 Laminados de aço
24 Fundidos de aço	26 Metalurgia de não-ferrosos	31 Fabricação de outros metalúrgicos
53 Serrarias/madeiras compensadas	54 Artigos de madeira	57 Celulose
58 Papel e papelão	63 Fabricação de elementos químicos	66 Petroquímica
68 Resinas e elastômeros	69 Óleos vegetais em bruto	70 Tintas e solventes
71 Adubos/fertilizantes/corretivos	72 Química diversa	73 Indústria farmacêutica
77 Beneficiamento de fibras naturais	78 Tecidos de fibras naturais	79 Tecidos de fibras artificiais
81 Outras indústrias têxteis	87 Moagem de trigo	89 Beneficiamento de produtos vegetais
90 Abate e preparação de carnes	92 Laticínios	93 Usinas de açúcar
94 Refino de açúcar	96 Refino de óleos vegetais	97 Alimentos para animais
98 Outras indústrias alimentares		
<i>CFV<sub>2</sub> — máquinas, motores e aparelhos elétricos</i>		
35 Fabricação de máquinas não-agrícolas	43 Fabricação de motores e aparelhos elétricos	
<i>CFV<sub>3</sub> — máquinas agrícolas, tratores e máquinas rodoviárias</i>		
36 Fabricação de máquinas e equipamentos agrícolas	37 Fabricação de tratores e máquinas rodoviárias	
<i>CFV<sub>4</sub> — peças mecânicas e material elétrico para veículos</i>		
42 Material elétrico para veículos	49 Fabricação de peças mecânicas para veículos	
<i>Setores isolados com ligações unilaterais</i>		
3 Lavoura de café	5 Lavoura de arroz	9 Aves e ovos
25 Forjados de aço	55 Móveis de madeira	60 Pneus e câmaras
64 Destilação de álcool	65 Refino de petróleo	74 Perfumaria/sabões/velas
75 Laminados plásticos	76 Artigos de matéria plástica	80 Malharias
82 Artigos do vestuário	83 Fabricação de calçados	84 Beneficiamento de café
85 Moagem de café/café solúvel	86 Beneficiamento de arroz	89 Conservas de frutas e legumes
91 Abate e preparação de aves	99 Bebidas alcoólicas	101 Fumo

O complexo forte principal é composto por 43 setores, sendo 23 vinculados à agricultura, demonstrando o elevado grau de interdependência intersetorial da economia brasileira. Os demais complexos fortes, formados por dois setores, estão ligados reciprocamente ao complexo principal (Gráfico 1)<sup>14</sup> e constituem três pólos fortemente conectados, desde a distância 1, como se pode ver nos gráficos apresentados adiante. As ligações entre os complexos fortes ocorrem unilateralmente pelas vendas de insumos. A maior parte dessas ligações efetuam-se através do complexo forte principal, que articula os demais complexos. O circuito é fechado entre todos os complexos pelas vendas do complexo forte principal (CFV<sub>1</sub>). Máquinas/motores (CFV<sub>2</sub>) e peças/material elétrico para veículos (CFV<sub>4</sub>) compram e vendem ao conjunto; o circuito se prolonga ao complexo máquinas agrícolas/rodoviárias (CFV<sub>3</sub>) através de suas compras. Estes complexos apresentam setores fortemente conectados entre si através das relações intersetoriais, cuja intensidade é superior ao mínimo estabelecido (1/m).

Considerando o complexo forte principal, os 10 setores mais importantes do ponto de vista das ligações duplas nas três primeiras distâncias são fabricação de elementos químicos (63), agropecuária (10), química diversa (72), tintas e solventes (70), etc. (Tabela 2). Observam-se, nesta tabela, quatro setores vinculados à agricultura. Entre os 43 setores do complexo forte principal vertical de 1975, constata-se a presença de 23 que se vinculam à agricultura (53%).



<sup>14</sup> Para identificação dos setores nos gráficos, reportar-se à Tabela 1 (Gráficos 1 a 10) e à Tabela 4 (Gráficos 11 e 12).



**TABELA 2**

*Relação dos 10 primeiros setores do complexo forte principal classificados segundo o número de ligações duplas verticais nas três primeiras distâncias - 1975*

Setores de atividade	Número de ligações			Pontos	Classificação
	Distância 1	Distância 2	Distância 3		
Fabricação de elementos químicos (63)	3	13	17	70	1
Agropecuária (10)	3	6	13	52	2
Química diversa (72)	2	12	19	49	3
Tintas e solventes (70)	2	7	20	40	4
Resinas e elastômeros (68)	2	4	19	33	5
Fabricação de minerais não-metálicos (20)	2	6	14	32	6
Alimentos para animais (97)	2	10	5	31	7
Petroquímica (66)	2	2	26	30	8
Adubos/fertilizantes/corretivos (71)	1	3	20	29	9
Metalurgia de não-ferrosos (26)	2	5	12	28	10

A classificação dos setores foi efetuada pela soma ponderada das ligações nas três primeiras distâncias: distância 1, peso 3; distância 2, peso 2; distância 3 (relações com dois setores intermediários), peso 1.<sup>15</sup> Além da agropecuária, os setores alimentos para animais e adubos/fertilizantes/corretivos, até a décima colocação, são os setores agroindustriais mais importantes do ponto de vista das ligações duplas verticais nas três primeiras distâncias.

Os nove setores com ligações verticais significativas diretas são apresentados na Tabela 3. Os mais importantes a este respeito são laminados de aço (23), agropecuária (10), metalurgia de não-ferrosos (26) e química diversa (72). Constata-se que a agropecuária desempenha um papel fundamental na articulação da indústria brasileira. Na tabela observa-se, ainda, que os setores relacionados apresentam maior número de ligações pelas vendas de insumos do que pelas compras e dependem das compras intermediárias efetuadas pelo resto da economia. Suas compras de insumos efetuam-se, significativamente, com reduzido número de setores.

O Gráfico 2 mostra o complexo forte principal na distância 1, o qual se apresenta compartimentado em seis subcomplexos ou agrupamentos setoriais; apenas um desses complexos — o têxtil, formado por fiação de tecidos de fibras naturais (78), fiação de tecidos de fibras artificiais (79) e outras indústrias têxteis (81) — possui a forma triangular, sendo, portanto, completamente fechado em relação às trocas diretas. Três complexos são formados por três setores, destacando-se agropecuária (10), fabricação de elementos químicos (63) e laminados de aço (23), com duas ligações duplas

TABELA 3

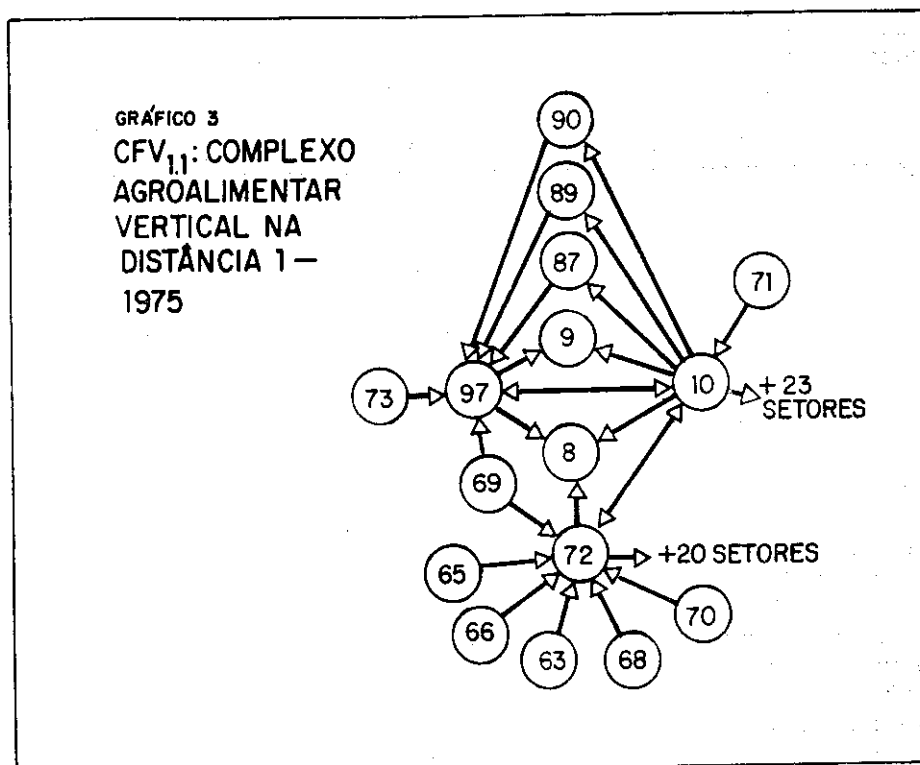
*Setores com maior número de ligações significativas na distância 1 — 1975*

Setores de atividade	Vendas	Compras	Total	Classificação
Laminados de aço (23)	32	2	34	1
Agropecuária (10)	30	3	33	2
Metalurgia de não-ferrosos (26)	26	4	30	3
Química diversa (72)	22	7	29	4
Tintas e solventes (70)	16	6	22	5
Fabricação de elementos químicos (63)	14	6	20	6
Resinas e elastômeros (58)	14	3	17	7
Fundidos de aço (24)	11	4	15	8
Peças para máquinas (33)	12	3	15	8

<sup>15</sup> No Gráfico 2 observa-se que agropecuária (10), elementos químicos (63) e laminados de aço (23) constituem pontos de articulação (nódulo ou pólo). Logo, na distância 1, suas ligações recebem peso 9, em vez de 3.

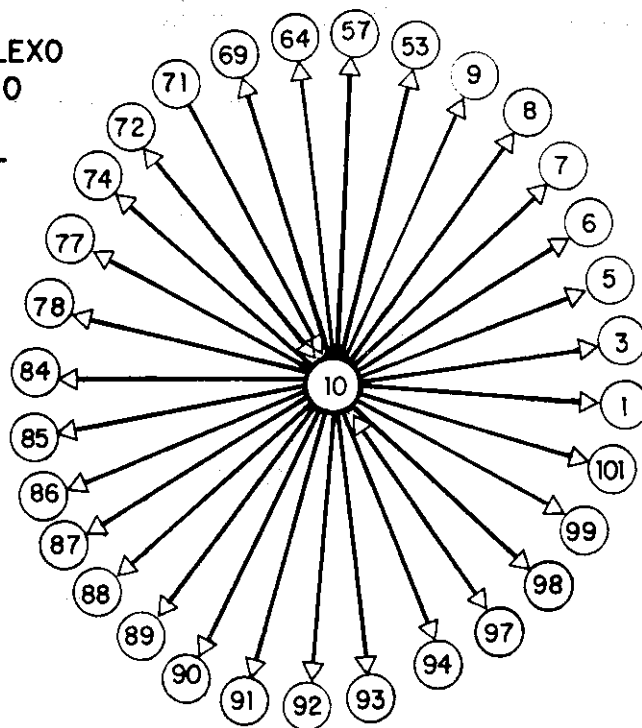
diretas. Estes setores são pontos de articulação na distância 1 e constituem nódulos ou pólos no interior dos complexos.

O complexo agroalimentar é mostrado no Gráfico 3, quando acrescentaram-se as ligações fortes unilaterais de compras ou vendas. O complexo agroalimentar é formado por três setores com ligações duplas verticais: agropecuária (10), química diversa (72) e alimentos para animais (97). Nesse complexo, a agropecuária apresenta ligações fortes com 30 setores pelas vendas de insumos e com três pelas compras. A seguir, o setor mais fortemente conectado no interior do complexo é química diversa (72), com 22 ligações pelas vendas de insumos e sete pelas compras.<sup>16</sup> Alimentos para animais (97) liga-se a seis setores pelas compras e a três pelas vendas. Observa-se que os setores agropecuária (10) e alimentos para animais (97) estão bastante conectados pelos setores bovinos (8), aves/ovos (9), óleos vegetais em bruto (69), moagem de trigo (87), beneficiamento de pro-



<sup>16</sup> Quando o número de ligações unilaterais for muito elevado, elas não serão representadas nos gráficos, para fins de simplificação visual dos mesmos.

GRÁFICO 4  
CFV<sub>1,2</sub>: COMPLEXO  
AGROPECUÁRIO  
VERTICAL NA  
DISTÂNCIA 1 -  
1975



duto vegetal (89) e abate/preparação de carnes (90), que funcionam como pontos de articulação do complexo, retransmitindo unilateralmente os estímulos do crescimento entre os três pólos. No caso presente, o papel do setor criação de bovinos (8) é mais importante a este respeito, porque está no centro do triângulo formado pelos setores agropecuária (10), química diversa (72) e alimentos para animais (97), cujo fechamento é efetuado pelo ponto de articulação óleos vegetais em bruto (69).

O papel da agropecuária na integração intersetorial da economia brasileira é mais bem salientado no Gráfico 4, que mostra a variedade de setores que se abastecem de insumos agropecuários. Destacam-se, além das agroindústrias, as indústrias químicas, têxteis e perfumaria/sabão/velas. É através desses setores que a agropecuária liga-se aos setores extração de minerais metálicos (11), extração de minerais não-metálicos (12) e fabricação de elementos químicos (63), ao complexo metalúrgico e ao resto da economia.

O setor outras indústrias alimentares (98), que adquire insumos da agropecuária (10), liga-se a refino de óleos vegetais (96), fabricação de elementos químicos (63), caça/pesca (2), etc., como se observa no Gráfico 5. É igualmente através de outras indústrias alimentares (98) que os com-

GRÁFICO 5  
CFV<sub>1,3</sub>: COMPLEXO  
ALIMENTAR  
VERTICAL NA  
DISTÂNCIA 1 -  
1975

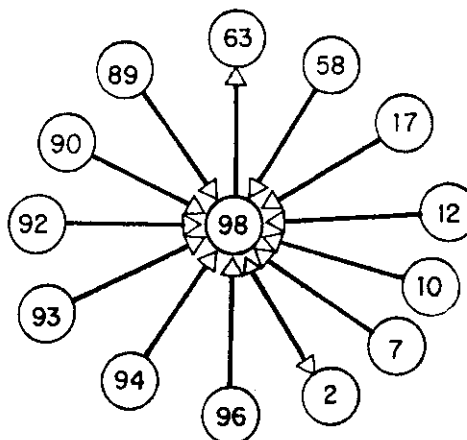
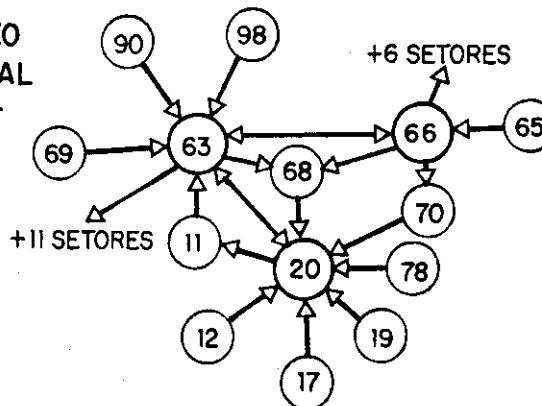


GRÁFICO 6  
CFV<sub>1,4</sub>: COMPLEXO  
QUÍMICO VERTICAL  
NA DISTÂNCIA 1 -  
1975

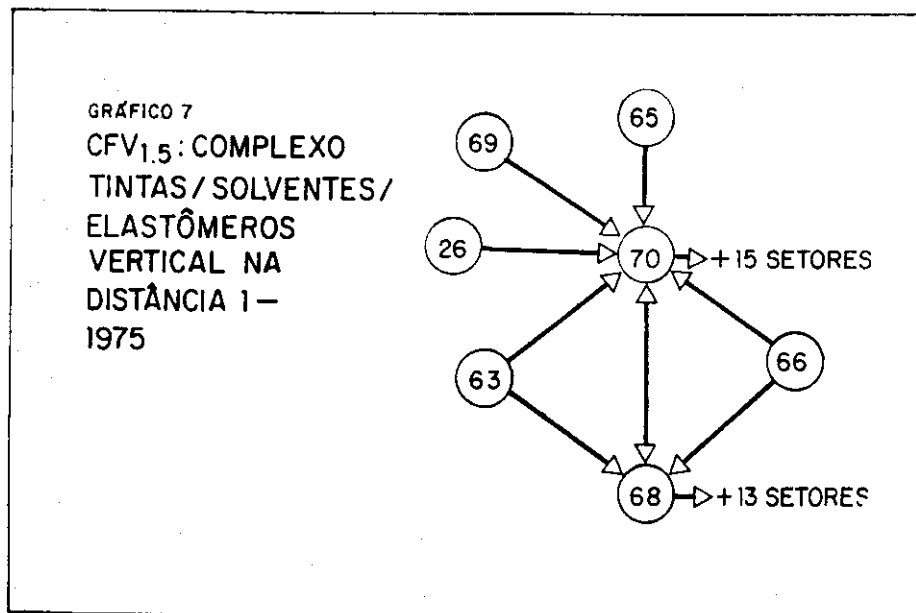


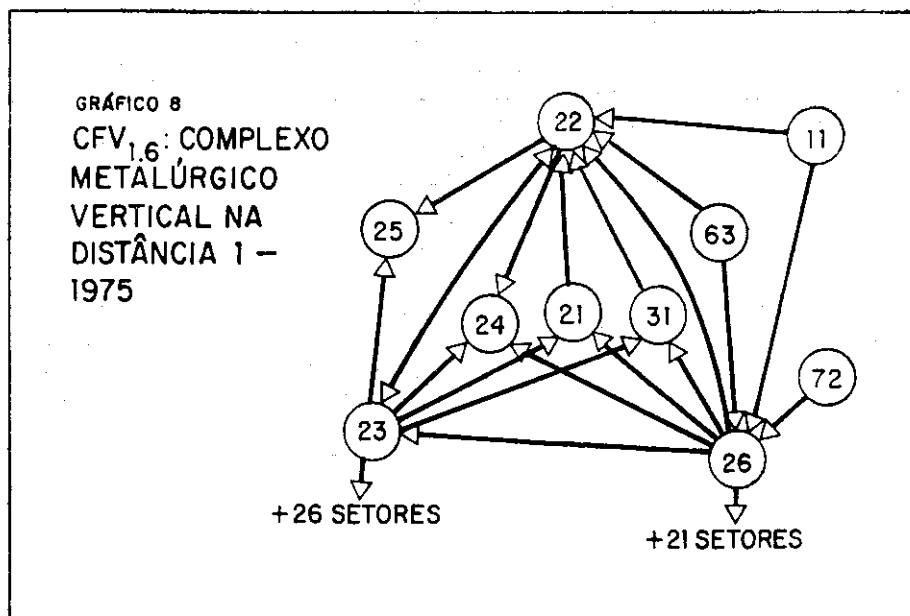


plexos agroalimentar ( $CFV_{1.1}$ ) e agropecuário ( $CFV_{1.2}$ ) ligam-se ao complexo químico ( $CFV_{1.4}$ ) do Gráfico 6, o qual é formado basicamente por elementos químicos (63), minerais não-metálicos (20) e petroquímica (66); o pólo central do complexo é constituído por elementos químicos (63), que se liga a 14 setores pelas vendas de insumos e a seis pelas compras. Os demais setores ligados são os mais diversos: alimentação, óleos vegetais, adubos/fertilizantes/corretivos, artigos de vidro, extrativa mineral, têxtil, etc.

Os setores elementos químicos (63), petroquímica (66), óleos vegetais em bruto (69), entre outros, estão presentes no complexo tintas/solventes/elastômeros ( $CFV_{1.5}$ ) do Gráfico 7.

Constata-se, pois, que os setores vinculados à agricultura mantêm importantes interligações diretas com o resto da economia. Entre todos os setores relacionados, agropecuária (10) apresenta-se como o mais importante supridor de insumos para o resto do sistema. Com muita relevância na integração interna da economia, observa-se também a presença de química diversa (72), óleos vegetais em bruto (69) e refino de óleos vegetais/gorduras (96), bem como de amplos segmentos do ramo alimentar e de fertilizantes/adubos/corretivos (71), que são setores agroindustriais muito importantes na integração do setor agrícola com os setores urbanos, onde se localizam de maneira predominante a indústria, os comércios e os serviços. Eles fazem a "ponte" entre inúmeros setores rurais, com atividades que se localizam em pequenas cidades do interior, às margens das estradas e que são gerenciadas, na maior parte dos casos, por pequenas e médias





empresas. Tais atividades, presentes também nas grandes áreas metropolitanas, são fundamentais inclusive para a articulação dos grandes pólos nacionais, como os que são formados pela metalurgia e pela química.

O complexo metalúrgico está representado no Gráfico 8. Consta-se que o circuito dos setores ferro/aço (22), laminados de aço (23) e metalurgia de não-ferrosos (26) está muito bem integrado, não apenas por setores do próprio grupo metalúrgico, como por elementos químicos (63) e extração de minerais metálicos (11). Os setores do grupo metalúrgico caracterizam-se por serem grandes fornecedores de insumos ao conjunto da economia. É o que se verifica principalmente no caso dos setores laminados de aço (23) e metalurgia de não-ferrosos (26), que vendem a 26 e a 21 setores, respectivamente.

O complexo metalúrgico liga-se ao complexo têxtil do Gráfico 9 pela química diversa (72), setor que vende insumos para a metalurgia de não-ferrosos (26) e para outras indústrias têxteis (81).

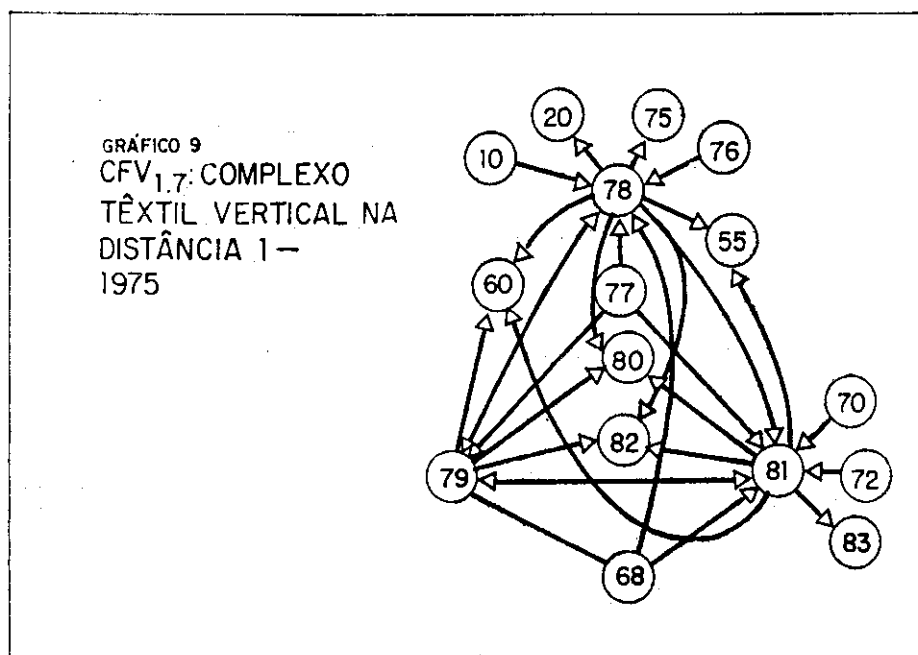
No complexo têxtil, o setor fiação de têxteis de fibras naturais (78) aparece com seis ligações pelas compras de insumos e oito pelas vendas, sendo duas ligações duplas com os setores fiação de tecidos de fibras artificiais (79) e outras indústrias têxteis (81). Este último apresenta-se, a seguir, com grande número de ligações, sendo seis pelas compras e sete pelas vendas. Densificando a rede intersetorial, com três ligações, aparecem os setores pneus e câmaras (60), resinas e elastrômeros (68), bene-

ficiência de fibras naturais (77), malharias (80) e fabricação de artigos do vestuário (82).

A agropecuária (10) aparece como supridora de fiação de têxteis de fibras naturais (78); móveis de madeira (55), através de suas compras, articula este último setor com outras indústrias têxteis (81), aumentando o grau de integração do complexo.<sup>17</sup>

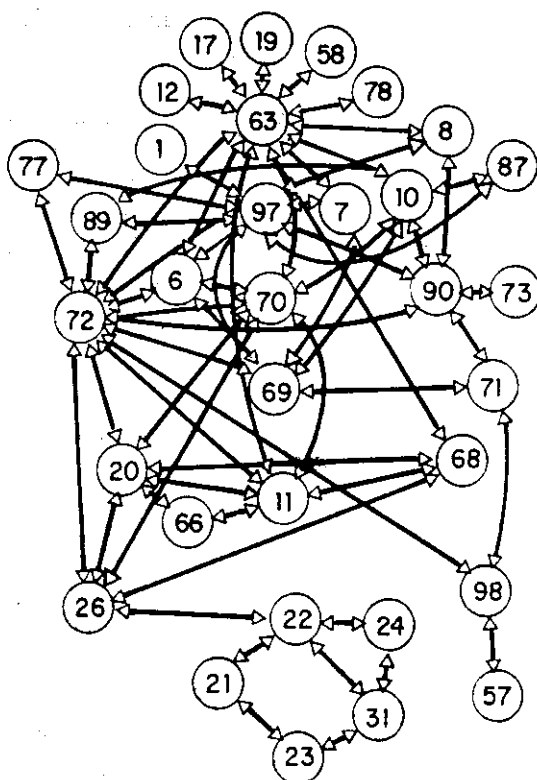
Na distância 2, com um intermediário, os complexos fortes apresentam grande número de ligações. Por esse motivo, registramos nos grafos apenas as relações recíprocas entre os setores.

Como se pode constatar no Gráfico 10, os setores com maior número de ligações no complexo forte principal vertical da distância 2 são elementos químicos (63) e química diversa (72), com 13 e 12 ligações, respectivamente, vindo a seguir os setores alimentos para animais (97), com 10 ligações, e tintas/solventes (70), com sete. Outros setores vinculados à agricultura aparecem na seqüência, com seis ligações: agropecuária (10), óleos vegetais em bruto (69) e abate/preparação de carnes (90); com este mesmo número de ligações temos também os setores extração de minerais metálicos (11) e fabricação de minerais não-metálicos (20).



<sup>17</sup> Em relação aos demais complexos, cf. Souza (1988a, Tabela 19 e Figuras 10 a 12).

GRÁFICO 10  
 CFV<sub>1</sub>: COMPLEXO  
 PRINCIPAL  
 VERTICAL NA  
 DISTÂNCIA 2 -  
 1975



Com número ainda significativo de ligações na distância 2, encontramos lavouras de trigo/soja (6), outras lavouras (7), criação de bovinos (8), beneficiamento de produtos vegetais (89), etc.; entre os 33 setores do complexo forte principal vertical, com ligações na distância 2, verifica-se a presença de 14 vinculados à agricultura.

Na distância 3, em razão do elevado número de ligações (372, contra 128 na distância 2), não foi apresentado o gráfico correspondente ao grafo. Através da Tabela 2, pode-se ver os setores com maior número de ligações na distância 3: 20 para petroquímica, tintas/solventes e adubos/fertilizantes/corretivos, 19 para química diversa e resinas/elastômeros, etc.

Nessa distância, mesmo no interior de certos grupos de indústrias, encontram-se atividades importantes vinculadas à agricultura, como adubos/ferti-

lizantes/corretivos (20 ligações), fiação de tecidos de fibras naturais (11 ligações), óleos vegetais em bruto (10 ligações), beneficiamento de fibras naturais (9 ligações), etc. [Souza (1988a)]. São atividades importantes que dinamizam a economia nacional, ao retransmitir os estímulos do crescimento.

Como se observa, o impacto do setor agropecuário, bem como de todas as atividades agroindustriais, não se verifica apenas diretamente pela compra e venda de insumos, mas principalmente de modo indireto, através do encaideamento da produção, nas distâncias sucessivas.

Se os dígrafos fossem estabelecidos em todas as distâncias, até à convergência, constatar-se-ia número ainda maior de inter-relações das agroindústrias com o conjunto da economia. No entanto, como já foi salientado, este inter-relacionamento torna-se cada vez mais fraco à medida que o número de distâncias se eleva, face ao aumento do número de setores intermediários.

Concluindo, pode-se afirmar que o grau de integração dos setores vinculados à agricultura com o resto da economia tende a aumentar nas distâncias sucessivas, o que demonstra a grande importância dos setores agroindustriais no desenvolvimento industrial.

### 3.2 — Os complexos fortes horizontais de 1975

A análise dos complexos fortes horizontais complementa aquela desenvolvida com relação aos complexos fortes verticais, indicando os setores mais importantes para a integração do ponto de vista dos impactos provenientes de variações exógenas dos insumos primários. A simplificação da matriz-produto nacional, através de sua booleanização, foi efetuada horizontalmente, considerando-se, portanto, elementos da demanda final no cálculo dos coeficientes.

Setores com grande dinamismo de integração da economia do ponto de vista das compras (vertical) nem sempre são igualmente dinâmicos em relação às vendas (horizontal), e vice-versa. Assim, a lista dos setores com maior número de ligações muda, salvo para alguns setores igualmente fundamentais de qualquer ponto de vista.<sup>18</sup>

Na Tabela 4 estão representados os complexos fortes horizontais, com a respectiva composição. Observam-se dois complexos fortes, sendo o principal formado por 46 setores e o outro por apenas quatro. Comparando-se a Tabela 4 com a Tabela 1, constata-se que o complexo agrícola tem maior participação no complexo principal vertical do que no horizontal.

<sup>18</sup> Apesar de os complexos fortes horizontais terem sido obtidos a partir da matriz dos coeficientes de produto, que privilegiam as vendas intersetoriais, em vez das compras, isto não significa que não possamos ter ligações do ponto de vista das compras e das vendas nos complexos horizontais. As ligações ou elementos unitários da matriz booleana representam sempre uma dupla entrada: os setores posicionados verticalmente na matriz são compradores e os colocados horizontalmente, isto é, em linha, são vendedores.

TABELA 4

## Composição dos complexos fortes horizontais da indústria brasileira — 1975

Nome dos complexos fortes e dos setores componentes dos complexos fortes		
<i>CFH<sub>1</sub> — complexo forte principal</i>		
3 Lavoura de café	4 Lavoura de cana-de-açúcar	5 Lavoura de arroz
6 Lavouras de trigo/soja	7 Outras lavouras	8 Criação de bovinos
9 Aves e ovos	10 Agropecuária	11 Extração de minerais metálicos
16 Fabricação de vidro	17 Beneficiamento de minerais não-metálicos	20 Fabricação de minerais não-metálicos
21 Fabricação de gusa	22 Ferro e aço	23 Laminados de aço
24 Fundidos de aço	25 Forjados de aço	26 Metalurgia de não-ferrosos
27 Arames trefilados	31 Fabricação de outros metalúrgicos	32 Bombas e motores
33 Peças e ferramentas	36 Máquinas agrícolas	40 Condutores elétricos
41 Material elétrico	43 Motores e aparelhos elétricos	44 Material eletrônico
45 Equipamento de comunicações	53 Serrarias/madeiras compensadas	57 Celulose
58 Papel e papelão	63 Fabricação de elementos químicos	65 Refino de petróleo
66 Petroquímica	68 Resinas e elastômeros	69 Óleos vegetais em bruto
70 Tintas e solventes	71 adubos/fertilizantes/corretivos	72 Química diversa
73 Indústria farmacêutica	75 Laminados plásticos	76 Artigo de matéria plástica
77 Beneficiamento de fibras naturais	87 Moagem de trigo	89 Beneficiamento de produtos vegetais
97 Alimentos para animais		
<i>CFH<sub>2</sub> — Complexo têxtil</i>		
78 Tecidos de fibras naturais	79 Tecidos de fibras artificiais	80 Malharias
81 Outras indústrias têxteis		
<i>Setores isolados com ligações unilaterais</i>		
1 Extrativa vegetal/silvicultura	74 Perfumaria/sabões/velas	84 Beneficiamento de café
86 Beneficiamento de arroz	90 Abate/preparação de carnes	92 Leite e laticínios
93 Usinas de açúcar	95 Refino de óleos vegetais	101 Fumo

Agropecuária, química diversa e óleos vegetais em bruto são os três setores com maior número de ligações duplas horizontais nas três primeiras distâncias (Tabela 5).<sup>19</sup>

Entre os 10 setores mais importantes do ponto de vista das ligações horizontais nas três primeiras distâncias, encontram-se seis do complexo agrícola. No conjunto dos 46 setores do complexo forte principal horizontal de 1975, encontram-se 18 vinculados à agricultura (39%). No caso vertical, este percentual foi de 53%, indicando o maior peso dos efeitos ver-

<sup>19</sup> No Gráfico 11, observa-se que a agropecuária (10) constitui um ponto de articulação. Logo, na distância 1 suas ligações recebem peso nove em lugar de três.

TABELA 5

*Relação dos 10 primeiros setores do complexo forte principal classificados segundo o número de ligações duplas horizontais nas três primeiras distâncias — 1975*

Setor de atividade	Número de ligações			Pontos	Classificação
	Distância 1	Distância 2	Distância 3		
Agropecuária (10)	3	6	6	45	1
Química diversa (72)	1	9	16	37	2
Óleos vegetais em bruto (69)	2	10	7	33	3
Beneficiamento de produtos vegetais (89)	1	6	7	22	4
Beneficiamento de fibras naturais (77)	1	5	8	21	5
Beneficiamento de minerais não-metálicos (17)	1	4	9	20	6
Alimentos para animais (97)	2	6	1	19	7
Fabricação de outros produtos metalúrgicos (31)	1	4	7	18	8
Petroquímica (66)	2	3	5	17	9
Aves e ovos (9)	1	6	2	17	9

ticais e a grande importância dos setores vinculados à agricultura na integração vertical e horizontal da economia brasileira.<sup>20</sup>

Os setores com maior número de ligações horizontais significativas estão relacionados na Tabela 6. Os mais importantes a este respeito são: construção civil, que se destaca pelo elevado número de ligações pelas compras, enquanto os setores vinculados à química e à metalurgia apresentam maior grau de integração pelas vendas de insumos; e agropecuária, que, por seu turno, possui uma ligação equilibrada com o resto da economia, porque é praticamente a mesma sua importância em relação às compras e vendas de insumos.

No Gráfico 11, observa-se que o complexo forte principal horizontal apresenta-se compartimentado e menos integrado do que o complexo vertical (Gráfico 2). O complexo agroalimentar do Gráfico 2 — (10), (72) e (97) — troca o setor 72 (química diversa) pelo setor 69 (óleos vegetais em bruto), no Gráfico 11 — (10), (69) e (97). O complexo metalúrgico acrescenta o setor 27 (arames trefilados), enquanto o complexo tintas/solventes/elastômeros — (68) e (70) — mantém-se o mesmo e o complexo químico — (63) e (66) — perde o setor 20 (fabricação de minerais não-metálicos). O complexo têxtil desaparece no dígrafo horizontal, mas surge o complexo material elétrico/comunicações — (41) e (45).

<sup>20</sup> Em relação ao complexo têxtil horizontal e ao desdobramento do complexo principal horizontal, cf. Souza (1988a).

TABELA 6

Setores com maior número de ligações horizontais significativas na distância 1 - 1975

Setores de atividade	Vendas	Compras	Total	Classificação
Construção civil (104)	0	38	38	1
Agropecuária (10)	11	14	25	2
Laminados de aço (23)	19	3	22	3
Meturgia de não-ferrosos (26)	17	5	22	3
Fabricação de elementos químicos (63)	17	5	22	3
Química diversa (72)	18	4	22	3
Motores e peças mecânicas para veículos (49)	2	17	19	4
Máquinas não-agrícolas (35)	2	16	18	5
Tintas e solventes (70)	13	3	16	6

O complexo agroalimentar horizontal (Gráfico 12) aparece bem integrado em torno dos setores agropecuária (10), óleos vegetais em bruto (69) e alimentos para animais (97), que são articulados triangularmente por aves/ovos (9), beneficiamento de produtos vegetais (89), criação de bovinos (8), lavouras de trigo/soja (6), beneficiamento de fibras naturais (77), química diversa (72) e moagem de trigo (87).

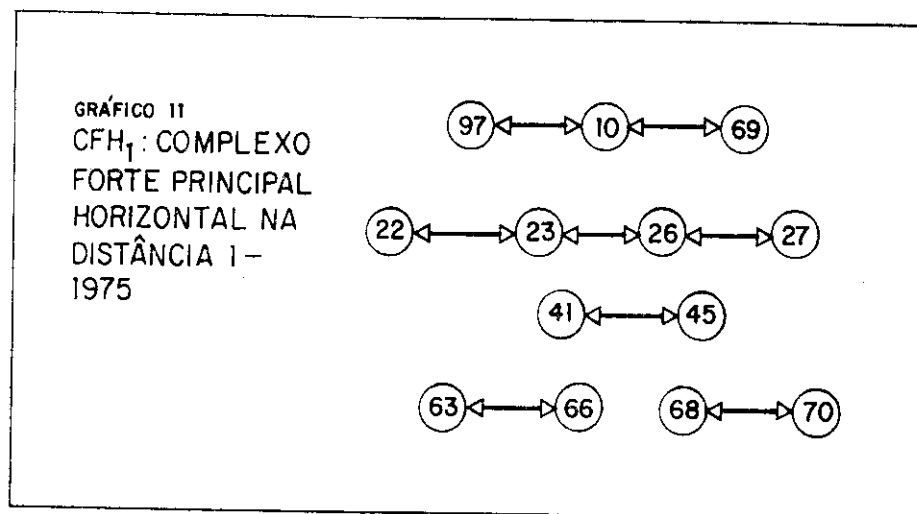
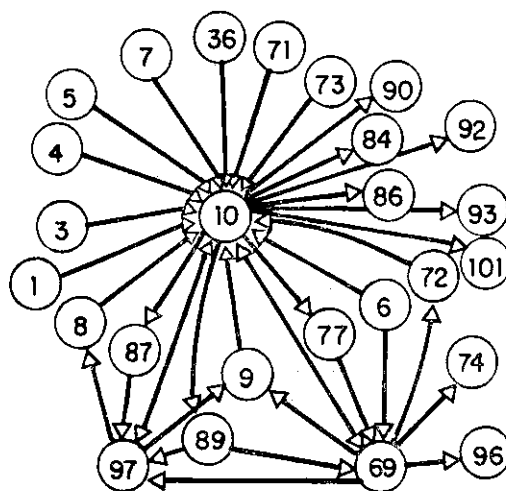




GRÁFICO 12  
CFH<sub>1,1</sub>: COMPLEXO  
AGROALIMENTAR  
HORIZONTAL NA  
DISTÂNCIA 1 -  
1975



Em torno da agropecuária (10) gravitam máquinas agrícolas (36), adubos/fertilizantes/corretivos (71), indústria farmacêutica (73), lavouras, latifúndios (92), usinas de açúcar (93), etc. À medida que a agropecuária brasileira se moderniza, tende a aumentar a intensidade desses fluxos de trocas intersetoriais e a surgir outros setores no interior do complexo.<sup>21</sup>

No complexo agroalimentar, a agropecuária (10) vende insumos a 11 setores e compra de 14. Melhorando sua produtividade, a elevação da produção e da renda do setor tenderá a expandir diretamente a produção de 14 setores pelas compras e a induzir a produção de outros 11 pelas vendas, via aumento da oferta e/ou redução de preços.

Óleos vegetais em bruto (69) liga-se aos setores mencionados acima, à perfumaria/sabões/velas (74), ao refino de óleos vegetais (96) e ao próprio setor de alimentos para animais (97). Este último tende a crescer com a expansão da agropecuária e a generalização do confinamento de animais nas fazendas, promovendo maior integração industrial. A densificação do parque industrial tende a aumentar, pois, com o desenvolvimento econômico do conjunto da economia.

<sup>21</sup> Para fins de simplificação dos gráficos, omitimos as ligações unilaterais entre os setores que não pertencem aos complexos fortes apresentados nos Gráficos 2 e 11. Por exemplo, no Gráfico 12 os setores componentes do complexo forte agroalimentar são os de números 10, 69 e 97 (por se ligarem reciprocamente); dessa forma, determinadas ligações entre setores, como as que existem entre lavouras de trigo/soja (6) e moagem de trigo (87), não foram assinaladas.

#### 4 — Considerações finais

A análise dos índices de encadeamento de Rasmussen-Jones efetuada por Souza (1988a) indicou a grande importância dos setores vinculados à agricultura no encadeamento da produção, do emprego, das exportações líquidas, etc. Os mesmos setores aparecem no estudo dos dígrafos com a mesma ordem de relevância, como não poderia deixar de ser, uma vez que ambos os métodos baseiam-se nas matrizes de insumos e de produtos. O método dos índices de encadeamento mede a intensidade das interligações totais entre os setores, enquanto o método dos dígrafos fornece o número das interligações e desenha a estrutura produtiva, com suas ligações, nas distâncias sucessivas.

A análise dos dígrafos complementa, pois, o método dos índices de encadeamento de Rasmussen-Jones. A identificação das interdependências entre as atividades, bem como dos complexos setoriais e do nível de sua integração, pode ser efetuada satisfatoriamente através dos dígrafos. Este método mostra-se bastante maleável porque pode ser utilizado tanto no nível nacional quanto regional, e é suscetível de identificar componentes fortes como também outros aglomerados industriais, com ligações menos intensas. Ele pode, igualmente, ser útil para a identificação de atividades motrizes, pólos de crescimento, tanto da ótica do crescimento desequilibrado como da abordagem da polarização diversificada [Souza (1989)].

Em relação à estrutura interindustrial brasileira, constatou-se neste trabalho a importância dos setores vinculados à agricultura na integração da economia nacional. Este fato é demonstrado não somente no interior dos complexos agropecuário e produtos alimentares, mas também em relação aos demais grupos setoriais, principalmente nos complexos químico e têxtil.

Verificou-se, igualmente, que as atividades relacionadas com a agricultura têm importante papel na articulação de um complexo com outro, bem como na interligação setorial nas distâncias sucessivas. Nesse último caso, as agroindústrias e a agropecuária servem de elementos intermediários, interligando os mais diversos blocos de atividades.

A Tabela 7, que apresenta o setor agropecuário como o mais importante do ponto de vista do número de ligações observadas nos dois critérios de booleanização matricial, totalizando 58 pontos, inclui as ligações de compras e de vendas, que aparecem tanto no dígrafo vertical como no horizontal. Trata-se de uma síntese que engloba o total de pontos das Tabelas 3 e 6 para a maioria dos setores. Além da agropecuária, os setores com maior número de ligações totais são laminados de aço, metalurgia de não-ferrosos, química diversa, construção civil, elementos químicos, etc.

As fortes interligações do complexo agroindustrial com os complexos químico e metalúrgico, como verificamos anteriormente, através das compras e vendas de insumos, são muito importantes e precisam ser levadas em conta no planejamento industrial por três motivos principais.

a) em primeiro lugar, a forte conexão da agropecuária com estes setores dinâmicos implica que as grandes transformações que ocorrem na

TABELA 7

*Relação dos 10 primeiros setores com maior número de ligações diretas classificados segundo os dígrafos vertical e horizontal — 1975*

Setores de atividade	Número de ligações		Total	Classificação
	Verticais	Horizontais		
Agropecuária (10)	33	25	58	1
Laminados de aço (23)	34	22	56	2
Metalurgia de não-ferrosos (26)	30	22	52	3
Química diversa (72)	29	22	51	4
Construção civil (104)	13	38	51	4
Fabricação de elementos químicos (63)	20	22	42	5
Tintas e solventes (70)	22	16	38	6
Fundidos de aço (24)	15	19	34	7
Motores/peças para veículos (49)	13	19	32	8
Resinas e elastômeros (68)	17	15	32	8

indústria brasileira, através da substituição de importações e das inovações tecnológicas, repercutem diretamente sobre o meio rural;

b) em segundo lugar, o dinamismo das atividades agroindustriais reflete-se, direta ou indiretamente, nos pólos de crescimento nacionais integrados, no momento em que são implantadas em qualquer ponto do território nacional, são atividades que podem adaptar-se com relativa facilidade nas pequenas cidades do interior e nas regiões menos desenvolvidas, em virtude de suas ligações óbvias com a agricultura; elas tornam-se, desse modo, elemento fundamental na integração intersetorial e espacial da economia, proporcionando, também, a articulação do meio rural com o meio urbano; e

c) finalmente, em terceiro lugar, o crescimento industrial com base nas agroindústrias torna-se importante para a descentralização industrial e para a difusão do crescimento no espaço, através das trocas intermediárias que realizam com setores locais e com atividades dinâmicas localizadas nos pólos industriais do centro do país (química, petroquímica, metalurgia, etc.).

Agropecuária, laminados de aço e metalurgia de não-ferrosos são os três setores mais importantes do ponto de vista da integração intersetorial. Destacam-se, a seguir, pelo grande número de ligações, química diversa e construção civil. Tanto no dígrafo vertical como no horizontal, a química diversa distingue-se pelas vendas de insumos, enquanto o maior número de ligações da construção civil efetua-se pelas compras. Em razão do elevado número de ligações, verifica-se que a construção civil é um importante pólo de dinamismo da economia nacional. Sua importância excede à simples característica de grande absorvedora de mão-de-obra não-qualificada e de polarização da economia pela massa salarial que ajuda a ampliar.

Em síntese, constatou-se, neste trabalho, a presença de três complexos dinâmicos na economia brasileira (agropecuário, metalúrgico e químico) e verificou-se que as agroindústrias, juntamente com a construção civil, são atividades fundamentais na integração da economia nacional e na difusão do crescimento no espaço.

### Abstract

*An alternative method for interindustrial analysis is presented and the Brazilian matrix for 1975 is analysed. Strong vertical and horizontal complexes, growth poles and leading propulsive activities are determined (agriculture, rolled steel, metalurgy, chemicals and construction). The method of digraphs can be used both on national and regional levels; it provides the intersectorial linkages, both intermediary and total, supplementing the method of Rasmussen-Jones, which determines only the final interaction among the sectors. The study concludes that the method is malleable and useful, and sectors linked to agriculture are very important in integrating of Brazilian economy.*

### Bibliografia

- AYDALOT, Philippe. Le digraphe: propos critiques. *Cahiers du Centre: Économie, Espace et Environnement*, Le digraphe. Paris, Economica, Université de Paris I, (1):113-23, 1977.
- CELLA, Guido. The input-output measurement of interindustry linkages. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 46 (1):73-84, 1984.
- CZAMANSKI, Stan, e ABLAS, Luiz A. de Q. *Identification of industrial clusters and complexes: a comparison of methods and findings*. São Paulo, IPE/USP, 1976 (Trabalho para Discussão Interna, 8/76).
- HAGUENAUER, Lia, et alii. *Os complexos industriais na economia brasileira*. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ, dez. 1984 (Texto para Discussão, 62).
- IBGE. *Matriz de relações intersetoriais de 1970*. Rio de Janeiro, 1979.
- . *Matriz de relações intersetoriais do Brasil, 1975*. Rio de Janeiro (listagens não publicadas).
- JONES, Leroy P. The measurement of Hirschmanian linkages. *Quarterly Journal of Economics*, 90 (2):323-33, maio 1976.
- LOCATELLI, Ronaldo. Relações intersetoriais e estratégia de desenvolvimento: o caso brasileiro reexaminado. *Revista Brasileira de Economia*, 37 (4): 415-34, out./dez. 1983.

- LU, Martin. *L'analyse des complexes industriels dans la théorie de la croissance polarisée*. Paris, Université de Paris I, 1973 (Dissertação de Mestrado em Economia).
- PRADO, Eleutério F. S. *Estrutura tecnológica e desenvolvimento regional*. São Paulo, IPE/USP, 1981 (Coleção Ensaio Econômico, 10).
- RASMUSSEN, P. Norregard. *Studies in inter-sectorial relations*. Amsterdam, North-Holland, 1956.
- ROSSI, José W., SANT'ANNA, Maristela, e SIDSAMER, Samuel. *As interligações setoriais na economia brasileira em 1975*. Rio de Janeiro, INPES/IPEA, nov. 1985 (Texto para Discussão Interna, 83).
- SOUZA, Nali de Jesus de. *Intégration économique régionale: l'exemple des régions brésiliennes*. Paris, Université de Paris I – Panthéon – Sorbonne, 1978 (Thèse pour le Doctorat de 3e Cycle en Économie).
- . Estrutura espacial da indústria gaúcha, 1975-1979. *Perspectiva Econômica*, 11 (34):39-100, 1981.
- . *O papel da agricultura na integração intersetorial brasileira*. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1988a (Tese de Doutorado em Economia).
- . Agricultura e integração industrial no Brasil. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, 9 (2):46-63, 1988b.
- . Integração econômica e estratégias de industrialização. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, 10 (1):105-33, 1989.
- YOTOPOULOS, J. P., e NUGENT, J. B. In defense of a test of the linkage hypothesis. *Quarterly Journal of Economics*, 90:334-43, maio 1976.

(Originals recebidos em agosto de 1989. Revisos em novembro de 1989.)