



Munich Personal RePEc Archive

Leotief and input-output: background, principles and evolution

Guilhoto, Joaquim José Martins

Universidade de São Paulo

2001

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/54649/>
MPRA Paper No. 54649, posted 21 Mar 2014 11:33 UTC

Leontief e Insumo-Produto: Antecedentes, Princípios e Evolução¹

Joaquim J.M. Guilhoto²

RESUMO

Neste trabalho é feita uma revisão da literatura econômica, visando, de um lado apresentar os antecedentes da teoria de insumo-produto de Leontief, situando-a dentro da teoria do pensamento econômico, e de outro lado apresentar os princípios e a evolução desta teoria, tanto em termos teóricos como práticos. De modo a atingir os objetivos deste trabalho, primeiro é feito um levantamento da história do pensamento econômico da teoria de Leontief, desde as suas origens nos trabalhos de economistas pré-fisiocratas, como Petty e Cantillon, passando pelo trabalho do fisiocrata Quesnay, e dos trabalhos de outros economistas como Isnard, Smith, Ricardo, Torrens, Marx, Dmitriev, von Bortkiewicz e Walras. Passa-se então a apresentar os princípios da teoria de insumo-produto, primeiro através de uma breve apresentação da teoria dos modelos estáticos e dinâmicos de Leontief, depois, através da apresentação das principais áreas nas quais Leontief contribuiu com inovações. Em seguida é feita uma análise da evolução da teoria de insumo-produto através da apresentação das aplicações que vêm sendo desenvolvidas em estudos de insumo-produto de um modo geral e naqueles aplicados para a economia brasileira. Por último é feita uma apresentação das direções que a teoria de insumo-produto deverá tomar no futuro.

ABSTRACT

In this paper it is made a review of the economic literature in input-output analysis, with two goals in mind: a) to place the work developed by Leontief in terms of the history of economic thought; and b) to present the principles of the evolution of this theory, in theoretical and practical terms. To achieve such goals, first it is made a research on the roots of the Leontief's theory. Then, it is made a presentation on the principles in which the input-output analysis is based, first through a brief presentation of the Leontief's static and dynamic models, then through the presentation of the main fields in which Leontief has contributed with innovations. Following, it is made a presentation of the applications that have been developed in the input-output studies in a broader sense and applied to the Brazilian economy. To conclude, some insights about the future of the input-output theory are made.

Palavras Chave: Leontief, Insumo-Produto, Teoria Econômica.

Key Words: Leontief, Input-Output, Economic Theory.

¹ O autor gostaria de agradecer os comentários de Carlos J.C. Bacha numa versão anterior deste trabalho.

² Professor da ESALQ-USP, Professor do *Regional Economics Applications Laboratory* da *University of Illinois*, EUA, e Pesquisador do CEPEA. E-mail: guilhoto@usp.br.



“Minha tendência foi combinar empirismo e teoria. Em economia esta combinação exige conceitos matemáticos, como análise de sistemas.”

Wassily Leontief, apud Polenske (2000).

1. Introdução

Carter (2000) fazendo uma resenha do livro *Input-Output Analysis* editado por Kurz, Dietzenbacher, e Lager (1998) sintetiza muito bem o que os economistas em geral pensam da teoria de insumo-produto e o que é na verdade esta teoria:

“... insumo-produto comumente caracterizado por economistas na corrente principal do pensamento econômico como sendo simplista e sem sofisticação, engloba um universo cheio de sofisticação, inteligência e, comumente, pensamento extremamente abstrato.”

Carter (2000, p. 132).

Mais do que isso, como será visto adiante, a teoria e as aplicações de insumo-produto continuam seguindo a idéia original do seu formulador, Wassily Leontief, que é a de uma visão prática da economia

Desta forma este texto está organizado e visa num primeiro momento apresentar os antecedentes da teoria de insumo-produto, situando o trabalho de Wassily Leontief dentro da teoria econômica, numa visão histórica. Em seguida é feita uma apresentação dos princípios da teoria de insumo-produto, através da sua formulação básica e das inovações apresentadas por Leontief. A evolução da teoria de insumo-produto é apresentada através do levantamento das suas aplicações e da apresentação das perspectivas futuras de trabalho dentro da área. Na seção de conclusão serão feitos os comentários finais.

2. Antecedentes Históricos da Teoria de Insumo-Produto

Na tentativa de traçar as origens da teoria de Insumo-Produto dentro da teoria econômica e de explicar um pouco da sua evolução no século XX esta seção em muito se beneficiou do Volume



Especial do *Economic Systems Research* (Vol. 12, N. 2, June 2000, *Special Issue: Input-Output Analysis and Classical Economic Theory*), e em especial do trabalho de Kurz e Salvadori (2000) neste volume.³

De acordo com Leontief:

“A análise de Insumo-Produto é uma extensão prática da teoria clássica de interdependência geral que vê a economia total de uma região, um país ou mesmo do mundo todo como um sistema simples, e parte para descrever e para interpretar a sua operação em termos de relações estruturais básicas observáveis” (Leontief, 1987, p. 860).

Dentro desta idéia de Leontief, a origem da sua teoria pode ser traçada ao problema do fluxo circular da renda assim como ao problema da sua distribuição entre as classes envolvidas dentro do processo produtivo. Preocupações essas que aparecem no seu artigo de 1928, “*Die Wirtschaft Als Kreislauf*” (Leontief, 1928), baseado no seu trabalho de doutorado e que foi parcialmente traduzido para o inglês em Leontief (1991), “*The Economy as a Circular Flow*”, assim como no seu artigo de 1936, “*Quantitative Input-Output Relations in the Economic System of the United States*” (Leontief, 1936).

Tomando como base a teoria do fluxo circular, as origens da teoria de Leontief, apresentada de forma esquemática na Figura 1, pode ser traçada a autores que antecederam aos fisiocratas, como William Petty (1623-87) e Richard Cantillon (1697-1734).

No seu primeiro trabalho, *Treatise of Taxes and Contributions*, originalmente publicado em 1662 (veja Petty, 1986), Petty coloca o conceito de *excedente social*. O excedente agrícola, identificado como a renda da terra, é expresso como sendo a diferença entre a produção de milho menos o milho utilizado como insumo, incluindo a subsistência dos trabalhadores medida em termos de milho. Dado o meio de subsistência dos indivíduos, o excedente poderia também ser expresso em termos do número de pessoas que poderiam ser mantidas por um certo número de trabalhadores engajados na produção de bens.

³ O trabalho de Kurz e Salvadori (2000) pode ser considerado uma obra prima em traçar as origens da teoria de insumo-produto e sem dúvida nenhuma este trabalho fornece a grande base teórica desta seção.

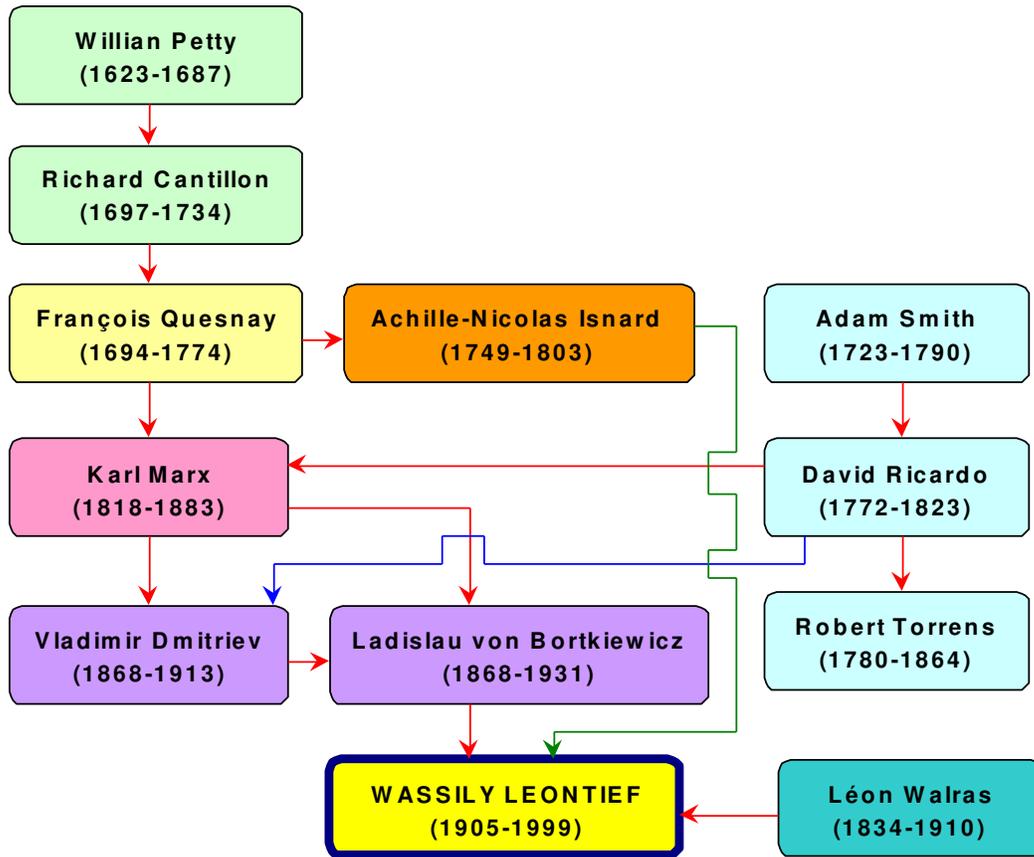


Figura 1 – Esquema das Origens da Teoria de Leontief



Cantillon publicou o seu trabalho, *Essai sur la Nature du Commerce en Général*, postumamente em 1755 (veja Cantillon, 1931) sendo fortemente influenciado pelo trabalho de Petty. Ele enfatiza que todos os membros da sociedade subsistem com base na produção da terra, o que parece indicar que a fonte de todo o excedente é a agricultura, porém existem passagens no seu trabalho que indicam que o excedente também pode ser gerado na manufatura, como lucro.

A visão de que somente a agricultura pode gerar excedente e de que a manufatura é uma atividade estéril, gerando uma produção com um valor não maior do que os insumos agrícolas por ela utilizados, é apresentada no trabalho de François Quesnay (1694-1774), *Tableau Économique*. Quesnay é considerado como sendo o fundador da escola Fisiocrata, a qual se opunha às idéias mercantilistas de Colbert. O *Tableau* apareceu em três versões, sendo que a primeira deve ter aparecido no final de década de 1750 (Kuczynski e Meek, eds, 1972, apresentam estas três versões).

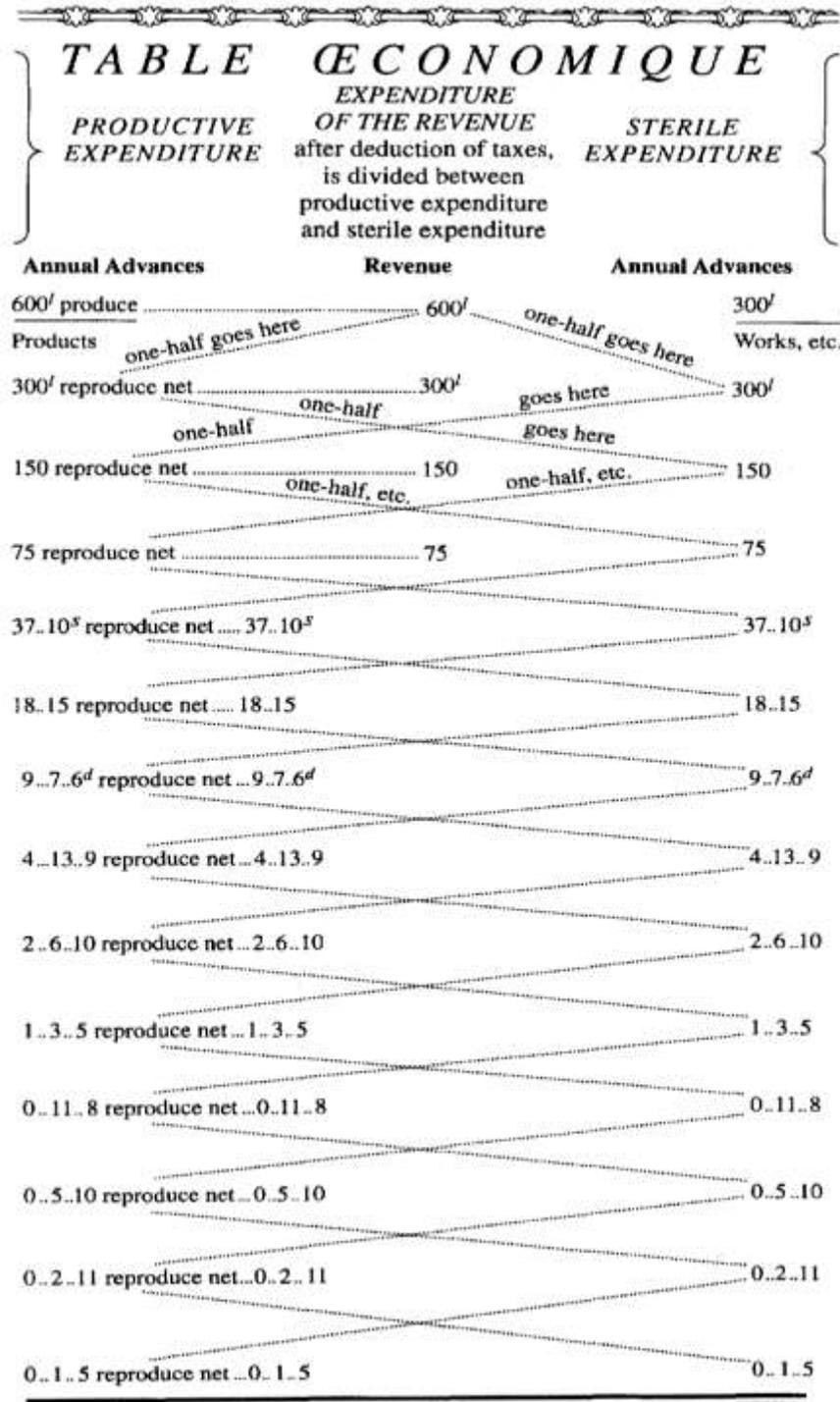
O *Tableau Économique*, também conhecido como “*tabela de zigzag*” é apresentado de forma esquemática na Figura 2 (extraída de Baumol, 2000), a qual mostra: a) que a agricultura é a atividade econômica produtiva e que a manufatura é a atividade estéril; e b) como se dão a relação de produção entre estes dois macro-setores da economia.

É importante salientar que enquanto Marx foi um crítico de Adam Smith, ao mesmo tempo ele se mostra um admirador do trabalho de Quesnay (Baumol, 2000). Marx fala do *Tableau* como sendo

“uma concepção extremamente brilhante, incontestavelmente a mais brilhante pela qual a economia política foi responsável até o momento”
(Marx, 1956, p. 344).

Leontief em seu trabalho de 1936 também faz menção ao trabalho de Quesnay:

“O estudo estatístico apresentado ... pode ser melhor definido como uma tentativa de construir, com o material estatístico disponível, um *Tableau Économique dos Estados Unidos para 1919 e 1929*” Leontief (1936, p.105).



Fonte: Baumol (2000)

Figura 2 – *Tableau Économique* de Quesnay



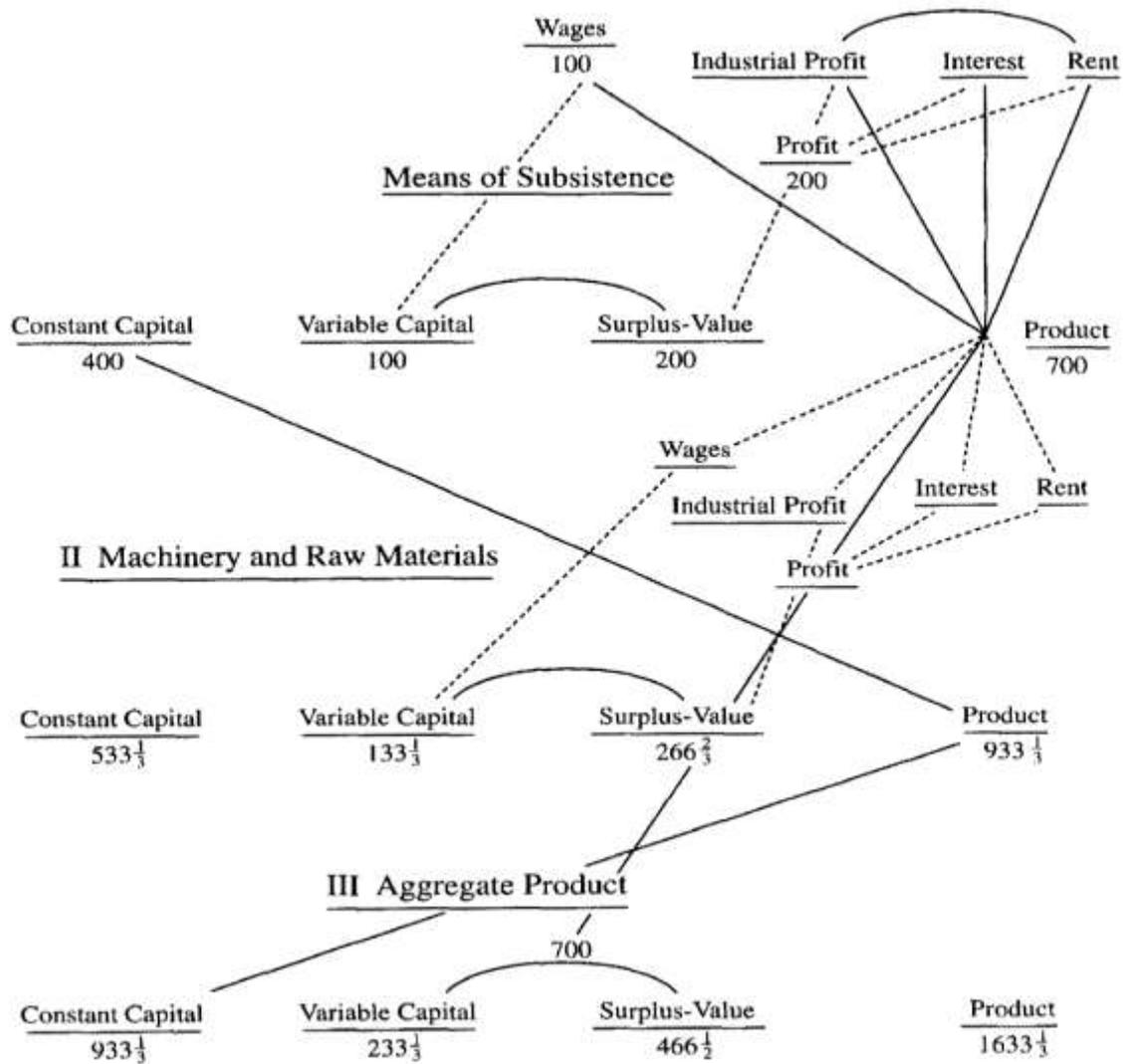
Achille-Nicolas Isnard (1749-1803), em seu trabalho *Traité des Richesses* (Isnard, 1781), foi um crítico da doutrina fisiocrata com relação ao fato de que somente a agricultura é produtiva, e mais importante ainda, Isnard argumentava que o fato de um setor da economia gerar uma renda em excesso aos seus custos de produção não pode ser decidido de forma independente das relações de troca entre os bens, ou seja, os preços relativos. Os preços relativos não só refletem os custos de produção dos diversos bens, mas também a regra pela qual o excedente é distribuído entre as classes proprietárias.

Os conceitos de produção e do fluxo circular estão de certa forma presentes nos trabalhos de Adam Smith (1723-1790), *An Inquire into the Nature and Causes of the The Wealth of Nations* (veja Smith, 1965) publicado em 1776, e de David Ricardo (1772-1823), *On the Principles of Political Economy and Taxation* (veja Ricardo, 1982) publicado em 1817, porém a volta destes conceitos dentro de um ambiente da teoria de insumo-produto é trazido à tona no trabalho de Robert Torrens (1780-1864). Na segunda edição do seu trabalho, *Essays on the External Corn Trade* (Torrens, 1820), voltam à discussão os problemas de quantidades relativas e taxas de crescimento, e de preços relativos e taxas de lucro. Tornando claro que o conceito de excedente era a chave para explicar a divisão da renda.

Karl Marx (1818-83) usou o *Tableau* como base do seu esquema de reprodução (Figura 3, extraída de Baumol, 2000). O esquema de reprodução (Marx, 1956, parte III) se preocupa com a distribuição do trabalho entre os diferentes setores da economia. Esta distribuição foi vista por Marx como sendo dependente das técnicas de produção socialmente dominantes, da distribuição de renda entre salários e lucros, e dos gastos dessas rendas, especialmente se parte dos lucros são acumulados ou não.

O esquema de reprodução de Marx, porém, apresentava um problema. Após desenvolver o seu esquema de reprodução (veja Baumol, 2000) ele chega a conclusão que os bens de produção produzidos no Departamento I (bens de produção) para o Departamento II (bens de consumo) deve ser igual em valor aos bens de consumo que o Departamento II produz para o Departamento I, o que já era de se esperar.

A questão que se colocava era o que mais que o modelo de Marx poderia contar? E é justamente nos trabalhos de Vladimir K. Dmitriev (1868-1913) e Ladislaus von Bortkiewicz (1868-1931) que a resposta é encontrada.



Fonte: Baumol (2000)

Figura 3 – Esquema de Reprodução de Marx



Em 1898, Dmitriev publicou “Economic Essays on Value, Competition and Utility” (Dmitriev, 1974) em que é feita uma análise da teoria do valor e da distribuição de Ricardo.

À partir do trabalho de Dmitriev e do problema enfrentado por Marx, von Bortkewicz, que viria a supervisionar a tese de doutorado de Leontief, desenvolve um tratado em três partes, o qual é publicado entre 1906 e 1907 (as partes II e III foram traduzidas para o inglês como *Value and Price in the Marxian System*, veja von Bortkewicz, 1952). Neste trabalho von Bortkewicz chama atenção para o fato de que as informações que o enfoque clássico da teoria do valor e da distribuição utiliza são suficientes para determinar a taxa de lucro e os preços relativos.

Wassily Leontief nasceu em 05/08/1906 em São Petersburgo, estudou de 1921 a 1925 na Universidade de Leningrado, se formando em economia. Fez o seu doutorado na Universidade de Berlim sobre a supervisão de von Bortkewicz. Em 1928 publicou parte da sua tese no artigo ‘*Die Wirtschaft als Kreislauf*’ (veja Leontief, 1928) que foi traduzido parcialmente para o inglês em 1991 (“The Economy as a Circular Flow”, veja Leontief, 1991). Neste seu trabalho Leontief desenvolve um modelo de dois setores de insumo-produto que foi construído para descrever produção, distribuição, e consumo (segundo Kurz e Salvadori, 2000, o trabalho de Leontief de 1928 apresenta semelhanças com o de Isnard). De 1927 a 1930 trabalhou na Universidade de Kiel. Em 1928/1929 trabalhou na China como consultor do Ministério das Estradas de Ferro. Em 1931 se mudou para os EUA indo trabalhar no National Bureau of Economic Research, Nova Iorque. Em 1932 ele se torna professor no departamento de economia da Universidade de Harvard, EUA, onde começa a construção das primeiras matrizes de insumo-produto para a economia americana. Estas matrizes, juntamente como o modelo matemático, são publicadas em 1936 e 1937 (Leontief, 1951). Leontief foi professor na Universidade de Harvard até 1975, recebeu o prêmio Nobel de economia em 1973. No período de 1975 a 1999 foi professor no departamento de economia da New York University, vindo a falecer em 05/02/1999.

É interessante chamar atenção para o fato de que, conforme Baumol (2000), o trabalho de Leontief:

“... é na verdade um salto para frente, e não simplesmente uma mera extensão daqueles que se são chamados de seus predecessores. A contribuição de Leontief é revolucionária, não incremental. Ela



transforma abstrações de aplicação duvidosa num instrumento analítico operacional e amplamente utilizável” Baumol (2000, p. 142).

Existe uma vasta literatura discutindo se realmente existem semelhanças, e se o trabalho de Leontief pode ser comparado ao da teoria neoclássica de Walras. Uma discussão maior foge ao objetivo deste trabalho, sendo que na apresentação abaixo será dado apenas o tom deste debate. Ao leitor mais curioso é recomendada a leitura aqui referenciada.

Leontief no seu primeiro livro sobre insumo-produto coloca que:

“Este modesto volume descreve uma tentativa de aplicar a teoria econômica de equilíbrio geral - ou melhor, de interdependência geral - a um estudo empírico das interrelações entre as diferentes partes de uma economia nacional como revelado através da covariação de preços, produções, investimentos e rendas” Leontief (1951, p.3).

e no seu livro de 1966 confirma a afirmação acima, colocando o método de insumo-produto desenvolvido nas décadas de 1930 e de 1940 como sendo:

“uma adaptação da teoria neoclássica de equilíbrio geral ao estudo empírico da interdependência de quantidade entre atividades econômicas interrelacionadas” Leontief (1966, p.134).

O fato que chama atenção é que estas afirmações de Leontief acontecem após a sua mudança para os EUA, no seu trabalho de 1928 conforme mostrado por Kurz e Salvatori (2000), o conceito marginalista de *homo oeconomicus* é considerado inapropriado por Leontief pois dá espaço a muita imaginação e poucos fatos, portanto, a análise econômica deveria se concentrar no conceito do fluxo circular.

Em oposição à visão acima, colocada por Kurz e Salvatori (2000), o trabalho de Davar (2000) coloca que apesar de haver diferenças entre os trabalhos de Leontief e Walras é possível a conciliação das duas teorias.



Lager (2000) apresenta uma discussão sobre economistas contemporâneos de Leontief que se preocuparam com a teoria da produção, acumulação e distribuição (fluxo circular), e que de alguma forma têm o seu trabalho relacionado com o de Leontief, como John Richard Hicks (1904-1989), Piero Sraffa (1898-1983), John von Neumann (1903-1957), e Nicolas Georgescu-Roegen (1906-1994)

Entre outros economistas de importância no século XX e que tiveram o seu trabalho relacionado como o de Leontief podemos citar: Alfred Kähler (1900-1981), Luigi L. Pasinetti (1930-), Paul Anthony Samuelson (1915-), e John Richard Nicholas Stone (1913-1991).

Na próxima seção é feita uma apresentação dos princípios da teoria de insumo-produto.

3. Princípios de Insumo-Produto: Teoria Básica

Nesta seção são apresentados os princípios básicos da teoria básica de insumo-produto. Os modelos que se utilizam das relações básicas de insumo-produto podem ser classificados como estáticos ou dinâmicos dependendo da existência de uma teoria de investimento que coloque o sistema em movimento. Discussão destes modelos podem ser encontradas em Bulmer-Thomas (1982), Miller e Blair (1985), Dixon et. al. (1992), e Kurz, Dietzenbacher e Lager (eds) (2000).

3.1. Visão Geral

Uma economia funciona, em grande parte, para equacionar a demanda e a oferta dentro de uma vasta rede de atividades. O que Leontief conseguiu realizar foi a construção de uma “fotografia econômica” da própria economia; nessa fotografia, ele mostrou como os setores estão relacionados entre si - ou seja, quais setores suprem os outros de serviços e produtos e quais setores compram de quem. O resultado foi uma visão única e compreensiva de como a economia funciona - como cada setor se torna mais ou menos dependente dos outros.

Esse sistema de interdependência é formalmente demonstrado em uma tabela conhecida como tabela de insumo-produto; e tais representações demandam grandes investimentos, já que elas requerem uma coleção de informações sobre cada companhia, a respeito dos seus fluxos de vendas e das suas fontes de suprimento.

Enquanto setores compram e vendem uns para os outros, um setor individual interage, tipicamente e diretamente, com um número relativamente pequeno de setores. Entretanto, devido à natureza dessa dependência, pode-se mostrar que todos os setores estão interligados, direta ou indiretamente.

Como pode ser observado de uma forma esquemática na Figura 4 as relações fundamentais de insumo-produto mostram que as vendas do setores podem ser utilizados dentro do processo produtivo pelos diversos setores compradores da economia ou podem ser consumidas pelos diversos componentes da demanda final (famílias, governo, investimento, exportações). Por outro lado para se produzir são necessários insumos, se pagam impostos, se importam produtos e se gera valor adicionado (pagamento de salários, remuneração do capital, e da terra agrícola), além é claro de se gerar emprego.



Figura 4 - Relações Fundamentais de Insumo-Produto

A partir das Figuras 5 a 7 é possível se fazer um maior detalhamento de como o modelo apresentado na Figura 4 funciona.

A Figura 5 mostra como é feita a utilização dos bens domésticos e importados, ou seja, estes são utilizados na produção corrente de outros bens, na formação de capital, no consumo das famílias, e pelo governo e outras demandas. O modelo de insumo-produto assume que somente os produtos domésticos são exportados.

Como só os produtos domésticos são exportados, isto implica que os produtos importados devem necessariamente passar por um processo de produção interna antes de serem exportados.

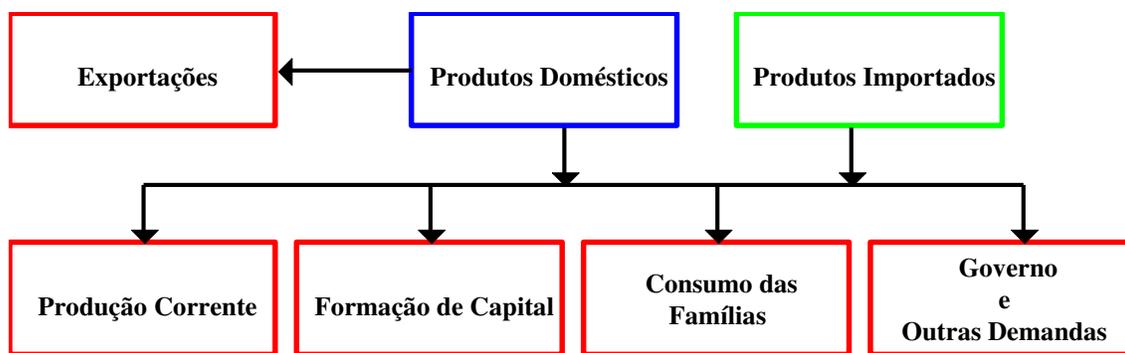


Figura 5 - Uso dos Bens no Modelo de Insumo-Produto

Do lado da produção, como mostra a Figura 6, os produtos domésticos para serem produzidos se utilizam de uma combinação de: insumos domésticos, insumos importados, trabalho, capital, e terra (no caso dos produtos agrícolas).

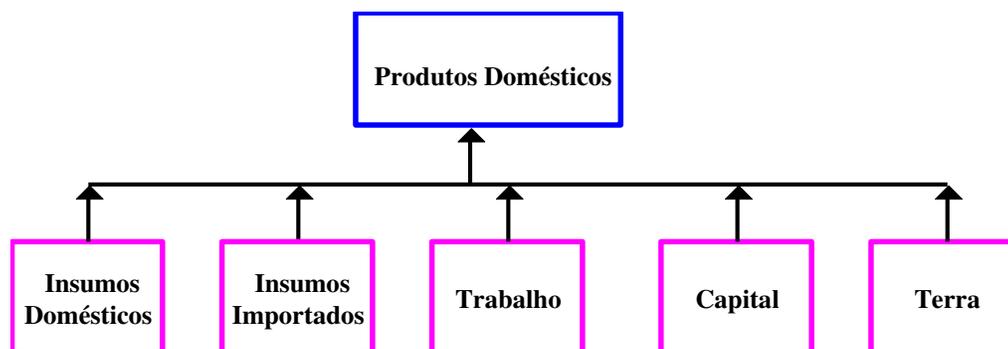


Figura 6 - Insumos Utilizados no Processo Produtivo

Os fluxogramas mostrados nas Figuras 5 e 6 podem então serem combinados em um único, de modo a dar uma idéia de como o modelo funciona de uma maneira integrada, veja a Figura 7.

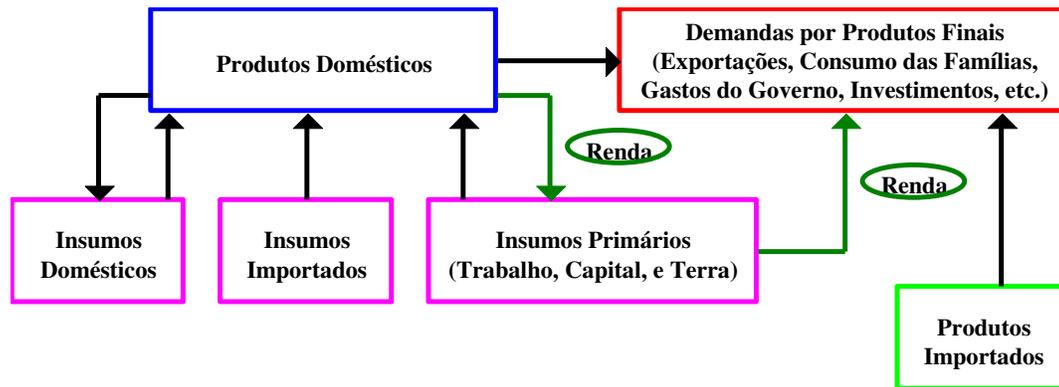


Figura 7 - Fluxograma do Modelo de Insumo-Produto

A partir da Figura 7 observa-se que para a produção de produtos domésticos se utilizam insumos domésticos (que foram obtidos através da produção doméstica), insumos importados, e insumos primários (trabalho, capital, e terra). Por sua vez os produtos domésticos são utilizados pelas indústrias como insumos intermediários no processo produtivo ou são consumidos pela demanda final como produtos finais (exportações, consumo das famílias, gastos do governo, investimentos, etc.). As importações podem ser de insumos intermediários que se destinam ao processo produtivo, ou de bens finais que são diretamente consumidos pela demanda final.

A renda da economia é gerada através da remuneração do trabalho, capital e terra agrícola, a qual é utilizada no consumo dos bens finais (sejam eles destinados ao consumo ou ao investimento). A receita do governo é obtida através do pagamento de impostos pelas empresas e pelos indivíduos. O modelo assume que existe equilíbrio em todos os mercados da economia.

Considere o seguinte exemplo como forma ilustrativa do funcionamento do modelo de insumo-produto. O setor agrícola compra pouco do setor siderúrgico diretamente; as compras se realizam mais no ramo das máquinas agrícolas (tratores, colheitadeiras, etc.); entretanto, o setor de máquinas agrícolas compra do indústria siderúrgica, quando da construção dos equipamentos. Então, indiretamente, a



agricultura está ligada à siderurgia, apesar da natureza da ligação ser indireta. Igualmente, a indústria siderúrgica compra pouco da agricultura, diretamente. Entretanto, as vendas da agricultura para o setor de processamento de alimentos geram todos os tipos de demandas indiretas sobre a indústria siderúrgica - pela matéria-prima necessária para se construir os caminhões que transportam os produtos agrícolas para o beneficiamento, pela matéria-prima fundamental para as máquinas que processam os produtos agrícolas, e daí por diante. Outra vez, a indústria siderúrgica está indiretamente relacionada com a agricultura.

A intensidade dessas relações serão, agora, o ponto principal de análise. Imagine que a demanda por um produto específico aumenta - por exemplo, a demanda por automóveis fabricados no Brasil. Esse crescimento de demanda vai dar um sinal para os produtores de automóveis aumentarem sua produção. Ao mesmo tempo, todas as companhias de peças irão intensificar sua produção (pneus, vidros, transmissores, motores), e todos os fornecedores da indústria de autopeças também irão aumentar sua produção. Desse modo, o que se observa é o processo conhecido como multiplicador. Para tal, alguns setores da economia estarão mais envolvidos nas compras - direta e indiretamente - de outros setores. Daí, os efeitos multiplicadores gerados pelos aumentos na demanda por determinados produtos vão ocasionar impactos maiores na economia, quando comparados com outros setores. Na essência, cada setor tem um multiplicador diferente.

Mas este efeito multiplicativo (multiplicadores do tipo I) não se restringe apenas à demanda por insumos intermediários. Do lado da demanda por insumos primários o processo também se repete, só que de uma forma um pouco diferente, isto é, um aumento na demanda por mão de obra fará com que haja um aumento no poder aquisitivo das famílias, gerando desta forma um aumento na demanda destas por produtos finais. Isto fará com que haja um aumento, novamente, no nível de atividade dos setores produtores, que por sua vez vão aumentar a demanda pelos diversos tipos de insumos, inclusive mão-de-obra, que causará um novo aumento no poder aquisitivo, causando um aumento na demanda final das famílias, e assim sucessivamente até que o sistema chegue ao equilíbrio. Este aumento do emprego causado devido ao aumento na demanda do consumo das famílias é chamado de efeito induzido (multiplicadores do tipo II)⁴.

⁴ Veja Miller & Blair (1985) e Miller (1998).



3.2. Teoria Básica de Insumo-Produto

A partir do apresentado na seção anterior temos que os fluxos intersetoriais numa dada economia são determinados por fatores tecnológicos e econômicos. Baseando-se em Leontief (1951) temos o seguinte:

Considere a seguinte identidade, na qual a economia é dividida em n setores:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} + c_i + I_i + e_i \equiv x_i \quad (1)$$
$$i = 1, 2, \dots, n$$

onde:

x_{ij} é a produção do setor i que é utilizada como insumo intermediário pelo setor j

c_i é a produção do setor i que é consumida domesticamente

I_i é a produção do setor i que é destinada ao investimento

e_i é a produção do setor i que é exportada

x_i é a produção doméstica total do setor i

Assumindo-se que os fluxos intermediários por unidade do produto final são fixos, pode-se derivar o sistema aberto de Leontief, ou seja,⁵

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + y_i = x_i \quad (2)$$
$$i = 1, 2, \dots, n$$

onde:

a_{ij} é o coeficiente técnico que indica a quantidade de insumo do setor i necessária para a produção de uma unidade de produto final do setor j

y_i é a demanda final da produção do setor i , isto é, $c_i + I_i + e_i$

Todas as outras variáveis já foram definidas anteriormente.

⁵ O sistema aberto de Leontief considera a demanda final como sendo exógena ao sistema, enquanto que no sistema fechado esta é considerada endógena.



A equação (2) pode ser escrita em forma matricial como:

$$Ax + y = x \quad (3)$$

onde:

A é a matriz de coeficientes diretos de insumo de ordem $(n \times n)$

x e y são vetores colunas de ordem $(n \times 1)$

Resolvendo a equação (3) é possível se obter a produção total que é necessária para satisfazer a demanda final, ou seja,

$$x = \mathbf{b} - \mathbf{A} \mathbf{g} y \quad (4)$$

onde:

$\mathbf{a} - \mathbf{A} \mathbf{t}^{-1}$ é a matriz de coeficientes diretos e indiretos, ou a matriz de Leontief

Em $Z = \mathbf{b} - \mathbf{A} \mathbf{g}$, o elemento z_{ij} deve ser interpretado como sendo a produção total do setor i que é necessária para produzir uma unidade de demanda final do setor j .

Na teoria, as matrizes A e Z são expressas em termos de relações físicas entre insumos e produtos, e os seus elementos são chamados de coeficientes técnicos. Contudo, em termos práticos, estas matrizes são estimadas a partir de fluxos medidos em termos monetários, o que pode gerar problemas quando estas matrizes são utilizadas.

Mesmo se fosse possível a estimação das matrizes A e Z a partir de relações físicas, existiriam problemas do tipo: estabilidade dos coeficientes ao longo do tempo; definição de como deveria ser feita a agregação dos setores; etc. Para uma revisão destes problemas veja Miller e Blair (1985).

Além dos problemas mencionados acima, quando as matrizes A e Z são estimadas a partir de fluxos monetários, existe também o problema das mudanças dos preços relativos afetarem os valores dos coeficientes técnicos. O que usualmente é feito, em termos analíticos, para resolver este problema, é assumir que os preços relativos são constantes.



Apesar destes problemas, a análise de insumo-produto se constituiu uma ferramenta poderosa, talvez a melhor disponível, quando é necessário o desenvolvimento de um estudo multissetorial da economia.

3.3. Modelos Estáticos de Insumo-Produto

Modelos estáticos de insumo-produto são usualmente baseados nos coeficientes da matriz $a - A t^{-1}$ e usados para prever o uso de fatores, isto é, dada uma estrutura de demanda final qual seria o nível de produção total, absorção de trabalho, volume de importações, etc.

3.4. Modelos Dinâmicos de Insumo-Produto

Segundo Taylor (1975) o modelos dinâmicos de insumo-produto são modelos que incorporam no modelo estático uma teoria de investimento na qual a demanda atual por bens de investimento depende das expectativas futuras com relação ao aumento do nível de produção. Devido à sua natureza, estes tipos de modelos só podem ser aplicados “em países onde existe uma indústria de bens de capital relativamente avançada ..., porque onde os bens de capital são importados pode-se ignorar a interação entre o aumento da produção e as indústrias de bens de capital” (Bulmer-Thomas, 1982, p. 222).

A breve descrição abaixo das equações que levam a modelos dinâmicos de insumo-produto é baseada em Bulmer-Thomas (1982). Considere a seguinte equação:

$$x_t = A_t x_t + I_t + c + e \zeta \quad (5)$$

onde para todas as variáveis é dado uma dimensão de tempo, e I é o vetor de investimento por origem, explicado pela seguinte relação:

$$I_t = B x_{t+1} - x_t \zeta \quad (6)$$

onde B é a matriz de capital, na qual o ij -ésimo elemento mostra a demanda do i -ésimo bem de capital por unidade produzida no j -ésimo setor. Assumindo-se que as duas matrizes tecnológicas (A e B) são invariantes com relação ao tempo, obtém-se:

$$x_t = A x_t + B x_{t+1} - B x_t + c + e \zeta \quad (7)$$



A solução geral da equação (7) é dada por:

$$x_t = (I + B^{-1}A)^t x_0 + (I + B^{-1}A)^{t-1} B^{-1}A g \quad (8)$$

onde o primeiro termo no lado direito é a solução homogênea, e o segundo termo é a solução particular.

A equação (8) apresenta dois problemas básicos: a) a matriz B nem sempre é insensível; b) os resultados do modelo quanto extrapolados num futuro mais distante, nem sempre são consistentes. Para uma discussão destes problemas veja por exemplo Taylor (1975) e Robinson (1989). Exemplos de aplicações de modelos dinâmicos de insumo produto podem ser vistos em Manne (1974), Taylor (1975), Tsuki e Murakami (1979), Stone (1981), e Dervis, Melo, e Robinson (1982).

Na próxima seção, seguindo ainda os princípios da teoria de insumo-produto, são apresentadas algumas das contribuições, em termos de inovações, presentes no trabalho de Leontief.

4. Princípios de Insumo-Produto: Inovações Teóricas e Práticas de Leontief

Como se pode verificar na literatura consultada e no próprio trabalho de Leontief, a sua grande ênfase sempre foi na ligação entre a teoria e a aplicação desta. Segundo Polenske (2000), e baseando-se na premissa acima, existem cinco áreas da Economia Aplicada para as quais Leontief contribuiu com idéias inovativas, quais sejam: i) automação; ii) desarmamento; iii) meio ambiente; iv) comércio internacional; e v) análise espacial e mundial. Cada uma destas áreas é discutida a seguir.⁶

4.1. Automação

A automação e as conseqüências que esta teria sobre os trabalhadores e em especial sobre o emprego sempre foi um tópico que fascinou Leontief. Em princípio ele acreditava que os trabalhadores seriam substituídos por máquinas. Trabalhos futuros, Leontief (1952) e Leontief e Duchin (1986), mostrariam que os trabalhadores não se tornariam obsoletos e que estes se adaptariam às novas tecnologias, para tanto seria necessário um processo contínuo de treinamento da mão-de-obra, ao mesmo tempo em que haveria uma diminuição das horas de trabalho.

⁶ Esta seção se baseia fortemente no trabalho de Polenske (2000).



Apesar de existirem semelhanças entre o trabalho de Alfred Kälher (1900-1981) sobre automação, desenvolvido originalmente na Universidade de Kiel, e o de Leontief, não se pode garantir em princípio que houve troca de idéias entre ambos. Uma boa discussão a este respeito pode ser encontrada em Gehrke (2000).

4.2. Desarmamento

Em dois momentos Leontief se concentrou no problema do desarmamento e quais seriam as suas conseqüências sobre a economia americana.

O primeiro destes trabalhos, Leontief (1944), se refere a preocupação de quais seriam os impactos de reconverter a economia americana de uma economia de guerra para uma economia civil e quais seriam os impactos sobre produção e o emprego nos diferentes setores da economia.

No seu segundo trabalho, Leontief et al. (1965), a preocupação agora se volta para a guerra do Vietnã e quais seriam as conseqüências de uma lado, de uma diminuição dos gastos militares com a guerra do Vietnã em 20%, e de outro lado qual deveria ser o aumento nos gastos civis do governo americano para compensar a queda nos gastos militares. Como a produção militar dos EUA não se encontra igualmente distribuída pelo país, Leontief decidiu trabalhar com um modelo intranacional, em que os EUA foram divididos em 19 regiões. Os resultados mostraram que os impactos do corte nos gastos militares seriam diferentes entre as diversas regiões, sendo que um aumento de 2% nos gastos civis do governo dos EUA seria suficiente para contrabalançar o corte nos gastos militares.

Os fatos porém foram outros, e o governo americano durante a segunda metade dos anos de 1960, ao invés de diminuir, aumentou os gastos militares com a guerra do Vietnã em 20%.

4.3. Meio Ambiente

No final dos anos de 1960 Leontief começou a se preocupar com o meio ambiente e o impacto que os diferentes setores teriam sobre ele.

Apesar de trabalhos anteriores já terem tido tratado do problema do meio ambiente utilizando-se de insumo-produto, como Cumberland (1966), Daly (1968), Isard et al. (1968), e Ayres e Kneese (1969), Leontief não estava satisfeito com o enfoque destes trabalhos, até que em Leontief (1970)



apresenta a sua formulação de um modelo de insumo-produto que estuda o problema de poluição do meio ambiente. Sendo este modelo implementado posteriormente em Leontief e Ford (1972).

4.4. Comércio Internacional

As contribuições de Leontief para o comércio internacional são o objetivo do trabalho de Duchin (2000), porém, aqui será dado destaque especial ao que viria a ser e continua sendo um tema de grande discussão na literatura, que é o “paradoxo de Leontief”.

O “paradoxo de Leontief” surge em Leontief (1953a), quando estudando a composição das exportações dos EUA, usando as matrizes de 1947, Leontief observa que estas possuíam uma oferta abundante de trabalho e escassa de capital. Esta proposição vai contra o teorema de Heckscher-Ohlin (HO), Heckscher (1919) e Ohlin (1933), também conhecido como Heckscher-Ohlin-Vanek (HOV), Vanek (1968), que afirma que países com abundância de capital, como os EUA, deveriam exportar bens intensivos em capital e importar bens intensivos em trabalho.

Uma discussão maior sobre trabalhos defendendo ou contrários ao “paradoxo de Leontief” pode ser encontrada em Polenske (2000) e Duchin (2000).

4.5. Análise Espacial e Mundial

Leontief desenvolveu modelos à nível regional e mundial, e talvez seja nesta área da economia que os modelos de insumo-produto têm recebido um destaque maior.

Em Leontief (1953b) são lançadas as bases para o modelo intranacional que seria aplicado em Leontief et al. (1965). O modelo intranacional quando comparado com os outros modelos regionais e relativamente pouco demandante em termos de necessidade de dados.

Por sua vez o modelo interregional de insumo-produto (IRIP), ou modelo ideal, desenvolvido em Isard (1960), é um modelo altamente demandante em dados, já que todas as informações do sistema teriam que ser censitárias.



Um modelo intermediário, em termos de exigência de dados, é o modelo multiregional de insumo-produto (MRIP) apresentado em Leontief e Strout (1963) e aplicado para a economia americana em Polenske (1980).

Em termos de modelo mundial, é famoso o trabalho de Leontief para as ONU, visando fazer previsões sobre a economia mundial para os anos de 1980, 1990, e 2000. As bases teóricas deste modelo estão apresentadas em Leontief (1975), sendo que os resultados são apresentados em Leontief, Carter, e Petri (1977). O modelo consistia de 15 regiões e 48 setores, além também de ser dado um tratamento no modelo para o problema do meio ambiente. Uma discussão comparativa dos resultados deste modelo, visto já estarmos no ano 2000, é apresentada em Fontela (2000).

Nas seções posteriores é apresentada a evolução da teoria de Leontief, quer seja através das suas varias aplicações ou através das direções futuras que estudos dentro da teoria de insumo-produto devem seguir.

5. Evolução da Teoria de Insumo-Produto e suas Aplicações

Com base na teoria de insumo-produto, proposta por Leontief, várias aplicações foram se desenvolvendo, tratando dos mais diversos problemas enfrentados pela sociedade, desde aspectos econômicos até sociais, passando também pelos problemas de meio ambiente.

Entre os vários trabalhos que sintetizam a evolução da teoria de insumo-produto podem ser citados os de Kurz, Dietzenbacher, e Lager (eds) (1998), Isard et al. (eds) (1998), Hewings e Madden (1995), Miller, Polenske, e Rose (eds.) (1989), Rose e Miernyk (1989), Miller e Blair (1985), Bulmer-Thomas (1982), e Stone (1984).

Dada a grande gama das aplicações da teoria de insumo-produto, em estudos nacionais e regionais, que tratam dos assuntos mais diversos possíveis, esta seção divide estas aplicações em sete grandes grupos. Esta divisão de forma alguma pretende abranger toda a área de conhecimento da teoria de insumo-produto, mas apenas fornecer uma idéia da sua potencialidade e dos seus vários campos de atuação, quais sejam: a) análises estruturais e análises de impacto; b) meio ambiente e recursos naturais; c) distribuição de renda; d) construção e atualização de matrizes; e) matrizes de contabilidade social; f)



modelos econométricos de insumo-produto; e g) modelos aplicados de equilíbrio geral (AEG). Aplicações estas que sem dúvida nenhuma têm se beneficiado dos grandes avanços tecnológicos na área computacional e do fato da integração da matrizes de insumo-produto nas contas nacionais, de acordo com o novo sistema de contas nacionais da ONU (SNA, 1993).

5.1. Análises Estruturais e de Impacto

As análises estruturais visam entender como a economia funciona e como os setores e as regiões se interrelacionam entre si, enquanto que as análises de impacto visam estudar a reação da economia e dos seus setores à choques resultantes de políticas econômicas e/ou de alterações de comportamento dos agentes econômicos.

Dentro das análises estruturais, o conceito e a determinação de setores chave numa economia pode ser apresentado de diversas maneiras, e a necessidade básica é explorar as informações provenientes de cada tipo de análise, ao invés de se dirigir o centro das atenções para as vantagens aparentes e reais que uma técnica pode oferecer. Seria surpreendente se existisse uma consistência total; como Diamond (1976) observou, a multiplicidade de objetivos que caracterizam as estratégias de crescimento e desenvolvimento de muitos países tornam improvável que um número pequeno de setores geraria os requisitos necessários para satisfazer as necessidades de emprego, renda, produção, divisas, etc.

Dentre as técnicas utilizadas nas análises estruturais, os índices de Rasmussen/Hirschman e o enfoque do campo de influência são usados para se estudar como a estrutura interna da economia se comporta, sem levar em consideração o nível de produção em cada setor, enquanto que o índice Puro de ligação é usado para se analisar a estrutura produtiva quando os diferentes níveis de produção em cada setor são levados em consideração. O primeiro tipo de análise é importante, pois se a estrutura interna da economia não é levada em consideração ao se definir setores chave, pode-se gerar gargalos que limitarão o crescimento desta. Por outro lado, o nível de produção em cada setor é também importante na medida em que auxilia na determinação de quais seriam os principais setores responsáveis por variações nos níveis do PIB e de outras variáveis macroeconômicas importantes. Portanto, ambas análises devem ser combinadas.



Outro tipo de análise possível seria o estudo das origens das mudanças temporais no nível de produção setorial, as quais podem ser atribuídas de um lado à mudanças nos coeficientes de produção, mudanças na demanda final, e a mudanças nos efeitos interativos entre a demanda final e os coeficientes de produção, e de outro lado à mudanças que se originam dentro do setor e aquelas que se originam nos outros setores da economia (veja Guilhoto, Hewings, Sonis, e Guo, 1997).

Devido ao grande número de informações presentes nas matrizes de insumo-produto, uma das áreas que tem se desenvolvido muito atualmente é a de topografia econômica, que se preocupa em retratar a estrutura de funcionamento da economia através de figuras que expressem de uma forma clara é de um visual fácil as relações que se dão entre os diversos agentes econômicos. Claramente esta área tem se beneficiado de desenvolvimentos na área de computação, os quais permitem a utilização de técnicas cada vez mais sofisticadas de mapeamento do sistema econômico e da sua representação gráfica. A este respeito veja por exemplo os trabalhos de Guilhoto, Sonis, e Hewings (1999), Guilhoto (1999), Guilhoto et al. (2000), Rodrigues e Guilhoto (1999), Moretto e Guilhoto (1999).

Através da utilização de várias técnicas de análise de *clusters* é possível a determinação de complexos produtivos, onde são determinados os setores que fazem parte de um dada cadeia produtiva, a este respeito veja Bergman e Feser (2000).

Veja também a este respeito os trabalhos de Bulmer-Thomas (1982), Miller e Blair (1985), Miller (1998), Guilhoto, Sonis, Hewings, e Martins (1994), McGilvray (1977), Guilhoto, Sonis, e Hewings (1996), Guilhoto, Hewings, e Sonis (1997 e 1998), Dietzenbacher (1997), e Furtuoso e Guilhoto (2000).

5.2. Meio Ambiente e Recursos Naturais

A utilização de modelos de insumo-produto em problemas de meio ambiente, como poluição e utilização de recursos naturais, é umas das aplicações que vem crescendo em importância nos últimos anos. Este aumento da utilização do instrumental de insumo-produto nos problemas ambientais se deve de um lado ao aumento da conscientização da importância das questões ambientais, e de outro pelo fato do instrumental de insumo-produto ser o mais indicado para a mensuração dos impactos indiretos na



geração e eliminação de poluição e na utilização de recursos naturais, passando pela geração e utilização de energia.

Trabalhados a este respeito, além daqueles apresentados na seção 4.3 acima, podem ser encontrados em Miller e Blair (1985), Leontief (1986), Casler e Blair (1997), Bouhia (1998), e Machado (2000).

5.3. Distribuição de Renda

O estudo do problema da distribuição de renda em modelos de insumo-produto se deve ao trabalho pioneiro de Miyazawa (1976), onde a demanda final do modelo de Leontief é dividida em demanda internas de consumo das famílias e demanda exógena (isto é, gasto do governo, investimento, e exportações):

$$y = y^c + y^e \quad (9)$$

onde y^c é o vetor (nx1) de demandas de consumo e y^e é o vetor (nx1) de demandas exógenas. Para tornar este modelo mais real, as demandas de consumo não devem ser tratadas como parâmetros exógenos, mas sim como funções da renda, na tradição de Keynes e Kalecki (Miyazawa, 1960 e 1976, Keynes, 1964, e Kalecki, 1968 e 1971).

A função de consumo multisetorial é definida como

$$y^c = CQ \quad (10)$$

onde C é uma matriz (nxr) com os coeficientes de consumo, e Q é um vetor (rx1) com a renda total de cada grupo de renda.

A matriz C é derivada a partir de uma matriz E , cujo elemento e_{ik} representa a quantidade total do i -ésimo produto consumido pelo k -ésimo grupo de renda, isto é,

$$c_{ik} = \frac{e_{ik}}{q_k} \quad (11)$$



Além de incorporar esta função-consumo multisetorial nas equações de Leontief, deve-se incluir também no modelo a estrutura da distribuição da renda, uma vez que “a estrutura de consumo geralmente depende da estrutura de distribuição da renda” (Miyazawa, 1976, p. 1).

A estrutura de distribuição da renda pode ser representada pelas equações simultâneas

$$Q = Vx \quad (12)$$

onde V é uma matriz (rxn) com os coeficientes do valor adicionado.

Obtém-se a matriz V a partir de uma matriz R , cujo elemento r_{kj} representa a renda do k -ésimo grupo de renda obtida do j -ésimo setor, v_{kj} é dado por

$$v_{kj} = \frac{r_{kj}}{x_j} \quad (13)$$

As equações simultâneas (12) representam o fato que, a determinada estrutura produtiva predominante num país, está associada uma estrutura de distribuição da renda.

Para calcular-se a solução para o modelo, substitui-se (9), (10), e (12) em (3) obtendo-se

$$x = Ax + CVx + y^e \quad (14)$$

cuja solução é dada por

$$x = \mathbf{b} - A - CV \mathbf{g} y^e \quad (15)$$

É conveniente também expressar a matriz na equação (15) como o produto de $Z = \mathbf{b} - A \mathbf{g}$ - que reflete fluxos de produção - e uma outra matriz refletindo os fluxos de consumo endógeno, ou seja,

$$x = Z \mathbf{b} - CVZ \mathbf{g} y^e \quad (16)$$

Aplicações à economia brasileira podem ser encontradas no trabalhos de Fonseca e Guilhoto (1987), Guilhoto, Conceição e Crocomo (1996), e Cavalcanti (1997).



5.4. Construção e Atualização de Matrizes

A área de construção e atualização de matrizes é uma das que vem merecendo especial interesse, o qual se dá em dois campos de atuação, de um lado nos órgãos oficiais de estatística e de outro nos pesquisadores que necessitam de matrizes nem sempre fornecidas pelos órgãos estatísticos.

A preocupação dos órgão estatísticos pode ser expressa como sendo a de como obter informações uniformizadas de uma forma cada vez mais rápida e precisa dadas as restrições de recursos e tempo. Para tanto, existe um trabalho constante dos pesquisadores dos institutos de pesquisa, sendo que a normatização do seu trabalho geralmente é feito através do manuais de contas nacionais de órgãos nacionais e supranacionais como as Nações Unidas e a OECD. Veja como exemplo o manual de contas nacionais da ONU, SNA(1993).

Os pesquisadores, para as suas análises, muitas vezes necessitam construir matrizes nacionais, regionais e interregionais não disponibilizadas pelos órgãos estatísticos. Isto acontece, ou porque as matrizes se referem a períodos antigos e/ou porque estas simplesmente não existem. Neste caso, os métodos mais utilizados são: a) quociente locacional; b) RAS; c) Delphi; e d) atualização por índices de preços. Discussão a respeito desses métodos pode ser encontrada em Miller e Blair (1985), e Montoya (1998).

5.5. Matrizes de Contabilidade Social

As Matrizes de Contabilidade Social (MCS) visam ampliar a análise de insumo-produto de modo a incorporar a estas outros elementos das contas nacionais que geralmente não estão presentes nas análises de insumo-produto.

Não existe uma definição padrão do que seja uma MCS, sendo que a construção de uma MCS geralmente é feita de acordo com o problema que se quer analisar. Seguindo Pyatt (1988), uma MCS é uma maneira simples e eficiente de representar a lei fundamental da economia de que para cada receita tem que haver um gasto correspondente.

De acordo com Robinson (1989), apesar das definições das entradas numa MCS variarem, existem algumas propriedades básicas que esta deve satisfazer: a) ela é uma matriz quadrada onde os



totais das linhas e das colunas que representam as rendas e os gastos dos vários agentes devem sempre ser iguais; b) existe uma convenção de entrada dupla que garante que não existirão vazamentos ou injeções de recursos no sistema e que cada fluxo deve ir de um agente para outro; c) por convenção, as receitas são registradas nas linhas e os gastos nas colunas.

Veja a este respeito Pyatt e Round (1985) e em especial o capítulo de King (1985), e Hewings e Madden (1995), e para a economia brasileira o trabalho de Sampaio (2000).

5.6. Modelos Econométricos de Insumo-Produto

Os modelos econométricos de insumo-produto visam de um lado tirar vantagem do poder de previsão dos modelos econométricos e do outro visam tirar vantagem dos aspectos intersetoriais e interregionais encontrados nos modelos de insumo produto.

Os modelos macroeconômicos por natureza são modelos que tratam das variáveis macroeconômicas da economia, ou seja, dos seus agregados. Aos mesmo tempo são modelos que permitem análise de previsão, onde moeda tem o poder de afetar o nível de produção da economia. Já os modelos de insumo-produto são modelos desagregados da economia que permitem análises intersetoriais e interregionais, sendo mais indicados para análises de impacto, e onde o importante é o lado real da economia, desta forma, moeda não tem o poder de afetar produção.

O ponto interessante da combinação deste dois modelos é a possibilidade de se levar em consideração que moeda afeta o nível de produção da economia, pelo menos no curto prazo, e de se poder fazer previsões para os diversos setores/regiões da economia ao longo do tempo.

A combinação destes modelos pode ser feita de várias formas, as mais utilizadas são: a) o enfoque de cima para baixo, ou seja, o modelo macroeconômico dá a linha de deslocamento da economia e o modelo de insumo-produto deve se ajustar de modo a fornecer resultados consistentes com os modelo macroeconômico; e b) há uma interação entre os modelos através da “conversação” entre eles, de modo que os resultados de um influencia os



resultados do outro e os dois entram num processo de interação e convergência, de modo a chegarem num resultado comum e consistente.

Discussões a esse respeito podem ser encontradas nos trabalhos de West and Jackson (1999), West (1995 e 1998), Rey (1997 e 1998), e Isard et al (1998). Para a economia brasileira veja os trabalhos de Guilhoto e Fonseca (1998), e Azzoni e Kadota (2000).

5.7. Modelos Aplicados de Equilíbrio Geral

Os modelos Aplicados de Equilíbrio Geral (AEG) se utilizam, de um lado, da teoria neoclássica Walrasiana de equilíbrio geral para determinar o sistema de equações que explicam o comportamento dos agentes dentro da economia. De outro lado, as matrizes de insumo-produto são a grande fonte de dados, que expressa a situação de equilíbrio da economia em um dado ano. As informações de insumo-produto são então combinadas com informações de contabilidade nacional, dando origem a matrizes de contabilidade social, e de elasticidades das variáveis, as quais permitem que o modelo trabalhe com variações de preço e quantidade no sistema. Os modelos AEG, na sua maior parte se preocupam com o lado real da economia, ou seja, moeda não tem nenhum impacto sobre o lado real da economia, e o importante são os preços relativos.

Como visto acima, umas das polêmicas da teoria de Leontief e se esta poderia ser conciliada com a teoria Walrasiana, os modelos AEG de uma certa forma mostram que isto é possível. Mas como mencionado anteriormente, o objetivo deste trabalho não é o de resolver a polêmica, mas apenas de apresentar alguns dos seus aspectos.

Apesar de não existir um consenso de como os elementos monetários devam ser introduzidos num modelo AEG, sem dúvida estes modelos representam um passo na direção de diminuir a distância que separa a teoria microeconômica (base dos modelos AEG) da teoria macroeconômica (base dos modelos macroeconômicos)⁷. Exemplos destes modelos podem ser encontrados nos trabalhos de Bourguignon, Branson e Melo (1992), Lewis (1994), e Fargeix e Sadoulet (1994).

⁷ Uma discussão sobre a estrutura dos modelos AEG e dos modelos macroeconômicos pode ser encontrada em Guilhoto e Fonseca (1990).



É interessante notar que apesar dos primeiros modelos AEG aparecerem na década de 1960, foi somente a partir da década de 80 que se passou a ter uma grande evolução nesta área. Esta evolução se deve principalmente ao aperfeiçoamento dos métodos numéricos de solução dos modelos, assim como ao desenvolvimento da indústria de computação, que permitiu: a) o barateamento do custo do tempo de computação; b) o aumento da velocidade de processamento; c) e o aparecimento de uma série de “softwares” próprios para a solução destes tipos de modelos.

Resenhas e discussões de modelos AEG são feitas, entre outros, em Blitzer, Clark, e Taylor (1975), Dervis, Melo, e Robinson (1982), Scarf e Shoven (1984), Shoven e Whalley (1984), Stone (1984), Decaluwé e Martens (1988), Melo (1988), Guilhoto (1988), Robinson e Roland-Holst (1988), Pereira e Shoven (1988), Robinson (1989), Bergman (1990), Bandara (1991), Dixon et al. (1992), Shoven e Whalley (1992), Mercenier e Srinivasan (1994), Guilhoto (1995), Isard e Azis (1998), e Haddad (1999).

Não existe um padrão pré-definido de como os modelos AEG devem ser classificados, sendo que na literatura estes modelos são classificados pelos mais diversos critérios: objetivo de estudo do modelo; método de solução; modo de fechamento; se são estáticos ou dinâmicos; teoria econômica utilizada na construção do modelo; etc..

Optou-se aqui por classificar os modelos AEG de acordo com o método de solução numérica utilizado, isto é, são divididos em basicamente 2 grupos: os que seguindo a tradição de Leif Johansen (Johansen, 1974), têm o seu método de solução dado de uma forma linear e os resultados do modelo são apresentados através de taxas de crescimento; e os que apresentam os resultados em níveis, porém com o método de solução não linear.

Os modelos do tipo Johansen, começaram com o trabalho pioneiro de Leif Johansen no final da década de 1950, com a construção de um modelo multissetorial em taxas de crescimento para a economia Norueguesa (veja Johansen, 1974). O modelo é obtido através da diferenciação logarítmica das equações originais com respeito ao tempo, de maneira a se obter um sistema simultâneo de equações lineares em relação às taxas de crescimento.

Os modelos não lineares, em níveis, podem ainda ser subdivididos, basicamente, em dois grupos: a) os que se utilizam do enfoque desenvolvido por Herbert Scarf em que a solução do modelo



AEG é formulada de modo a achar um ponto fixo num mapeamento de preços através das equações de excesso de demanda (veja Scarf e Hansen, 1973, e Shoven e Whalley, 1992); e b) os que seguindo o método utilizado por Adelman e Robinson (1978a e 1978b) no seu modelo para a Coreia tratam os modelos AEG como uma coleção de equações não lineares, se utilizando de métodos numéricos para a sua solução. Outro tipo de enfoque, porém menos utilizado, é o de análise de atividade que se utiliza de programação não linear. Apresentado em Ginsburgh e Waelbroeck (1981), neste enfoque se constrói um modelo de programação não linear, em níveis, cuja solução gera preços sombra que podem ser interpretados como preços de mercado.

A partir do desenvolvimento de MCS e de modelos AEG, um novo tipo de enfoque foi desenvolvido, o enfoque do Valor de Transação (VT)⁸ (veja Drud, Grais, e Pyatt, 1983 e 1986, e Pyatt, 1988). Um modelo VT é um conjunto de equações que descreve como os preços e as transações são determinados, ou seja, os modelos VT começam com uma MCS e então constroem-se as equações que explicam cada entrada na matriz. Ao contrário dos modelos AEG onde primeiramente se constroem as equações e, somente após esta fase, uma MCS é construída de maneira a suprir o modelo com os dados necessários.

O aspecto regional também tem se tornado cada vez mais presente nos modelos AEG, quer seja ao nível mundial, relação entre países, quer seja entre regiões dentro de um mesmo país. Dentro desta visão temos o Modelo GTAP (*Global Trade Analysis Project*), Hertel (ed) (1997) que pela sua facilidade de uso e aplicabilidade tem se tornado referência no estudo de comércio entre os países. No caso de modelos interregionais AEG a nível nacional, o leitor é referenciado para os trabalhos de Isard e Azis (1998) e Haddad (1999).

A pesquisa atual em termos de modelos AEG também tem-se preocupado com a introdução de elementos teóricos não tradicionais neste modelo, como elementos monetários, incerteza, elementos intertemporais, e otimização. Para uma discussão deste tópicos veja Robinson (1989) e Mercenier e Srinivasan (1994).

⁸ Este enfoque recebe o nome de TV (*Transactions-Value*) no trabalho original.



Seguindo-se a apresentação acima, os modelos multisetoriais construídos para a economia brasileira podem ser subdivididos em 9 grupos:⁹

- A. modelos de consistência, resultados em níveis: Rijckeghem (1969), Werneck (1984), Garcia (1988), Moreira (1992), e Moreira e Urani (1993).
- B. modelos AEG que têm a sua solução dada em taxas de crescimento e o método de solução é linear: Guilhoto (1986 e 1995), Rodrigues et al. (1998);
- C. modelos AEG que têm a sua solução dada em níveis e o método de solução é não linear: Lysy e Taylor (1980), Adelman e Robinson (1988), Sousa (1985), Sousa (1987a), Sousa e Hidalgo (1988), e Willunsen e Cruz (1990), Ferreira Filho (1995), Najberg, Rigolon, e Vieira (1995);
- D. modelos híbridos que se utilizam do enfoque descrito no item (C) e de análise de atividades, resultados em níveis: Sousa (1987b);
- E. modelos que se utilizam do enfoque do valor de transação, resultados em níveis: Kadota e Prado (1985);
- F. modelos que incorporam elementos monetários na estrutura do modelo AEG, resultados em níveis: Urani (1993);
- G. modelos AEG intertemporais, resultados em níveis: Mercenier e Sousa (1994),
- H. modelos baseados no GTAP, resultados em taxas de crescimento: Ferreira Filho (1998 e 1999), Teixeira (1998), e Bitencourt e Teixeira (2000);
- I. modelos interregionais, resultados em taxas de crescimento: Haddad (1999), Lima et al. (2000).

Como pode ser observado nesta tabelas, as principais correntes de modelagem na área de modelos AEG estão representadas em modelos já construídos para a economia brasileira, sendo que a maior parte deles foram construídos a partir de meados da década de 1980.

⁹ Apesar de haverem outros modelos AEG construídos para a economia brasileira, a lista de modelos apresentada aqui representa aqueles para os quais se teve acesso à literatura que os descreve. Acredita-se porém que os principais modelos construídos se encontram dentro daqueles descritos nesta revisão.



A base de dados também tem evoluído com o tempo, passando-se pelas matrizes de insumo-produto de 1959 a 1995. Os modelos foram usados para os mais diversos fins: estudo do problema da distribuição de renda; possibilidades de crescimento da economia; problemas do setor externo; políticas regionais; políticas agrícolas; ajuste do setor público; teste da utilização de diferentes teorias de fechamento dos modelos AEG e os seus resultados sobre as soluções destes, etc.

6. Evolução da Teoria de Insumo-Produto e Direções Futuras

Nesta seção é feita uma exploração do que se espera que aconteça no futuro em termos de desenvolvimento da teoria de insumo-produto.

Devido ao novo sistema de contas nacionais da ONU incorporar nas contas nacionais as matrizes de insumo-produto, espera-se que através deste procedimento dados mais atualizados estejam disponíveis para os pesquisadores. Este fato deverá permitir um melhor entendimento da evolução das estruturas produtivas, bem como melhorar a qualidade das análises. Ao mesmo tempo, existe um esforço por parte dos órgãos de estatística de diversos países de uma padronização das classificações utilizadas, bem como no desenvolvimento de novos métodos que permitirão a obtenção de dados cada vez mais confiáveis e comparáveis entre as nações.

Espera-se também que cada vez mais aconteça uma integração dos modelos macroeconômicos com os modelos de insumo-produto, tirando de cada um deles as vantagens da macroeconomia e da microeconomia e tentando desta forma diminuir a distância que separa as duas teorias.

Outra área que deverá crescer é a de modelagem mundial, principalmente com modelos do tipo GTAP e INFORUM, que são modelos abertos, de fácil uso, e que permitem a incorporação, com facilidade, de países novos ao sistema.

Devido a quantidade de informações e ao desenvolvimento de novas técnicas que permitem cada vez mais explorar as matrizes de insumo-produto, torna-se necessário o desenvolvimento de ferramentas e gráficos que permitam uma melhor visualização da topografia econômica de uma região, assim como a sua comparação com outras regiões.



O estudo do meio ambiente e da administração dos recursos naturais deverá cada vez mais se utilizar da teoria de insumo-produto, dado ser esta teoria a mais indicada para a análise setorial, regional, e dos efeitos diretos e indiretos da utilização dos recursos naturais e da geração de poluição.

Devido aos avanços matemáticos e computacionais, e em especial na área de *softwares*, certamente novas teorias serão desenvolvidas, sendo que as mesmas poderão ser testadas, agora, de forma mais rápida.

Na próxima seção serão feitos os comentários finais.

7. Comentários Finais

Neste trabalho foi visto um pouco dos antecedentes da teoria de insumo-produto e de como esta se situa dentro da literatura econômica.

Mais do que isso, ficou patente a necessidade de se seguir a filosofia de Leontief, cuja máxima era a de que a teoria deve ser unida à prática de modo a que se possa entender cada vez mais o porque dos fatos.

Esta necessidade de entender cada vez mais os problemas que afligem a economia brasileira, faz com que as questões estruturais que preocupam as nações, e em especial o Brasil, aumente. Isto é claramente observado dentro do economia brasileira, quando se passou da preocupação da inflação para o problema de desenvolvimento e de integração regional. E como foi demonstrado, a teoria de insumo-produto se mostra a mais adequada, pois se preocupa com o fluxo circular, que engloba a explicação da formação de riquezas e da sua distribuição entre a sociedade.

É sempre bom lembrar que nas análises que são realizadas com as matrizes de insumo-produto:

“... coeficientes de insumo-produto ‘baseados em valor’, muito além de refletirem somente as condições físicas de produção da indústria em questão, geralmente também dependem da distribuição doméstica da renda, dos preços mundiais, das tarifas de importação, e das condições físicas de produção em outras indústrias (e talvez em todas as outras indústrias).” Steedman (2000, p.229)



8. Referências

- Adelman, I., e S. Robinson (1978a). *Income Distribution Policies in Developing Countries*. Stanford: Stanford University Press.
- Adelman, I., e S. Robinson (1978b). "Income Distribution, Import Substitution, and Growth Strategies in a Developing Country." Em Day, R. H. e A. Cigno (1978) (eds.). *Modeling Economic Change: The Recursive Programming Approach*. Amsterdam: North-Holland.
- Adelman, I., e S. Robinson (1988). "Macroeconomic Adjustment and Income Distribution". *Journal of Development Economics*. 29. pp. 23-44.
- Ayres, R.A. e A.V. Kneese (1969). "Production, Consumption, and Externalities". *The American Economic Review*. Vol. 59, n.7, pp. 282-297.
- Azzoni, C.R., e D.K. Kadota (2000). "An Econometric Input-Output Model for São Paulo State". em Guilhoto, J.J.M. e G.J.D. Hewings (eds) (2000). *Structure and Structural Change in the Brazilian Economy*. Ashgate. No Prelo.
- Bandara, J.S. (1991). "Computable General Equilibrium Models for Development Policy Analysis in LDCs". Em *Journal of Economic Surveys*. 5 (1): 3-69.
- Baumol, W.J. (2000). "Leontief's Great Leap Forward: Beyond Quesnay, Marx and von Bortkiewicz". *Economic Systems Research*. Vol. 12, N. 2, Junho, pp. 141-152.
- Bergman, L. (1990). "The Development of Computable General Equilibrium Modeling". Em Bergman, L., D.W. Jorgenson, e E. Zalai (eds.) (1990). *General Equilibrium Modeling and Economic Policy Analysis*. Oxford: Basil Blackwell.
- Bergman, E. e E. Feser (2000). *Industrial and regional Clusters*. em www.rrl.wvu.edu/regscbooks.htm.
- Bitencourt, M.B. e E.C. Teixeira (2000). "Impactos dos Acordos Rodada Uruguai, Mercosul, Alca e Rodada do Milênio na Triticultura Brasileira - Aplicação do GTAP". *Anais do XXXVIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural*. Rio de Janeiro, 30 de julho a 5 de agosto.
- Blitzer, C.B., P.B. Clark, e L. Taylor (eds.) (1975). *Economy-Wide Models and Development Planning*. Oxford: Oxford University Press.
- Bortkiewicz, L. von (1952). "Value and Price in the Marxian System". *International Economic Papers*, 2, pp. 5-60.
- Bouhia, H. (1998). "Incorporating Water into the I-O Table". Harvard University. Presented in the World Congress of I-O Techniques. New York. 1998.
- Bourguignon, F., W. Branson, e J. Mello (1992). "Adjustment and Income Distribution: a Macro-Micro Framework." *Journal of Development Economics*. 38 (1).
- Bulmer-Thomas, V. (1982). *Input-Output Analysis in Developing Countries: Source, Methods and Applications*. New York: Wiley.
- Cantillon, R. (1931). *Essai Sur la Nature du Commerce en Général*. Editado com uma tradução em inglês por H. Higgs. London: Macmillan.



- Carter, A.P. (2000). "Book Review". *Economic Systems Research*. Vol. 12, N. 1, pp. 131-133.
- Casler, S.D. e P. Blair (1997). "Economic Structure, Fuel Combustion, and Pollution Emissions". *Ecological Economics*. 22, pp.19-27.
- Cavalcanti, J. E. A. (1997). "Distribuição Setorial da Renda: Seus Efeitos de Indução na Economia Brasileira". *Pesquisa e Planejamento Econômico*. 27 (1): 141-184. Abr.
- Chenery, H. e T.N. Srinivasan (eds.) (1989). *Handbook of Development Economics*. Vol. II. Elsevier Science Publishers.
- Cumberland, J.H. (1966). "A Regional Interindustry Model for the Analysis of Development Objectives". *Regional Science Association Papers*. vol. 16, pp. 69-94.
- Daly, H.E. (1968). "On Economics of a Life Science". *Journal of Political Economy*. Vol. 76, pp. 392-407.
- Davar, E. (2000). "Leontief and Walras: Input-Output and Reality". *13th International Input-Output Association Conference*. Macerata, Itália, 21 a 25 de agosto.
- Decaluwé, B. e A. Martens (1988). "CGE Modeling and Developing Economies. A Concise Empirical Survey of 73 Applications to 26 Countries." *Journal of Policy Modeling*. 10 (4): 529-568.
- Dervis, K., J. de Melo, e S. Robinson (1982). *General Equilibrium Models for Development Policy*. Reimpressão. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.
- Diamond, J. (1976). "Key Sectors in Some Underdeveloped Countries: a Comment," *Kyklos* 4:672-74
- Dietzenbacher, E. (1997). "In Vindication of the Ghosh Model: A Reinterpretation as a Price Model". *Journal of Regional Science*. 37(4):629-651.
- Dixon, P.B., B.R. Parmenter, A.A. Powell, P.J. Wilcoxon (1992). *Notes and Problems in Applied General Equilibrium Economics*. Amsterdam: North-Holland.
- Dmitriev, V.K. (1974). *Economic Essays on Value, Competition and Utility*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Duchin, F. (2000). "International Trade: Evolution in the Thought and Analysis of Wassily Leontief". *13th International Input-Output Association Conference*. Macerata, Itália, 21 a 25 de agosto.
- Drud, A., W. Grais, e G. Pyatt (1983). "The Transaction Value Approach to the Formulation and Implementation of Economywide Equilibrium Models." *World Bank Discussion Paper*.
- Drud, A., W. Grais, e G. Pyatt (1986). "Macroeconomic Modeling Based on Social-Accounting Principles". *Journal of Policy Modeling*. 8(1): 111-145.
- Fargeix, A. e E. Sadoulet (1994). "A Financial Computable General Equilibrium Model for the Analysis of Stabilization Programs." Em Mercenier e Srinivasan (ed.) (1994). op. cit.. pp. 147-181.
- Ferreira Filho, J.B.S. (1995). *MEGABRÁS - Modelo de Equilíbrio Geral Aplicado à Agricultura Brasileira*. Tese de Doutorado. FEA-USP.
- Ferreira Filho, J.B.S. (1998). *Uma Análise de Equilíbrio Geral dos Impactos da Integração Econômica no Cone Sul sobre a Agricultura Brasileira*. Tese de Livre Docência. DEAS-ESALQ-USP.



- Ferreira Filho, J.B.S. (1999). "Trade Liberalization, the Mercosur Integration Process and the Agriculture-Industry Transfers: a General Equilibrium Analysis". *Revista Brasileira de Economia*. 53(4):499-522. Out./Dez..
- Fonseca, M.A.R. da, e J.J.M. Guilhoto (1987). "Uma Análise dos Efeitos Econômicos de Estratégias Setoriais". *Revista Brasileira de Economia*. Vol. 41. N. 1. Jan-Mar. pp. 81-98.
- Fontela, E. (2000). "Leontief and the Future of the World Economy". *13th International Input-Output Association Conference*. Macerata, Itália, 21 a 25 de agosto.
- Furtuoso, M.C.O. e J.J.M. Guilhoto (2000). "A Estrutura Produtiva da Economia Brasileira e o Agronegócio: 1980 a 1995". em Montoya, M.A. e J.L. Parré (eds.) (2000). *O Agronegócio Brasileiro no Final do Século XX*. Passo Fundo: Editora UPF.
- Garcia, M. G. P. (1988). "Um Modelo de Consistência Multissetorial para a Economia Brasileira". - *Pesquisa e Planejamento Econômico*. 18 (2): 401-452. Agosto.
- Gehrke, C. (2000). "Alfred Kähler's *Die Theorie der Arbeiterfreisetzung durch die Maschine*: an Early Contribution to the Analysis of the Impact of Automation on Workers". *Economic Systems Research*. Vol. 12, N. 2, Junho, pp. 199-214.
- Ginsburgh, V.A., e J.L. Waelbroeck (1981). *Activity Analysis and General Equilibrium Modeling*. Amsterdam: North-Holland.
- Guilhoto, J.J.M. (1986). *A Model for Economic Planning and Analysis for the Brazilian Economy*. Dissertação de Doutorado. University of Illinois - E.U.A..
- Guilhoto, J.J.M (1988). "A Experiência Brasileira com Modelos Computáveis de Equilíbrio Geral". *Textos para Discussão*. N. 175. IEI/UFRJ. Setembro.
- Guilhoto, J.J.M. (1995). *Um Modelo Computável de Equilíbrio Geral para Planejamento e Análise de Políticas Agrícolas (PAPA) na Economia Brasileira*. Tese de Livre Docência. ESALQ-USP.
- Guilhoto, J.J.M. (1999). "Decomposition & Synergy: a Study of the Interactions and Dependence Among the 5 Brazilian Macro Regions". (Compact Disc). Dublin: Forfás. 39th Congress of the European Regional Science Association. Dublin, Irlanda. 23 a 26 de agosto.
- Guilhoto, J.J.M, P.H.Z. Conceição, e F.C. Crocomo (1996). "Estruturas de Produção, Consumo, e Distribuição de Renda na Economia Brasileira: 1975 e 1980 Comparados". *Economia & Empresa*. 3(3): 33-46. Jul./Set..
- Guilhoto, J.J.M.G., F.C. Crocomo, A.C. Moretto, e R.L. Rodrigues (2000). "The Productive Structure in Brazil and Its 5 Macro Regions - 1985, 1990, and 1995 Compared". em Guilhoto, J.J.M. e G.J.D. Hewings (eds) (2000). *Structure and Structural Change in the Brazilian Economy*. Ashgate. No Prelo.
- Guilhoto, J.J.M. e M.A.R. Fonseca (1990). "As Principais Correntes de Modelagem Econômica e o Caso Brasileiro". em *Anais do XII Encontro Brasileiro de Econometria*. Brasília, 3 a 6 de dezembro.
- Guilhoto, J.J.M. e M.A.R. Fonseca (1998). "The Northeast and the Rest of Brazil Economies in a Mercosur Context, 1992-2014: An Econometric Interregional Input-Output Approach". *Studies in Regional Science*. Vol. 29, N. 1, pp. 171-185. Dezembro.



- Guilhoto, J.J.M., G.J.D. Hewings, M. Sonis, e J. Guo (1997). "Economic Structural Change Over Time: Brazil and United States Compared". *Economia Aplicada*. 1(1): 35-57. Jan/Mar.
- Guilhoto, J.J.M., M. Sonis, e G.J.D. Hewings (1996). "Linkages and Multipliers in a Multiregional Framework: Integrations of Alternative Approaches". *Discussion Paper 96-T-8. Regional Economics Applications Laboratory*, University of Illinois.
- Guilhoto, J.J.M., M. Sonis, e G.J.D. Hewings (1999). "Multiplier Product Matrix Analysis for Interregional Input-Output Systems: An Application to the Brazilian Economy". *Proceedings of the Forty-Sixth North American Meeting of the Regional Science Association International*. Montreal, Canadá, 11 a 14 de novembro.
- Guilhoto, J.J.M., M. Sonis, G.J.D. Hewings, e E.B. Martins (1994). "Índices de Ligações e Setores-Chave na Economia Brasileira: 1959/80". em *Pesquisa e Planejamento Econômico*. 24 (2). pp. 287-314. Agosto.
- Haddad, E.A. (1999). *Regional Inequality and Structural Changes: Lessons from the Brazilian Experience*. Aldershot: Ashgate.
- Heckscher, E. (1919). "The Effect of Foreign Trade on the Distribution of Income". Em *Readings in the Theory of International Trade*, editado por H.S. Ellis e L.A. Metzler. Homewood, IL: Richard D. Irwin. pp. 272-300.
- Hertel, T.H. (1997). *Global Trade Analysis: Modeling and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hewings, G.J.D., e M. Madden (eds) (1995). *Social and Demographic Accounting*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Isard, W.E. (1960). *Methods of Regional Analysis: An Introduction to Regional Science*. Cambridge: MIT Press.
- Isard, W.E. et al. (1968). "On the Linkage of the Socioeconomic and Ecological Systems". *Regional Science Association Papers*. vol. 21, pp. 79-99.
- Isard, W. et. al. (1998). *Methods of Interregional and Regional Analysis*. Aldershot: Ashgate Publishing.
- Isard, W. e I.J. Azis (1998). "Applied General Interregional Equilibrium". Em Isard et. al. (1998). *Op. cit.*.
- Isnard, A.N. (1781). *Traité des Richesses*. 2 Volumes. London e Lausanne: F. Grasset.
- Johansen, L. (1974). *A Multi-Sectoral Study of Economic Growth*. Segunda Edição Ampliada. Amsterdam: North-Holland.
- Kadota, D. K. e E. F. S. Prado (1985). "Modelo de Equilíbrio Geral para Análise da Política Industrial". Em *Estudos de Política Industrial e Comércio Exterior*. N. 4. Rio de Janeiro: IPEA/INPES.
- Kalecki, M. (1968). *Theory of Economic Dynamics*. New York: Monthly Review Press.
- Kalecki, M. (1971). *Selected Essays on the Dynamics of the Capitalist Economy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Keynes, J.M. (1964). *The General Theory of Employment, Interest, and Money*. New York: Harcourt.



- King, B.B. (1985). "What is a SAM?", em G. Pyatt e J.I. Round, eds. *Social Accounting Matrices: A Basis for Planning*. Washington, DC: World Bank.
- Kuczynski, M. e R.L. Meek (eds) (1972). *Quesnay's Tableau Économique*. London: Macmillan.
- Kurz, H.D., E. Dietzenbacher, e C. Lager (eds) (1998). *Input-Output Analysis*. Cheltenham: Edward Elgar. 3 Volumes.
- Kurz, H.D. e N. Salvadori (2000). "Classical Roots of Input-Output Analysis: a Short Account of its Long Prehistory". *Economic Systems Research*. Vol. 12, N. 2, Junho, pp.153-179.
- Lager, C. (2000). "Production, Prices and Time: a Comparison of Some Alternative Concepts". *Economic Systems Research*. Vol. 12, N. 2, Junho, pp. 231-253.
- Leontief, W. (1928). "Die Wirtschaf als Kreislauf". *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*. 60, pp. 577-623.
- Leontief, W. (1936). "Quantitative Input-Output Relations in the Economic Systems of the United States". *Review of Economics and Statistics*, 18, pp. 105-25.
- Leontief, W. (1944). "Output, Employment, Consumption, and Investment". *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 58, n. 2, pp. 290-313.
- Leontief, W. (1951). *The Structure of the American Economy*. Segunda Edição Ampliada. New York: Oxford University Press.
- Leontief, W. (1952). "Machines and Man". *Scientif American*. Vol. 187, n. 3, pp. 150-160.
- Leontief, W. (1953a). "Domestic Production and Foreign Trade: The Capital Position Re-examined". *Proceedings of the American Philosophical Society*. Vol. 97, pp. 332-349.
- Leontief, W. (1953b). "Interregional Theory". Em *Studies in the Structure of the American Economy*. Leontief, W. et al. (eds) New York: Oxford University Press. pp. 93-115.
- Leontief, W. (1966). *Input-Output Economics*. New York: Oxford University Press.
- Leontief, W. (1970). "Environmental Repercussions and the Economic Structure: An Input-Output Approach". *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 52, N. 3, pp. 262-271.
- Leontief, W. (1975). "Structure of the World Economy - Outline of a Simple Input-Output Formulation". *Proceedings of the IEEE*. vol. 63, n. 3, pp. 345-350.
- Leontief, W. (1986). *Input-Output Economics*. Segunda Edição. New York: Oxford University Press.
- Leontief, W. (1987). "Input-Output Analysis". em Eatwell, J., M. Milgate, e P. Newman (eds.). *The New Palgrave. A Dictionary of Economics*, vol. 2., pp.860-64.
- Leontief, W. (1991). "The Economy as a Circular Flow". *Structural Change and Economic Dynamics*, 2, pp. 177-212.
- Leontief, W., A.P. Carter, e P. Petri (1977). *The Future of the World Economy*, New York: Oxford University Press.
- Leontief, W. e F. Duchin (1986). *The Future of Automation Workers*. New York: Oxford University Press.



- Leontief, W. e D. Ford (1972). "Air Pollution and the Economic Structure: Empirical Results on Input-Output Computations". Em *Input-Output Techniques*, editado por A. Bródy e A.P. Carter. Amsterdam: North Holland, pp. 9-30.
- Leontief, W. e A. Strout (1963). "Multiregional Input-Output Analysis". Em *Structural Interdependence and Economic Development*". Editado por T. Barna. New York: St. Martin's Press. pp. 119-150.
- Leontief, W. et al. (1965). "The Economic Impact - Industrial and Regional - of an Arms Cut". *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 47, n.3, pp. 217-241.
- Lewis, J.D. (1994). "Macroeconomic Stabilization and Adjustment Policies in a General Equilibrium Model with Financial Markets: Turkey." Em Mercenier e Srinivasan (ed.) (1994). op. cit.. pp. 101-136.
- Lima, P.V.P.S. et al. (2000). "Mudanças Cambiais Versus Mudanças Tarifárias: Resultados sobre a Ótica do MIBRA-USP, um Modelo Interregional de Equilíbrio Geral da Economia Brasileira". *Mimeo*. DEAS-ESALQ-USP.
- Lysy, F. J. e L. Taylor (1980). "A General Equilibrium Income Distribution Model for Brazil." Em Taylor, L., et al. (1980). *Models of Growth and Distribution for Brazil*. New York: Oxford University Press.
- Machado, G.V. (2000). "Energy Use, CO₂ Emissions and Foreign Trade: An IO Approach Applied to the Brazilian Case". *13th International Input-Output Association Conference*. Macerata, Itália, 21 a 25 de agosto.
- Manne, A. S. (1974). "Multi-Sector Models for Development Planning: A Survey." *Journal of Development Economics*, 1(1), pp. 43-69, Junho.
- Marx, K. (1956). *Capital*, vol II. Moskow: Progress Publishers
- McGilvray, J. (1977) "Linkages, Key sectors and Development Strategy". In W. Leontief (ed.) *Structure, System and Economic Policy*. Cambridge, University Press, pp. 49-56.
- Melo, J. (1988). "Computable General Equilibrium Models for Trade Policy Analysis in Developing Countries: A Survey". *Journal of Policy Modeling*. 10(4): 469-503.
- Mercenier, J. e M.C.S. Sousa (1994). "Structural Adjustment and Growth in a Highly Indebted Market Economy: Brazil". Em Mercenier e Srinivasan (ed.) (1994). op. cit.. pp. 281-310.
- Mercenier, J. e T.N. Srinivasan (ed.) (1994). *Applied General Equilibrium and Economic Development: Present Achievements and Future Trends*. Ann Arbor: The University of Michigan Press.
- Miller, R.E. (1998). "Regional and Interregional Input-Output Analysis". Em Isard et. al. (1998). *Op. cit.*.
- Miller, R.E., e P.D. Blair (1985). *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Miller, R.E., K.R. Polenske, e A.Z. Rose (eds.) (1989). *Frontiers of Input-Output Analysis*. New York: Oxford University Press.
- Miyazawa, K. (1960). "Foreign Trade Multiplier, Input-Output Analysis and the Consumption Function". *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 74 (1). Fev..



- Miyazawa, K. (1976). *Input-Output Analysis and the Structure of Income Distribution*. Berlin: Springer-Verlag.
- Montoya, M.A. (1998). *A Matriz de Insumo-Produto Internacional do Mercosul em 1990: a Desigualdade Regional e o Impacto Interssetorial do Comércio Interregional*. Tese de Doutorado. ESALQ-USP.
- Moreira, A.R.B. (1992). "Um Modelo Multissetorial de Consistência da Economia Brasileira". *Pesquisa e Planejamento Econômico*. 22(3). pp. 401-436. Dezembro.
- Moreira, A.R.B., e A. Urani (1993). *Um Modelo Multissetorial de Consistência para a Região Nordeste*. Projeto BNB/IPEA. Relatório Final.
- Moretto, A.C. e J.J.M. Guilhoto (1999). "Synergetic Interactions among Four Regions in the State of Paraná, Brazil: An Interregional Input-Output Analysis". *Proceedings of the Forty-Sixth North American Meeting of the Regional Science Association International*. Montreal, Canadá, 11 a 14 de novembro.
- Najberg, S., F.J.Z. Rigolon, S.P. Vieira (1995). "Modelo de Equilíbrio Geral Computável como Instrumento de Política Econômica: Uma Análise de Câmbio X Tarifas". *Textos para Discussão n. 30*. Rio de Janeiro: BNDES.
- Ohlin, B. (1933). *Interregional and International Trade*. Cambridge: Harvard University Press.
- Pereira, A.M., e J.B. Shoven (1988). "Survey of Dynamic Computational General Equilibrium Models for Tax Policy Evaluation". *Journal of Policy Modeling*. 10(3): 401-436.
- Petty, W. (1986). *A Treatise of Taxes and Contributions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Polenske, K.R. (1980). *The U.S. Multiregional Input-Output Accounts and Model*. Lexington, MA: Lexington Books, D.C. Heath and Company.
- Polenske, K.R. (2000). "Leontief's Magnificent Machine and Other Contributions to Applied Economics". *13th International Input-Output Association Conference*. Macerata, Itália, 21 a 25 de agosto.
- Pyatt, G. (1988). "A SAM Approach to Modeling". *Journal of Policy Modeling*. 10 (3): 327-352.
- Pyatt, G. e J.I. Round, eds. (1985). *Social Accounting Matrices: A Basis for Planning*. Washington, DC: World Bank.
- Rey, S.J. (1997). "Integrating Econometric and Input-Output Models in a Multiregional Context". *Growth and Change*. 28(2): 222-243.
- Rey, S.J. (1998). "The Performance of Alternative Integration Strategies for Combining Regional Econometric and Input-Output Models". *Interregional Regional Science Review*, 21(1): 1-36.
- Ricardo, D. (1982). *On the Principles of Political Economy and Taxation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rijkeghem, W. van (1969). "A Intersectoral Consistency Model for Economic Planning in Brazil." Em Ellis, H. S. (1969) (ed.). *The Economy of Brazil*. Berkeley e Los Angeles: University of California Press. pp. 376-402.



- Robinson, S. (1989). "Multisectoral Models". Em Chenery e Srinivasan (eds.). op. cit. pp. 886-947.
- Robinson, S. e D.W. Roland-Holst (1988). "Macroeconomic Structure and Computable General Equilibrium Models". *Journal of Policy Modeling*. 10(3). pp. 353-375.
- Rodrigues, R.L. e J.J.M. Guilhoto (1999). "Agricultural Cooperatives and the Economic Development of the Paraná State, Brazil (1985-1995): An Input-Output Analysis". *Proceedings of the Forty-Sixth North American Meeting of the Regional Science Association International*. Montreal, Canadá, 11 a 14 de novembro.
- Rodrigues, R.L., S.F.R. Silveira, A. Sampaio, e J.J.M. Guilhoto (1998). "DMR-BR: Um Modelo Aplicável de Equilíbrio Geral Utilizado para Análise dos Efeitos de Políticas Econômicas no Brasil". *Pesquisa e Planejamento Econômico*. 28(1): 161-208. Abr.
- Rose, A. e W. Miernyk (1989). "Input-Output Analysis: The First Fifty Years". *Economic Systems Research*, 1, pp. 229-71.
- Sampaio, A.V. (2000). *Análise da Agricultura Utilizando Multiplicadores da Matriz de Contabilidade Social (SAM), 1985-1995*. Tese de Doutorado. DEAS-ESALQ-USP.
- Scarf, H.E. e T. Hansen (1973). *The Computation of Economic Equilibrium*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Scarf, H.E., e J.B. Shoven (1984) (eds.). *Applied General Equilibrium Analysis*. New York: Cambridge University Press.
- Shoven, J.B., e J. Whalley (1984). "Applied General-Equilibrium Models of Taxation and International Trade: An Introduction and Survey." *Journal of Economic Literature*, vol XXII, pp. 1007-1051. Setembro.
- Shoven, J.B, e J. Whalley (1992). *Applying General Equilibrium*. Cambridge Surveys of Economic Literature. Cambridge: Cambridge University Press.
- Smith, A. (1965). *The Wealth of Nations*. New York: The Modern Library.
- SNA (1993). *System of National Accounts*. Rev. 4. Brussels: Commission of the European Communities. 711p.
- Sousa, M. C. S. (1985). "Impactos de Políticas Econômicas Alternativas sobre o Desempenho na Agricultura: Uma Análise de Equilíbrio Geral". *Estudos Econômicos*. 15 (1): 109-125. Jan./Abr..
- Sousa, M. C. S. (1987a). "Proteção, Crescimento e Distribuição de Renda no Brasil: uma Abordagem de Equilíbrio Geral. *Revista Brasileira de Economia*. 41(1): 99-116. Jan./Mar..
- Sousa, M. C. S. (1987b). "Avaliação Econômica do Programa Nacional do Alcool (Proálcool): uma Análise de Equilíbrio Geral". *Pesquisa e Planejamento Econômico*. 17(2): 381-410. Agosto.
- Sousa, M. C. S., e A. B. Hidalgo (1988). "Um Modelo de Equilíbrio Geral Computável para o Estudo de Políticas de Comércio Exterior no Brasil". *Pesquisa e Planejamento Econômico*. 18(2): 379-400. Agosto.
- Steedman, I. (2000). "Income Distribution, Foreign Trade and the Value-Added Vector". *Economic Systems Research*. Vol. 12, N. 2, Junho, pp. 221-230.



- Stone, R. (1981). *Aspects of Economic and Social Modeling*. Geneva: Librairie Droz.
- Stone, R. (1984). "Input-Output Analysis and Economic Planning: A Survey." *Revista de Econometria*, IV(I): 65-109, Abril.
- Taylor, L. (1975). "Theoretical Foundations and Technical Implications." Em Blitzer, Clark, e Taylor (1975) (eds.), op. cit., pp. 33-110.
- Teixeira, E.C. (1998). "Impact of the Uruguay Round Agreement and Mercosul on the Brazilian Economy". *Revista Brasileira de Economia*. 52 (3). pp. 441-462. Jul/Set.
- Torrens, R. (1820). *An Essay on the Influence of the External Corn Trade upon the Production and Distribuion of National Wealth*. Segunda edição. London: Hatchard.
- Tsukui, J. e Y. Murakami (1979). *Turnpike Optimality in Input-Output Systems: Theory and Application for Planning*. Amsterdam: North-Holland.
- Urani, A. (1993). "Políticas de Estabilização e Equidade no Brasil: Uma Análise Contrafactual - 1981/83". Em *Pesquisa e Planejamento Econômico*. 23 (1): 65-98. Abril.
- Vanek, J. (1968). "The Factor Proportions Theory: the N-Factor Case". *Kyklos*. Vol. 21, n.4, pp. 749-756.
- West, G.R. (1995). "Comparison of Input-Output, Input-Output + Econometric and Computable General Equilibrium Models at the Regional Level. *Economic Systems Research*, 7(2): 209-227.
- West, G.R. (1998). "The Integration of Regional Input-Output/Econometric and Applied General Equilibrium Models: Some Conceptual Issues". Paper presented at the *Seminar on Regional Economic Modelling in Honour of the Late Philip Israilevich*. Federal Reserve Bank of Chicago, Illinois, November.
- West, G.R. and Jackson, R.W. (1999). "Input-Output+Econometric and Econometric+Input-Output: Model Differences or Different Models?". *Journal of Regional Analysis and Policy*. 28(1).
- Werneck, R. L. F. (1984). "Desequilíbrio Externo e Reorientação do Crescimento e dos Investimentos na Economia Brasileira." *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 14(2): 311-352, Agosto.
- Willumsen, M.J.F., e R. Cruz (1990). "O Impacto das Exportações Sobre a Distribuição de Renda no Brasil". *Pesquisa e Planejamento Econômico*. 20(3). pp. 557-580. Dezembro.