

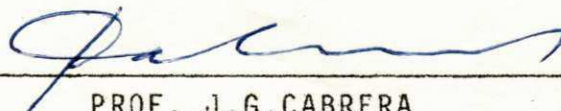
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Engº Civil - ANTONIO ILDEFONSO DE ALBUQUERQUE MELO

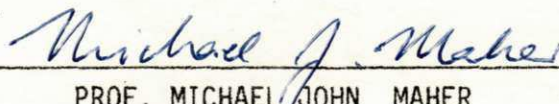
AVALIAÇÃO CRÍTICA DOS MÉTODOS GLOBAIS  
DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DO CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRÁU DE MESTRE EM CIÊNCIAS (M.Sc.)

COMISSÃO EXAMINADORA:



PROF. J.G. CABRERA  
- Presidente -



PROF. MICHAEL JOHN MAHER  
- Examinador Externo -



PROF. ORION DE OLIVEIRA SILVA  
- Examinador Interno -

CAMPINA GRANDE-PARAÍBA-BRASIL  
AGOSTO - 1975



M528a Melo, Antônio Ildefonso de Albuquerque.  
Avaliação crítica dos métodos globais de planejamento de transportes / Antônio Ildefonso de Albuquerque Melo. - Campina Grande, 1975.  
86 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1975.  
"Orientação : Prof. Joe German Cabrera".  
Referências.

1. Transportes - Planejamento. 2. Transportes - Planejamento - Métodos Globais. 3. Tráfego - Problemas. 4. Tráfego - Fluxo. 5. Dissertação - Ciências. I. Cabrera, Joe German. II. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). III. Título

CDU 656.07(043)

À Memória do meu Pai  
e a minha Mãe

## A G R A D E C I M E N T O S

O autor agradece:

Ao Professor JOE GERMAN CABRERA do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Leeds, Reino Unido, pela solicitude na orientação desta tese.

Ao Professor JOSÉ STÊNIO LOPES, Diretor do SENAI Campina Grande, por ter gentilmente cedido as suas Oficinas Gráficas para a edição deste trabalho.

Ao Professor ONALDO AMORIM, por sua prestimosa.

Aos Funcionários do Centro de Ciências e Tecnologia: LEÔNIA LEÃO DA NOBREGA, FERNANDO DE OLIVEIRA PEREIRA, e WINDSOR RAMOS DA SILVA pela eficiente ajuda na preparação desta dissertação.

AVALIAÇÃO CRÍTICA DOS MÉTODOS GLOBAIS  
DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

Dissertação de Mestrado

por

Antonio Ildefonso de Albuquerque Melo

R E S U M O

Procede-se, nesta dissertação, a uma avaliação crítica dos Métodos Globais que objetivam o planejamento de transportes. Analisam-se suas contribuições e limitações.

Não se pretende uma revisão extensiva e descritiva de todos os modelos e teorias; pelo contrário, procura-se sistematizar e criticar, com base em algumas abordagens representativas, as correntes gerais dos métodos globais de planejamento de transportes.

Apresenta-se, também, uma análise comparativa de pesquisa importantes efetuadas na área de planejamento de transporte, de modo a identificar os requisitos básicos do planejamento.

Finalmente, procura-se situar os métodos globais em relação às abordagens tradicionais de planejamento de transportes.

CRITICAL ASSESSMENT OF GLOBAL METHODS  
FOR TRANSPORT PLANNING

M.Sc. Dissertation

by

Antonio Ildefonso de Albuquerque Melo

A B S T R A C T

The work presented in this dissertation deals with a critical assessment of Global Methods used in transportation planning.

The usefulness and limitations of each method is discussed.

This dissertation does not attempt a comprehensive review of all the methods available, but presents a limited and relevant number of Global Methods for transport planning.

A comparative analysis of important research work in the field of transportation planning is presented and the interrelation of Global Methods and traditional approaches is discussed.

## Í N D I C E

		Página
	DEDICATÓRIA	II
	AGRADECIMENTOS	III
	RESUMO	IV
	ÍNDICE	VI
CAPÍTULO I	INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II	OBJETIVO DA INVESTIGAÇÃO	4
CAPÍTULO III	ANÁLISE DE INSUMO-PRODUTO-EVOLUÇÃO HISTÓRICA	8
III.1	Características Gerais do Processo	8
CAPÍTULO IV	ANÁLISE DE INSUMO-PRODUTO E PLANEJAMENTO REGIONAL	10
IV.1	Considerações Gerais	10
IV.2	Modelos de Insumo-Produto na Análise Regional	13
IV.3	Limitações dos Modelos Regionais e Inter-regional dos Insumos Produ- tos	16
CAPÍTULO V	MODELO DE LEONTIEF	18
V.1	Considerações Gerais	18
V.2	A Elaboração da Tabela de Insumo- Produto	22
V.3	Expressão Matemática do Modelo de Insumo-Produto	25
V.4	Problema de Existência da solução da matriz Insumo-Produto	28

		Página
CAPÍTULO VI	MODELO DE TINBERGEN	31
VI.1	Considerações Gerais	31
VI.2	Apresentação do Modelo de Tinbergen	32
VI.3	Hipóteses Simplificadoras feitas por Tinbergen	40
VI.4	Considerações Finais sobre o modelo de Tinbergen	41
CAPÍTULO VII	MODELOS DE MOSES	45
VII.1	Considerações Gerais	45
VII.2	Algumas Observações Iniciais	46
VII.2.1	Condições Gerais	47
VII.2.2	Dados Exigidos pelo Modelo	48
VII.3	A Determinação dos requisitos totais de cada Região para os bens otimizantes	51 58
VII.4	Considerações Finais	61
CAPÍTULO VIII	EXEMPLO DE APLICAÇÃO DE UM MODELO SIMPLIFICADO DA ANÁLISE DE INSUMO-PRODUTO AO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES	64
VIII.1	Considerações Gerais	64
VIII.2	Aplicação de um modelo de Insumo-Produto Simplificado ao Planejamento de Transportes	65
CAPÍTULO IV	Comparação entre os Métodos Globais e os Métodos Tradicionais de Planejamento de Transportes	70



		Página
IX.2	OS Métodos Globais	78
IX.3	Os Métodos Tradicionais	78
IX.4	Considerações Finais	79
CAPÍTULO X	CONCLUSÕES	83
X.1	Consluões Gerais	83
X.2	Conclusão Detalhadas	85
CAPÍTULO XI	SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	86

## CAPITULO I

## INTRODUÇÃO

Antes da década de cinquenta, a preocupação do planejamento de transporte eram os custos das obras e os benefícios dos usuários.

Na realidade pouco existia de planejamento nos sistemas de transporte. O que se fazia eram projeções de contagens de tráfego e comparação dessas com as capacidades existentes. Os problemas de transportes eram, essencialmente, construção de novas vias. Qualquer livro daquele período pode demonstrar o estado das abordagens de então. Os assuntos tratados consistiam em: traçado geométrico, solos, drenagem etc., e poucos problemas de tráfego eram tratados.

Não se tentava nenhum modelo para os sistemas de transportes. A avaliação das alternativas eram feitas em bases estreitamente de Engenharia Econômica, nos moldes propostos pela análise benefício-custo. Entretanto é interessante notar que os conceitos básicos da teoria da programação já tinham aparecido há muito tempo. Em 1939, Kantorovich publicou um livro intitulado "Os Métodos Matemáticos de Organização e Planificação da Produção" (20). Esse trabalho contém os conceitos básicos da teoria da programação contemporânea. Nessa época, tal trabalho e outros semelhantes despertaram pouca atenção.

Porém, o ponto mais alto dessas abordagens que procuram considerar os sistemas econômicos como um todo, foi

atingido quando Leontief (02), apresentou uma teoria geral da produção, baseada na noção de interdependência econômica. O contexto empírico que Leontief deu a sua teoria foi muito importante, como contribuição ao desenvolvimento dos grandes estudos de transporte iniciados na década de cinquenta.

Nesse período os estudos mais importantes foram os de Detroit e Chicago (08). Esses estudos tornaram-se possíveis pelo aparecimento dos computadores, que facilitavam a manipulação de grande quantidade de dados.

Esses trabalhos eram feitos seguindo padrões tradicionais de abordagens. Assim sendo, punha-se ênfase na expansão e melhoramento do aspecto técnico do processo de transportes. Gastou-se milhões em coletas de dados.

Os levantamentos incluíam entrevistas domiciliares para determinar os padrões de viagens e características demográficas dos entrevistados. Dados sobre o uso-da-terra, intensidades, e localização foram também coletados em grandes quantidades. A principal preocupação consistia, entretanto, sobre o procedimento nesses estudos. Argumentava-se, que, se um padrão do uso-da-terra pudesse ser definido, então o padrão de tráfego resultante poderia ser derivado, e um adequado sistema de transportes projetado para se lhe adaptar. Winco e Perloff (09) objetaram esse ponto de vista no início da década de sessenta. Em essência, as contestações são as seguintes: Uso-da-terra e fluxo de tráfego são interdependentes, cada um afetando o outro. Não se podendo jogar para a frente o uso-da-terra num passo de gigante (por exemplo) de vinte anos, e derivar um padrão de fluxo de tráfego ou vice-versa, pela simples razão de que o fluxo de tráfego se altera em resposta a variação dos padrões do uso-da-terra enquanto que, ao mesmo tempo (embora respondendo a taxas de crescimento diferentes) o uso-da-terra tenderia a se relocar em relação às oportunidades de movimentos que

fossem disponíveis; a cidade evolue, ao longo do tempo, em modos que dependem das seqüências em que as variações no uso-da-terra e facilidades de movimentos foram sendo introduzidos.

Essa visão da cidade ou região como um sistema, com partes ou elementos interdependentes é fundamental. Pas-sou-se da idéia da cidade como máquina que funciona para a visão dela como um sistema que evolue.

Analisar a cidade ou região como um sistema com-plexo que evolue tem profundas conseqüências para muitos as-pectos da concepção, e prática do planejamento de transportes.

Quando se procura controlar qualquer sistema di-nâmico, tenta-se prever como o sistema pode evoluer, como se desenvolveria por si mesmo, e, também, que resultados adviriam de diferentes estímulos e intervenções.

Mas nem sempre é possível experimentar com uma situação real. Algumas vezes é muito perigoso, outras vezes muito custoso, em outras muito moroso. Em tais casos, tem-se que simular a situação, o melhor que se pode, e empreender os ex-perimentos e aprender o sentido das respostas do sistema, por meio de modelos dos sistemas reais.

É nesse sentido, que os Métodos Globais muito contribuem para se compreender o funcionamento dos sistemas de transportes e ajudam o seu planejamento.

## CAPITULO II

## OBJETIVO DA INVESTIGAÇÃO

Diferentes critérios, visando a racionalização e o estabelecimento de prioridades de investimento público no setor de transporte, têm sido proposto e utilizados. Mas, discute-se ainda, qual ou quais sejam adequados.

Entre esses critérios, pode-se dizer que os modelos globais objetivam medir a parcela de crescimento do produto do país ou região, atribuível à melhoria do sistema de transportes. O "produto" da implantação de uma via não se dirige a mercado. Daí considera-se que a redução de custos de produção e a criação de novas possibilidades proporcionadas pelas vias, devem ser estimadas de forma indireta. Sem dúvida, essa é uma característica específica das vidas de transportes.

As abordagens globais procuram abranger, pelo menos em princípio, a produção de todos os tipos de bens, supondo que a demanda desses bens não é variável exôgena, mas, sim, deriva de rendas geradas na produção.

Nessas abordagens, distinguem-se os centros de produção e de consumo, tentando-se fixar as suas relações econômicas mútuas, e tomam-se informações sobre os custos de transportes e as funções de oferta e de demanda para cada bem, em cada centro econômico definido.

Depois da segunda Guerra Mundial tem havido grande interesse pela análise regional. E, nesse aspecto, a análise de insumo-produto tem sido de grande utilidade. Os traba-

lhos regionais e inter-regionais proliferaram tanto nos Estados Unidos como em outros países. Contudo, com a introdução do aspecto espacial, o problema se tornou ainda mais complexo. Para se ter uma idéia da complexidade que o problema apresentava inicialmente, considere-se o seguinte: o objetivo de uma análise de insumo-produto inter-regional e inter-industrial é a matriz de coeficientes de insumo-produto identificados, não somente pelas indústrias, mas também pelas áreas geográficas ou regiões. Assim, tendo-se 50 indústrias e somente 5 regiões, a matriz ideal teria 62.500 coeficientes, os quais poderiam ser colocados numa partição de matriz em 25 blocos de submatrizes cada uma com 2.500 (50x50) entradas. Em cada região, haveria 5 matrizes, uma definindo suas próprias relações inter-industriais, e as outras 4, relacionadas com as transações por indústria com as outras regiões. Uma tabela como essa, seria impossível de se obter por insuficiência de dados. Então, o problema central da análise de insumo-produto em nível regional, tornou-se no impasse de adaptações, no modo de se superar essa dificuldade de obtenção de dados, sabendo-se que a maioria das adaptações consiste em agregações, objetivando eliminar alguns detalhes empíricos que seriam necessários à consecução de uma tabela ideal. No próximo capítulo estudam-se mais detalhadamente, os aspectos das abordagens regionais e inter-regionais da análise de insumo-produto.

Para contornar as dificuldades surgidas com a complexidade do problema, várias abordagens foram tentadas. Em 1959, Hirsh, nos Estados Unidos e Artle, na Suécia (28), procederam à simplificação de tratar cada região como se fosse uma unidade econômica autônoma e realizaram o cálculo da tabela como se estivessem tratando com uma tabela nacional, consolidando todos os fluxos de entrada e saída em relação a outras regiões, como se houvesse um setor de importações - exportações.

Em 1961, Henderson, nos Estados Unidos, adotou uma abordagem bastante diferente. Abandonou as relações inter-industriais e concentrou-se nos padrões das transações inter-regionais.(28) Naquele ano, Strout apresentou uma simplificação de dados da análise insumo-produto, bastante habilidosa. Em essência, o método consiste em usar equações estruturais do tipo gravitacional para estimar a grandeza dos fluxos inter-regionais.

Recentemente, alguns estudos interessantes têm sido empreendidos, aplicando-se o modelo matemático de Leontief, numa forma bastante modificada, no planejamento de transportes. Por exemplo: Vany e Garges (31) observaram que as projeções de tráfego aéreo nos Estados Unidos, não consideravam adequadamente a interdependência dos aeroportos. Pensou-se, então, que a técnica de insumo-produto seria uma abordagem que permitiria remover parte dessa deficiência. Tal perspectiva permitiria projetar o tráfego aéreo, de tal modo que as projeções para uma cidade fossem consistentes com as projeções de todas as outras cidades do sistema.

As projeções para todas as cidades em estudo não são somente feitas simultaneamente, mas também, implicam na desagregação do crescimento do sistema total de tráfego aéreo em projeções para cada cidade, tomada separadamente dentro da rede estudada. Nesses trabalhos, a técnica de insumo-produto, sofre modificações radicais, afastando-se bastante das suas abordagens tradicionais.

Observe-se que, nos Métodos Globais, não só se procura avaliar os efeitos sobre as mercadorias exportadas, mas também, sobre as não transportadas.

Esses critérios põem em relevo, o fato de que, uma redução de gastos de transportes entre duas áreas, elevaria a renda nacional em uma cifra muito superior à que conduz a estimativa que se faz habitualmente dos benefícios considerados

pois mede a relação ou interferência dos grupos de indústrias nas regiões.

Neste trabalho são estudados, analisados e criticados os trabalhos de Leontief, Tiberger, e Moses. Apresenta-se, também, um modelo simplificado de Leontief voltado para determinados tipos de transportes.

No decorrer do estudo de cada modelo abordado são apresentados as características gerais desses. Procede-se a exposição detalhada dos modelos e analisa-se criticamente cada um deles.

Em seguida, são estudados os procedimentos das grandes pesquisas de transportes determinando-se os dados básicos essenciais nas abordagens tradicionais do planejamento de transportes. Fixados esses elementos essenciais procede-se ao posicionamento dos Métodos Globais em relação aos métodos usados tradicionalmente. Determina-se, finalmente a relevância dos Métodos Globais no planejamento dos transportes regionais e metropolitanos.



## CAPÍTULO III

## ANÁLISE DE INSUMO-PRODUTO-EVOLUÇÃO HISTÓRICA

## III.1 - Características Gerais do Processo

A análise de insumo-produto, pode-se dizer, é uma tentativa de apreender as ramificações das atividades produtivas de uma economia em equilíbrio geral (02).

Trata empiricamente, da inter-dependência das atividades produtivas das várias indústrias que, conjuntamente, constituem uma determinada economia. Como se sabe, cada indústria é dependente de outras indústrias no sentido em que uma usa o produto de outras como matéria prima, ou insumo de um modo geral. Esse aspecto econômico de interdependência levou diversos pesquisadores a se preocuparem com o problema do equilíbrio geral. Entretanto, as abordagens têm sido diferentes nos seus pontos de vista. Por exemplo: ao contrario de Keynes, Leontief (02) não tinha um interesse imediato pelas causas de desequilíbrio em um tipo particular de sistema econômico, durante uma fase específica do seu desenvolvimento. Ele se inte

ressava pela estrutura dos sistemas econômicos, da maneira pela qual as partes componentes de uma economia se interligavam e influenciavam mutuamente.

Por outro lado existia, anteriormente, um hiato entre teorias econômicas, mas de pouca operacionalidade, e planejamentos econômicos eminentemente empírico e inadequadamente estruturados tanto no seu aspecto conceitual como na metodologia de pesquisa. O trabalho de Leontief veio preencher esse hiato. Enquanto pensadores essencialmente teóricos estavam preocupados em criar mais algumas teorias, e adquirir perícia numa teorização auto-condicionante, os planejadores econômicos, essencialmente empíricos, trabalhavam na elaboração de um ferramental estatístico cada vez mais sofisticado que empregavam nas suas pesquisas e planejamento, sem um fundamento teórico que norteasse esses trabalhos (02). Foi quando, Leontief, apresentou, na década de 30, algo que conciliava as duas tendências. Apresentou uma teoria geral da produção, baseada na noção de interdependência econômica, emprestando à sua teoria um contexto empírico e, publicando a primeira tabela de insumo-produto para a economia Norte-americana. A tabela original de Leontief, entretanto, era ainda altamente agregada mas, o progresso subsequente, verificado nos computadores eletrônicos de alta velocidade - e outros métodos eficientes de computação tornaram possível uma alta percentagem de desagregação. Era a fusão das duas orientações. A coleta de dados estatísticos servia, agora, para preencher uma teoria elegante e altamente analítica. Posteriormente verificou-se que, esse instrumento analítico, poderia ser aplicado na análise de uma ampla variedade de problemas econômicos, e, como um guia, ser usado na implementação de várias espécies de pesquisa e planejamentos.

## CAPITULO IV

## ANALISE DE INSUMO-PRODUTO E PLANEJAMENTO REGIONAL

## IV.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Inicialmente, os trabalhos empíricos de análise inter-industrial, abrangiam a área nacional. Entretanto, desde o fim da Segunda Guerra Mundial, tem havido grande interesse pela análise de economia regional. Nessas pesquisas regionais predominam as aplicações dos modelos do insumo-produto. Nas aplicações, o tema da análise insumo-produto está sempre presente, embora assumindo formas de variações bastante diversificadas. Isso se justifica devido à forte ênfase que tem havido, depois da Segunda Guerra Mundial, sobre as pesquisas quantitativas na Economia.

Ora, o modelo de insumo-produto presta-se a essas aplicações pois associa uma sistemática teórica à possibilidade prática de obtenção de dados reais.

Contudo, não era possível a simples transferências das técnicas utilizadas a nível nacional para os estudos

regionais e inter-regionais. A simples introdução da dimensão espacial altera completamente a operacionalidade do problema da coleta de dados, tornando-a muito mais complexa.

Convém, antes de prosseguir, fixar a terminologia utilizada.

É conveniente distinguir os modelos inter-regionais dos modelos regionais.

Nos modelos inter-regionais inclui-se mais do que uma região.

Os modelos regionais são semelhantes aos nacionais, cobrindo, entretanto, uma área geográfica menor.

É útil, também separar os que se chamam modelos regionais equilibrados e os que têm sido chamados de modelos inter-regionais puros.

Um modelo regional equilibrado é construído, desagregando-se um certo número de tabelas regionais, e esse último modelo pode ou não incluir todas as regiões da economia nacional. Na implementação prática os modelos inter-regionais e equilibrados têm tido, inegavelmente, maior sucesso (28).

Entre tais modelos, destaca-se o de Moses que, por isso, merece atenção especial neste trabalho e que será discutido em outro capítulo.

Moses (24) combinou a análise do insumo-produto inter-regional e uma técnica de programação linear. Este enfoque, permitiu a Moses fazer deduções para a substituição, permitindo-lhe computar um ótimo de trocas entre as manufaturas regionais. A metodologia do estudo é engenhosa e os resultados empíricos são interessantes.

Para os modelos regionais deve-se fazer as seguintes considerações:

- a) Nem todos os sub-itens entram nas transações

inter-regionais, visto que é possível:  $\sum_r X_{ij} = 0$ .  
 Representa-se por  $X_{rs,ij}$  o fluxo da indústria  $i$  na região  $r$  a indústria  $j$  na região  $s$ .

- b) Os modelos regionais, como os seus congêneres nacionais, podem ser abertos ou fechados. Aqui, entretanto, há uma grande variedade de alternativas. Os modelos podem ser abertos regionalmente. Por exemplo: as famílias, dentro da região, podem participar da demanda final. Os modelos podem, também, ser fechados regionalmente, isto é, as famílias são endógenas. Qualquer uma dessas duas possibilidades pode ser combinada com o modelo nacional que, por sua vez, tanto pode ser aberto como fechado.
- c) Outra característica dos modelos regionais é que podem supor ou não equivalência tecnológica, o que vale dizer: os coeficientes de produção podem ser admitido para toda a nação ou podem variar de região para região.
- d) Finalmente, outro assunto atinente aos modelos regionais é o equilíbrio do balanço de pagamentos que pode ser considerado.

#### IV.2 - MODELOS DE INSUMO-PRODUTO NA ANÁLISE REGIONAL

Hã, tradicionalmente, três formas de utilização das técnicas de insumo-produto na análise regional (29):

- a) Estudos de impacto local
- b) Estudos de balanço de pagamentos regional
- c) Estudos de fluxos regionais.

Existem outros usos, contudo, não serão abordados por não terem vinculação com o tema em estudo neste trabalho.

##### a) Estudos de Impacto Local

A análise de impacto regional se propõe a responder a pergunta seguinte:

Se uma indústria se instalar numa determinada área, qual será a variação total de nível na atividade econômica? Um dos métodos de estudar o impacto total é através da interrelação de uma matriz insumo-produto. Por exemplo: se uma indústria se instala, não somente a expansão devido à nova indústria será levada em consideração mas, também, os efeitos secundários serão observados. Haverá uma aglomeração de novas indústrias como consequência da atividade

de acrescida da região. Será problema da teoria da localização, quais as indústrias que se aglomerarão em torno da nova indústria. A maioria dos estudos dos impactos regionais, tem-se ocupado da medição dos efeitos das variações verificadas na demanda final das indústrias existentes na região. Isard e Kuenne, ocuparam-se da medição do impacto total da localização de uma nova indústria em uma determinada área (30) observando a aglomeração de outras indústrias como consequência da nova indústria instalada.

#### b) Estudos de Balanço de Pagamento Regional

Alguns estudos do balanço de pagamento regional foram levados a efeito, usando-se técnicas de insumo-produto, procurando-se relacionar uma região com o resto da nação quantitativamente. Através desses estudos é possível, por exemplo, verificar a influência da modificação do nível de exportação sobre a economia regional. Há um trabalho muito interessante (usando essa técnica) realizado por Moore e Petersen (29) sobre a relação inter-industrial experimentada no estado de Utah, EE.UU. A rigor, os estudos de Moore e Petersen não são somente um balanço de pagamentos, desde que contém elementos de análise inter-regional. Foram usados com bastante frequência coeficientes de produção regional, e o modelo era fechado, incluindo o setor família. Contudo, usaram dados nacionais

para calcular o multiplicador relacionado ao consumo. A técnica usada é muito parecida com a que Isard usou (29). No trabalho de Moore e Petersen a produção total da região é comparada com o de consumo na indústria e pelo setor família, e a diferença, por hipótese, é a importação ou exportação líquida.

### c) Estudos dos Fluxos Inter-Regionais

Tratam esses estudos de quantificar as relações estruturais entre regiões. Os efeitos de um impacto econômico autônomo, podem ser observados nas regiões em que incide mais fortemente e, também, em todas as outras regiões em que influi e que estejam em estudo. Conforme se disse anteriormente, entre esses trabalhos, distinguem-se o de Moses. No seu trabalho Moses usou três regiões e onze matrizes, o que lhe permitiu pela primeira vez verificar o fluxo inter-regional nos Estados Unidos.



#### IV, 3 - LIMITAÇÕES DOS MODELOS REGIONAIS E INTER-REGIONAL DOS INSUMOS PRODUTOS

Antes de se estudar as limitações dos modelos, será conveniente verificar as hipóteses básicas desses modelos. Em toda crítica de análise insumo-produto é lugar comum, discutir os coeficiente de produção. Sendo discutível seu emprego ao nível nacional, maiores restrições poderão ser levantadas ao seu emprego no nível regional.

No seu aspecto regional os coeficientes de produção são apreciados pelas suas maneiras de emprego.

É usual o emprego desses coeficientes de três maneiras diferentes:

- a) Usando-se o coeficiente nacional ao nível regional
- b) Usando-se coeficiente "médios"
- c) Usando-se o coeficiente de produção com implicação regional.

Em quase todos os estudos citados são encontrados coeficientes nacionais usados como coeficientes regionais. Ora, isso implica em admitir que a função de produção é a mesma para todas as regiões do País, o que o bom senso rejeita. Isso é feito, certamente, devido às dificuldades operacionais na obtenção dos coeficientes regionais.

Compreende-se a importância do uso de coeficientes de produção corretos, nos estudos regionais. Ao nível na-

cional, devido à maior agregação, assumem um significado estatístico global menor preciso e, pode-se ser mais tolerante com suas variâncias. Contudo, ao nível regional, haverá necessidade de melhores coeficientes. Mas, freqüentemente, não são usados os melhores, pois são desconhecidos. Nos estudos dos impactos regionais, a utilização indiscriminada de coeficientes nacionais, não permitiria, por exemplo: verificar quais as indústrias mais afetadas, em regiões distintas, por uma variação na demanda.

Os coeficientes regionais, apresentam, ainda, uma outra dificuldade. Não só especificam o montante de insumos necessários por unidade de produção mas, também, indicam a fonte regional. Essa fonte é admitida como proporção constante do produto total, isto é, padrões de transações são admitidos estáveis.

## CAPITULO V

## MODELO DE LEONTIEF

## V.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Pode-se considerar o trabalho de Leontief como o coroamento das contribuições de Quesnay e Walras. (07)

Ao se analisar os estudos de Walras verifica-se que a despeito da perfeição teórica, falta-lhes operacionalidade.

Os planejadores econômicos ganharam um poderoso ferramental com o aparecimento do Modelo de Leontief. As economias de varios países foram estudadas, usando o Modelo de Leontief. Ao nível regional conforme foi visto no Capítulo IV, já foram realizados numerosos estudos.

Uma das vantagens do modelo de Leontief é permitir a visualização de todo o sistema econômico, identificando a interdependência das indústrias e setores.

O estudo do modelo de Leontief apresenta grande interesse ao planejador de transportes, pois, foi o ponto de

partida para os estudos de Tinbergen, Moses, Bos-Koyck e outros. Estudos esses voltados especificamente para o planejamento de transportes.

No Modelo de Leontief, propriamente dito, não há a dimensão espacial.

Antes de se apresentar a tabela de insumo-produto será conveniente estabelecer o que se chama de indústria e setor, nessas tabelas, segundo Tiebout (29): Chamam-se indústrias "a agregados de firmas que produzem artigos similares". Essa similaridade é que implica na agregação das firmas.

Por setores "entende-se as espécies de mercados a que as indústrias servem".

A tabela de Leontief mostra como o produto de cada indústria é distribuído entre outras indústrias e setores da economia. Ao mesmo tempo, indica os insumos para cada indústria, vindos de outras indústrias e setores.

Verifica-se logo a importância da agregação numa tabela insumo-produto. Daí, a desagregação variar de 50 a 500 indústrias nessas tabelas. A agregação ou desagregação, depende da finalidade do estudo. Esse aspecto do problema foi bem discutido por Walter D. Fischer (28). Quando se pretende focalizar a atenção sobre um dos dois setores somente, é melhor tornar a tabela mais compacta. A elaboração de uma tabela de insumo-produto requer uma imensa quantidade de trabalho.

Observe-se que numa tabela de insumo-produto, obtém-se o produto bruto total (ou os desembolsos brutos totais). Como se sabe o Produto Nacional Bruto (PNB) é definido como "o valor corrente do mercado de bens acabados e serviços produzidos em um dado ano". Ora, assim sendo, o PNB não será o mesmo que o Produto Bruto Total (PBT) de uma tabela de insumo-produto. No cálculo do PNB, faz-se o possível para evitar a dupla contagem. A tabela de insumo-produto mede todas as tran

sações na economia, o valor dos bens e serviços produzidos, sendo que, em um dado ano é apurado mais de uma vez. Isto é: conta-se duplamente. O objetivo é diferente nos dois casos. No PNB, pretende-se contar uma única vez, cada um dos bens e serviços produzidos. Na tabela de insumo-produto, procura-se fixar todas as transações. Como alguns bens entram em mais de uma transação, o valor dos mesmos deve ser levado em consideração cada vez que se efetivar uma transação diferente. Haverá, então, um acúmulo de valor até o consumidor final. A maneira de se elaborar uma tabela de insumo-produto é bastante flexível. Colunas e linhas são adicionadas ou suprimidas de acordo com a finalidade visada no estudo, tornando-a mais detalhada ou mais sintética. Há uma restrição: deve haver uma linha para cada coluna no setor de processamento. É, também, aconselhável (embora não necessário) ter-se uma coluna de demanda final para cada linha no setor de pagamentos.

Note-se que a classificação empregada nos setores de pagamentos e de demanda final, na tabela de transações, nada tem de rígida.

Um estudo de insumo-produto requer um financiamento adequado para sua implementação. Por esse motivo, nenhum estudo de insumo-produto deve ser iniciado sem ter fundos adequados, pois uma abordagem superficial é altamente perniciosa a estudos posteriores, que nela possam procurar subsídios.

A abordagem da análise de insumo-produto tem a vantagem de medir o relacionamento e a interdependência dos grupos de indústria estudados. Outra vantagem é que permite identificar os usuários locais e das regiões de fora que tenham maior efeito sobre uma indústria particular.

Além disso, as linhas de insumos primários, indicam a contribuição de cada grupo de indústrias ao emprego dos fatores primários de produção, incluindo a mão-de-obra. Assim

Figura V.2.1 - Representação esquemática de uma tabela de transição de um modelo estático e aberto do insumo-produto.

REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UMA TABELA DE TRANSAÇÃO DE UM MODELO ESTÁTICO E ABERTO DO ISUMO-PRODUTO

INDUSTRIA COMPRADO- RA ↳ INDUSTRIA PRODUTORA ↘		$Y_i$	$X_i$
	$Q_{ij} X_j$  SETORES DE PROCESSAMENTO SETORES DE PROCESSAMENTOS	DEMANDA FINAL	PRODUTO BRUTO TOTAL
$Y_i$	SETORES DE PAGAMENTOS		
$X_i$	DESEMBOLSOS BRUTOS TOTAIS		

O MODELO ESTÁTICO E ABERTO É BASEADO EM TRÊS SUPOSIÇÕES FUNDAMENTAIS; SÃO ELAS;

1. CADA GRUPO DE MERCADORIAS É SUPRIDO POR UM ÚNICO SETOR DE PRODUÇÃO
2. OS INSUMOS PARA CADA SETOR SÃO UMA FUNÇÃO EXCLUSIVA DO NÍVEL DE PRODUTO DAQUELE SETOR
3. NÃO HÁ ECONOMIAS OU DESECONOMIAS EXTERNAS

sendo, fornece os elementos essenciais que servem de base informativa ao planejamento de desenvolvimento e investimentos de uma região.

## V.2 - A ELABORAÇÃO DA TABELA DE INSUMO-PRODUTO

Esquemáticamente, uma tabela de transações de um modelo estático e aberto do insumo-produto, consta de um setor de processamento, um setor de pagamentos, um setor de demanda final, produto bruto total e desembolso brutos totais. A Figura V.2.1 ilustra essa tabela.

### 1 - O Setor de Processamento

As indústrias produtoras de bens e serviços são colocadas nesse setor. Situam-se no canto esquerdo superior da tabela do insumo-produto. Um dos problemas mais importantes da análise insumo-produto, é a seleção e classificação das indústrias no setor de processamento. Distingue-se, geralmente, a agricultura, várias indústrias manufatureiras, transportes, comunicações e outros serviços, comércio, as indústrias de serviços e tantas indústrias quantas forem de interesse para o estudo. A classificação das indústrias, conforme se observou anteriormente, pode ir de 12 (para regiões pouco desenvolvidas) ou 50 até 500 indústrias.



No planejamento dos transportes é importante o aparecimento explícito da atividade de transportes na tabela do insumo-produto no setor de processamento.

## 2 - O Setor de Pagamentos

Compreende, geralmente, a exaustão bruta do estoque, importações, pagamentos ao governo, provisões para depreciações e setor família.

## 3 - O Setor da Demanda Final

É o setor autônomo, isto é, aquele em que as modificações que ocorrem são transmitidas para todas as outras partes da tabela.

Compreende acumulação bruta do estoque, exportação, compras governamentais, formação de capital privado bruto e setor famílias.

## 4 - Produto Bruto Total e Desembolsos Brutos Totais

Os desembolsos brutos totais, indicam o valor total dos insumos para cada indústria e setor em cada coluna, citados no alto da tabela.

Note-se que as seis primeiras entradas na coluna do produto bruto total são idênticas aos seis primeiros lançamentos na linha dos de-



SETOR DE PROCESSAMENTO							DEMANDA FINAL							
SETOR DE PAGAMENTOS SETOR DE PROCESSAMENTO	PRODUTOS		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	↓ INSUMOS	→	A	B	C	D	E	F	ACUMULAÇÃO DE ESTOQUE BRUTO (1)	EXPORTAÇÕES PARA PAÍSES ESTRANGEIROS	COMPRAS GOVERNAMENTAIS	FORMAÇÃO DE CAPITAL PRIVADO BRUTO	SETOR FAMILIAS	PRODUTO BRUTO TOTAL
(1) INDUSTRIA A	A		10	15	1	2	5	6	2	5	1	3	14	64
2 INDUSTRIA B	B		5	4	7	1	3	8	1	6	3	4	17	59
3 INDUSTRIA C	C		7	2	8	1	5	3	2	3	1	3	5	40
4 INDUSTRIA D	D		11	1	2	8	6	4	0	0	1	2	4	39
5 INDUSTRIA E	E		4	0	1	14	3	2	1	2	1	3	9	40
6 INDUSTRIA F	F		2	6	7	6	2	6	2	4	2	1	8	46
7 EXAUSTÃO BRUTA DO ESTOQUE			1	2	1	0	2	1	0	1	0	0	0	8
8 IMPORTAÇÕES			2	1	3	0	3	2	0	0	0	0	2	13
9 PAGAMENTOS AO GOVERNO			2	3	2	2	1	2	3	2	1	2	12	32
10 PROVISÕES PARA DEPRECIACÃO			1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5
11 ECON. CONSUMO			19	23	7	5	9	12	1	0	8	0	1	85
12 DESEMBOLSOS BRUTOS TOTAIS			64	59	40	39	40	46	12	23	18	18	72	431

1 VENDAS ÀS INDÚSTRIAS E SETORES AO LONGO DA PARTE SUPERIOR DA TABELA DAS INDÚSTRIAS ENUMERADAS EM CADA LINHA À ESQUERDA DA TABELA.

2 COMPRAS EFETUADAS PELAS INDÚSTRIAS ENUMERADAS NO ALTO DE CADA COLUNA, DAS INDÚSTRIAS E SETORES À ESQUERDA DA TABELA

INDÚSTRIA: REFERE-SE A AGREGADOS DE FIRMAS QUE PRODUZEM ARTIGOS SIMILARES.

SETORES: SIGNIFICA AS ESPÉCIES DE MERCADOS QUE AS INDÚSTRIAS SERVEM.

FONTE: ELEMENTOS DE ANÁLISE DO INSUMO-PRODUTO WILLIAM H. MIERNYK. EDITORA ATLAS S.A.

sempre brutos totais. No entanto, o mesmo não acontece no que tange aos totais nas colunas e linhas remanescentes. Mas, o total de todas as colunas no setor da demanda final, pela mesma razão que o PNB, computado do lado do produto, deve-se igualar ao PNB calculado a partir dos pagamentos de fatores. Um exemplo é mostrado na Figura V.2.2.

### V.3 - EXPRESSÃO MATEMÁTICA DO MODELO DE INSUMO-PRODUTO

Suponha-se que a indústria 1 produza um valor total de produto por  $X_1$  do qual  $Y_1$  será consumido (chamada demanda final) e  $X_{11}, X_{12}, X_{13}, \dots, X_{1n}$  são usados pelas indústrias 1, 2, 3, ... n respectivamente. O primeiro índice inferior indica a indústria produtora, e o segundo índice mostra a indústria para qual o produto foi vendido. Assim sendo,  $X_{13}$  indica o produto da indústria 1 vendido a indústria 3. Para a indústria 2 os símbolos seriam  $X_2, Y_2$  e  $X_{21}, X_{22}, X_{23}, \dots, X_{2n}$ . Ou, de um modo geral, para indústria  $i$  teríamos  $X_i, Y_i$  e  $X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, \dots, X_{in}$ . Pode-se pois, escrever as equações (5.3.1).

Como o produto total é igual ao uso intermediário mais o uso final, então, tem-se as equações seguintes:

$$\begin{array}{rcccccccc}
 X_{11} & + & X_{12} & + & X_{13} & + & \dots & + & X_{1n} & + & Y_1 & = & X_1 \\
 X_{21} & + & X_{22} & + & X_{23} & + & \dots & + & X_{2n} & + & Y_2 & = & X_2 \\
 X_{31} & + & X_{32} & + & X_{33} & + & \dots & + & X_{3n} & + & Y_3 & = & X_3 & (5.3.1) \\
 \cdot & & \cdot & & \cdot & & \dots & & \cdot & & \cdot & & \cdot \\
 \cdot & & \cdot & & \cdot & & \dots & & \cdot & & \cdot & & \cdot \\
 \cdot & & \cdot & & \cdot & & \dots & & \cdot & & \cdot & & \cdot \\
 X_{n1} & + & X_{n2} & + & X_{n3} & + & \dots & + & X_{nn} & + & Y_n & = & X_n
 \end{array}$$

Considerem-se as equações anteriores, dividindo-se os insumos usados (comprados) por uma indústria, por exemplo indústria 1 pelo produto total dessas indústrias, isto é: a primeira coluna nas equações ( $X_{11}$ ,  $X_{21}$ ,  $X_{31}$ , ...,  $X_{n1}$ ) por  $X_1$ , obtém-se a contribuição de cada indústria (consideradas como produtoras de insumos) em relação à produção total da indústria 1, expresso como percentual daquele total. Assim sendo,  $X_{11}/X_1 = a_{11}$  percentual do produto total da indústria 1, usado como um insumo no processo produtivo daquela mesma indústria.  $X_{21}/X_1 = a_{21}$  percentual do produto total da indústria 1, fornecido pela indústria 2, cujo produto foi usado como insumo pela indústria 1, até o limite indicado pela relação  $X_{21}/X_1$ .

De um modo geral,  $X_{ij}/X_j = a_{ij}$  significaria que o produto da indústria  $i$  vendido a indústria  $j$ , dividido pelo produto total da indústria  $j$  é igual a percentagem da indústria  $i$  no produto total da indústria  $j$ , expresso como um quociente representado por  $a_{ij}$ . Então, a equação anterior poderá ser escrita:

$$\begin{array}{r}
 a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1n}X_n + Y_1 = X_1 \\
 a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + \dots + a_{2n}X_n + Y_2 = X_2 \\
 a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 + \dots + a_{3n}X_n + Y_3 = X_3 \\
 \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \dots \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\
 \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \dots \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\
 \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \dots \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\
 a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + a_{n3}X_3 + \dots + a_{nn}X_n + Y_n = X_n
 \end{array}$$

Colocando sob a forma matricial tem-se:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n \end{bmatrix}
 +
 \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_n \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n \end{bmatrix}$$

Mais condensadamente:

$$A X + Y = X \quad \text{ou}$$

$$[I - A] X = Y$$

onde:

A - é a matriz dos coeficientes de produção (ou coeficientes de insumos técnicos).

[I-A] - é chamada Matriz de Leontief

Premultiplicando por  $[I - A]^{-1}$  teremos.

$$X = [I - A]^{-1} Y$$

Isto é, conhecendo-se a demanda final, pode-se calcular o produto total necessário.

#### V.4 - PROBLEMA DE EXISTÊNCIA DA SOLUÇÃO DA MATRIZ INSUMO-PRODUTO

A formulação de uma matriz insumo-produto por si só, não assegura a existência de uma solução geral com  $X_i \geq 0$  ( $i=1, \dots, m$ ) para todos os  $Y_i \geq 0$  ( $i=1, \dots, m$ ). Depois de coletar dados para uma matriz de insumo produto pode ocorrer que conduzam a um ou mais números negativos. Ora, isso implicaria em que a produção negativa de alguns bem seria necessária, de modo a atingir as metas de consumo final. Haveria, então, algo errado em tal caso. Hawkins e Simon (07) estabeleceram condições matemáticas que permitem prever tais fenômenos patológicos, e ajudam a compreendê-los. Essas condições são úteis como conferição dos dados de insumo-produto, de modo a verificar se algum erro foi cometido na sua coleta.

O que é ainda mais importante: essas condições for necem requisitos matemáticos que devem ser preenchidos por um sistema de insumo-produto aceitável, essas condições podem, por tanto, ser usadas como base para análise teórica posterior.

Intuitivamente, o que as condições de Hawkins-Simon mostram é que se nossa solução exige uma produção negativa de um bem, isso significa que, para produzir uma quantidade  $k$  des se bem é necessário utilizar mais do que  $k$  na sua produção. Isso, e-videntemente, é um contra-senso.

As condições de Hawkins-Simon exigem que todos os menores principais do quadro dos coeficientes sejam positivos:

$$1 - a_{11} > 0, \quad \begin{vmatrix} 1 - a_{11} & -a_{12} \\ -a_{21} & 1 - a_{22} \end{vmatrix} > 0 \quad (5.4.1)$$

$$\dots, \quad \begin{vmatrix} 1 - a_{11} & \dots & -a_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ -a_{m1} & \dots & 1 - a_{mm} \end{vmatrix} > 0$$

Observe-se que a primeira desigualdade de (5.4.1) exige:

$$a_{ii} < 1 \quad (i = 1, \dots, m).$$

Se  $a_{ii} \leq 1$  para algum  $i$ , uma ou mais unidades de  $i$  seriam necessarias para produzir uma unidade de  $i$ . Se assim fosse, nenhum produto líquido poderia ser assegurado. A última condição exige que o determinante seja positivo. Isso implica em que todos os cofatores principais sejam não negativos, se existe uma solução geral.



Um conjunto equivalente de condições necessárias e suficientes para a existência de uma solução geral, trata da soma das colunas de coeficientes de insumo. Essas condições exigem que exista um conjunto de números  $d_j > 0$  ( $j=1,2,\dots,m$ ) tais que

$$\sum_{i=1}^m d_i a_{ij} \leq d_j \quad j = 1, 2, \dots, m$$

com a desigualdade escrita, tendo lugar para - pelo menos - um  $j$  em cada grupo de indústrias auto-suficientes.

Se o sistema  $\bar{e}$  indecomponível, basta que a desigualdade estrita se verifique para uma só indústria.

## CAPITULO VI

## MODELO DE TINBERGEN

## VI.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Tinbergen (23) desenvolve um modelo que atende a certos requisitos de natureza econômica e, por outro lado, leva em consideração a necessidade de cálculos simples da prática de engenharia. O modelo de Tinbergen destina-se, efetivamente, ao planejamento de transporte.

O projeto rodoviário tem características próprias que o distanciam de outros tipos de projetos.

Inicialmente, deve-se notar que é um tipo de projeto "sui generis" cujo "produto" não é vendido pelo proprietário, mas simplesmente aquele que o implementa, torna-o disponível aos usuários. Não tem, pois, o guia seguro dos outros projetos, que é o preço. Nos projetos industriais, os investidores têm o sistema de preços, um referencial que permite situar devidamente o projeto.

Os efeitos devem ser estimados, muitas vezes, de maneira indireta nos projetos rodoviários. Os efeitos dos projetos de transportes sobre as outras atividades econômicas, con sistem, primordialmente, na diminuição dos custos das produções existentes e, freqüentemente, na criação de novas possibilidades de produção. Outra dificuldade é que o projeto de transportes exige uma visão precisa da influência exercida na economia do País ou da região pelas facilidades de transportes.

Essa visão não é facilmente conseguida, desde que a ciência econômica despreza as complicações dos custos de transportes e as diversidades de preços, que são o âmago da questão, nas abordagens teóricas usuais.

Os critérios de rentabilidade e suficiência econômicas foram bastante desenvolvidos mas, usualmente desprezam-se as conseqüências indiretas e secundárias.

## VI.2 - APRESENTAÇÃO DO MODELO DE TINBERGEN. (23)

O modelo considera a área de estudo dividida em centros. Os centros serão representados por subscritos  $i$  e  $k$ , que variam de 1 a  $n$ , sendo  $n$  o número total de centros. Toma-se  $i$  como centro que compra um certo bem e  $k$  aquele que o vende. Observa-se que, na medida em que os subscritos são colocados um após outro, tem-se um movimento do centro representado pelo primeiro subscrito, para aquele representado pelo segundo.

É óbvio que os fluxos nominais, isto é: os pagamentos serão em sentido contrário. O índice superior  $h$  indica

$r\bar{a}$  o bem considerado. Usa-se na descrição do modelo a notação seguinte:

- $p_k^h$  Preço cobrado pelo bem  $h$  no centro  $k$
- $v_{ki}^h$  Quantidade do bem  $h$  ofertado pelo centro  $k$  ao centro  $i$
- $v_{ki}^h$  Valor monetário de  $v_{ki}^h$  isto é, valor monetário do bem  $h$ , ofertado pelo centro  $k$  ao centro  $i$ . Preço de entrega  $i$ .
- $q_{ki}^h$  Preço de entrega no centro  $i$ .
- $T_{ki}$  Coeficiente de transporte entre os centros  $k$  e  $i$ , independente do bem transportado.
- $\delta_i^h$  Propensão do centro  $i$  para gastar renda no bem  $h$
- $\bar{\sigma}_i^h$  Coeficiente que aparece na equação da oferta para o bem  $h$  no centro  $i$ , expressando a capacidade limite.
- $\sigma_i^h$  Coeficiente que aparece na equação da oferta relacionado com sua elasticidade.

Considera-se, no modelo, dois esquemas. No primeiro esquema a elasticidade de substituição de um fornecedor por outro é considerada, para todos os compradores, como infinita. Entende-se por elasticidade de substituição infinita aquela em que, tão logo o fornecedor  $k$  esteja cobrando um preço mais baixo do que o cobrado por  $k'$ , no centro do comprador  $i$ , este último comprará tudo que deseja de mercadoria do fornecedor  $k$ .

No segundo esquema, a elasticidade de substituição é considerada como finita, isto é: se, devido à melhora dos transportes, o fornecedor  $k$  vende relativamente mais barato ao comprador  $i$  do que  $k'$ , haverá um deslocamento de  $k'$  para  $k$ , mas não na sua totalidade.

#### VI.2.1 - Esquema 1

A elasticidade de substituição entre os concorrentes é infinita.

$$\text{Ora: } q_{ki}^h = p_k^h T_{ki} \quad (6.2.1.1)$$

isto é, o preço de entrega no centro  $i$ , é igual ao preço no centro de produção  $p_k^h$ , multiplicado pelo coeficiente de transporte  $T_{ki}$ .

Note-se que este coeficiente é independente do tipo de bens transportados, entretanto, essa hipótese, pode ser retirada sem acarretar grandes dificuldades para os procedimentos de cálculo.

Então:

$$v_{ki}^h = v_{ki}^h p_k^h T_{ki} \quad (6.2.1.2)$$

Equações de demanda relativas ao centro  $i$ :

$$v_{ki}^h = \bar{\delta}_i^h \sum_{h'} \sum_{k'} v_{ik'}^{h'} \quad (6.2.1.3) \text{ isto é}$$

para:

$$k = S^h(i)$$

$$i = S^{h'}(k')$$

onde:

$S^h(i)$  Significa "Centro de Fornecimento de  $h$  para  $i$ "

$S^{h'}(k')$  Significa "Centro de Fornecimento de  $h'$  para  $k'$ "

Como nos outros centros, os preços são mais altos e nossa elasticidade de substituição é infinita, podemos escrever que:

$$v_{ki}^h = 0 \quad (6.2.1.4) \text{ para } k \neq S^h(i)$$

Equações da oferta para o centro  $i$ :

Chamando-se  $\bar{\sigma}_i^h$  a "capacidade limite" de fornecimento de  $i$ , e, observando-se que a capacidade total de fornecimento do centro  $i$ ,  $\bar{\sigma}_i^h$  é igual ao fornecimento do bem  $h$ , de  $i$  para  $k$  mais o fornecimento de outros bens  $h'$  para outros centros  $k'$ .

Então:

$$\bar{\sigma}_i^h p_i^h = p_i^h \sum_k v_{ik}^h + \sigma_i^h \sum_{h' \neq h} p_{k'}^{h'} T_{k'i} \quad (6.2.1.4)$$

onde:

$p_i^h$  é o preço do bem  $h$  no centro  $i$ .

para:

$$i = S^h(k)$$

$$k' = S^{h'}(i)$$

onde:

$S^h(k)$  significa "Centro de Fornecimento de  $h$  para  $k$ ."

$S^{h'}(i)$  significa "Centro de Fornecimento de  $h'$  para  $i$ ."

Note-se que (6.2.1.4) pode ser escrita:

$$p_i^h \sum_k v_{ik}^h = \bar{\sigma}_i^h p_i^h - \sigma_i^h \sum_{h' \neq h} p_{k'}^{h'} T_{k'i} \quad (6.2.1.5)$$

Note-se, também que  $\sum_k v_{ik}^h$  é a quantidade total do produto  $h$  ofertado aos outros centros pelo centro  $i$ , e que somente os  $k$  são realmente abastecido por  $i$ , devem ser incluídos.

A equação (6.2.1.5) pode, também, ser escrita como:

$$\sum v_{ik}^h = \bar{\sigma}_i^h - \sigma_i^h \frac{\sum p_{k'}^{h'} T_{k'i}}{p_i^h}$$

onde  $\sigma_i^h$  é relacionado com a elasticidade da oferta.

#### VI.2.2 - Esquema 2

A Elasticidade da substituição entre os competidores é finita.

Conforme já se afirmou anteriormente, se devido a melhora dos transportes, o fornecedor  $k$  se torna relativamente mais barato ao comprador  $i$  do que  $k'$ , haverá um deslocamento de  $k'$  para  $k$ , mas não na sua totalidade. Admite-se, pois, que o deslocamento é parcial. Mas, conforme a maior duração do período em que estamos interessados, maior será o deslocamento. Assim sendo, a elasticidade de substituição deve ser dependente da duração do período. Temos que:

$$v_{ki} = v_{ki} p_k T_{ki} \quad (6.2.2.4)$$



As equações da demanda, relativas ao centro  $i$ , são:

$$v_{ki} = \frac{h}{i} \sum v_{ik'} - \delta_i p_k T_{ki} + \frac{\delta_i}{n-1} \sum p_{k'} T_{k'i}$$

(6.2.2.5)

onde:

$\frac{\delta_i}{n-1}$  - é a influência exercida por uma variação unitária no preço  $p_{k'} T_{k'i}$  (da mercadoria  $k'$  ao centro  $i$ ).

Na Equação (6.2.2.5),

$$\frac{1}{n-1} \sum_{k'=k} p_{k'} T_{k'i}$$

expressa a média de todos os outros preços cotados no centro  $i$

E como somente o preço relativo  $\bar{e}$  suposto relevante, o coeficiente  $\delta_j$  aparece com o sinal trocado diante da  $\bar{m}_j$  média dos outros preços. Note-se que não há necessidade de índice superior pois os centros  $k$  só produzem um bem.

Note-se que,  $\sum_{k'} V_{ik'}$  é a renda do centro  $i$ ,

bem como  $p_k T_{ki}$  e  $p_{k'} T_{k'i}$

são os preços pagos pelo centro  $i$ ; estes termos influem na demanda do bem  $k$ , e os termos que representam os preços correspondem a elasticidade finita de substituição entre os produtos.

As equações da oferta para o centro  $i$  são:

$$p_i \sum_k V_{ik} = \bar{\sigma}_i p_i - \sigma_i \sum_{k \neq i} p_k T_{ki}$$

(6.22.6)

Como se pode verificar formalmente esta equação pouco difere da equação da oferta do esquema I.

## VI.3 - HIPÓTESES SIMPLIFICADORAS FEITAS POR TINBERGEN

- 1) A situação econômica é admitida estacionária antes e depois da construção da rodovia.
- 2) Estima-se que a variação do produto nacional se verificará devido à construção da rodovia.
- 3) Admite-se que os esquemas devem apresentar dois aspectos: primeiro, devem abranger, em princípio, a produção de todos os bens, e supõe que a procura pelos bens não é dada, mas é função da renda obtida no processo produtivo; segundo, os esquemas de que consta o modelo, distinguem entre "centro" separados geograficamente e expressam sua relação econômica mútua.
- 4) O deslocamento de bens de um centro a outro, dá origem a custos de transportes e estes estarão entre os dados.
- 5) Para cada centro são estabelecidas as funções de oferta e procura por cada bem.
- 6) O problema a considerar será, pois, variar um ou mais desses custos de transportes e estudar o efeito sobre a produção total.
- 7) O problema central será o da competição entre fornecedores, do mesmo bem, situados em centros diferentes.

- 8) Admite dois esquemas relacionados com a reação da demanda às variações de preços. Isto é, uma elasticidade de substituição infinita e outra finita.
- 9) As rendas dos centros não são admitidas como dadas mas são consideradas como resultando da produção.
- 10) O produto nacional é determinado pela interação da oferta com a procura para o conjunto de dados.
- 11) São considerados como dados do problema as elasticidades da demanda e da oferta e os custos de transportes.

Para melhor compreensão do modelo foi incluída a Figura VI.1.

#### VI.4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O MODELO DE TINBERGEN

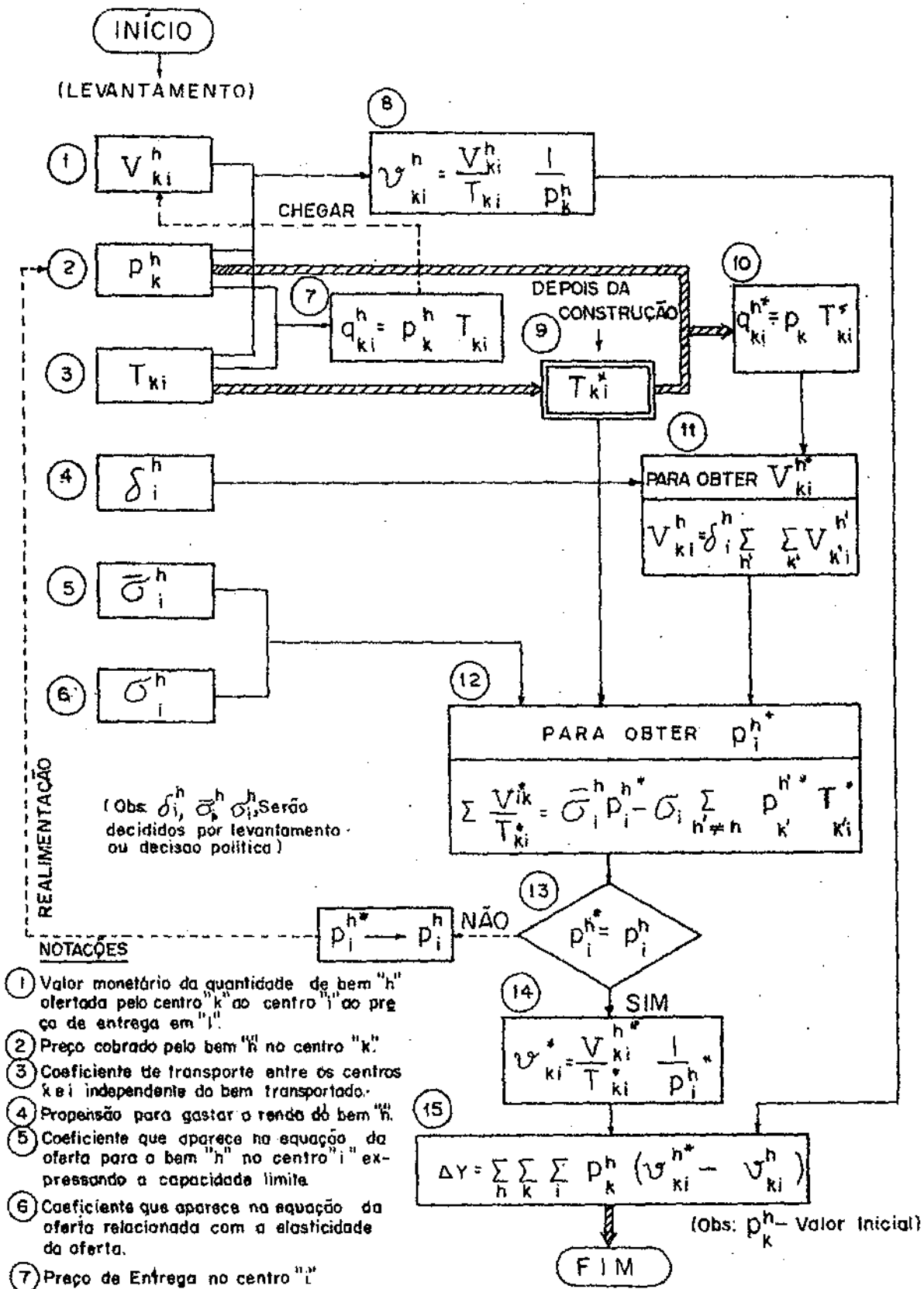
O Modelo de Tinbergen é específico do planejamento de transportes. Tem a vantagem, em relação ao de Leontief, de não considerar as relações inter-industriais, evitando, assim, o difícil cálculo dos coeficientes técnicos.

Os cálculos do Modelo de Tinbergen são bem mais simples do que os de Leontief. Há uma variante do Modelo de Tinbergen: isto é, o Modelo de Bos e Koyck.

No Modelo de Bos e Koyck o modelo de Tinbergen foi adaptado e generalizado, de modo a melhor se adaptar a certas



# FLUXOGRAMA DO MODELO DE TINBERGEN



aplicações práticas, voltadas para características de regiões subdesenvolvidas. Contudo, a abordagem de Bos e Koyck tem a grande desvantagem de conduzir a equações não-lineares.

No Modelo de Bos e Koyck distinguem-se três áreas (agrícola, industrial e resto do mundo) e quatro centros econômicos conforme a Figura VI.2.

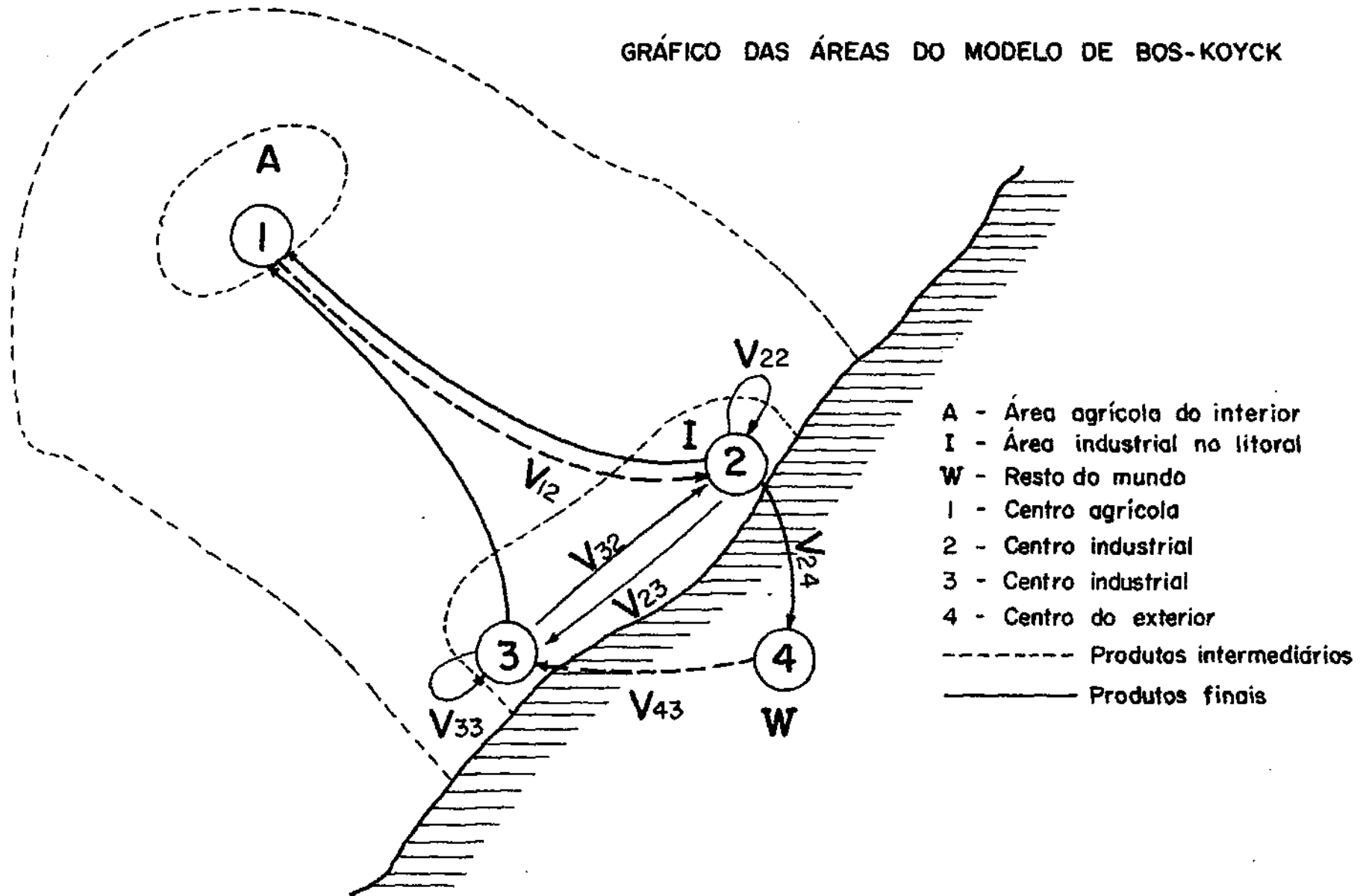
Em relação ao Modelo de Moses, o de Tinbergen apresenta-se muito mais simples, pois não usa nenhuma técnica de otimização.

Os dois esquemas apresentados por Tinbergen podem ser utilizados. Contudo, o Esquema I é muito mais simples e facilita os cálculos, pois, nem sempre, é fácil determinar as elasticidades de substituição.

Figura VI.2 - Gráfico das Áreas do Modelo de Bos-Koyck



GRÁFICO DAS ÁREAS DO MODELO DE BOS-KOYCK



## CAPITULO VII

## MODELO DE MOSES

## VII.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Conforme foi mencionado, no CAPITULO VI, o modelo de Moses é, na realidade, uma variação interessante de um modelo inter-regional equilibrado (02). A originalidade do modelo de Moses foi ter combinado a análise do insumo-produto inter-regional com uma técnica de programação linear.

Sabe-se que a análise do insumo produto como tal não é uma técnica indicativa das melhores condições.

Um modelo de insumo-produto indica como as condições são e não como "deveriam ser". Por outro lado a programação linear é, essencialmente, uma técnica otimizadora.

Moses objetivava atingir substituição e otimização dentro da estrutura do equilíbrio geral (02) de tal maneira que, resulta um estudo multi-regional, de bens múltiplos em termos de vantagens comparativas. Obviamente, o modelo só se aplica nos agrupamentos regionais em que os custos de transporte são os principais impedimentos e não há restrições artificiais.

## VII.2 - ALGUMAS OBSERVAÇÕES INICIAIS

Três condições são consideradas como dadas num estudo de programação linear de transportes no Modelo de Moses:

- 1) As quantidades dos bens que estão disponíveis nos pontos originais.
- 2) As quantidades dos bens exigidos em determinados destinos.
- 3) Os custos de transporte de uma unidade do bem de cada origem para cada destino.

O problema consiste em obter uma rede de transações que satisfaça a exigência de gasto total mínimo em transportes.

Conhecendo-se a produção e o consumo regionais de termina-se a rede das transações para um bem determinado. É usual nos estudos de planejamento de transportes regionais considerar os padrões de transações como bem determinados por essa razão os padrões de transações são considerados, geralmente, como dados iniciais. Foi justamente nesse aspecto que o trabalho de Moses se afastou das outras abordagens tradicionais. Segundo Moses os padrões de transações seriam determinados. Também as produções regionais e requisitos de todos os bens seriam fixado através do modelo.

Implica, pois, o modelo, na introdução de alternativas de produção e substituições na abordagem e insumo-produto.

Segundo o modelo essas substituições teriam lugar entre regiões.

### VII.2.1 - Condições Gerais

O modelo de Moses requer, inicialmente a confecção de uma tabela de insumo-produto ao nível nacional.

Moses (24), também supõe, a economia fechada e constando de duas regiões abertas:

Região Leste, identificada com o Índice superior 1

Região Oeste, identificada com o Índice superior 2

Com a finalidade de simplificar o modelo supõe os bens homogêneos e constando de:

Alimentos, identificado com o Índice inferior 1

Combustível, identificado com o Índice inferior 2

Roupas, identificado com o Índice inferior 3.

Segundo essa concepção, os fluxos entre as regiões serão determinados por razões meramente econômicas, e não por fatores técnicos.

Outro ponto em que o modelo é muito restritivo é na suposição de não haver um meio de transporte. Admite-se mais dois setores em cada região: transporte e família.

Seguindo a tradição dos clássicos (07) considera a mão-de-obra como o único fator de produção.

Para melhor compreensão do Modelo de Moses, foi incluída a Figura VII.1.

## VII.2.2 - Dados Exigidos pelo Modelo

Note-se que, antes de se aplicar o modelo deve-se ter informações sobre as demandas regionais finais, as capacidades regionais, e a estrutura técnica regional da indústria em cada região.

Constroem-se tabelas de insumo-produto que são necessariamente nos seus itens discriminativos, pois, duas regiões podem ter técnicas de produção diferentes. Observe-se que essas matrizes regionais diferem das matrizes nacionais pois cada uma tem várias colunas de transportes em vez de uma só coluna. O número exato é igual ao número de regiões multiplicado pelo número de indústrias produtoras. A linha de transporte não existe nessas matrizes regionais. Uma das vantagens dessas colunas múltiplas é que nos permite verificar modificações que por acaso tenha se observado nas transações dos bens econômicos ou nas regiões.

Suponha-se um exemplo, de duas regiões, e três indústrias. Cada matriz regional terá seis colunas de transportes.

Para a região leste ter-se-ia:

$$\begin{bmatrix} a_{11}^1 & a_{12}^1 & a_{13}^1 & \vdots & 1^v_1^{11} & 1^v_1^{12} & 1^v_1^{11} & 1^v_2^{12} & 1^v_3^{11} & 1^v_3^{12} \\ a_{21}^1 & a_{22}^1 & a_{23}^1 & \vdots & 2^v_1^{11} & 2^v_1^{12} & 2^v_2^{11} & 2^v_2^{12} & 2^v_3^{11} & 2^v_3^{12} \\ a_{31}^1 & a_{32}^1 & a_{33}^1 & \vdots & 3^v_1^{11} & 3^v_1^{12} & 3^v_2^{11} & 3^v_2^{12} & 3^v_3^{11} & 3^v_3^{12} \end{bmatrix}$$

Note-se que os índices inferiores são usados para indicar fluxos nas indústrias e entre indústrias e os índices superiores indicam regiões e fluxos de bens entre as regiões, bem como dentro das regiões.

Observe-se que se pode escrever a matriz abreviadamente:

$$( A^1 \quad V^1 )$$

Os coeficientes referentes a  $A^1$  são relativos às indústrias produtoras no leste. Os índices tem o mesmo significado anterior. Assim sendo,  $a_{32}^1$  é a quantidade de roupa necessária a produzir uma unidade de combustível no leste, a a quantidade de combustível necessária a produzir uma unidade de alimento no leste. Os  $V^1$  se referem a indústria do transporte no leste.

Esses coeficientes indicam o que essa indústria exige das três indústrias produtoras do leste para transportar uma unidade de cada produção nas transações intra e interregional.

É conveniente esclarecer o significado da notação, assim sendo,  ${}_2v_1^{11}$  significa a quantidade de combustível dentro do leste, para transportar uma unidade de alimento.

No caso de  ${}_1v_3^{12}$ , tem-se a quantidade de alimento necessária a transportar uma unidade de roupa do leste para o oeste.

Obviamente, a matriz para a região oeste é construída da mesma forma, fazendo-se as necessárias modificações e  $x_i^p$  ( $i = 1,2,3$ ;  $p=1,2$ ) para representar as remessas e as produções.

Note-se que:

$$x_1^2 = s_1^{21} + s_1^{22} .$$

Essa equação significa que a produção do oeste é igual aos embarques para se mesmo mais o embarque para o Leste, para alimento. É evidente que o custo total de transporte pode ser obtido multiplicando-se os embarques de cada bem pelo custo unitário dos transportes. O problema, agora, consiste na minimização dos custos e a expressão a minimizar é

$$Z = \sum_{i=1}^3 \sum_{p=1}^2 \sum_{q=1}^2 (a_{4i}^p + v_i^{pq}) s_i^{pq}$$

- Os "a" são insumos de mão de obra na produção
- Os "v" são insumos de mão-de-obra nos transportes.
- Os "s" são os depachos (ou remessas).

A função Z é o valor a ser minimizado e representa o total da mão-de-obra exigida direta e indiretamente na produção e transporte de modo a atender as demandas regionais.

Por exemplo, em um modelo de duas regiões e três bens há dezesseis restrições. Outras seis restrições pertencem às capacidades das três indústrias produtoras das duas regiões.

Tem-se, também, duas restrições pertencentes a capacidade das indústrias de transporte da duas regiões, e, finalmente, as duas últimas restrições se referem a quantidade de mão-de-obra disponível em cada uma das duas regiões.

Figura VII.1 - Fluxograma do Modelo de Moses  
Figura VII.1.A - Continuação  
Figura VII.1.B - Continuação  
Figura VII.1.C - Continuação



# FLUXOGRAMA DO MODELO DE MOSES

AS INDÚSTRIAS SÃO DIVIDIDAS EM  
DUAS CATEGORIAS

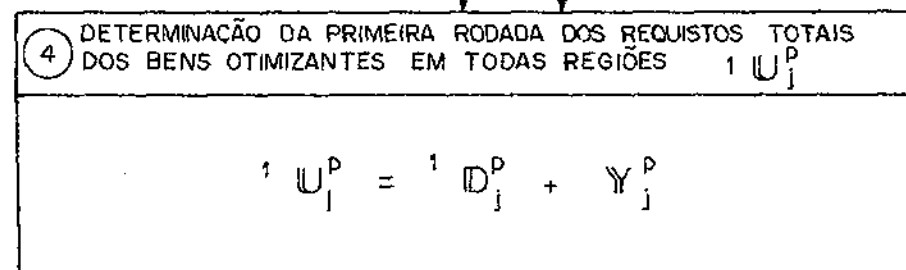
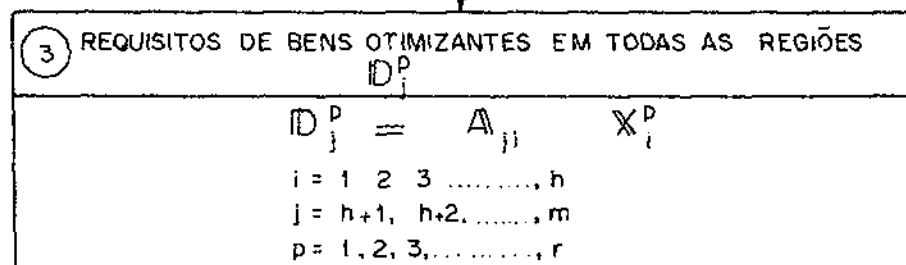
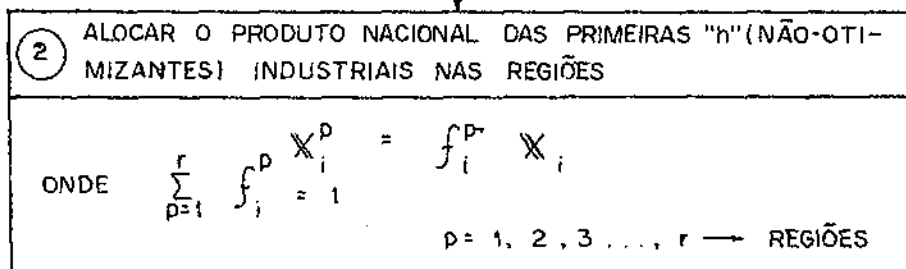
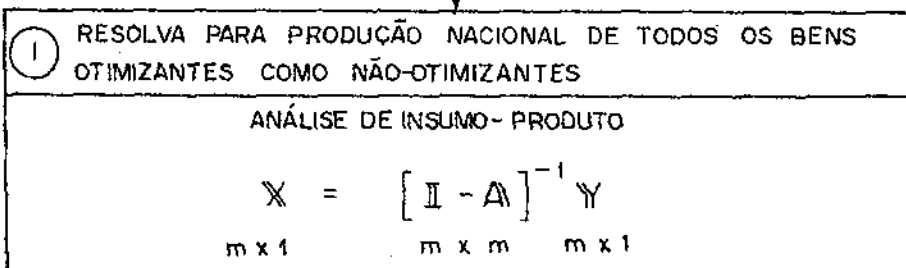
$i = 1, 2, \dots, h$  — INDÚSTRIAS NÃO-OTIMIZANTES

$j = h+1, h+2, \dots, m$  — INDÚSTRIAS OTIMIZANTES

$$\begin{bmatrix} A_{ii} & A_{ij} \\ \hline A_{ji} & A_{jj} \end{bmatrix}$$

MATRIZ DOS COEFICIENTES  
TÉCNICOS.

INÍCIO



A

7

(A)

5 DETERMINAÇÕES DOS PADRÕES OTIMAIS DAS REMESSAS  ${}^1S_j^p$

MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR

MINIMIZE  $z = \sum_{j=h+1}^m \sum_{p=1}^r \sum_{q=1}^r C_j^{pq} S_j^{pq}$

$\sum_{q=1}^r {}^1S_j^{pq} \leq K_j^p$

$\sum_{q=1}^r {}^1S_j^{pq} \geq {}^1U_j^p$

ONDE  $C_j^{pq}$  DENOTA O CUSTO DE PRODUÇÃO E ENTREGA DE UMA UNIDADE DE BEM OTIMIZANTE "j" DA REGIÃO "p" PARA REGIÃO "q"

$K_j^p$  CAPACIDADES NÃO NEGATIVAS DE BEM "j" NA REGIÃO "p".

6 PRODUÇÃO DE BENS OTIMIZANTES EM CADA REGIÃO NA PRIMEIRA RODADA.  ${}^1X_j^p$

${}^1X_j^p = \sum_{q=1}^r {}^1S_j^{pq} \quad p, q = 1, 2, \dots, r$   
 $j = h+1, h+2, \dots, m$

FIM ← SIM

$X_j \cong \sum_{p=1}^r {}^1X_j^p$

7 DETERMINAÇÃO DA SEGUNDA RODADA DOS REQUISITOS TOTAIS DOS BENS OTIMIZANTES EM TODAS REGIÕES.  ${}^2U_j^p$

${}^2U_j^p = A_{jj} {}^1X_j^p + {}^1U_j^p$

(B)

(7)

(10)

(B)

(B) DETERMINAÇÃO DOS PADRÕES OTIMAIS DAS REMESSAS  ${}^2S_j^p$

MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR

MINIMIZE  $Z = \sum_{j=h+1}^m \sum_{p=1}^r \sum_{q=1}^r C_j^{pq} {}^2S_j^{pq}$

SUJEITO A  $\sum_{q=1}^r {}^2S_j^{pq} \leq {}^2K_j^p$

$\sum_{q=1}^r {}^2S_j^{qp} \geq {}^2U_j^p$

(9) PRODUÇÃO DE BENS OTIMIZANTES EM CADA REGIÃO  ${}^2X_j^p$  NA SEGUNDA RODADA.

${}^2X_j^p = \sum_{q=1}^r {}^2S_j^{pq}$

FIM  $\leftarrow$  SIM  $\leftarrow$   $X_j \approx \sum_{p=1}^r {}^2X_j^p$

NÃO

(10) DETERMINAÇÃO DA TERCEIRA RODADA DOS REQUISITOS TOTAIS DOS BENS OTIMIZANTES EM TODAS AS REGIÕES.  ${}^3U_j^p$

${}^3U_j^p = A_{jj} {}^2X_j^p + {}^2U_j^p$

(11) DETERMINAÇÃO DOS PADRÕES OTIMAIS DAS REMESSAS  ${}^3S_j^p$

MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR.

MINIMIZE  $Z = \sum_{j=h+1}^m \sum_{p=1}^r \sum_{q=1}^r C_j^{pq} {}^3S_j^{pq}$

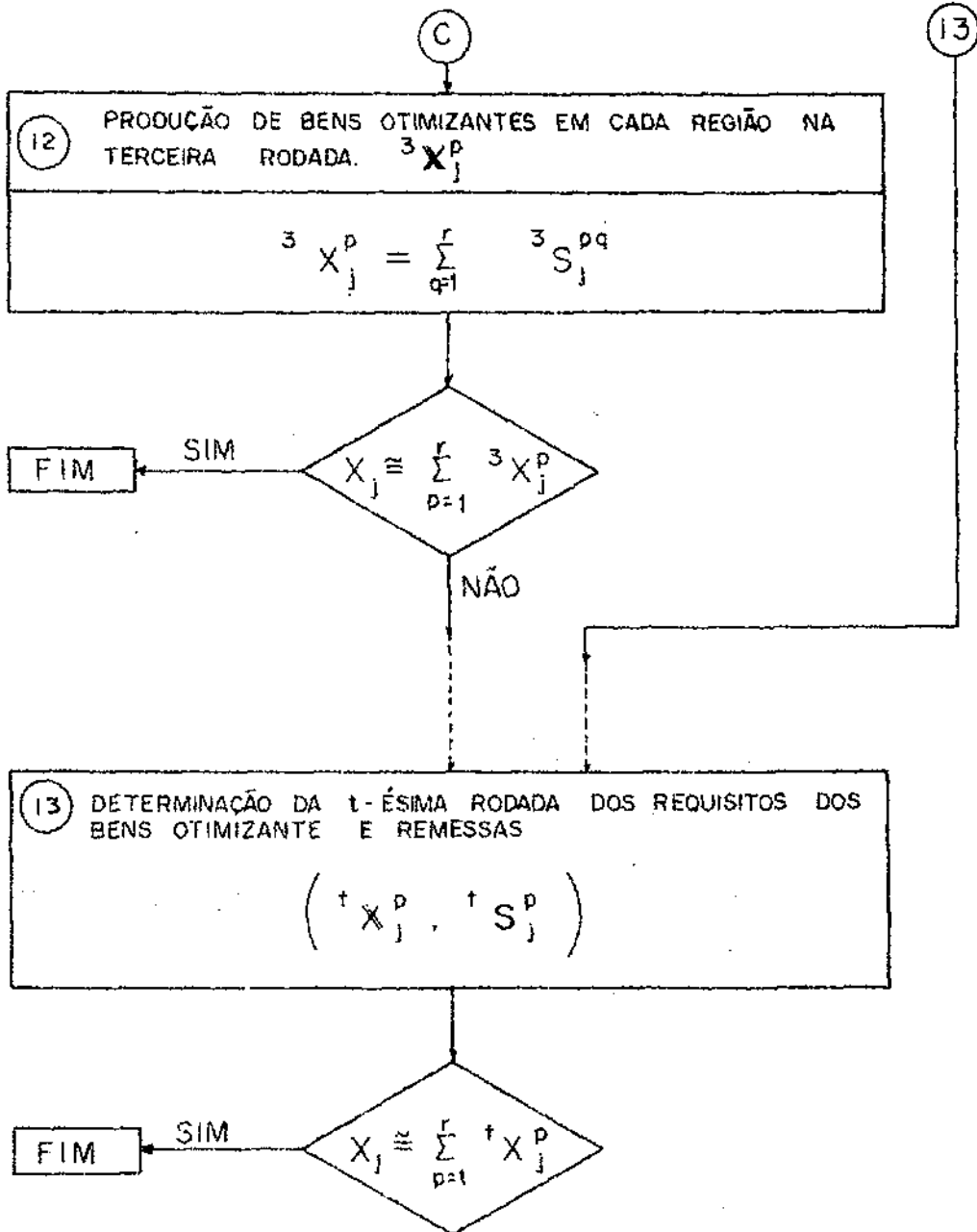
SUJEITO A  $\sum_{q=1}^r {}^3S_j^{pq} \leq K_j^p$

$\sum_{q=1}^r {}^3S_j^{qp} \geq {}^3U_j^p$

(C)

(10)

(13)





3) Procura-se determinar as necessidades intermediárias dos bens otimizantes da primeira rodada em todas as regiões,  ${}^1D_j^p$ .

Sabe-se que para obter os produtos dos bens não otimizantes alocados anteriormente, cada região necessita insumo de indústrias otimizantes. Eses requisitos são calculados multiplicando-se o produto de cada região de cada setor não-otimizante pelos coeficientes técnicos que representam os insumos das indústrias otimizantes para as não-otimizantes.

$$\begin{array}{c}
 \left[ \begin{array}{c} {}^1d_{h+1}^p \\ {}^1d_{h+2}^p \\ \vdots \\ {}^1d_m^p \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{cccc} a_{n+1,1} & a_{n+1,2} & \cdots & a_{h+1,h} \\ a_{h+2,1} & a_{n+2,2} & \cdots & a_{h+2,h} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mh} \end{array} \right] \left[ \begin{array}{c} X_1^p \\ X_2^p \\ \vdots \\ X_n^p \end{array} \right] \\
 (m-h) \times 1 \qquad \qquad (m-h) \times h \qquad \qquad h \times 1
 \end{array}$$

(7.2.4.3)

Pode-se escrever as expressões anteriores numa forma mais compacta

$${}^1D_j^p = A_{ji} X_i^p \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, h \\ j = h+1, h+2, \dots, m \\ p = 1, 2, \dots, 5 \end{array} \right.$$

(7.2.4.4)

- 4) Determinação da primeira rodada dos requisitos totais dos bens otimizantes em todas regiões  ${}^1U_j^P$ . (vide equação nº 2). Obtem-se os requisitos totais, da primeira rodada somando-se os requisitos intermediários da etapa 3 e as demandas regionais finais dos bens otimizantes.

Isto é, pode-se escrever que:

$$\begin{bmatrix} {}^1U_{h+1}^P \\ {}^1U_{h+2}^P \\ \vdots \\ {}^1U_m^P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} {}^1d_{h+1}^P \\ {}^1d_{h+2}^P \\ \vdots \\ {}^1d_m^P \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_{h+1}^P \\ Y_{h+2}^P \\ \vdots \\ Y_m^P \end{bmatrix}$$

$(m - h) \times 1 \quad (m - h) \times 1 \quad (m - h) \times 1$

ou escrevendo numa forma mais compacta teremos:

$${}^1U_j^P = {}^1D_j^P + {}^1Y_j^P \quad (7.2.4.5)$$

- 5) Determinação dos padrões ótimos de das remessas  ${}^1S_j^P$ , para satisfação dos requisitos totais da primeira rodada de bens otimizantes.

O problema consiste em minimizar:

$$Z = \sum_{j=h+1}^m \sum_{p=1}^r \sum_{q=1}^r C_j^{pq} S_j^{pq} \quad (7.2.4.6)$$

Com as restrições

$$\begin{aligned} \sum_{q=1}^r S_j^{pq} &\leq K_j^p & p = 1, 2, \dots, 5 \\ \sum_{q=1}^r S_j^{pq} &\geq U_j^p & j = h+1, h+2, \dots, m \end{aligned}$$

Será conveniente esclarecer o significado dos símbolos. Os  $C_j^{pq}$  se referem aos custos de produção e entrega de uma unidade de cada bem otimizando de cada região para se mesmo e para as outras regiões os  $K_j^p$  são capacidades não negativas e os  $S_j^{pq}$  são as remessas ótimas da primeira rodada.

Desde que o modelo supõe que todas as remessas são feitas da produção corrente, as produções dos bens otimizando da primeira rodada igual a soma das remessas, isto é,

$$X_j^p = \sum_{q=1}^r S_j^{pq} \quad \left( \begin{array}{l} p = 1, 2, \dots, 5 \\ j = h+1, h+2, \dots, m \end{array} \right)$$



VII.6 - A DETERMINAÇÃO DOS REQUISITOS TOTAIS DE CADA REGIÃO  
PARA OS BENS OTIMIZANTES

Consiste em duas etapas, primeiro, determinam-se as quantidades dos bens otim�antes que cada região exporta como resultado de produzir bens otim�antes para a satisfaçã das exigências totais da primeira rodada. Esses valores são obtidos multiplicando-se a soma das remessas de cada região na primeira rodada, isto é, os produtos da primeira rodada,  ${}^1X_j^p$ , pelos coeficientes técnicos que descrevem quanto de cada bem otim�ante cada indústria otim�ante necessita por unidade de produçã.

Depois o resultado da multiplicaçã são adicionadas as exigências da primeira rodada dos bens otim�antes.

$$\begin{array}{c} \left[ \begin{array}{c} {}^2U_{h+1}^p \\ \\ {}^2U_{h+2}^p \\ \vdots \\ {}^2U_m^p \end{array} \right] \\ (m-h) \times 1 \end{array} = \begin{array}{c} \left[ \begin{array}{ccc} a_{h+1,h+1} & \dots & a_{h+1,m} \\ a_{h+2,h+1} & \dots & a_{h+2,m} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m,k+1} & \dots & a_{m,m} \end{array} \right] \\ (m-h) \quad (m-h) \end{array} \begin{array}{c} \left[ \begin{array}{c} {}^1X_{h+1}^p \\ \\ {}^1X_{h+2}^p \\ \vdots \\ {}^1X_m^p \end{array} \right] \\ (m-h) \times 1 \end{array} + \begin{array}{c} \left[ \begin{array}{c} {}^1U_{h+1}^p \\ \\ {}^1U_{h+2}^p \\ \vdots \\ {}^1U_m^p \end{array} \right] \\ (m-h) \times 1 \end{array}$$

ou

$${}^2U_j^p = A_{jj} {}^1X_j^p + {}^1U_j^p \quad \begin{array}{l} j = h+1, h+2, \dots, m \\ p = 1, 2, \dots, 5 \end{array}$$

Aplica-se então, o algoritmo de programação linear ao requisito da segunda rodada.

$$\text{Minimize } Z = \sum_{j=h+1}^m \sum_{p=1}^r \sum_{q=1}^r C_j^{pq} z_{S_j}^{pq}$$

sujeito as restrições

$$\sum_{q=1}^r z_{S_j}^{pq} \leq K_j^p \quad \left( \begin{array}{l} p = 1, 2, \dots, r \\ j = h+1, h+2, \dots, m \end{array} \right)$$

e também,

$$\sum_{q=1}^r z_{S_j}^{qp} = z_{U_j}^p \quad \left( \begin{array}{l} p = 1, 2, \dots, 5 \\ j = h+1, h+2, \dots, m \end{array} \right)$$

obtem-se, então, a produção de bens otimizantes em cada região na segunda rodada.

$$z_{X_j}^p = \sum_{q=1}^r z_{S_j}^{pq}$$

O processo é continuado até que a produção dos bens otimizantes-quando somados para toda região - é igual a produção nacional desses bens. Convm lembrar que o produto nacional dos bens otimizantes foi determinado no primeiro passo resolvendo um sistema nacional do insumo-produto.

Se na  $t$ -ésima rodada dos requisitos dos bens otimizantes e remessas tivesse:

$$x_j = \sum_{p=1}^r t_{X_j^p}$$

então, estão terminadas as iterações. Moses demonstrou que o processo é convergente.

### VII.3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Moses mesclou os enfoques do insumo-produto e da programação linear para construir um modelo híbrido indicador das melhores condições gerais. A metodologia do estudo é engenhosa e os resultados empíricos são interessantes. Há no entanto, alguns sérios problemas concernentes a dados de obtenção laboriosas e algumas exigências teóricas inerentes ao próprio modelo.

Assim sendo, a exigência de coeficientes de transações estáveis, determina um paradoxo muito interessante. Moses é bastante explícito quando afirma que "a hipótese de coeficientes de transações estáveis é ponto crucial" (03) Mesmo para previsões a curto prazo, as condições seguintes devem ser satisfeitas:

- 1) Há excesso de capacidade na rede de transportes entre pares de região.
- 2) Cada indústria em cada região tem excesso de capacidade.
- 3) Há um "Pool" de mão-de-obra desempregada para região.

Essas hipóteses são necessárias para justificar custos constantes. E os custos constantes são necessários, Moses o percebeu, para justificar padrões de transações estáveis. É possível uma região produzir e importar um bem simultaneamente, e o modelo de Moses contém exemplos desses fluxos mas

isso é incompatível. Evidentemente, se os produtores locais tem excesso de capacidade e os custos são constantes, a região não pode importar o bem considerado. Os produtores locais teriam, sempre, condições de vender a preço mais baixo. Ora, nem a su posição de padrões estáveis de transações nem a importação ou exportação da mesma mercadoria têm sentido, isoladamente. E, tomadas em conjunto, colidem frontalmente. Ora, isso é uma sé ria contradição inerente ao Modelo de Moses. Comparando o Modelo de Moses com o de Leontief aquele tem a vantagem do seu caráter otimizador, mas na implementação do Modelo de Moses há uma grande dificuldade: a necessidade de uma tabela de insumo-produto a nível nacional.

Ora, isso pode criar sério obstáculo às suas aplicações práticas, em países sem tal estudo. O caráter iterativo do modelo, também, pode tornar os cálculos custosos e longos. Em relação ao Modelo de Tinbergen, o Modelo de Moses, tam bém, se diferencia por sua característica otimizantes.

Vê-se, portanto, que o modelo de Moses não é de fácil aplicação. Além do mais, a separação entre indústrias não otimizantes e otimizador pode levar a uma taxologia arbitrária.

CAPÍTULO VIII

EXEMPLO DE APLICAÇÃO DE UM MODELO SIMPLIFICADO DA ANÁLISE  
DE INSUMO-PRODUTO AO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

## CAPÍTULO VIII

EXEMPLO DE APLICAÇÃO DE UM MODELO SIMPLIFICADO DA ANÁLISE  
DE INSUMO-PRODUTO AO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

## VIII.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os transportes se constituem em sistemas com muitas partes inter-ligadas. No sistema de transportes, essas ligações são constituídas pelas viagens entre origem e destino. Dentro do sistema, os nodos são altamente inter-relacionados e interdependentes.

Cada nodo se liga ao sistema através do tráfego de passageiros que se verifica entre os nodos.

Essa interdependência necessita, pois, que qualquer análise e projeções para um nodo particular considere os efeitos do aumento ou diminuição no tráfego gerado por outro nodo do sistema total. Até bem pouco tempo essa interdependência não era levada em conta nas projeções dos tráfegos.

Os trabalhos de Vany e Garges (31) chamaram atenção para esse fato. Verificou-se, então, que o uso da técnica do insumo produto seria uma abordagem que eliminaria essa

deficiência. A técnica moderna permite projetar o tráfego de tal modo que a projeção para qualquer cidade é consistente com a projeção para as outras cidades do sistema. As projeções para todas as cidades estudadas são feitas simultaneamente e, contêm, desagregações do crescimento do tráfego total em projeções para as cidades individuais dentro da rede.

#### VIII.2 - APLICAÇÃO DE UM MODELO DE INSUMO-PRODUTO SIMPLIFICADO AO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

Para aplicação do modelo de insumo-produto simplificado, partiu-se das hipóteses seguinte:

- 1) Estabelece-se uma analogia, entre um sistema de transporte aéreo e de um sistema econômico.
- 2) Do mesmo modo que Leontief considera os setores e indústrias de qualquer economia inter-relacionados e inter-dependentes, consideram-se as cidades (nodos) num sistema de transportes como inter-ligadas.
- 3) No modelo de Leontief tem-se fluxos de dinheiro, na particularização considera-se fluxo de passageiros. O modelo matemático da análise do insumo-produto é dado por:



$$X = AX + Y \quad \text{ou} \quad (I - A) X = Y.$$

onde:

X - vetor coluna de saída total,  $X_1, X_2, \dots, X_n$

Y - vetor coluna da demanda final,  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$

I - matriz identidade

A - matriz dos coeficientes técnicos

Tais que  $a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j}$ , isto é, a percentagem de  $X_j$  (saída total para a coluna  $j$ ) gasta no setor  $i$ .

No modo seguinte:

- a) X, é o valor de saída total, que se faz igual ao número de passageiros saídos de cada cidade considerada (área de estudo) para outras cidades.
- b) A, é a matriz dos coeficientes técnicos. Serão obtidos dividindo-se cada elemento de uma tabela de origem/destino (da área de estudo) pelo total do tráfego originado em a no ano considerado. Consideremos, por exemplo, o coeficiente técnico de "a" para "b":

$$\text{Coeficiente Técnico de "a" para "b"} = \frac{\text{Tráfego de "a" para "b" no ano T.}}{\text{Total do tráfego originado em "a" destinado a todas as outras cidades.}}$$

Pode-se desse modo, obter a matriz  $A$ .

- c)  $Y$ , é o vetor entrada, consiste no tráfego total recebido por cada cidade da área de estudo proveniente de todas as outras cidades, menos a soma de fluxo recebido por cada cidade das outras cidades da área de estudo. Por exemplo, a cidade "a" recebeu  $m$  passageiros de todas as outras cidades no ano  $T$  e recebeu  $n$  passageiros das cidades da "área de estudo". Então,  $(m-n)$  representa a demanda final, o vetor de entrada, contém assim o tráfego que está fora do subsistema considerado (tráfego exógeno).

Na aplicação do modelo segue-se o procedimento seguinte:

- 1 - Gera-se uma matriz  $A$  para um ano  $t_1$ , determinado.
- 2 - Subtrai-se  $A$  da matriz identidade de modo a ter-se  $(I - A)$  que invertida dará  $(I - A)_t^{-1}$ .
- 3 - Testa-se a consistência interna do modelo, entrando-se com  $X$  e  $Y$  para os valores do ano  $t_1$ . Isto é,  $X_{t_1} = (I-A)Y_{t_1}$  que indicará um estado de equilíbrio no ano  $t_1$ .
- 4 - Usam-se, então, os valores de  $Y$  para o tempo  $t$  na equação para se obter  $X_t$ . Isto é,

$$X_{t_2} = (I - A)_{t_1}^{-1} Y_{t_2}$$

Isso indica que os coeficientes de interação de  $t_1$  são usados para predizer o tráfego de cada cidade em  $t_2$ .

- 5 - Os valores previstos são, então, correlacionados e comparados graficamente com o tráfego total real, gerado por cada cidade em  $t_2$ .
- 6 - O mesmo procedimento é repetido em intervalos de tempo (5 anos, por exemplo) usando-se a equação do período de tempo precedente em cada ano de modo a gerar os valores de  $X$  para cada cidade.

As seguintes equações são usadas:

$$X_{t_3} = (I - A)_{t_2}^{-1} Y_{t_3}$$

$$X_{t_4} = (I - A)_{t_3}^{-1} Y_{t_4}$$

$$X_{t_5} = (I - A)_{t_4}^{-1} Y_{t_5}$$

Filani (32) observou que a correlação entre os valores previstos e os reais é muito alta. Isso pode ser evidenciado, traçando-se gráficos de barras horizontais para a direita e para a esquerda (prevista e real) e valores, na vertical decrescentes, a partir da base para cada cidade, geralmente, com raras exceções, apresentam as cidades em ambos os lados na mesma colocação. Suponha-se, agora, que se deseja cal-

cular os valores de  $X_{t_5}$ , então  $X_{t_5} = (I-A)_{t_4 t_5}^{-1} Y_{t_5}$ . Mas na projeção desconhece-se  $X_{t_5}$  e  $Y_{t_5}$ . Tem-se pois que calcular um dos valores desconhecidos de modo a tornar o problema solúvel (nesse caso o valor do vetor entrada  $Y$ ).

Para calcular o valor do vetor entrada  $Y$  para cada cidade, a taxa de crescimento média, para todas cidades nos anos anteriores é usada.

Tendo-se tal valor médio esse será usado para expandir o valor de  $Y_t$  obtendo-se:

$$X_{t_5} = (I - A)_{t_4}^{-1} S Y_{t_4}$$

onde  $S$  é o escalar obtido na média e usado para expandir os elementos de  $Y$

Como é usual, nos modelos de insumo produto, os coeficientes técnicos são considerados constantes na matriz de interação para o período de aplicação. O fato é que, investigações levadas a efeito sobre a estabilidade temporal dos coeficientes, tem revelado variações insignificantes (32).

## CAPITULO IX

COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS GLOBAIS E OS MÉTODOS  
TRADICIONAIS DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

## IX.1 - INTRODUÇÃO

A revisão apresentada nos capítulos anteriores, mostra os Métodos Globais mais representativos que os planejadores de transportes podem utilizar. A fim de melhor situar os Métodos Globais será conveniente obter uma visão geral do que tem sido feito até agora usando os métodos tradicionais. Com esse fim, procurou-se, então, verificar o que permanecia constante em diferentes abordagens. Com essa finalidade, estudaram-se os fluxogramas (macro-diagramas) dos processos de planejamento de transportes efetuados para Chicago, Southeastern Winsconsin, Niagara Frontier, Wilmington e Tucson, os quais são mostrados nas Figuras IX.1.1, IX.1.2, IX.1.3, IX.1.4, IX.1.5.

Analisando-se os fluxogramas detalhadamente, verificou-se que, nos estudos de planejamento de transportes, os dados referentes a viagens, facilidades de transportes, uso-da-terra e características sócio-econômicas são importantes.

Pela leitura de diversos relatórios observou-se que as pesquisas são lentas e custosas.

Assim sendo, a precisão, a utilidade e a adequação dos dados, bem como as técnicas de abordagem, devem ser avaliadas devidamente (08). Os estudos de planejamento de transportes necessitam de um conjunto de dados primários e secundários. Alguns resultados de estudo apresentam uma relação de mais de vinte dados considerados primários, são basicamente, relativos a:

- Levantamento de origem-destino através de entrevistas domiciliares.
- Levantamento de origem-destino de caminhão-táxi
- Contagem de tráfego
- Levantamento de origem-destino no cordão externo (Cordon-line) e verificação no cordão interno (Screen-line).
- Levantamento de áreas de acordo com o uso-de-terra.
- Inventário das principais vias de ligação
- Inventário das vias de ligação secundárias.
- Levantamento das velocidades de percurso.

É possível verificar, em alguns estudos o fato de que às vezes são coletados dados primários supérfluos.

Se isso se verifica nos dados primários a situação se agrava, quando se trata de dados secundários.

No Brasil é grande a escassez de dados secundários, principalmente no que concerne a algumas informações relevantes ao planejamento de transportes.

A falta de fornecimento de informações por alguns órgãos públicos que, muitas vezes, gastaram uma fortuna na coleta dos mesmos, piora a situação dos pesquisadores.

Frequentemente é a ausência total de informações importantes e fáceis de coletar. Isso, provavelmente, devido a falta de interesse em dados estatísticos.

Além do mais, geralmente o tempo necessário para a coleta e processamento de alguns dados é excessivo.

Assim sendo, perde-se muito tempo e dinheiro por falta de informações sobre dados secundários.

Em relação ao uso dos Métodos Globais, no Brasil, pouco tem sido feito.

Isso devido ao fato de que, no Brasil, a experiência mais antiga de elaboração de contas regionais tem-se limitado às estimativas da Renda Interna, segundo ramos de atividades por unidade da Federação (1939-1974/68) preparada pelo Centro de Contas Nacionais da Fundação Getúlio Vargas. (33)

Mais recentemente, inúmeras novas experiências estão sendo desenvolvidas no País: Estudos de relações interindustriais ao nível estadual e urbano, têm sido realizados pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR). A Fundação João Pinheiro estimou o produto e a renda regional de Minas Gerais.

Figura IX.1.1 - Fluxograma do Processo de Planejamento de Transportes de Chicago



FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES DE CHICAGO

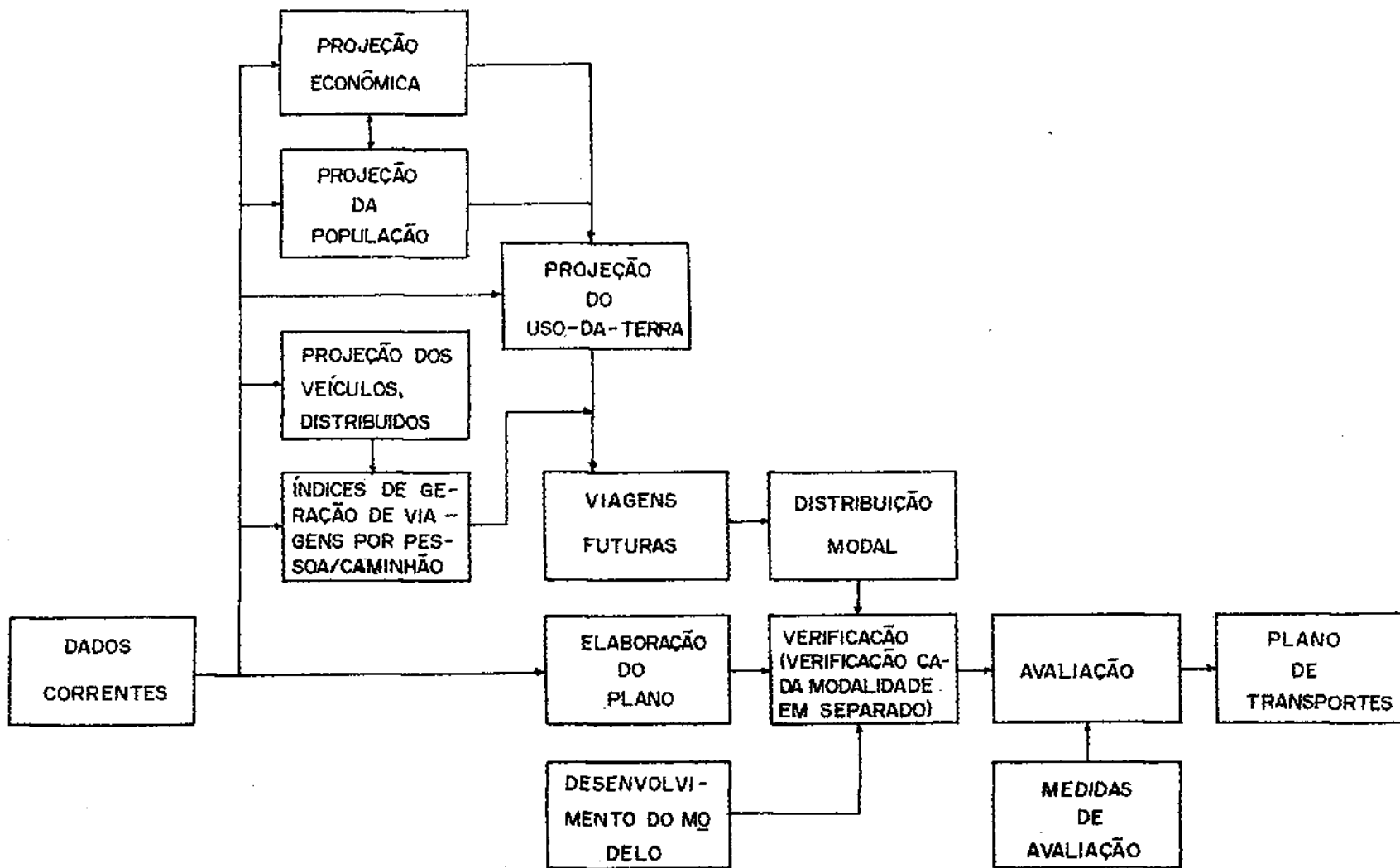
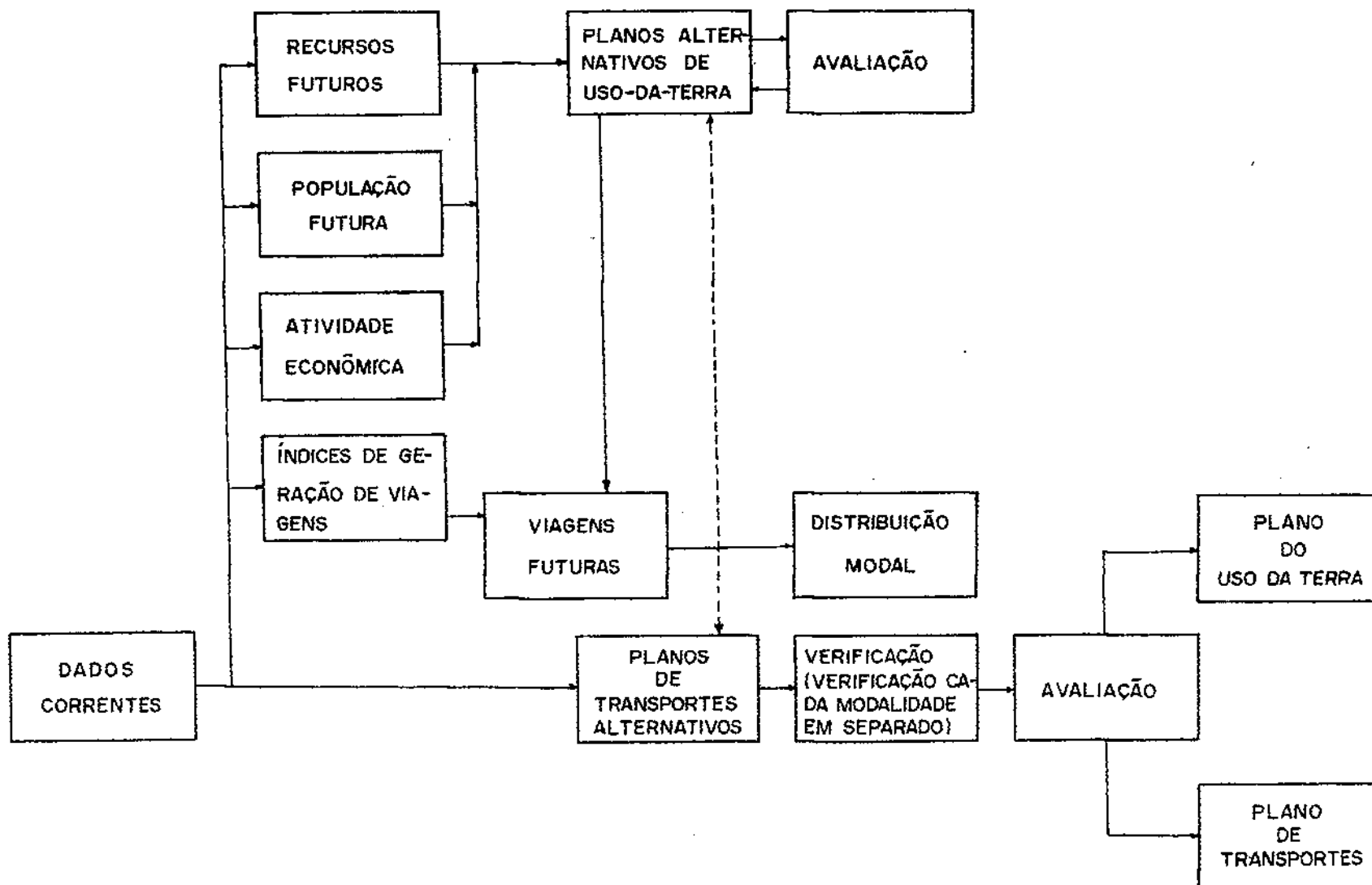


Figura IX.1.2 - Fluxograma do Processo de Planejamento de Transportes de Southeastern Wisconsin

FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES DE SOUTHEASTERN WISCONSIN



**Figura IX.1.3 - Fluxograma do Processo de Planejamento de Transportes de Niágara Frontier**

FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES DE NIAGARA FRONTIER

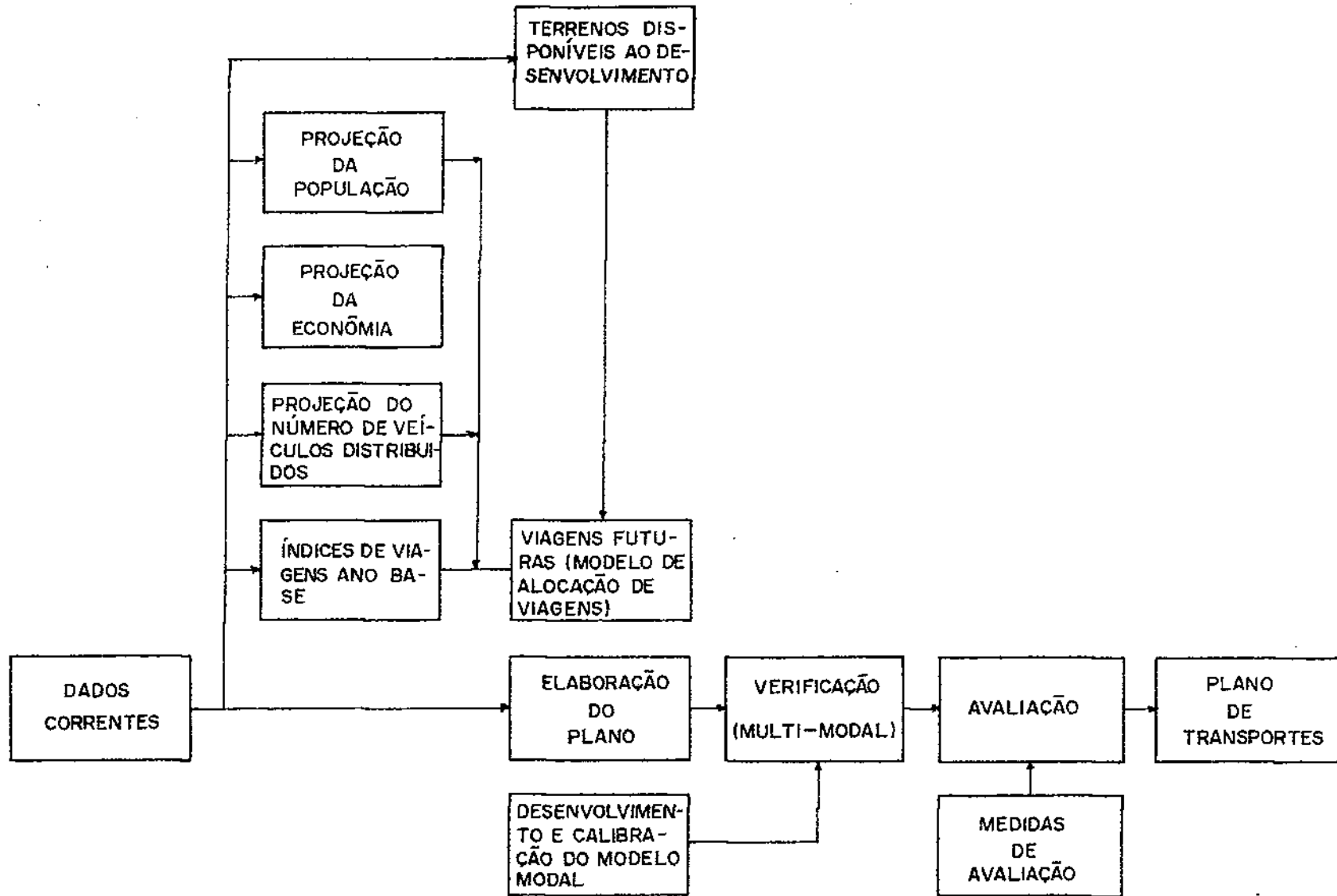


Figura IX.1.4 - Fluxograma do Processo do Planejamento de Transportes de Wilmington

FLUXOGRAMA DO PROCESSO DO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES DE WILMINGTON

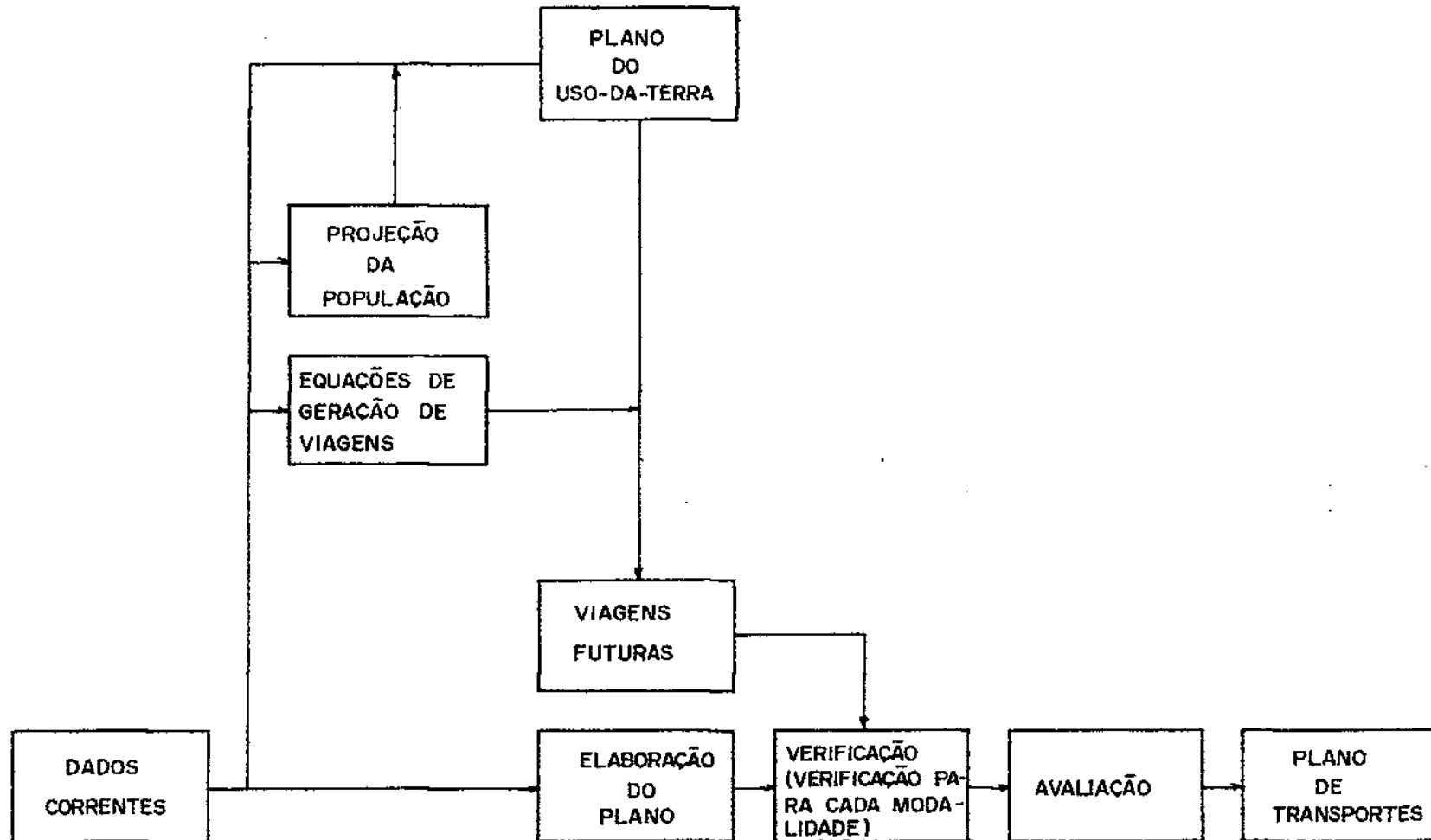
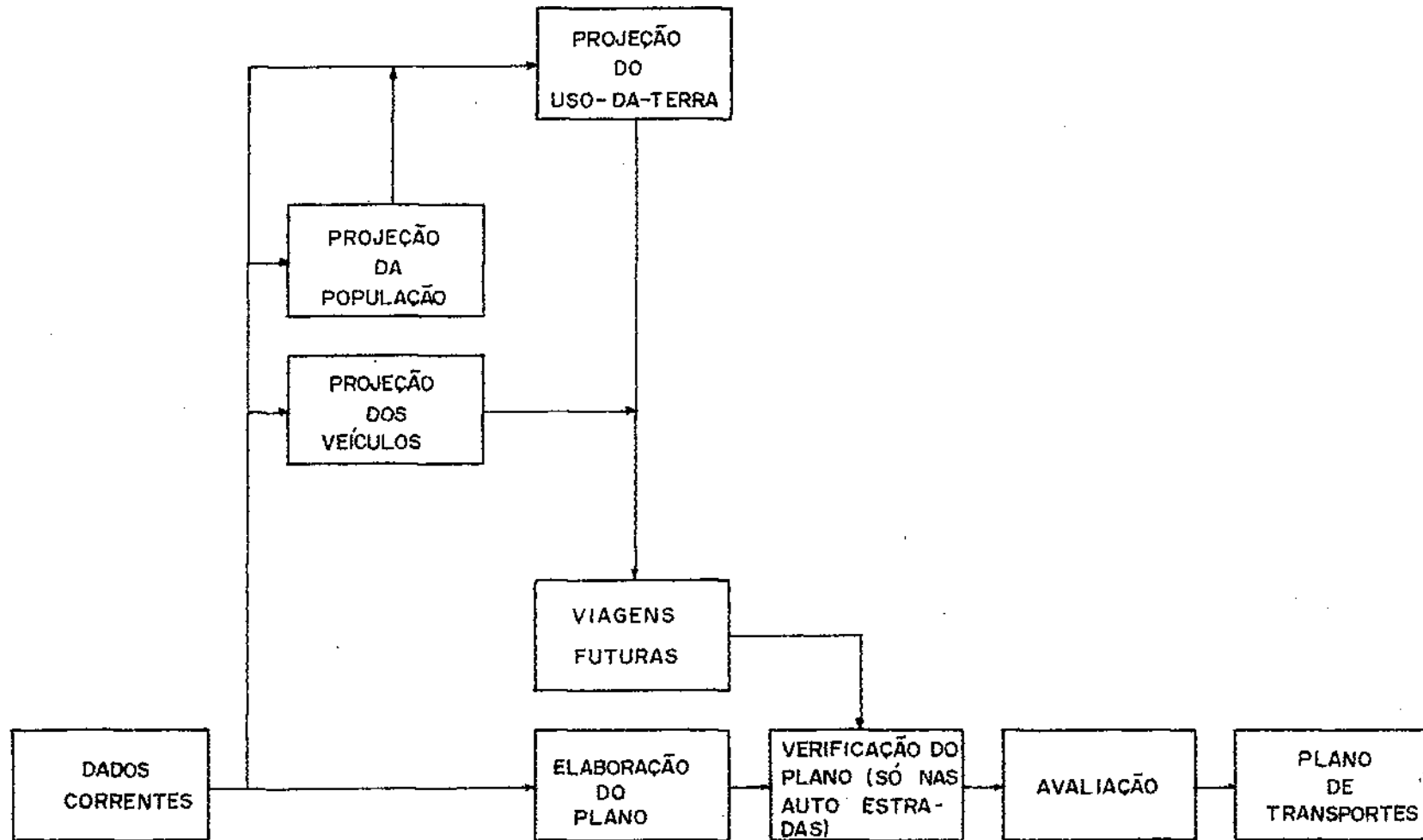


Figura IX.1.5 - Fluxograma do Processo de Planejamento de Transportes de Tucson



FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE DE TUCSON



## 9.2 - OS MÉTODOS GLOBAIS

Como foi dito no Capítulo III, os Métodos Globais permitem uma visão geral do sistema econômico. Nas abordagens Globais estudadas, verificou-se também, que aqueles modelos possibilitam a projeção do sistema econômico como um todo considerando a inter-dependência das atividades econômicas.

Como os Métodos Globais são abrangentes podem ser utilizados com várias finalidades. Contudo, a metodologia dos Métodos Globais, para ser usada, necessita muita pesquisa e levantamento de novos tipos de dados, diferentes daqueles usados nos Métodos Tradicionais.

A utilização dos Métodos Globais é dificultosa e bastante dispendiosa e exige para sua implementação pessoal adequadamente preparado.

Quanto ao seu aspecto teórico, notou-se que, os Métodos Globais levam a cálculos matemáticos laboriosos.

## IX.3 - OS MÉTODOS TRADICIONAIS

Nos Métodos Tradicionais restringe-se a coleta aos dados absolutamente necessários, tendo em vista a formulação dos problemas de transportes e domínios dos problemas. Procura-se, então, identificar os objetivos e formular o modelo do sistema de transportes. Ora, para isso, é necessário coletar dados sobre as condições existentes. Dispondo desses elementos, procede-se a calibração, que é o processo pelo qual certos parâmetros do modelo são variados até obter boa concordância, entre os índices de geração de viagens ou fluxos, teó

ricas e observados, nas vias. Tem-se, assim, condições de decidir entre os sistemas alternativos e implementar as modificações no sistema. Esse é o processo de planejamento de transportes tradicional.

As Figuras IX.3.1 e IX.3.2 mostram um fluxograma do processo de Planejamento de Transportes.

#### IX.4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que concerne a coleta de dados os métodos tradicionais são menos dispendiosos. Contudo, esses métodos não permitem uma visão detalhada da região.

Conforme foi visto em IX.3 a coleta de dados depende da identificação dos objetivos. Tem, assim, os métodos tradicionais mais flexibilidade, podendo abordar problemas isolados.

A formulação matemática dos Métodos Globais é mais complexa do que a dos métodos tradicionais.

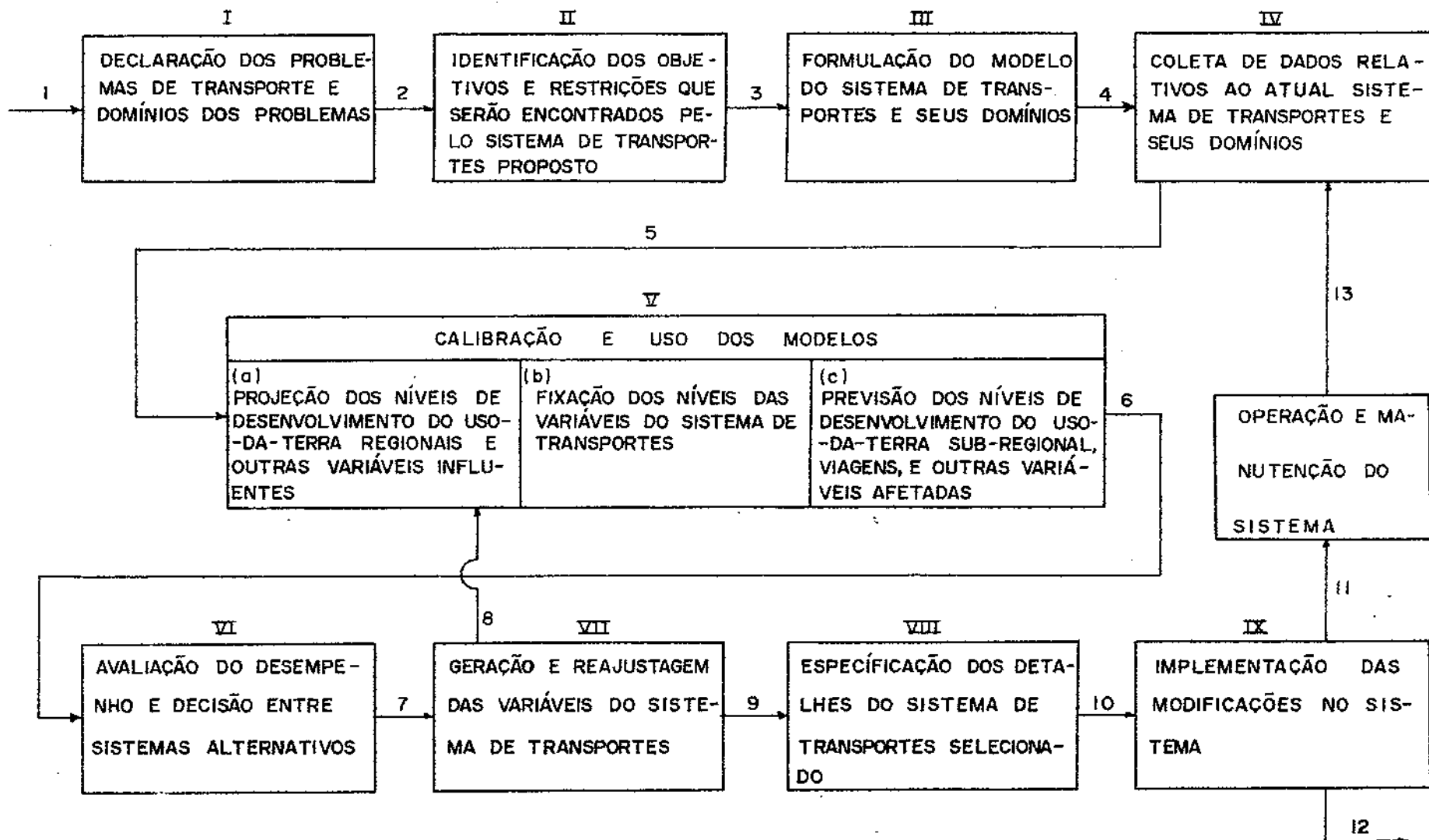
Nas projeções, os Métodos Globais asseguram a interdependência das atividades econômicas, enquanto que nos Métodos Tradicionais essas são consideradas isoladamente. Nesse aspecto, os Métodos Globais são superiores a Métodos tradicionais, quando se trata de Planejamento a nível nacional e/ou regional a longo prazo.

Para melhor entendimento da comparação entre os Métodos Tradicionais e Globais foi incluída a Figura IX.4.1

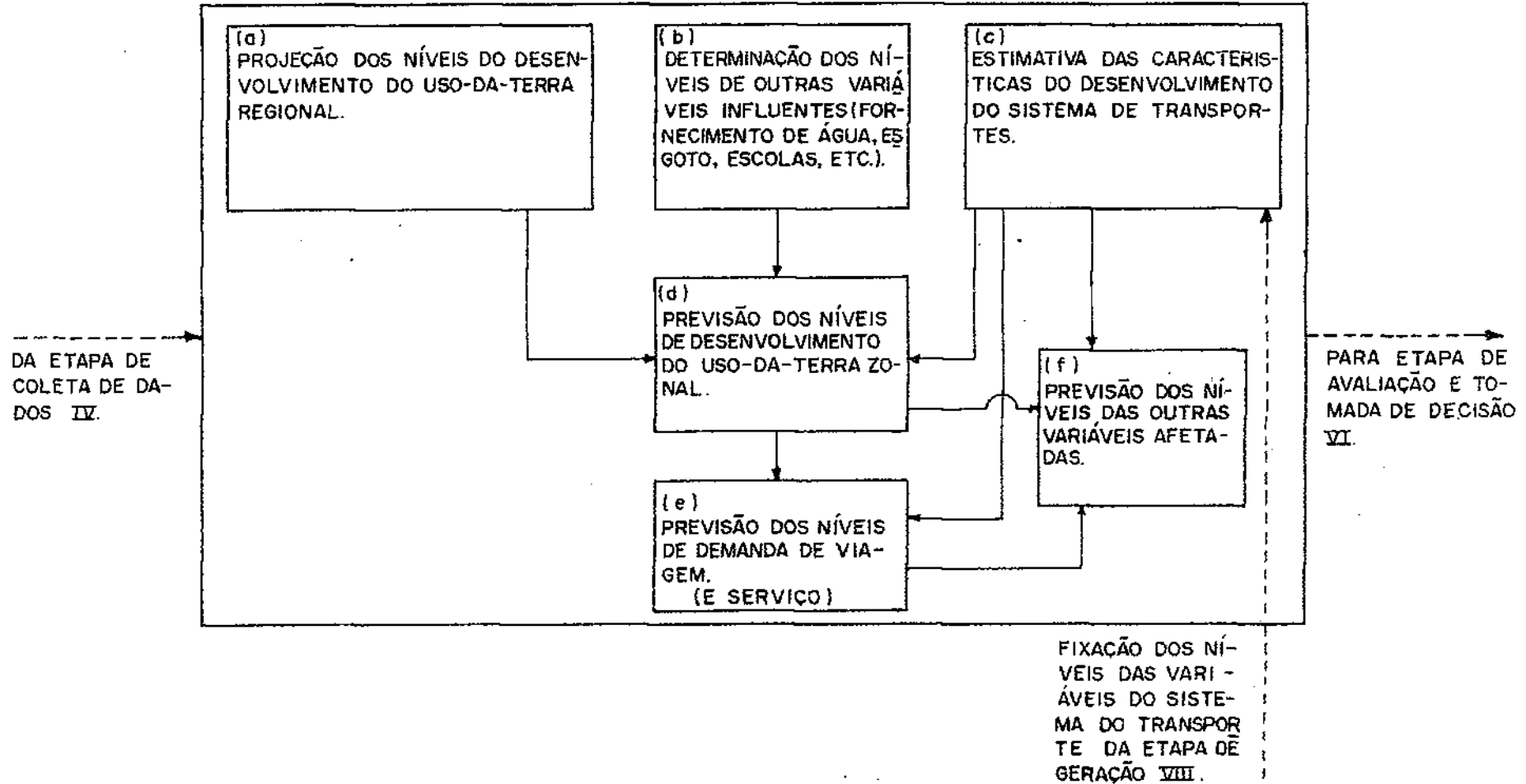
Figura IX.3.1 - 0 Processo de Planejamento de Transportes

Figura IX.3.2 - Calibração e Uso dos Modelos

O PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES



ETAPA V - CALIBRAÇÃO E USO DOS MODELOS



AS SEIS PRINCIPAIS FASES DA ETAPA DE CALIBRAÇÃO E USO DO MODELO NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES.

Figura IX.4.1 - Comparação entre os Métodos Globais e os Métodos Tradicionais de Planejamento de Transportes.



COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS GLOBAIS E OS MÉTODOS TRADICIONAIS DE  
PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

MÉTODOS	V A N T A G E N S	D E S V A N T A G E N S
TRADICIONAIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Restringem a coleta aos dados absolutamente necessários, tornando as pesquisas menos dispendiosas.</li> <li>b) Abordagens sendo menos abrangentes, facilitam a coleta de dados isolados.</li> <li>c) Tornam mais fácil a comparação entre alternativas de problemas isolados.</li> <li>d) As expressões matemáticas são bastante simplificadas o que facilita os cálculos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Não permitem uma visão detalhada da região ou cidade.</li> <li>b) Por desprezar a interdependência entre os dados da atividade econômica conduzem à obtenção de dados superfluos.</li> <li>c) Não levando em consideração a interdependência entre setores e indústrias do sistema, pode induzir solução que não atenda ao sistema como um todo.</li> </ul>
GLOBAIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Permitem uma visão geral do sistema econômico e de transporte.</li> <li>b) Possibilitam a projeção do sistema econômico como um todo, considerando a interdependência das atividades econômicas.</li> <li>c) Podem ser utilizados com várias finalidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Exigem a coleta de um avultado número de dados</li> <li>b) Sua utilização é mais dificultosa e dispendiosa</li> <li>c) Levam a cálculos matemáticos bastante complexos.</li> </ul>

## CAPÍTULO X

## CONCLUSÕES

Levando-se em consideração os assuntos que foram vistos e discutidos anteriormente neste trabalho, podem ser feitas as seguintes conclusões:

## X.1 - CONCLUSÕES GERAIS

- 1) A Metodologia proposta dos Métodos Globais, pa ser usada, necessita de muita pesquisa e levantamento do dados, diferentes daqueles usados nos Métodos Tradicionais. Tais como: coeficiente técnicos, coeficiente de transportes, propensão marginal para gastar, capacidade limite, elasticidade da oferta etc.
- 2) A complexidade dos Métodos Globais requer sua introdução no País com programas pilotos e limitados a determinadas regiões.
- 3) A técnica usando os Modelos Globais permitem estudar a interação de muitos setores diferentes da economia, e sua influência sobre os fluxos de bens, localização da população e empregos. Fatores, sem dúvida alguma, importantes

no planejamento de transportes. Por esse motivo, seria de muita importância que os órgãos brasileiros de planejamento regionais procurassem preparar pessoal adequado para implantação dessas Tecnologia Globais.

- 4) Os Métodos Globais podem ser úteis nos e/ou regionais, complementando os Métodos Tradicionais.
- 5) A complexidade de construção de Tabelas de Insumo-Produto para sua utilização nos modelos discutidos neste trabalho mostra que a sistemática de coleta de documentação e uso dos dados é uma das etapas mais importantes e portanto exigem pessoal e um sistema de organização voltados para esse fim.
- 6) Como os Métodos Globais permitem uma visualização geral da economia de uma região, serão muito úteis na alocação de recursos e provisão de fundos, para escolha das facilidades prioritárias.
- 7) A escolha do modelo a adotar, em determinado estudo, dependerá do objetivo e natureza da pesquisa, exigindo, frequentemente, da parte do pesquisador, flexibilidade e capacidade de adaptação.

## X.2 - CONCLUSÕES DETALHADAS

- 1) O Modelo de Tinbergen, por ser específico do Planejamento de Transportes, tem a vantagem de ser mais simples.
- 2) O Modelo de Moses é o mais complexo, por utilizar técnicas de otimização. Seria, esse modelo, melhor utilizado em economias planificadas.
- 3) O Modelo de Leontief é muito complexo nas suas aplicações regionais, levando a grandes tabelas.
- 4) O Modelo de Moses não pode ser aplicado em países sem tabela de insumo-produto a nível nacional.
- 5) O Modelo simplificado de insumo-produto pode ter várias aplicações algumas bastante úteis.
- 6) O Modelo de Leontief e o Modelo de Moses tem sérios problemas taxológicos. Especialmente em países onde esses modelos são incipientes. Assim, por exemplo, para algumas indústrias, seria difícil dizer se são otimizantes ou não-otimizantes.

## CAPÍTULO XI

## SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Enumeram-se, a seguir, alguns tópicos sobre os quais podem ser desenvolvidas algumas pesquisas relacionadas aos métodos discutidos neste trabalho:

- 1) Fixar as indústrias e setores mais importantes para os trabalhos feitos no Brasil, relativos aos Métodos Globais.
- 2) Utilizar o modelo simplificado do insumo-produto apresentado para o planejamento de um sistema de transportes coletivos.
- 3) Utilizar o modelo simplificado de insumo-produto apresentado para o estudo do sistema de transportes aéreos de passageiros.
- 4) Desenvolver normas para coleta de dados de interesse dos Métodos Globais.
- 5) Desenvolver normas para o entrosamento de diversos órgãos estatais de modo a facilitar e regulamentar a coleta de dados de interesse dos Métodos Globais.
- 6) Comparação, em termos de custos, entre os Métodos tradicionais e os Métodos Globais

## CAPÍTULO XII

### B I B L I O G R A F I A

- 01 - WINFREY, R. e ZELLNER  
Summary and evaluation of economics consequences of high way improvements, Special Report 122, 124-144 Highway Research Board, 1971
- 02 - MIERNYK, W.H.  
The Elements of Input-Output Analysis Randon House, Inc., Nova York, 1967
- 03 - DEAN, R.D. LEAHY, W.H. MCKEE, D.L.  
Spacial Economic Theory  
The Free Press, Nova York, 1967
- 04 - ISARD, W.  
Location and Space Economy  
MIT Press, 1956
- 05 - CARTER, A.P. e BRODY, A.  
Contributions to Input-Output Analysis  
Elsevier Publishing Company, Inc. Nova York, 1972
- 06 - CARTER, A.P. e BRODY, A.  
Applications of Input-Output Analysis  
Elsevier Publishing Company, Inc. Nova York, 1972
- 07 - BENAIVIE, A.  
Mathematical Techniques  
For Economic Analysis  
Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1972

- 08 - CREIGHTON e HAMBURG  
Data Requirements for Metropolitan Planning. Report 120  
Highway Research Board (HRB), 1971
- 09 - McLOUGHLIN, J.B.  
Urban and Regional Planning: a System Approach  
Praeger Publishers - N.Y. - Washington, 1969
- 10 - HUTCHINSON, B.G.  
Principles of Urban Transport System Planning  
McGraw-Hill Book Company, 1975
- 11 - DICKEY, J.W.  
Metropolitan Transportation Planning  
McGraw-Hill Book Company, 1975
- 12 - DORFMAN, R.; SAMUELSON, P.; SOLOW, R.  
Linear Programming and Economic Analysis  
McGraw-Hill Book Company, 1958
- 13 - FERBER, R. AND VERDOON, P.J.  
Research Methods in Economics and Business  
The Macmillan Company, 1968
- 14 - FADDEEVA, V.H.  
Computational Methods of Linear Algebra  
Freeman and Company, S. Francisco, 1963
- 15 - HEGGIE, I.  
Transport Engineering Economics  
McGraw-Hill Book Company, 1974
- 16 - NEUFVILLE, R. E STAFFORD, J.H.  
System Analysis for Engineers and Managers  
McGraw-Hill Book Company, 1971

- 17 - WOHL, M. e MARTIN, B.Y.  
Traffic System Analysis for Engineers and Planners  
McGraw-Hill Book Company, 1967
- 18 - CHU, K.  
Principles of Econometrics  
Intext Educational Publishers, 1974
- 19 - Economic Commission for Asia and Far East  
Introduction to transport planning  
United Nations, 1967
- 20 - PANNE, C. VAN  
Linear Programming and Related Techniques  
Elsevier Publishing Company, Inc., Nova York, 1971
- 21 - WINFREY, R.  
Economic Analysis for Highways  
International Textbook Company, 1967
- 22 - BRUTON, M.J.  
Introduction to Transportation Planning  
Hutchinson Technical Education, 1968
- 23 - TINBERGEN, J.  
The appraisal of road construction; two calculation  
schemes  
The Review of Economics and Statistics Vo. XXXIV  
August 1957/Number 3
- 24 - MOSES, L. N.  
A General Equilibrium Model of Production, Interregional  
Trade, and Location of Industry  
The Review of Economics and Statistics Vo.42 - 1960



- 
- 25 - BOS, H.C. e KOYCK, L. M.  
The appraisal of road construction projects: a practical example  
The Review of Economics and Statistics - 1961
- 26 - AGGERHÖLM, D. e OUTROS  
Issues in statewide transportation planning  
Special Report 146, 91-141  
Transportation Research Board - TRB , 1975
- 27 - AHUMADA, JORGE  
Teoría y Programación Del Desarrollo Económico  
Caudernos del Instituto Latino Americano de Planificación  
Económica y Social, série I, nº 1, Santiago de Chile, 1967
- 28 - MEYER, JOHN R.  
Regional economics: a survey  
American Economic Review - V. 53 - 1963
- 29 - TIEBOUT, CHARLES M.  
Regional and interregional  
input-output models: an appraisal  
Southern Economics Journal V.24 - 1957
- 30 - ISARD, W e KUENNE , R.E.  
The impact of steel upon the greater  
New York - Philadelphia Industrial Region  
The Review of Economics and Statistics XXXV - 1953
- 31 - DE VANY, A.S. e GARGES E.H.  
A forecast of air travel and airport and  
airway use in - 1980  
Transport Research 6, 1 - 18, 1973
- 32 - FILANI, M.O.  
Air traffic forecasting: an input-output technique  
approach  
Regional Studies 8, 331-338, 1973

33 - HADDAD, P.R.

Contas sociais e modelos de determinação da renda regional

Pesquisa e Planejamento Econômico 4, 25-48, 1974