

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA**

O GÁS NATURAL E A MATRIZ DE INSUMO PRODUTO

Autor: Marcelo Luis de Carvalho
Orientador: Sinclair Mallet-Guy Guerra

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

O GÁS NATURAL E A MATRIZ DE INSUMO PRODUTO

Autor: Marcelo Luis de Carvalho
Orientador: Sinclair Mallet-Guy Guerra

Curso: Engenharia Mecânica
Área de Concentração: Planejamento de Sistemas Energéticos

Dissertação de mestrado acadêmico apresentada à comissão de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Campinas, 2006
S.P. - Brasil

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO

**O GÁS NATURAL E A MATRIZ DE
INSUMO PRODUTO**

Autor: Marcelo Luis de Carvalho
Orientador: Sinclair Mallet-Guy Guerra

Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra
Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Newton Muller Pereira
Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Alcides Hector Rodriguez Benoit
Universidade Estadual de Campinas

Campinas, 13 de Julho de 2006

Dedicatória:

Dedico este trabalho à todos os que lutam para atingir seus objetivos e que apesar das dificuldades jamais se deixam abater.

Agradecimentos:

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder forças para não desaminar na jornada.

Este trabalho não seria realidade sem o apoio da minha esposa Ana Cristina, que por muitas vezes compreendeu minha ausência e torceu para o sucesso deste projeto.

Aos meus pais, Paulo e Henriqueta, que sempre acreditaram em minha capacidade e estiveram sempre prontos a ajudar com algum recurso, algumas palavras e muitas caronas à Campinas no período em que me recuperava do acidente de moto.

Aos meus amigos, Marcio, Ricardo, Tiago e Vinícios, pela motivação e curiosidade em saber sobre o andamento do projeto, que mesmo nas conversas informais servem como incentivadores e ajudam a acreditar que vale a pena lutar por um objetivo.

Aos colegas de classe, que souberam dividir seus conhecimentos e auxiliaram na conclusão dos trabalhos nas diversas matérias que encerram o curso de Planejamento Energético.

Ao amigo Helio Ito, que contribuiu bastante para o aprimoramento de um dos capítulos que compõem esta dissertação.

Aos Professores, que dedicaram seus esforços na preparação do material e proporcionaram excelentes aulas que ajudaram muito minha formação e por muitas vezes permitiram enxergar determinadas questões por outro ângulo.

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra, que com muita propriedade me conduziu pelos caminhos do conhecimento desta promissora fonte de energia, e com muita sabedoria me auxiliou para atingir esta meta.

“Errar é a oportunidade de começar de novo inteligentemente”

Henry Ford

Resumo

CARVALHO, Marcelo Luis, O Gás Natural e a Matriz de Insumo-produto, Campinas,:

Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas,

2005. 80p. Dissertação.

O principal objetivo deste trabalho é a avaliação das perspectivas de uso do gás natural (GN) como combustível alternativo para o mercado nacional, e, dentro das possibilidades, sintetizar as principais estimativas de seu crescimento utilizando a matriz de insumo-produto. O gás natural desempenha papel interessante em diversas matrizes energéticas mundiais e pode-se dizer que o mesmo ocorre no Brasil, onde os problemas relacionados ao racionamento de energia elétrica, levaram à opção pelo produto que, entre outras características, apresenta custo viável e baixos índices de poluição atmosférica, principalmente emissão de monóxido de carbono (CO), um dos elementos de destaque na discussão de questões ambientais.

Palavras- Chave

Gás Natural, Combustível Alternativo, Matriz de Leontief

Abstract

CARVALHO, Marcelo Luis, Natural Gas and The Input-output Matrix , Campinas, :
Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas,
2005. 80p. Dissertação.

The main objective of this work is the assessment of the perspectives of the natural gas (NG) as an alternative fuel to the national market, and according to the possibilities synthesize the estimates of his growth. Nowadays the natural gas is an important piece in several energetic matrices around the world and is possible to say that the same happens in Brazil, where the problems related to the electricity supply suggests the option for the product that presents viable cost and low indexes of atmospheric pollution, mainly carbon monoxide emission (CO), one of the prominence elements in the discussion of environmental subjects.

Key-Words

Natural Gas, Alternative Fuel, Leontief Matrix

Índice

Lista de Figuras	v
Lista de Tabelas	x
Nomenclatura	xv
1.0 Introdução	01
2.0 A Matriz de Insumo-Produto, uma ferramenta de planejamento.	05
2.1 O desenvolvimento histórico da MIP: os trabalhos pioneiros.	05
2.2 O resultado dos trabalhos de Wassily Leontief, a economia prática.	07
2.2.1. Conceitos básicos da MIP.	09
2.2.2. Noções de álgebra matricial, desenvolvimento do modelo.	13
2.2.3. Inversão de matrizes	20
2.3 A matriz brasileira: Algumas considerações e exemplos.	34
3.0 Planos para o gás natural.	46
3.1 A MIP e o planejamento energético.	46
3.2 Histórico de desenvolvimento e uso do gás natural.	47
3.3 O setor automotivo e o gás natural.	50
3.4 Perspectivas para o gás natural veicular no país.	52
4.0 Como a MIP pode auxiliar a expansão do mercado de gás natural.	62
4.1 Estudos realizados com o uso da metodologia.	62
4.2 Potencial de desenvolvimento associado às reservas	64
4.3 Modelo usado para o desenvolvimento deste trabalho.	72
5.0 Conclusões.	81
6.0 Bibliografia.	85

Lista de figuras

1.1. Evolução Histórica do consumo energético por fonte	03
2.1. Produção de energia elétrica	10
3.1. Fotos de componentes carbonizados	51
3.2. Foto ilustrativa de transporte de GNL	57
4.1. Reservas de gás natural de 1965 a 2003	65
4.2. Reservas provadas de GN por Estado	65
4.3. Produção nacional de gás natural	66
4.4. Participação no consumo de gás natural	67
4.5. Evolução da malha de gasodutos	71
4.6. Mercado de GN no Brasil	73
5.1. Matriz energética brasileira	82

Lista de tabelas

2.1. Quadro hipotético de insumo-produto	22
2.2. Matriz tecnológica hipotética	23
2.3. Matriz de Leontief e matriz inversa	27
2.4. Comércio de bens e serviços	33
2.5. Estrutura da MIP brasileira	35
3.1. Comparativo entre frotas Brasil x Argentina	55
3.2. Comparativo GN x Gasolina x Álcool	56
4.1. Vendas de GN	68
4.2. Quadro Hipotetico do GN	68
4.3. Balanco do Gás Natural	70
4.4. Principais mercados de GNV no mundo	72
4.5. Matriz de Insumo-produto do Brasil	77
4.6. Matriz Hipotetica do GN	78

Nomenclatura

Abreviações GN - Gás natural

GNV - Gás natural veicular

GNL - Gás natural liquefeito

GNC - Gás natural comprimido

GLP - Gás liquefeito de petróleo

UPGN - Unidades produtoras de gás natural

MIP - Matriz de insumo-produto

BEN - Balanço energético nacional

Plangas - Plano nacional de gás para uso no transporte

Siglas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ANP - Agência Nacional do Petróleo e do Gás

USP - Universidade Federal de São Paulo

ABGNV - Associação Brasileira de Gás Natural Veicular

CO - Monóxido de Carbono

CO2 - Dióxido de Carbono

CFC – Clorofluorcarboneto

CH4 - Metano

NOX - Óxido de Nitrogênio

HC - Hidrocarbonetos totais

Capítulo 1

Introdução

Quando se fala da manutenção de infra-estrutura de qualquer mercado nacional, um dos primeiros itens relacionados é a fonte de suprimento energético. Mundialmente existe uma preocupação em relação a quanto tempo as atuais fontes de energia, principalmente o petróleo, estarão disponíveis ao ser humano. Outro ponto importante a destacar envolve os índices de poluição ambiental e suas concentrações em determinadas áreas que, dependendo do montante, podem ameaçar a existência humana ou promover migrações descontroladas, sem contar os danos à flora e fauna que necessitam de muitos anos para se recompor.

Com o desenvolvimento tecnológico, os horizontes da questão energética foram sendo ampliados e os estudos nas mais diferentes áreas permitiram o desenvolvimento e aplicação de fontes alternativas de suprimento energético. A evolução do uso do gás, proveniente de carvão, de petróleo e natural, também acompanhou a evolução da humanidade e atualmente este produto começa a conquistar espaço em diferentes segmentos de mercado. Antigamente, usado na iluminação de ruas e avenidas, passando a movimentar caldeiras em indústrias e posteriormente aplicado ao uso no transporte de passageiros, o gás tornou-se uma opção interessante para taxistas em um primeiro momento e atraiu pesquisas no campo de transporte urbano, que sinalizam a substituição da frota a diesel dos grandes centros em um futuro próximo, em prol de uma melhor qualidade do ar e, conseqüentemente, de vida nestes locais.

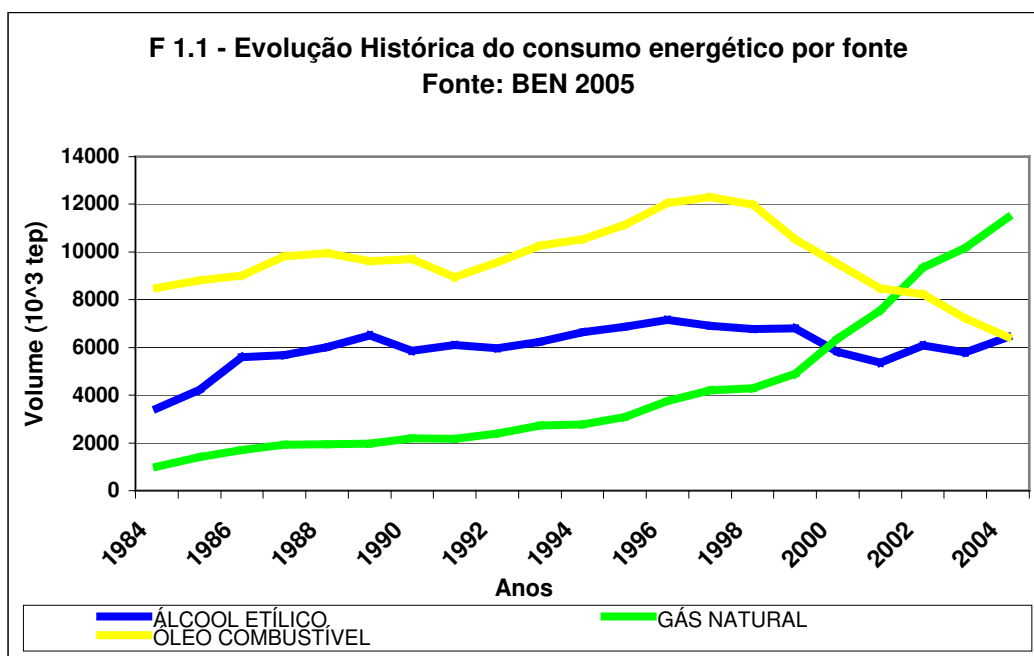
Vale destacar que por muitos anos o gás natural (GN) foi queimado nas refinarias por não ter uma destinação definida; exceto pela reinjeção e o consumo próprio. Obviamente, deve-se compreender que somente com a evolução tecnológica não é possível transformar um produto aparentemente descartável em uma semi-commodity com participação na matriz energética de diversos países; conclui-se ao observar o consumo atual de GN no mundo, porque isso depende de uma série de fatores sócio-econômicos. Entre alguns citados neste trabalho, encontra-se como principal determinante o fator ambiental, que devido ao caráter emergencial da evolução do volume de poluentes tornou o produto mais atraente à sociedade e ao mercado.

Para exemplificar a observação feita anteriormente vale citar que o processo de aproveitamento do gás envolve preços e contratos de exportação ou importação, que podem influenciar muitas decisões; como a redução do desperdício por queima, que nos países menos desenvolvidos normalmente são atreladas à produção local de gás para um consumidor mais industrializado, como ocorreu na Indonésia, que em função das exportações de gás natural liquefeito (GNL) para o Japão, reduziu a queima de 84% para 5%. Esse modelo deverá ser seguido pela maioria dos países que objetivam melhores resultados com o uso do GN.

Da literatura científica aos filmes de Hollywood, o aquecimento global tornou-se um tema de destaque; e isso é muito positivo, porque levou a humanidade a refletir sobre o problema e a propor soluções economicamente viáveis com implantação relativamente fácil. Atualmente é difícil alegar desconhecimento dos benefícios do GN, visto que é considerado o energético que apresenta o maior índice de crescimento percentual comparado aos demais, e devido a suas características pode ser usado em inúmeras aplicações; sejam elas, industrial, comercial ou automotiva.

A figura 1.1 permite a visualização da evolução histórica nacional do consumo de três diferentes energéticos; álcool etílico, gás natural e óleo combustível, escolhidos aleatoriamente para exemplificar a linha de raciocínio do parágrafo anterior. Ele também serve para demonstrar o avanço na conquista definitiva de mercado pelo GN em um período relativamente curto, compreendido entre 1996 e 2005. Outra possível análise refere-se à queda no consumo de óleo

combustível, que pode ter sido influenciada pela ação de uma legislação ambiental mais rigorosa e pelo acesso a energéticos de menor custo e maior apelo ecológico.



A revisão do sistema energético nacional permitiu a criação de alternativas, como o gasoduto Bolívia-Brasil (GASBOL), para a disseminação de uma rede de distribuição, e posteriormente, o surgimento de investidores dispostos a aplicar seu capital na construção de postos de combustível que atendam o consumidor final. Criou-se uma demanda para o uso do gás, leis que objetivam promover e regulamentar o setor e empregos em diferentes ramos. Para especificar a abrangência desse trabalho, o ponto a que chegamos foi o desenvolvimento de uma fatia do mercado automobilístico nacional e os principais aspectos que envolvem o seu desenvolvimento e maturidade.

O quadro projetado para o mercado de gás natural no Brasil é muito positivo e existe a necessidade de se estudar e pesquisar de modo mais profundo as características do produto e o comportamento do mercado de gás natural veicular (GNV), para que outros incentivos sejam gerados e os resultados possam ser colhidos mais rapidamente. Pretende-se portanto, com o

presente trabalho, traçar um histórico do desenvolvimento nacional e analisar os possíveis rumos do gás natural no ramo veicular e industrial.

A ferramenta escolhida para auxiliar o desenvolvimento do trabalho foi a matriz de insumo-produto, elaborada por Wassily W. Leontief na década de trinta e atualmente utilizada no mundo todo, inclusive no Brasil, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), como meio de elaborar a matriz de relações intersetoriais.

O capítulo 2 apresenta o desenvolvimento histórico da MIP, e permite compreender o objetivo de Leontief ao converter as informações econômicas da época em dados que pudessem ser utilizados de um modo mais prático. No capítulo 3 são apresentadas algumas aplicações práticas para uma MIP, ilustrando como ela pode ser um instrumento útil para planejadores e tomadores de decisão, que certamente não terão dificuldades em entender as informações nela contidas. O capítulo 4 tem como objetivo o levantamento de números sobre o GN no mercado nacional, bem como a apresentação dos resultados obtidos neste trabalho. No capítulo 5 são apresentadas as conclusões e algumas considerações interessantes sobre o desenvolvimento e a continuidade deste projeto.

Capítulo 2

A Matriz de Insumo-Produto, uma ferramenta de planejamento.

2.1. O desenvolvimento histórico da MIP com os trabalhos pioneiros.

A busca pelo entendimento das relações existentes no mercado não é tão contemporânea como se possa imaginar. Durante o reinado do francês Luiz XV (1710-1774) partiu de um médico chamado François Quesnay a idéia de estudar o incipiente comércio da época. O estudo intitulado *Quadro Econômico*, publicado em 1758, era composto de números que buscavam representar as relações econômicas existentes entre três classes sociais:¹

- a) Produtiva, que compreendia o conjunto dos arrendatários de terra e dos assalariados que desenvolviam suas atividades na agricultura;
- b) Estéril, entendida como o conjunto daqueles que exerciam suas atividades à margem da agricultura; e
- c) Proprietários de terra, que não desenvolviam atividade econômica, mas possuíam o direito à recepção da renda gerada pela venda da produção, entre eles o rei, com sua corte e o conjunto de serviçais, e a Igreja. O fato de ser médico levou Quesnay a representar o sistema da época como um organismo vivo, que se auto-regularia, e portanto, não requeria intervenções. Este detalhe não deve reduzir o mérito da obra, que despertou o interesse de outros autores que vieram a aprimorá-la.

¹ <http://cepa.newschool.edu>. The history of economic thought website. Visitado em 2004.

Uma formulação mais elaborada do Quadro Econômico foi apresentada por Leon Walras em uma obra intitulada *Elementos de Economia Política Pura*, publicada em duas partes: a primeira, referente a teoria das trocas, em 1874; e a segunda, focando a teoria da produção, em 1877; o autor apresentava um conjunto de equações que procuravam descrever:²

- a) geração de renda;
- b) dispêndio dos consumidores;
- c) custo de produção; e
- d) oferta e demanda de bens e fatores de produção.

Na busca por um discípulo, Walras foi apresentado a Vilfredo Pareto; um engenheiro italiano de grande habilidade matemática, que apesar das diferenças de personalidade passou a auxiliar o mestre no aprimoramento da teoria geral do equilíbrio econômico. Pareto acabou seguindo a linha neoclássica e ficou famoso ao introduzir o conceito de *Ótimo de Pareto*, princípio pelo qual uma sociedade atinge a máxima utilidade quando ninguém é melhor fazendo os outros piores ou mais pobres.

Na década seguinte o mundo econômico conheceu o trabalho de Gustav Cassel; tido como ovelha negra entre muitos economistas da época devido a seu temperamento e ao fato de não reconhecer os trabalhos de outros autores, inclusive contemporâneos, que ressuscitou a obra de Walras e introduziu a teoria do equilíbrio geral a função demanda como essencial ao entendimento do todo. Este detalhe reacendeu a busca pela compreensão das leis que regiam o mercado e influenciou John von Neumann e Abraham Wald a criar o que se convencionou chamar escola neo-walrasiana, porque deu continuidade aos estudos do autor e muito contribuiu com o modelo.³

A busca pelo melhoramento contínuo e por uma aplicação prática do conceito de equilíbrio geral de mercado levou Wassily Leontief a publicar em 1941 os resultados de suas pesquisas realizadas entre 1919 e 1929, em um trabalho conhecido como *A Estrutura da Economia Americana*. Segundo o autor a tarefa de preencher os espaços vazios da teoria econômica, com

² THETW. Op cit.

³ THETW. Op cit.

conteúdo empírico relevante, tornava-se uma tarefa cada vez mais urgente e desafiadora. Este desafio permitiu estabelecer um elo de ligação entre um mundo repleto de teorias econômicas e outro composto de gente preocupada em converter as informações geradas pelas pesquisas da época em ferramentas que pudessem auxiliar a compreensão e quem sabe a tomada de decisões pelos agentes do mercado; neste caso, o governo e os investidores, que poderiam influenciar a produção, o consumo e a geração de empregos.⁴

Os trabalhos de Leontief e sua contribuição para a economia moderna foram coroados com o premio Nobel em economia no ano de 1973.

2.2. O resultado dos trabalhos de Wassily Leontief, a economia prática.

A Matriz de Insumo-Produto (MIP) apresenta, em determinado período, o fluxo de bens e serviços realizado entre diferentes ramos que compõe a economia de uma cidade, um estado ou um país. Entre as principais variáveis que participam de sua elaboração pode-se destacar; a produção, o consumo intermediário, o valor adicionado e a demanda final, que serão apresentadas de modo sucinto a seguir, objetivando a compreensão do quadro geral, que é objetivo maior desse trabalho.

⁴ Fontanele e Silva, Paulo. Aspectos tecnológicos da estrutura industrial brasileira. BNDE. 1980.

Wassily Leontief, 1906 – 1999.



O nome de Leontief tem sido associado a um tipo particular de economia quantitativa, a análise de insumo-produto. Tal análise foi inicialmente inspirada pela busca do entendimento do equilíbrio geral econômico via diferentes fluxos intersetoriais, que por sua vez foram inspirados no trabalho de Quesnay, *Tableau Economique*, e permitiram o surgimento da análise multi-setorial seguida pela Escola Kiel, onde este brilhante personagem estudou. Elogios a parte, a análise de insumo-produto tem sido ponto pacífico entre economistas e planejadores que definem as políticas econômicas da última metade de século. Nascido na Rússia, Leontief obteve seu PhD em Berlim. Apesar de boa parte de seu trabalho sobre insumo-produto estar pronto durante seu trabalho no Instituto Kiel, ele precisou aguardar sua entrada em Harvard em 1932 para construir um modelo empírico para seu sistema de entradas e saídas. O esforço foi compensado pela publicação do clássico, *The Structure of American Industry* em 1941. Leontief deu sequência a esse trabalho publicando uma série de artigos que a partir daquela época inspiraram diversos trabalhos práticos na economia mundial. Diversos países, da Europa ao Terceiro mundo passaram a usar esse sistema para planejamento econômico com resultados muito satisfatórios. O trabalho também tem como característica fundamental sua importância teórica, visto que influenciou os estudos e o desenvolvimento de sistemas de produção lineares, que se tornaram instrumentos da teoria Neo-Walrasiana. Leontief contribuiu de modo incomum com sua teoria e diversos autores na década de sessenta utilizaram alguns de seus argumentos para aprimorar e desenvolver outras teorias. As contribuições de Leontief não estão relacionadas somente à análise de insumo-produto. Seu artigo *Composite Commodities* de 1936 o fez precursor desse famoso teorema microeconômico. Suas releituras da teoria de Keynes foram importantes passos que auxiliaram os Neo-Keynesianos a interpretar o conceito de salários fixos nominais da teoria Keynesiana. Seu artigo de 1933 sobre a análise de comércio internacional, *The use of indifference curves in the analysis of foreign trade*, ainda é fonte de aprendizado e suas contribuições sobre contratos de trabalho desenharam o que atualmente é conhecido como modelo de agente principal de mercado, antes mesmo do termo ser inventado. Outra de suas importantes contribuições encontra-se em um trabalho de 1953 onde ele apresenta o debate sobre a exportação de trabalho-intensivo ao invés de bens de capital-intensivo – O Paradoxo de Leontief – questionando a validade da teoria convencional de comércio internacional. Depois de presidir juntamente com Schumpeter toda a geração de Trinta em Harvard, onde surgiram a maioria dos economistas do pós-guerra, Leontief mudou-se para a Universidade de New York e como crítico repetiu diversas admoestações pelo mau uso da matemática e pelo excesso de teorização de diversos economistas; todas lúcidas, pontuais e ainda pertinentes. Pelo desenvolvimento da análise de insumo-produto, Leontief venceu o Prêmio Nobel de Economia em 1973.⁵

⁵ MIT. Massachusetts Institute of Technology. Traduzido pelo autor.

2.2.1. Conceitos básicos da MIP:

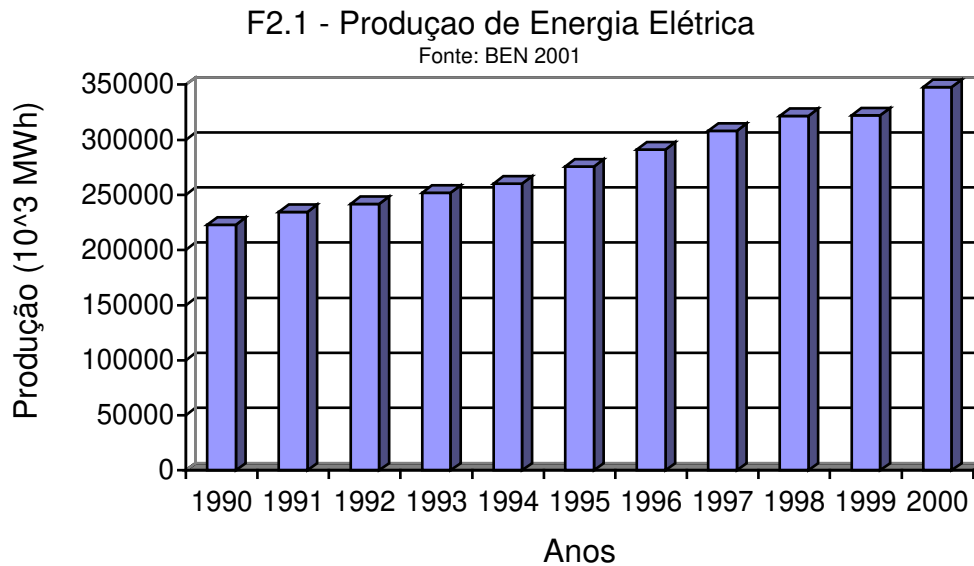
A **produção** pode ser entendida como resultante da somatória do valor dos bens e serviços obtidos via atividade produtiva em um período qualquer. Pode-se ainda estabelecer duas dimensões para especificar o conceito de valor da produção:

- a) produção por produto; resultado da soma do conjunto de bens e serviços, independente de sua origem setorial, e
- b) produção por ramo ou setor de atividade; resultado da soma do conjunto de bens e serviços oriundos de uma determinada atividade econômica.

A abrangência do conceito de atividade produtiva é um tema controvertido na teoria econômica, com implicações óbvias nos resultados e significados da MIP a ser obtida, por esse motivo convencionou-se restringir o conceito à resultante de toda atividade ocorrida no sistema econômico vigente, que utiliza mão-de-obra e visa lucro. Os critérios básicos para definição de produtos na elaboração da MIP são sua importância na estrutura econômica; destacando aqueles com maior peso no valor da produção, das importações e das exportações, e seu caráter estratégico em determinados ramos, bem como sua substituição por escassez ou por avanços tecnológicos de mercado.⁶

Para exemplificar o conceito exposto pode-se observar na figura 2.1, o gráfico de produção de energia elétrica.

⁶ IBGE. Matriz de relações intersetoriais, 1975. p.1



O **Consumo Intermediário** corresponde ao consumo corrente realizado pelos setores produtivos. Segundo o IBGE as variáveis que compõem o consumo intermediário são:

- a) compra de ativos fixos, que depende de vários fatores como, a capacidade instalada, taxa de utilização desta capacidade, vida útil dos equipamentos, taxas de financiamento, entre outros;
- b) consumo diretamente relacionado à produção, que é função direta do nível de produção e tem caráter fundamental na elaboração da MIP;
- c) consumo indireto, toda despesa que não apresenta influência direta sobre a produção, como, gastos com publicidade, serviços jurídicos, etc;
- d) importações, tratadas de modo independente de tudo o que tem procedência interna, com o objetivo de facilitar sua compreensão e flexibilizar o uso das informações inerentes a elas.

O consumo intermediário setorial é o centro da análise da interdependência no processo de produção, constituindo a organização destas informações, juntamente com a dos dados de produção, as tabelas básicas para elaboração da MIP. O consumo intermediário total deve ser

valorado a preços aproximados e inclui a margem de distribuição associada aos mesmos e os impostos incidentes sobre a totalidade de produtos consumidos.⁷

De acordo com o IBGE, o **Valor Adicionado** corresponde à renda gerada no processo de produção, basicamente constituída pela remuneração do trabalho e pelo excedente operacional. A remuneração do trabalho inclui todos os pagamentos devidos no período pelos setores produtivos ao pessoal com vínculo empregatício, sem deduções, além dos encargos sociais por conta do empregador. O excedente operacional bruto resulta da diferença entre o valor bruto da produção e seus custos diretos.

A **Demanda Final** é constituída por: 1) consumo pessoal; 2) consumo de governo; 3) formação bruta de capital fixo; 4) variação de estoques e 5) exportações. A influência da teoria Keynesiana na concepção da MIP fica portanto evidente, tanto na definição destas categorias de análise quanto no objetivo geral do modelo, desenvolvido para avaliar os impactos de variações exógenas sobre estes elementos e conseqüentemente sobre determinados ramos ou setores produtivos.⁸

Para entender melhor a questão do consumo pessoal (1), pode-se dividi-la em duas partes:

- a) consumo pessoal monetário, que corresponde ao consumo corrente de bens ou serviços produzidos e comercializados pelos agentes do sistema econômico vigente;
- b) consumo pessoal não-monetário, referente ao consumo dos proprietários e trabalhadores agrícolas de tudo o que por eles é produzido.

O consumo de governo (2) corresponde ao consumo das entidades públicas com funções específicas de governo, ou seja, responsáveis por atividades sociais, comunitárias e administrativas. As unidades produtivas do Estado são tratadas do mesmo modo que as empresas privadas, integrando de acordo com a natureza da atividade exercida, um ramo ou setor

⁷ IBGE. Op cit. p.3

⁸ IBGE. Op cit. p.4.

produtivo. Considerando a heterogeneidade das atividades do setor público e conseqüentemente de sua estrutura de consumo e impactos sobre outros agentes do mercado, o consumo do governo ainda pode ser discriminado segundo quatro programas: administração geral, saúde e previdência social, educação pública e defesa nacional.⁹

Segundo o IBGE, a formação bruta de capital fixo (3); componente da demanda final, pode ser descrita como o conjunto de produtos novos ou utilizados pela primeira vez no país, acabados, instalados e em condição de uso, com vida útil superior a um ano, não destinados ao consumo pessoal. O total da formação bruta de capital fixo é valorado a preço de consumidor final, sendo cada produto avaliado a preços básicos aproximados e considerados como produtos específicos destinados à formação de capital, os serviços ligados à sua instalação e os impostos incidentes até sua colocação em condições de uso no local de destino.

A variação de estoques (4) abrange os estoques a nível dos estabelecimentos comerciais e industriais; sejam, mercadorias adquiridas para revenda, produtos em curso de elaboração e produtos acabados; além da variação do rebanho de animais de médio e grande porte na agricultura. Por problemas de disponibilidade de dados, normalmente não se incluem informações sobre estoque de matéria-prima em indústrias ou em prestadores de serviço. Um dos métodos mais comuns de controle de estoque; utilizados principalmente por indústrias, é conhecido como FIFO (first in, first out), ou seja, o primeiro item a entrar é o primeiro item a sair.¹⁰

As exportações (5) são caracterizadas pela transferência da propriedade de residentes para não residentes, não incluindo as saídas de produtos definidas como “transações especiais”, e.g., bagagens, produtos destinados a exposições ou reparos, etc. Como elemento da demanda final, categoria de destino dos bens e serviços produzidos no ano, as exportações também devem ser valoradas a preços básicos aproximados.

⁹ IBGE. Op cit. p.5.

¹⁰ IBGE. Op cit. p.5.

Em anos recentes a produção de dados e cifras econômicas por várias agências públicas e privadas tem crescido muito. A maior parte dessas informações se publica para fins de referência, e não se relaciona a nenhum método particular de análise. Em consequência, tem-se hoje na ciência econômica uma alta concentração de teoria sem dados empíricos, por um lado, e um acúmulo crescente de dados sem teoria, por outro. A tarefa de preencher os compartimentos vazios da teoria econômica com conteúdo empírico relevante fica cada dia mais difícil e desafiadora. (Leontief, 1983)

2.2.2. Noções de álgebra matricial, desenvolvimento do modelo.

Entende-se por matriz todo ordenamento retangular de números, colocados entre colchetes. Considerando por exemplo, o seguinte sistema de equações simultâneas:

$$2x + 3y = 14$$

$$5x - 4y = 12$$

As equações acima, podem ser representadas em notação matricial da seguinte forma:

$$\begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 5 & -4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 14 \\ 12 \end{bmatrix}$$

A notação geral de matriz assume a seguinte forma:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \Lambda & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \Lambda & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \Lambda & a_{3n} \\ M & M & M & & M \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & & a_{mn} \end{bmatrix}$$

onde:

a_{11} é o elemento da matriz que se encontra na primeira linha e primeira coluna, a_{12} é o elemento da primeira linha e segunda coluna, e, em geral, a_{mn} é o elemento que se encontra na linha m e coluna n . A matriz acima tem m linhas e n colunas, sendo portanto uma matriz de ordem m por n , podendo ser denominada de matriz $A_{m \times n}$. Qualquer elemento de uma matriz pode ser representado por a_{ij} , onde o índice i indica a linha e o índice j indica a coluna onde se encontra esse elemento.¹¹

Uma matriz é denominada *escalar* se ela contém um só elemento; por exemplo, $[a_{11}]$. Se os elementos de uma matriz dispõem-se em apenas uma linha, essa matriz é conhecida como *vetor linha*; por exemplo, $[a_{11} \ a_{12} \ a_{13}]$. Se os elementos de uma matriz formam uma só coluna, constituem um *vetor coluna*; por exemplo,

$$\begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{12} \\ a_{13} \end{bmatrix}$$

A matriz que tem o mesmo número de linhas e colunas ($m = n$) é uma *matriz quadrada*; por exemplo,

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

Uma matriz quadrada que tenha sua diagonal principal constituída inteiramente por números 1, enquanto seus demais elementos são iguais a zero, é denominada *matriz identidade* ou *matriz unitária* e costuma ser representada por I

¹¹ Miglioli, Jorge. Técnicas quantitativas de planejamento. 1975. p.145.

$$\mathbf{I} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

A matriz identidade é assim chamada porque, quando multiplicada por uma segunda matriz, não altera o valor desta última, como veremos mais adiante.

Supondo uma matriz $\mathbf{A}$ qualquer; se as linhas dessa matriz são convertidas em colunas, obtém-se uma segunda matriz, conhecida como *matriz transposta* de $\mathbf{A}$; por exemplo, a matriz transposta da matriz quadrada dada acima será:¹²

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} \end{bmatrix}$$

Para somar ou subtrair matrizes é necessário que elas tenham o mesmo número de linhas e colunas, ou seja, ambas devem ser da mesma ordem m por n . A soma de duas matrizes consiste na soma dos elementos que tem os mesmos índices, o mesmo ocorrendo no caso da subtração. Por exemplo,

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} + b_{11} & a_{12} + b_{12} \\ a_{21} + b_{21} & a_{22} + b_{22} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} - b_{11} & a_{12} - b_{12} \\ a_{21} - b_{21} & a_{22} - b_{22} \end{bmatrix}$$

Para multiplicar duas matrizes multiplica-se cada elemento de uma linha da primeira matriz pelo elemento correspondente de uma coluna da segunda matriz, sendo que esses resultados são somados. Essa multiplicação só pode ser feita se o número de colunas for igual ao número de linhas da segunda matriz. Além disso, a multiplicação de matrizes não é comutativa,

¹² Miglioli, Jorge. Op cit. p.148.

isto é, a multiplicação de A por B não é igual a multiplicação de B por A; a única exceção a essa regra ocorre quando se multiplica uma matriz qualquer por sua matriz identidade I : neste caso $A \times I = I \times A$.¹³

Veja a seguir alguns exemplos de multiplicação de matrizes, começando pelo mais simples, que é a multiplicação de um vetor linha por um vetor coluna. Seja o vetor linha, $A = [a_{11} \ a_{12} \ a_{13}]$;

e o vetor coluna,

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ b_{31} \end{bmatrix}$$

A multiplicação do vetor linha pelo vetor coluna terá como resultado a matriz escalar: $AB = [a_{11}b_{11} + a_{12}b_{21} + a_{13}b_{31}]$

Veja um exemplo numérico:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 \\ 5 \\ 6 \end{bmatrix} = [1 \times 4 + 2 \times 5 + 3 \times 6] = [32]$$

A multiplicação de duas matrizes quadradas tem como resultado uma outra matriz quadrada:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}b_{11} + a_{12}b_{21} & a_{11}b_{12} + a_{12}b_{22} \\ a_{21}b_{11} + a_{22}b_{21} & a_{21}b_{12} + a_{22}b_{22} \end{bmatrix}$$

Seja por exemplo,

¹³ Miglioli, Jorge. Op cit. p.149.

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 & 6 \\ 7 & 8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1x5 + 2x7 & 1x6 + 2x8 \\ 3x5 + 4x7 & 3x6 + 4x8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 19 & 22 \\ 43 & 50 \end{bmatrix}$$

Como regra tem-se que uma matriz de ordem $m \times p$ multiplicada por uma matriz de ordem $p \times n$. Por exemplo, sendo a primeira matriz de ordem 2×3 e a segunda de ordem 3×2 , a matriz resultante é de ordem 2×2 :

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \\ b_{31} & b_{32} \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} (a_{11}b_{11} + a_{12}b_{21} + a_{13}b_{31}) & (a_{11}b_{12} + a_{12}b_{22} + a_{13}b_{32}) \\ (a_{21}b_{11} + a_{22}b_{21} + a_{23}b_{31}) & (a_{21}b_{12} + a_{22}b_{22} + a_{23}b_{32}) \end{bmatrix}$$

Como dito anteriormente, a multiplicação de uma matriz identidade por uma segunda matriz tem como resultado essa segunda matriz:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 4 & 5 \\ 6 & 7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1x2 + 0x4 + 0x6 & 1x3 + 0x5 + 0x7 \\ 0x2 + 1x4 + 0x6 & 0x3 + 1x5 + 0x7 \\ 0x2 + 0x4 + 1x6 & 0x3 + 0x5 + 1x7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 4 & 5 \\ 6 & 7 \end{bmatrix}$$

Na análise de insumo-produto encontra-se freqüentemente a multiplicação de uma matriz por um vetor coluna. Essa multiplicação é possível desde que o número de colunas da matriz seja igual ao número de linhas do vetor. Dessa multiplicação resulta um outro vetor coluna:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 10 \\ 11 \\ 12 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1x10 + 2x11 + 3x12 \\ 4x10 + 5x11 + 6x12 \\ 7x10 + 8x11 + 9x12 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 + 22 + 36 \\ 40 + 55 + 72 \\ 70 + 88 + 108 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 68 \\ 167 \\ 266 \end{bmatrix}$$

Cabe agora acrescentar as noções de determinantes, menores e cofatores.

Um determinante é um valor ou grandeza encontrado para uma matriz quadrada; ou seja, para cada matriz quadrada existe um determinado valor, que é seu determinante. Para se distinguir visualmente uma matriz de um determinante, os elementos da matriz são colocados entre colchetes, enquanto no caso dos determinantes, usa-se um par de barras verticais; por exemplo, sendo a matriz:¹⁴

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$$

Seu determinante é representado por:

$$D = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$$

Um determinante de segunda ordem dispõe de duas linhas e duas colunas; um determinante de terceira ordem conta com três linhas e três colunas, e assim por diante.

O valor de um determinante de segunda ordem é obtido pela diferença entre os produtos das diagonais:

$$D = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}$$

O valor de um determinante de terceira ordem é obtido da seguinte forma:

$$D = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = a_{11} \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} - a_{12} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} + a_{13} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix}$$

Veja um exemplo numérico:

$$\begin{aligned}
 D &= \begin{vmatrix} 1 & 4 & 7 \\ 2 & 5 & 8 \\ 3 & 6 & 0 \end{vmatrix} = 1 \begin{vmatrix} 5 & 8 \\ 6 & 0 \end{vmatrix} - 4 \begin{vmatrix} 2 & 8 \\ 3 & 0 \end{vmatrix} + 7 \begin{vmatrix} 2 & 5 \\ 3 & 6 \end{vmatrix} = \\
 &= 1(5 \cdot 0 - 8 \cdot 6) - 4(2 \cdot 0 - 8 \cdot 3) + 7(2 \cdot 6 - 5 \cdot 3) = \\
 &= 1(0 - 48) - 4(0 - 24) + 7(12 - 15) = \\
 &= -48 + 96 - 21 = 27
 \end{aligned}$$

Nota-se aí que três elementos do determinante são tomados como fatores, sendo que para cada um desses fatores corresponde um determinante de segunda ordem formado pelos elementos que não participam da linha nem da coluna do respectivo fator. Em geral, para um determinante de ordem n qualquer são tomados n fatores, correspondendo a cada um desses fatores um determinante de ordem $n-1$.

Ao determinante de ordem $n-1$ correspondente a um elemento a_{ij} do determinante de ordem n dá-se o nome de menor do elemento a_{ij} , e é simbolizado por M_{ij} . Assim, no determinante:¹⁵

$$D = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$$

o menor do elemento a_{21} é:

$$M_{21} = \begin{vmatrix} a_{12} & a_{13} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$$

e o menor do elemento a_{33} é:

¹⁴ Miglioli, Jorge. Op cit. p.150.

$$M_{33} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$$

O cofator de um elemento a_{ij} é o menor desse elemento (isto é, M_{ij}) precedido pelo sinal de mais ou de menos. Se a soma $i + j$ apresentar como resultado um número par, o cofator é positivo; se apresentar como resultado um número ímpar, o cofator é negativo. Assim, o cofator de a_{11} no determinante acima é:

$$C_{11} = + \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$$

visto que $1 + 1 = 2$; por sua vez, o cofator do elemento a_{21} será negativo:

$$C_{21} = - \begin{vmatrix} a_{12} & a_{13} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$$

Em um determinante de segunda ordem o cofator de um elemento qualquer corresponde apenas ao elemento diagonalmente oposto. Por exemplo, no determinante:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$$

o cofator de a_{11} é a_{22} , o cofator de a_{12} é $-a_{21}$, etc.

2.2.3. Inversão de matrizes.

Sejam duas matrizes A e B ; se o produto de A por B ou de B por A apresentar como resultado a matriz identidade I , então aquelas duas matrizes são uma a inversa da outra. A inversa da matriz A corresponde a $1/A$, que é igual a A^{-1} . Em resumo:

¹⁵ Miglioli, Jorge. Op cit. p.153.

$$\mathbf{A} \times \mathbf{A}^{-1} = \mathbf{I}.$$

Para se calcular a inversa da matriz A são adotados os seguintes procedimentos:

- 1) encontra-se o valor do determinante de A;
- 2) calculam-se os valores dos cofatores do determinante;
- 3) agrupam-se em forma de matriz os valores dos cofatores;
- 4) faz-se a transposição dessa matriz de cofatores, encontrando-se sua matriz adjunta;
- 5) divide-se cada elemento da matriz adjunta pelo valor do determinante de A; os resultados encontrados formam a matriz inversa de A. É importante destacar que existem outros métodos para inversão de matrizes, mas neste trabalho será usado o exposto acima.

O presente trabalho tem um caráter investigativo e por isso alguns conceitos apresentados até o momento podem permitir um conhecimento superficial das variáveis que compõe este fascinante assunto. Vale destacar que é objetivo do autor a busca pela introdução ao assunto e dentro das possibilidades realizar uma análise das principais perspectivas para o GN, bem como a tentativa de encontrar matrizes que permitam soluções gerais aos modelos de insumo-produto, também denominados modelos de relações intersetoriais; ficando o desejo de um devido aprofundamento para uma etapa posterior.

A teoria econômica procura explicar as operações e aspectos materiais de nossa sociedade em termos de interações entre variáveis tais como oferta e demanda ou salários e preços. Os economistas tem geralmente fundamentado suas análises em dados relativamente simples: quantidades como o produto nacional bruto, taxa de juros, níveis de preços e salários. Mas no mundo real as coisas não são tão simples. Entre uma variação de salários e o desenlace final de

seu impacto sobre os preços, há uma série complexa de transações de bens e serviços entre pessoas reais. Esses passos intermédios são apenas sugeridos pela formulação clássica da relação entre as duas variáveis. Na verdade, como é óbvio, as transações individuais, da mesma forma que os átomos e moléculas individuais, são excessivamente numerosas para serem observadas e descritas em detalhe. Mas é possível, como no caso das partículas físicas, reduzi-las a algum tipo de ordem classificando-as e agregando-as em grupos. É esse o procedimento utilizado pela análise de insumo-produto para favorecer o domínio da teoria econômica sobre os fatos com os quais se preocupa em cada situação real. (Leontief, 1983)

Logo abaixo é apresentado um quadro hipotético e resumido de insumo-produto para auxiliar o entendimento de um dos objetivos deste trabalho.

Tabela 2.1 – Quadro hipotético de insumo-produto.

Produtos / Setores	Primário	Secundário	Terciário	Demanda Final	Produção Total
Primário	36	60	36	224	356
Secundário	43	84	72	262	462
Terciário	88	96	252	357	793
Insumos Primários	188	222	434	84	927
Despesa Total	356	462	793	927	2539

Fonte: Jorge Miglioli. Valores elaborados pelo autor.

Os quadros de insumo-produto também são comumente chamados de matrizes de insumo-produto. Por sua vez, a parte do quadro que inclui apenas a utilização dos produtos como bens intermediários é designada por matriz de fluxo intersetorial. Finalmente, ainda com base na terminologia de álgebra matricial, a coluna referente à demanda final é também conhecida como vetor de demanda final.¹⁶

¹⁶ Miglioli, Jorge. Op cit.

Como se vê no quadro, a despesa total do setor primário é 356, sendo 36 os gastos com insumos produzidos nesse setor, 43 os gastos com insumos produzidos no setor secundário e 88 os gastos com insumos produzidos no setor terciário. Ao dividir esses valores pelo total, pode-se obter a participação relativa de cada um desses gastos no valor da despesa total, ou seja, o mesmo que descobrir quanto de insumo é necessário para obter uma unidade de produção total. Por exemplo, $36/356 = 0,101123$, que corresponde a quanto é necessário de insumo do setor primário para que esse mesmo setor produza uma unidade a mais no montante. Realizando esses cálculos para cada setor, tem-se:

Primário: $36/356 = 0,10112$ $43/356 = 0,12078$ $88/356 = 0,24719$
 Secundário: $60/462 = 0,12987$ $84/462 = 0,18182$ $96/462 = 0,20779$
 Terciário: $36/793 = 0,04539$ $72/793 = 0,09079$ $252/793 = 0,31778$

Os resultados dessas divisões correspondem aos chamados coeficientes técnicos de produção, também conhecidos como coeficientes de insumo-produto. Esses coeficientes podem ser dispostos em um quadro, como o apresentado a seguir, denominado matriz de coeficientes técnicos, ou simplesmente matriz tecnológica.¹⁷

Tabela 2.2 – Matriz tecnológica hipotética

	Primário	Secundário	Terciário
Primário	0,101	0,130	0,045
Secundário	0,121	0,182	0,091
Terciário	0,248	0,208	0,318

Esses coeficientes permitem encontrar soluções específicas para as matrizes de insumo-produto, ou seja, soluções para cada setor de produção tomado isoladamente. Por exemplo, no quadro hipotético, o valor total da produção do setor secundário é de 462, diga-se, 462 mil reais. Supondo que se deseja obter um acréscimo de 10 mil reais para o setor, será necessário utilizar um montante maior de insumos produzidos por ele mesmo e pelos demais. Para determinar o

¹⁷ Miglioli, Jorge. Op cit.

montante de insumos a serem fornecidos por cada um desses setores deve-se recorrer à matriz tecnológica apresentada a pouco.

$$\text{Primário: } 10000 \times 0,130 = 1300$$

$$\text{Secundário: } 10000 \times 0,182 = 1820$$

$$\text{Terciário: } 10000 \times 0,208 = 2080$$

Segundo Miglioli (1975), esses coeficientes não permitem encontrar uma solução geral para o modelo de insumo-produto. Sendo dado o valor do acréscimo na produção total de um setor qualquer de processamento, pode-se empregar os coeficientes técnicos para determinar as mudanças que devem ocorrer nos valores de insumos de cada setor. Isso significa que é possível encontrar soluções específicas para cada setor.

Vale destacar que quaisquer alterações nos valores da coluna de um setor devem provocar modificações no valor total de outros setores e assim por diante.

Representando os números da tabela no formato matricial tem-se:

$$A = \begin{bmatrix} 0,101 & 0,130 & 0,045 \\ 0,121 & 0,182 & 0,091 \\ 0,248 & 0,208 & 0,318 \end{bmatrix}$$

Pode-se agora converter essa matriz diminuindo-a de sua matriz identidade para obter uma matriz B, ou seja, $B = I - A$:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0,101 & 0,130 & 0,045 \\ 0,121 & 0,182 & 0,091 \\ 0,248 & 0,208 & 0,318 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,899 & -0,130 & -0,045 \\ -0,121 & 0,818 & -0,091 \\ -0,248 & -0,208 & 0,682 \end{bmatrix} = B$$

Essa matriz que se obtém ao diminuir da matriz identidade a matriz de coeficientes técnicos é conhecida como matriz de Leontief e se caracteriza pelo fato de que todos os

elementos em sua diagonal principal são positivos enquanto seus demais elementos são negativos ou iguais a zero. Neste caso, não foram encontrados elementos iguais a zero porque a matriz tecnológica não apresenta valores nulos. É a matriz de Leontief que se precisa inverter, e para isso deve-se seguir os procedimentos antes mencionados:¹⁸

A) Primeiro calcula-se o determinante:

$$\begin{aligned}
 D &= \begin{vmatrix} 0,899 & -0,130 & -0,045 \\ -0,121 & 0,818 & -0,091 \\ -0,248 & -0,208 & 0,682 \end{vmatrix} = 0,899 \begin{vmatrix} 0,818 & -0,091 \\ 0,208 & 0,682 \end{vmatrix} \\
 &- (-0,130) \begin{vmatrix} -0,121 & -0,091 \\ -0,248 & 0,682 \end{vmatrix} + (-0,045) \begin{vmatrix} -0,121 & 0,818 \\ -0,248 & 0,208 \end{vmatrix} = \\
 &= 0,899 [(0,818)(0,682) - (-0,091)(-0,208)] + \\
 &\quad 0,130 [(-0,121)(0,682) - (-0,091)(-0,248)] - \\
 &\quad 0,045 [(-0,121)(-0,208) - (0,818)(-0,248)] = \\
 &= 0,899 (0,539) + 0,130 (-0,104) - 0,045 (0,228) = \\
 &= 0,484 - 0,013 - 0,010 = \\
 &= 0,461
 \end{aligned}$$

B) Na sequência calculam-se os cofatores:

$$\begin{aligned}
 C_{11} &= + \begin{vmatrix} 0,818 & -0,091 \\ -0,208 & 0,682 \end{vmatrix} & C_{12} &= - \begin{vmatrix} -0,121 & -0,091 \\ -0,248 & 0,682 \end{vmatrix} \\
 C_{13} &= - \begin{vmatrix} -0,121 & 0,818 \\ -0,248 & -0,208 \end{vmatrix}
 \end{aligned}$$

¹⁸ Miglioli, Jorge. Op cit.

$$C_{11} = + [(0,818) (0,682) - (-0,091) (-0,208)] = + 0,539$$

$$C_{12} = - [(0,121) (0,682) - (-0,091) (-0,248)] = + 0,104$$

$$C_{13} = - [(0,121) (0,208) - (-0,818) (-0,248)] = + 0,228, \text{ etc.}$$

C) Encontrando a matriz dos cofatores:

$$\begin{bmatrix} 0,539 & 0,104 & 0,228 \\ 0,098 & 0,602 & 0,219 \\ 0,049 & 0,087 & 0,719 \end{bmatrix}$$

D) Obtém-se a matriz adjunta por meio da transposição da matriz dos cofatores:

$$\begin{bmatrix} 0,539 & 0,098 & 0,049 \\ 0,104 & 0,602 & 0,087 \\ 0,228 & 0,219 & 0,719 \end{bmatrix}$$

E) Para chegar a matriz inversa deve-se dividir cada elemento da matriz adjunta pelo valor do determinante ($D = 0,461$):

$$\begin{bmatrix} 1,169 & 0,213 & 0,106 \\ 0,225 & 1,306 & 0,189 \\ 0,494 & 0,475 & 1,560 \end{bmatrix} = B^{-1}$$

De acordo com Miglioli (1975), deve-se observar que nessa matriz todos os elementos são obrigatoriamente positivos, sendo os elementos da diagonal principal maiores do que a unidade. Para conferir os cálculos deve-se multiplicar a matriz $B \times B^{-1}$; os cálculos estão corretos se $B \times B^{-1} = I$

$$\begin{bmatrix} 0,899 & -0,130 & -0,045 \\ -0,121 & 0,818 & -0,091 \\ -0,248 & -0,208 & 0,682 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1,169 & 0,213 & 0,106 \\ 0,225 & 1,306 & 0,189 \\ 0,494 & 0,475 & 1,560 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

A inversão de matrizes exige como visto, uma série de cálculos. Para matrizes de quarta, quinta e outras ordens superiores o trabalho de inversão torna-se cada vez maior. Na prática, os cálculos requeridos pelo uso dos modelos de insumo-produto no planejamento e na previsão econômica são realizados por computadores.

Miglioli (1975) lembra que felizmente é possível encontrar coeficientes que levam à solução geral para o modelo, isto é, que permitem determinar de imediato os valores finais constantes das linhas e colunas dos setores de processamento quando ocorre um aumento no valor original da produção total ou da produção destinada à demanda final de um ou mais setores. Esses coeficientes são chamados de coeficientes diretos e indiretos de produção, e correspondem à matriz de Leontief e sua inversa, apresentadas no quadro a seguir.

Tabela 2.3 – Matriz de Leontief e matriz inversa

	Primário	Secundário	Terciário
	Matriz de Leontief		
Primário	0,899	-0,130	-0,045
Secundário	-0,121	0,818	-0,091
Terciário	-0,248	-0,208	0,682
	Matriz Inversa		
Primário	1,169	0,213	0,106
Secundário	0,225	1,306	0,189
Terciário	0,494	0,475	1,560

Tendo neste momento melhores condições de entender o uso da matriz de Leontief e sua inversa na análise de insumo-produto, vamos continuar usando o quadro hipotético apresentado anteriormente e supor que a economia esteja dividida em apenas três setores de processamento. Usando U_{11} , U_{12} e U_{13} para representar os bens produzidos no setor 1 que são usados como insumos nos setores 1, 2 e 3, respectivamente; U_{21} , U_{22} e U_{23} para representar os bens produzidos no setor 2 que são usados como insumos nos setores 1, 2 e 3, respectivamente, etc. Denotando por Y_1 , Y_2 e Y_3 os bens produzidos nos setores 1, 2 e 3 destinados à demanda final e por PY_1 , PY_2 e PY_3 a produção total desses setores, temos o seguinte:¹⁹

$$U_{11} + U_{12} + U_{13} + Y_1 = P_1$$

$$U_{21} + U_{22} + U_{23} + Y_2 = P_2$$

$$U_{31} + U_{32} + U_{33} + Y_3 = P_3$$

Ou, em notação matricial,

$$\begin{bmatrix} (U_{11} + U_{12} + U_{13}) \\ (U_{21} + U_{22} + U_{23}) \\ (U_{31} + U_{32} + U_{33}) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{bmatrix}$$

Ou ainda, abreviadamente:

$$U + Y = P \quad (1)$$

A matriz U também pode ser expressa como:

$$U = \begin{bmatrix} (a_{11}P_1 + a_{12}P_2 + a_{13}P_3) \\ (a_{21}P_1 + a_{22}P_2 + a_{23}P_3) \\ (a_{31}P_1 + a_{32}P_2 + a_{33}P_3) \end{bmatrix}$$

Visto que cada U_{ij} , isto é, cada insumo produzido em um setor i qualquer e usado em outro setor j qualquer é uma parcela de P_j , ou seja, uma fração da despesa total do setor j . Assim, por exemplo, $U_{11} = a_{11}P_1$, $U_{12} = a_{12}P_2$, etc. Como se pode reconhecer, a_{11} , a_{12} e a_{13} ; etc, são os coeficientes de insumo-produto. A partir da matriz U pode-se obter também:²⁰

$$U = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{bmatrix} = AP$$

¹⁹ Miglioli, Jorge. Op cit.

²⁰ Miglioli, Jorge. Op cit.

Onde A é a matriz dos coeficientes técnicos de produção. Substituindo U por AP na equação (1), temos:

$$AP + Y = P$$

Ou transpondo-a:

$$P - AP = Y \quad (2)$$

Isso significa que, conhecidos o vetor da produção total; que representa a produção total de cada setor, e a matriz de coeficientes técnicos; que por sua vez apresenta os coeficientes de insumo-produto de cada setor, pode-se obter o vetor da demanda final, ou seja, a produção de cada setor destinada ao consumidor final ou demanda final.

Para diminuir AP de P pode-se adotar o seguinte procedimento. Como explicado anteriormente, a matriz identidade multiplicada por outra matriz qualquer tem como resultado essa outra matriz; assim sendo, na equação (2) substitui-se P por IP , afinal, $IP = P$.²¹

$$IP - AP = Y$$

Ou

$$(I - A) P = Y \quad (3)$$

Com essa equação torna-se claro por que, páginas atrás diminuiu-se a matriz de coeficientes de insumo produto da matriz identidade antes de realizar os cálculos de inversão da matriz. Como se pode reconhecer, $(I - A)$ é a matriz de Leontief, portanto, a equação (3) equivale a:

²¹ Miglioli, Jorge. Op cit.

$$\begin{bmatrix} (1-a_{11}) - a_{12} & -a_{13} \\ -a_{21} & (1-a_{22}) - a_{23} \\ -a_{31} & -a_{32} & (1-a_{33}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \end{bmatrix} \quad (3')$$

A matriz de Leontief foi calculada anteriormente para o quadro hipotético de insumo-produto; segundo a equação (3'), ao multiplicar essa matriz pelo vetor de produção total do referido quadro deve-se encontrar o vetor de demanda final conforme segue.

$$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} 0,899 & -0,130 & -0,045 \\ -0,121 & 0,818 & -0,091 \\ -0,248 & -0,208 & 0,682 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 356 \\ 462 \\ 793 \end{bmatrix} = \\ & = \begin{bmatrix} (0,899)(356) + (-0,130)(462) + (-0,045)(793) \\ (-0,121)(356) + (0,818)(462) + (-0,091)(793) \\ (-0,248)(356) + (-0,208)(462) + (0,682)(793) \end{bmatrix} = \\ & = \begin{bmatrix} 320 & -60 & -35 \\ -43 & +377 & -72 \\ -88 & -96 & +541 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 225 \\ 262 \\ 357 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Note que os valores obtidos correspondem aos apresentados na tabela.

Segundo Miglioli (1975), a matriz de Leontief é de grande utilidade na previsão econômica, visto que permite determinar, por setor de processamento, o montante de bens e serviços destinados à demanda final quando se conhece a produção total de cada setor. Por exemplo, supondo que tenham sido previstos os acréscimos ΔP_1 , ΔP_2 e ΔP_3 na produção total dos setores 1, 2 e 3, respectivamente. Multiplicando a matriz de Leontief pelo vetor desses acréscimos, obtém-se ΔY_1 , ΔY_2 e ΔY_3 , que são os aumentos na produção dos setores 1, 2 e 3 destinados à demanda final. Além disso, subtraindo dos acréscimos em P os acréscimos em Y, pode-se obter também, de acordo com a equação (1), os aumentos nas parcelas da produção que são usadas como insumos nos setores de processamento, ou seja:

$$\begin{bmatrix} \Delta P1 \\ \Delta P2 \\ \Delta P3 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \Delta Y1 \\ \Delta Y2 \\ \Delta Y3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta U1 \\ \Delta U2 \\ \Delta U3 \end{bmatrix}$$

Para fins de planejamento, contudo, é necessário alterar a colocação do problema. No caso acima determinou-se o vetor de demanda final Y a partir do vetor da produção total P. No caso do planejamento a situação é inversa: precisa-se saber qual deve ser a produção total a fim de se obter a demanda final, que é a variável planejada; ou seja, dado o vetor Y, procura-se o vetor P. Assim sendo, a equação (3) passa à:

$$P = \frac{Y}{(I - A)} = \frac{1}{(I - A)} Y$$

ou,

$$P = (I - A)^{-1} Y \quad (4)$$

Onde $(I - A)^{-1}$ é a matriz inversa da matriz $(I - A)$. Entende-se portanto o motivo da necessidade de inversão da matriz $(I - A)$, que é a matriz de Leontief, sendo que os procedimentos necessários para essa inversão foram explicados anteriormente.

Para encontrar o vetor da produção total deve-se multiplicar a inversa da matriz de Leontief pelo vetor da demanda final como mostra a equação (4) como segue:

$$\begin{bmatrix} 1,169 & 0,213 & 0,106 \\ 0,225 & 1,306 & 0,189 \\ 0,494 & 0,475 & 1,560 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 225 \\ 262 \\ 357 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1,169)(225) + (0,213)(262) + (0,106)(357) \\ (0,225)(225) + (1,306)(262) + (0,189)(357) \\ (0,494)(225) + (0,475)(262) + (1,560)(357) \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} 262 + 56 + 38 \\ 51 + 343 + 68 \\ 111 + 125 + 557 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 356 \\ 462 \\ 793 \end{bmatrix}$$

A matriz de insumo-produto permite relacionar informações de modo a facilitar o uso e atingir determinados objetivos. Uma boa MIP envolve muita informação e muito trabalho na desagregação de dados fornecidos pelo mercado.

O método de insumo-produto é uma adaptação da teoria neoclássica do equilíbrio geral para o estudo empírico da interdependência quantitativa entre atividades econômicas inter-relacionadas. O método foi originalmente desenvolvido para analisar e avaliar as relações entre os diversos setores produtivos e de consumo de uma economia nacional, mas vem sendo aplicado ao estudo de sistemas econômicos menores, como uma área metropolitana, ou até mesmo ao estudo de uma grande empresa individual integrada; também vem sendo aplicado à análise das relações econômicas internacionais. (Leontief, 1983)

Segundo Leontief (1983), em todos os casos o método de abordagem é basicamente o mesmo: a interdependência entre os setores individuais de um dado sistema é descrita por um conjunto de equações lineares, suas características estruturais específicas refletem-se, assim, na grandeza numérica dos coeficientes dessas equações. Estes coeficientes devem ser determinados empiricamente, na análise das características estruturais de toda uma economia nacional, eles geralmente derivam da chamada tabela estatística de insumo-produto.

Repare a tabela a seguir:

Tabela 2.4 – Comércio de bens e serviços nos Estados Unidos. MIP.

	Setores Compradores							
	Agricultura e Pesca	Alimentos	Têxtil	Vestuário	Serraria e madeira	Móveis e guarnições	Papel e similares	Editorial e gráfica
Setores Produtores	1	2	3	4	5	6	7	8
Agricultura e pesca 1	10.86	15.70	2.16	0.02	0.19		0.01	
Alimentos 2	2.38	5.75	0.06	0.01	*	*	0.03	*
Têxtil 3	0.06	*	1.30	3.88	*	0.29	0.04	0.03
Vestuário 4	0.04	0.20		1.96		0.01	0.02	
Serraria e madeira 5	0.15	0.10	0.02	*	1.09	0.39	0.27	*
Móveis e guarnições 6			0.01			0.01	0.01	
Papel e similares 7	*	0.52	0.08	0.02	*	0.02	2.60	1.08
Editorial e gráfica 8		0.04	*					0.77
Química 9	0.33	1.48	0.80	0.14	0.03	0.06	0.18	0.10
Produtos de Petróleo 10	0.46	0.06	0.03	*	0.07	*	0.06	*
Produtos de borracha 11	0.12	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	*
Maquinaria não-elétrica 16	0.06	0.01	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04
Governo 40	0.81	1.24	0.64	0.38	0.34	0.11	0.50	0.34
Famílias 42	19.17	7.05	3.34	4.24	2.72	1.12	2.20	3.14
Total bruto de despesas	34.44	32.16	8.49	10.69	4.46	2.03	5.94	5.50

A tabela 2.4 representa o fluxo real de bens e serviços da economia norte-americana e resume as transações realizadas em determinado período histórico. Cada número no corpo da tabela representa bilhões de dólares. Na coluna vertical à esquerda, a economia está dividida em setores; na fila horizontal superior se repete a mesma classificação ou foram acrescentados setores que indicam maior volume de transações; a título de exemplificação. A leitura horizontal de um setor indica as remessas do setor para outros setores. A leitura vertical de um setor indica a quantidade que o setor consome de outros setores. Os asteriscos representam somas inferiores a cinco milhões de dólares. Os totais podem não conferir devido a aproximações efetuadas.²²

Espera-se que o exemplo acima ajude o leitor a compreender alguns conceitos anteriormente citados e algumas das afirmações feitas por Leontief e outros autores apresentadas

neste trabalho. Maiores esclarecimentos devem ser fornecidos até o capítulo de conclusão e isso permitira uma visão mais ampla do quadro.

De acordo com Sinclair (2002), as instituições que apresentam informações estatísticas no sistema econômico vigente; objetivando comunicações mais eficientes aos acionistas das empresas e outros investidores, procuram agregar diferentes ramos de um setor para enxugar sua apresentação, daí surge a dificuldade em desagregar alguns setores e uma possível distorção de valores. É óbvio que as distorções são minimizadas pelo modelo, mas podem ser notadas com maior facilidade por empresas especializadas, que por estarem bem estabelecidas no setor podem observar tipos diferentes de tendência, principalmente quanto a demanda e conseqüentemente a produção.

2.3. A matriz brasileira, algumas considerações e exemplos.

O presente subitem tem como objetivo a apresentação do modelo brasileiro construído pelo IBGE para levantamento de informações e a elaboração da MIP nacional, permitindo ao leitor a possibilidade de familiarizar-se a conceitos específicos e continuar seguindo a linha de raciocínio proposta inicialmente pelo autor quanto ao embasamento necessário ao entendimento de partes e posteriormente do todo.

Como visto, a elaboração de matrizes de relações intersetoriais tem como objetivo básico o registro dos fluxos de bens e serviços e da renda gerada numa economia em um dado período de tempo. Neste sentido, é parte integrante do sistema de contabilidade social, explicando os vínculos que se estabelecem no interior do sistema produtivo, constituindo assim um detalhamento da conta de produção. Por outro lado, tomando-se as estruturas de produção e consumo como parâmetros da economia, tem-se os modelos de insumo-produto como ferramentas que podem auxiliar a projeção, previsão e o planejamento econômico. A principal vantagem destes modelos está em que obrigam a projeções consistentes, levando em conta a interdependência setorial no processo de produção.²³

²² Leontief, Wassily. A economia do Insumo-produto. 1947.

²³ IBGE. MIP 1996.

Desde o momento que diversos países adotaram o uso desta ferramenta, a Organização das Nações Unidas (ONU), recomendou a adoção de um padrão que facilita o entendimento e permite comparações entre os diversos índices mundiais de produção e consumo. No Brasil a entidade responsável pela edição e publicação da matriz de insumo-produto é o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que adota algumas recomendações da ONU, mas mantém algumas particularidades referentes ao sistema econômico do país.

Na tabela a seguir podem ser observadas algumas dessas diferenças, como por exemplo, a adoção de notação diferenciada:

Tabela 2.5 – Estrutura da MIP brasileira

	P.Nacionais	S.Produtivos	Demanda Final	V.da Produção
Produtos Nacionais	-----	U n	E n	q
Produtos Importados	-----	U m	E m	-----
Setores Produtivos	V	-----	-----	g
Impostos Indiretos	-----	T p	T e	-----
Renda Gerada	-----	Y	-----	-----
Valor da Produção	q'	g'	-----	-----

A notação usada neste quadro tem os seguintes significados: as letras maiúsculas representam matrizes e as letras minúsculas vetores, sendo os vetores-linha expressos por letras maiúsculas com apóstrofo.

V – É a matriz que contém os valores de produção dos produtos segundo a origem setorial;

q – É o vetor dos valores de produção dos produtos;

U n – É a matriz dos valores de consumo intermediário de produtos nacionais;

U m – É a matriz dos valores de consumo intermediário de produtos importados;

E n – É a matriz dos valores dos produtos nacionais destinados à demanda final;

E m – É a matriz dos valores dos produtos importados destinados à demanda final;

T p – É a matriz dos valores dos impostos indiretos e subsídios associados a produtos, incidentes sobre os insumos absorvidos pelos setores produtivos;

T e – É a matriz dos valores dos impostos indiretos e subsídios associados a produtos, incidentes sobre os insumos absorvidos pela demanda final;

g – É o vetor dos valores das produções dos setores;

Y – É a matriz da renda gerada pelos setores produtivos.

Segundo o IBGE, devido a necessidade de ajustes que assegurem o equilíbrio entre os fluxos de origem e destino dos bens e serviços na economia são criados setores fictícios; por exemplo, “dummy de consumo pessoal”, “dummy financeiro”, “dummy locação de máquinas” ou outros; que podem ser encontrados nas matrizes publicadas pelo referido órgão. Os desajustes em matrizes derivam tanto de problemas empíricos como conceituais; dificuldade em encaixar um novo setor dentro daqueles que existem no modelo nacional, resultando além das discrepâncias e lacunas nas informações disponíveis, limitações na avaliação da interdependência dos setores e complexidades quanto a natureza dos processos produtivos das empresas no país.

A explicação do conceito básico de setores fictícios tem intuito de introduzir o leitor ao tema, que no caso de consulta a literatura específica não ficará surpreso e entenderá que estes não são incorporados aos setores produtivos, uma vez que seu consumo não pode ser considerado como induzido por necessidades do processo técnico de produção. Tais setores normalmente são tratados exogenamente ao modelo, para simplificar a exposição, e são agregados a matriz de demanda final.

De acordo com o IBGE, cabe destacar que o símbolo circunflexo (^) indica uma matriz diagonal construída a partir de um vetor, o apóstrofo (') após as matrizes significa transposição e i é o vetor em que todos os elementos são iguais a 1, visto que a multiplicação de uma matriz por i resulta num vetor onde cada elemento corresponde ao somatório dos elementos da linha correspondente na matriz. A partir da tabela 2.4, definem-se as seguintes identidades contábeis:

O valor da produção nacional por produto é igual ao total do seu consumo intermediário pelos setores produtivos somado à sua utilização pela demanda final:

$$q = U' m \times i + E' n \times i \quad (1)$$

O valor da produção de cada setor é igual ao somatório dos produtos nele produzidos:

$$g = V \times i \quad (2)$$

Para construir o modelo de relações intersetoriais conjugam-se hipóteses específicas às equações contábeis básicas.

A hipótese de tecnologia de setor pode ser formalizada através da equação:

$$B = U' n \times \hat{g}^{-1} \quad (3)$$

Onde: $b_{kj} = \frac{U_{nkj}}{g_j}$ é o valor do produto k consumido pelo setor j para produzir uma unidade monetária em j .

Para a formalização da hipótese de alocação da produção é necessário decompor os valores da produção V , em duas matrizes:

$$V = V_1 + V_2 \quad (4)$$

Onde:

V1 Considera os produtos sob a hipótese de Market-share, ou seja, participação constante dos setores na sua produção.

V2 Considera os itens cuja produção é proporcional ao total dos setores que os produzem.

A partir da equação (4) pode-se escrever o seguinte

$$q = q1 + q2 \quad (5)$$

$$g = g1 + g2 \quad (6)$$

$$q1 = V1' \times i \quad (7)$$

$$q2 = V2' \times i \quad (8)$$

$$g1 = V1 \times i \quad (9)$$

$$g2 = V2 \times i \quad (10)$$

Para todos os produtos enquadrados na categoria Market-share, pode-se obter sua participação através da matriz D, calculada da seguinte forma:

$$D = V1 \times q1^{-1} \quad (11)$$

Optou-se por trabalhar com as matrizes V1 e V2 e os vetores q1 e q2 com a mesma dimensão. Isto faz com que a matriz $q1^{-1}$, na equação (11), seja singular, dado que os produtos considerados totalmente como subprodutos correspondem a elementos nulos em q1. Como as

colunas da matriz de market-share, D, são nulas quando se referem aos subprodutos, adotou-se a seguinte alternativa para calcular D.²⁴

$d_{jk} = \frac{V1_{jk}}{q1_k}$ é a participação do setor j na produção do produto k.

$d_{jk} = 0$ quando o produto k é todo considerado como subproduto.

A produção dos subprodutos é calculada pela seguinte equação:

$$C = \hat{g}^{-1} \times V2 \quad (12)$$

Onde; $C_{jk} = \frac{V2_{jk}}{g1}$ é a participação do produto k no valor da produção do

setor j.

Substituindo-se as equações (9) e (12) em (6) tem-se que:

$$g = g1 + g2$$

$$g = V1 \times i + V2 \times i$$

$$g = D \times \hat{q1} \times i + \hat{g} \times C \times i$$

Tem-se que:

$$\hat{g} \times C \times i = (C \times i) \times g. \text{ Assim:}$$

²⁴ IBGE, MIP 1996.

$$g = D \times q_1 + C \times i \times g$$

$$g = D \times (q_1 - q_2) + C \times i \times g$$

$$g = D \times q_1 - D \times q_2 + C \times i \times g$$

De (8)

$$g = D \times q_1 - D \times V_2' \times i + C \times i \times g$$

De (12)

$$g = D \times q_1 - D \times (\hat{g} \times C)' \times i + C \times i \times g$$

$$g = D \times q_1 - D \times C' \times \hat{g} \times i + C \times i \times g$$

$$g = D \times q_1 - D \times C' \times g + C \times i \times g$$

$$(I + D \times C' - C \times i) \times g = D \times q_1$$

$$g = (I + D \times C' - C \times i)^{-1} \times D \times q_1$$

Define-se $D^\circ = (I + D \times C' - C \times i)^{-1} \times D$

Dessa forma $g = D^\circ \times q_1$ (13)

A equação (13) estabelece a relação entre os vetores do valor da produção a nível de produtos e do valor da produção a nível de setores. A matriz D^o permite o calculo das matrizes de coeficientes técnicos intersetoriais e/ou interprodutos segundo as hipóteses adotadas.²⁵

Substituindo as equações (3) e (13) em (1) obtém-se:

$$q = U_n \times i + E_n \times i$$

$$q = B \times \hat{g} \times i + E_n \times i$$

$$q = B \times g + E_n \times i \quad (14)$$

$$q = B \times D^o \times q + E_n \times i$$

$$q = (I - B \times D^o)^{-1} \times E_n \times i \quad (15)$$

A matriz $B \times D^o$ é a matriz de coeficientes técnicos interprodutos.

Substituindo a equação (14) em (13) obtém-se:

$$g = D^o \times q$$

$$g = D^o \times (B \times g + E_n \times i)$$

$$g = D^o \times B \times g + D^o \times E_n \times i$$

$$(I - D^o \times B) \times g = D^o \times E_n \times i$$

$$g = (I - D^o \times B)^{-1} \times D^o \times E_n \times i \quad (16)$$

²⁵ IBGE, MIP 1996.

Segundo o IBGE, $D^o \times B$ é a matriz de coeficientes técnicos intersetoriais. A matriz D^o , quando multiplicada por $En \times i$, atua como transformadora de um vetor de demanda final por produtos em outro por setores, reproduzindo assim, a equação básica da alocação produto/setor do modelo (13).

Até aqui as matrizes de impactos ou matrizes inversas de Leontief (15 e 16) referem-se ao consumo de produtos nacionais.

Igualmente relevante nos modelos de relações intersetoriais é o tratamento metodológico dado aos insumos importados, uma vez que qualquer alteração na procedência, nacional ou estrangeira, dos insumos repercute sobre os coeficientes técnicos intersetoriais.

O modelo de relações intersetoriais adota quanto ao comportamento geral das importações, a hipótese de constância de sua participação no consumo de cada setor. Dadas as condições da economia brasileira em relação ao processo de substituição de importações, a adoção de hipóteses simplificadas que representam situações extremas, no caso, supondo-se que não ocorra substituições, é sempre pouco satisfatória. Não obstante, o tratamento independente das importações permite aos usuários a adoção alternativa de hipóteses específicas. As hipóteses gerais do modelo quanto à constância dos coeficientes técnicos e tecnologia de setores produtivos são adotadas também em relação às importações.²⁶

A partir do quadro contábil pode-se calcular o valor das importações para o consumo intermediário por produto, ou mp , como o somatório do consumo importado por produto, por cada setor produtivo.

$$mp = Um \times i \quad (17)$$

²⁶ IBGE. MIP 1996.

Define-se a matriz de coeficientes técnicos de insumos importados, ou M , como resultante da divisão do valor dos insumos importados pelo valor da produção de cada setor. Esta matriz pode ser formalizada através da equação:²⁷

$$M = U_m \times \hat{g}^{-1}$$

Onde:

$$M_{kj} = \frac{U_{m_{kj}}}{g_j}$$

Que é o valor do produto importado K , consumido pelo setor j , para a produção de uma unidade monetária em j .

Substituindo (16) e (18) em (17) tem-se:

$$m_p = U_m \times i$$

$$m_p = M \times \hat{g} \times i$$

$$m_p = M \times g$$

$$m_p = M \times (I - D^o \times B)^{-1} \times D^o \times E_n \times i$$

A equação acima determina o impacto sobre o consumo intermediário importado decorrente de variações na demanda final por produtos.

Segundo o IBGE as matrizes de relações intersetoriais constituem uma organização sistemática de dados relativos aos principais fluxos reais verificados em uma economia em determinado período. Detalham a composição e a origem dos fluxos de bens e serviços; a renda

²⁷ IBGE, MIP 1996.

gerada neste processo e sua distribuição primária ou setorial. A organização dos dados enfatiza as relações estabelecidas entre os agentes destes fluxos; sejam eles, governo, famílias ou setores externos, através de sua estrutura de produção, consumo e acumulação de capital.

Usando a matriz de Leontief, percebe-se que a partir das mudanças na coluna de produção total, é possível obter os novos valores da coluna de demanda final; ou então, conhecidas as mudanças na coluna de demanda final, calculam-se, com o emprego da matriz inversa, os novos valores da coluna de produção total; além disso, a partir dos valores da produção total e da demanda final, utilizando-se a matriz de coeficientes técnicos, é possível também determinar os valores de outras variáveis que compõe o quadro de insumo-produto. A principal diferença entre o emprego do modelo de relações intersetoriais na previsão e seu uso no planejamento, está no fato de que no primeiro caso as alterações iniciais são previstas ou estimadas, enquanto na planificação elas são planejadas. Por outro lado, na previsão é mais comum partir de modificações na produção total; normalmente estimadas a parte, para então utilizando-se do modelo, determinarem-se as mudanças nas outras variáveis, enquanto no planejamento é mais comum tomar como ponto de partida as alterações na demanda final, que constituem os objetivos mesmos do plano.²⁸

De acordo com Miglioli (1975) os modelos de relações intersetoriais podem ser usados para a descrição e análise da estrutura de uma economia bem como para a previsão e planificação econômica. Tais modelos tornam evidente a interdependência entre diferentes setores de atividade e podem mesmo que de modo descritivo permitir a observação de distorções e deficiências na economia e, conseqüentemente, inferir as medidas adequadas de correção.

Toda informação apresentada, inclusive as equações e conceitos conduzem ao entendimento de que, tanto para o Brasil quanto para outros países, a matriz de insumo-produto pode ser uma ferramenta muito útil aos agentes de mercado. Na tabela 2.1 na página 34 apresenta-se uma matriz hipotética de insumo-produto que permite entender a interação econômica entre os setores, exemplificando sua utilidade. Já na tabela 2.4 da página 44 pode-se encontrar um exemplo prático; uma parte da MIP dos Estados Unidos, mostrando as inter-

²⁸ Miglioli, Jorge. Op cit.

relações de oito setores entre si e outros acrescentados para facilitar a visualização do quadro todo. Portanto, conclui-se que, seja para uma empresa de pequeno porte avaliar onde se concentram seus custos ou para um Estado definir onde deve intensificar investimentos, a MIP pode auxiliar os responsáveis pela decisão e melhorar o desempenho dos setores dada a necessidade ou convenção. Considerando esta parte como base teórica para o desenvolvimento do trabalho; que tem caráter fundamental frente ao desafio proposto, procura-se dar continuidade estudando o mercado de gás natural no Brasil objetivando o levantamento de dados que devem ser utilizados nesta pesquisa.

Capítulo 3

Planos para o Gás Natural.

3.1. A MIP e o Planejamento Energético.

A MIP é uma ferramenta de grande utilidade para auxiliar os processos de desenvolvimento de políticas econômicas e sociais que são de vital importância ao crescimento de qualquer país. Por meio dela, pode-se obter uma visão parcial, pela seleção de um determinado segmento; ou total, pela análise do todo e suas relações. Uma das maiores dificuldades enfrentadas na elaboração de uma matriz de insumo-produto envolve a variedade de ramos existentes em um segmento e a velocidade imposta pela necessidade de decisões aceleradas dentro das empresas que compõem o sistema econômico vigente.

Segundo Leontief (1983 p.11),

... uma tabela de insumo-produto pode ser compreendida e interpretada com a mesma facilidade que um horário ferroviário... nenhum homem de negócios teria dificuldade em compreender uma tabela que lhe mostre em que quantidade as mercadorias ou serviços, em cuja produção ou distribuição ele participa, são absorvidos por todos os outros setores da economia do país; e olhando por outro prisma, que tipos de bens e serviços, e em que quantidades, sua própria indústria recebeu de cada um desses setores...

Ao apresentar os resultados de uma matriz depois de alguns anos de pesquisa podem ser levantados questionamentos quanto à exatidão ou atualização dos números registrados,

principalmente por conta da evolução tecnológica atual, que permite a obtenção de muita informação em questão de alguns minutos. Cabe neste ponto, a recomendação de cautela por dois motivos:

- a) Deve-se atentar à confiabilidade de sua origem; afinal é sabido que muitos boatos podem ser lançados nos meios de comunicação, visando entre outras coisas, valorizar ou depreciar ações de empresas no mercado, algo que em poucos meses pode provocar alterações significativas na compra e venda de seus produtos.
- b) Deve-se considerar que a competição dentro do mercado não permite a total abertura dos investimentos das empresas no ano contábil, o que é um problema porque muitas empresas alegam que os dados necessários à elaboração de uma matriz nacional, podem delatar estratégias de mercado, resultando em omissão de informações e conseqüentemente falhas no resultado apresentado.

Esclarecidos estes pontos e lembrando a capacidade de abrangência da MIP, que pode ser elaborada para uma região ou até para um país, conclui-se que pode ser muito útil na mão de planejadores ou tomadores de decisão, seja na esfera pública ou privada. Em se tratando de planejamento energético, a afirmação também é verdadeira, considerando-se a necessidade de determinadas regiões e os prazos estipulados para o cumprimento de metas; que podem variar de curto à longo prazo, os responsáveis encontram nesta ferramenta um grande aliado.

3.2. Histórico de desenvolvimento e uso do gás natural.

Segundo Alonso (2004) o GN é uma mistura de hidrocarbonetos parafínicos leves (contém somente hidrogênio e carbono) - De acordo com a tese da origem orgânica dos hidrocarbonetos, organismos aquáticos das bacias marinhas ou lacustres, vegetais carregados pelas correntes fluviais, microorganismos que se encontravam nos sedimentos depositados, todo esse material acumulado ao longo dos milênios em certas situações geológicas, acabou por rearrumar-se numa espécie de hidrocarboneto primordial, o querogêneo, o qual foi transformado progressivamente, devido às condições de pressão e temperatura crescentes, até dar origem ao

metano seco; este processo retrata a origem do petróleo. Quanto ao GN, não é possível uma determinação precisa de sua origem, uma vez que nele encontram-se também gases naturais de origem bioquímica - ; contendo predominantemente metano, etano, propano e outros componentes de maior peso molecular (podendo chegar a faixa do C 12+, dependendo da sua origem), que à temperatura ambiente e pressão atmosférica permanece no estado gasoso. Apresenta normalmente baixos teores de contaminantes tais como nitrogênio, dióxido de carbono, água e compostos sulfurados, com raras ocorrências de gases nobres (hélio e argônio).

O gás natural encontra-se acumulado em rochas porosas no subsolo, freqüentemente acompanhado por petróleo, quando é então chamado de gás associado, constituindo reservatórios naturais. Como combustível possui qualidades excepcionais por ser pouco poluente e por apresentar boas condições de controlabilidade.

Legalmente, através da definição estabelecida na Lei nº 9.478/97, gás natural ou gás é todo hidrocarboneto que permaneça em estado gasoso nas condições atmosféricas normais, extraído diretamente a partir de reservatórios petrolíferos ou gaseíferos, incluindo gases úmidos, secos, residuais e gases raros (ANP, 2001).

Ainda de acordo com a ANP, o metano possui a maior relação hidrogênio/carbono; quatro para um, dentre os hidrocarbonetos e resulta numa queima mais “limpa”, gerando índices de emissões inferiores na maior parte das condições de operação de motores ou caldeiras.

O índice de octana do gás natural é bem superior do que a maioria dos combustíveis líquidos. O funcionamento de um motor convencional com gás natural se dá de forma excepcional devido a característica não detonante desse combustível. Essa característica permite também que se avance a ignição, melhorando a performance do motor sem, contudo, ocasionar problemas de detonação, processo que promove o desgaste das bielas e pistões do motor e tendem a reduzir a vida útil do mesmo.

Alguns brasileiros utilizam de forma irregular o gás liquefeito de petróleo – GLP (gás de cozinha) como combustível automotivo, um energético derivado do petróleo, altamente

inflamável, que apresenta inúmeros riscos de acidente devido principalmente, à precariedade dos equipamentos utilizados na conversão dos veículos e a forma clandestina de sua instalação.

Segundo Schwob (2002) a intensiva utilização de combustíveis fósseis derivados do petróleo nos “envelhecidos e desregulados” veículos automotores brasileiros, agravam cada vez mais a qualidade do ar nos grandes centros urbanos e prejudica a já debilitada saúde da população. Questões como a poluição ambiental e agressão ao meio ambiente ressaltam a necessidade constante da busca de alternativas viáveis e sustentáveis para contornar a atual situação de desacato à natureza e a saúde humana.

Neste aspecto, o gás natural é considerado um energético viável no momento, por suas vantagens ambientais em relação aos demais combustíveis fósseis, acompanhadas dos ganhos econômicos que a sociedade pode auferir; que serão abordados adiante .

Para se ter uma idéia da viabilidade ambiental do GN, vale destacar que algumas das alterações atmosféricas, como aquecimento global e redução da camada de ozônio; tem relação direta com o uso de motores a combustão e os materiais usados em diversos produtos na atualidade, estão acelerando o processo de efeito estufa e demandam a busca por alternativas. Segundo Mills (1991) isso depende basicamente da reorganização do consumo de energia, sendo necessário para estabilizar a concentração dos gases, a redução das emissões de dióxido de carbono (CO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2), clorofluorcarbonetos (CFCs) em 60% e metano (CH_4) na faixa de 15 a 20%.

O gás natural é o combustível fóssil que apresenta a mais baixa emissão de CO_2 por megajoule de energia utilizada, com 49 gramas. Isto representa 35% menos que o petróleo. Concomitantemente, a sociedade também aufere benefícios pela utilização de energéticos mais limpos, e que possibilitam a redução de gastos em outros setores, por exemplo, na saúde da população em áreas de níveis de poluição elevados (Rodrigues, 1995).

Com a utilização do GNV, no período de 1999 a 2001, o Brasil diminuiu sua emissão de CO_2 em mais de 10 milhões de toneladas. Com o crescimento do mercado, pode-se diminuir

ainda mais a cota nacional de CO_2 , que atualmente gira em torno de 132 milhões de toneladas (Schwob, 2002).

O desenvolvimento de um novo e amplo mercado de combustível alternativo para o setor de transportes possibilitará, além das vantagens ambientais citadas, a obtenção de uma série de benefícios econômicos e sociais. Os investimentos na indústria; em pesquisas e tecnologia, a diversificação da matriz energética; a melhoria da eficiência dos motores; a conservação de equipamentos; a economia de combustível; a maior facilidade operacional; a redução da necessidade de estoque de combustíveis; a geração de empregos e a arrecadação de impostos; podem ser exemplos de algumas vantagens já obtidas por países que acreditaram no gás natural.

3.3. O setor automotivo e o gás natural

Muito se fala sobre a vantagem ecológica da opção pelo uso de GNV, mas a redução com custos de manutenção do veículo também são atrativas; descontando é claro o valor inicial da conversão, que de acordo com informações disponíveis no site da ANP, giram em torno de R\$3000,00, com tendência de queda no preço e aumento das facilidades de pagamento, via financiamentos nas próprias oficinas convertedoras credenciadas.

Os motores que queimam gás natural, tem aplicações de pequeno porte, tendendo ao crescimento porque as emissões de CO correspondem a apenas 1%, com o uso de GNV, contra os tradicionais 5%, em média, para os demais combustíveis. Além disso, o percentual de limpeza dos componentes é alto, devido ao desaparecimento de resíduos sólidos oriundos da combustão, eliminando assim a formação de depósitos nas velas e cilindros dos motores, comumente chamada de “carbonização”, apresentada nas fotos de componentes a seguir.



F 3.1 - Válvulas Limpas e Válvulas Carbonizadas; Conjunto Carbonizado de Pistão e Anéis.

Atualmente a indústria automobilística utiliza motores de ciclo Otto, ou seja, motores quatro tempos. O processo de funcionamento tem sido constantemente aprimorado, pela adição de válvulas de admissão e escape, mas o conceito se mantém; mistura de ar-combustível, admissão, explosão e escape, que geram energia e permitem o deslocamento dos automóveis. Após a queima do combustível são gerados gases tóxicos, que apesar do controle exercido sobre os volumes emitidos, pela obrigatoriedade do uso de catalisadores, ainda são preocupantes, principalmente para caminhões e ônibus movidos a óleo Diesel; cujo motor apresenta concepção diferente da explicada acima, que devido ao volume utilizado é hoje o maior gerador de particulados que poluem o meio ambiente e prejudicam a saúde da população na maioria das cidades.

Todo motor a combustão produz gases tóxicos; e.g., hidrocarbonetos e óxidos de carbono, mas o uso de GN, aliado a eficácia dos catalisadores, reduz drasticamente sua dispersão no meio-ambiente, bem como o desgaste das partes mecânicas; já que a mistura do gás com o ar se dá naturalmente na câmara, gerando menor aquecimento das peças. Como resultado de uma mistura homogênea, tem-se queimas mais completas, partidas mais fáceis, melhor funcionamento a frio e aumento da vida útil do motor pela redução do esforço na maioria de seus componentes.

Como citado anteriormente, nos motores alimentados por combustíveis líquidos, ocorre a vaporização do combustível para facilitar a mistura com o ar, e isso transfere calor para as partes em contato com a mistura, causando o seu resfriamento, o que reduz a eficiência dos motores até o total aquecimento dos mesmos; e posteriormente gera calor extremo na segunda etapa, quando o motor já está quente. Nos motores alimentados a gás isto não ocorre tão bruscamente, o que por

sua vez não elimina o trabalho do sistema de arrefecimento (radiador e mangueiras) que deve estar limpo e em perfeito funcionamento.

Como nenhum ou pouco carbono é formado durante a combustão, o motor movido a gás se mantém em boas condições de limpeza e assim observam-se menores taxas de desgaste para um mesmo período de utilização, quando comparado com motores alimentados por combustíveis líquidos, fato que também pode ser observado pela durabilidade do óleo lubrificante, que se mantém isento de impurezas por longos períodos devido a ausência de carbono. Outrossim, não são observadas as freqüentes diluições de óleo lubrificante e remoção da película protetora dos cilindros, comumente encontradas em veículos movidos a gasolina ou álcool.

Em relação a segurança, uma das questões mais comuns envolve o medo de explosões durante o uso ou abastecimento do veículo, ou vazamentos nos componentes usados no kit de conversão; mas a ANP garante que a conversão em oficinas credenciadas é segura, basicamente por dois motivos, o GNV só inflama a 620°C e os componentes são tão seguros, que o cilindro ou reservatório resiste a projéteis de armas AR15.

3.4. Perspectivas para o gás natural veicular no país

No Brasil, o programa teve início na década de 80 com a elaboração do PLANGAS – Plano Nacional de Gás para uso do transporte. O plano tinha como objetivo a substituição do óleo Diesel, uma vez que esse combustível correspondia a aproximadamente 52% do consumo energético do país, enquanto o gás natural representava apenas 1,8% desse total. Nesta oportunidade foram criadas comissões governamentais para o estudo da substituição do óleo Diesel utilizado pelos veículos de transporte de carga e de passageiros (ônibus). Na Petrobrás foram desenvolvidos motores Diesel/GNV e na cidade de Natal/RN houve a implantação de um programa de ônibus movido a GNV.

Vários programas experimentais em veículos de carga e transporte foram postos em prática. No entanto, a pequena diferença entre os preços do gás natural e do óleo Diesel (era subsidiado) inviabilizava economicamente a conversão da frota nacional. Aliados a esses fatores,

a falta de infra-estrutura de abastecimento dificultava a implantação do programa. No final de 1991, foi liberado o uso de gás natural para táxis e posteriormente para frotas cativas de empresas e inaugurado o primeiro posto de abastecimento público no Brasil, localizado no Rio de Janeiro. Somente em 1996, por força do Decreto 1787, de 12/01/96, da Presidência da República veio a liberação do uso para os veículos particulares. Em São Paulo, a Lei Municipal 12.140, de junho/96, estabeleceu a obrigatoriedade de conversão gradativa de todos os 11.000 ônibus do transporte urbano de passageiros para gás natural (Cirihal, 2003).

A partir destas medidas, o programa de gás natural brasileiro iniciou seu desenvolvimento “efetivo”, viabilizando o gás natural como combustível alternativo, seja para veículos movidos a álcool ou gasolina. Em função das qualidades, do seu preço competitivo, reservas e aspectos positivos em relação ao meio ambiente, a conversão para o gás natural tornou-se extremamente atrativa para os proprietários de táxis. A procura pelo combustível criou a necessidade, e as distribuidoras passaram a investir na abertura de novos postos de abastecimento, principalmente nos estados mais desenvolvidos do país.

Atualmente, a América do Sul detém 52% da frota do mercado mundial de veículos movidos a GNV e, como o Brasil está em franco crescimento no setor, a tendência é que esse número se torne ainda mais expressivo. Destaca-se portanto, a importância dos mercados brasileiro e sul-americano de GNV no cenário mundial e a importância econômica e ambiental propiciada pelo aumento de veículos movidos a GNV (Horta Nogueira, 2002).

Segundo o anuário estatístico da Anfavea (2005) a frota total de veículos do país em 2004 era de quase 38 milhões de unidades, dos quais 66.3% movidos a gasolina; 3.1% a álcool; 20% bi-combustível; 10% a diesel e menos de 1% a GNV. No entanto, o Brasil já é o segundo país em número de veículos circulando com gás natural como combustível; atrás apenas da Argentina. Existem hoje no mundo, quase dois milhões e meio de veículos usando o gás natural como combustível e a tendência é de crescimento, principalmente para os veículos pesados, sob os quais se volta maior atenção devido ao volume de emissão de material particulado. Nos EUA, já existem mais de 5.000 ônibus operando com GNV e aproximadamente 25% dos ônibus em processo de compra estão sendo previstos para gás natural (Fernandes, 2002).

Na tabela 3.1 pode-se observar a evolução da frota nacional de veículos para o Brasil e a Argentina, num comparativo que inclui a frota convertida a GNV.

T3.1 - Comparativo entre frota total e convertida para o Brasil e a Argentina														
	1990	1991	1992	1993	1994 ***	1995	1996	1997	1998	1999	2000*	2001	2002	2003**
Frota Total no Brasil	18267245	20615779	21253690	22655650	24145966	26609232	27747815	28886388	30939466	32318646	29503503	31913003	34284967	36658501
Conversões a GNV	-----	-----	-----	1792	1892	307	892	4458	9400	24410	44073	197527	95764	192000
Evolução da Frota GNV Percentual	-----	-----	-----	1792	3684	3991	4883	9341	18741	43151	87224	284751	380515	572515
	-----	-----	-----	0.0079	0.015	0.015	0.018	0.032	0.061	0.13	0.30	0.89	1.11	1.56
Frota Total na Argentina	5876975	5958903	6457317	6520000	5666331	5903466	6070869	6276790	6544197	6606982	6953180	6947086	6836824	7000000
Conversões a GNV	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	879587	285252
Evolução da Frota GNV Percentual	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	879587	1164839
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	12.87	16.64

Fonte:

DENATRAN

* A redução da frota em algumas unidades da federação se deve a depuração do cadastro estadual e a integração ao sistema Renavam.

** Valor estimado pela ANP.

Fonte: ADEFA

*** Considerando a evolução dos critérios de medição foi realizado o devido ajuste na frota Argentina.

Em 2004 a frota Argentina chegou a 1348126 veículos convertidos a GNV.

Infelizmente não foi possível obter todos os valores que completassem a tabela, mas devido a confiabilidade das informações; ambas oriundas dos órgãos de trânsito dos respectivos países, e da apresentação de números coerentes com os disponíveis no mercado em diversos tipos de publicação do setor automotivo pode-se avaliar em um primeiro momento que a evolução da frota convertida ganhou força a partir do ano de 1999 e não parou de crescer. Outro ponto importante a destacar é o potencial para o GNV no Brasil, que atualmente encontra-se em menos de 2% da frota convertida, contra quase 17% da Argentina. Comparando ainda o tamanho das duas frotas pode-se reforçar o argumento anterior e ter certeza de que o país e a sociedade tem muito a ganhar com o GNV.

Geralmente o motor movido a GNV tem maior rendimento por km rodado em relação à gasolina, nas tabelas a seguir é possível entender melhor a afirmação por meio das comparações.

A – Veículo Corsa Flex

B – Veículo Gol Flex

C – Veículo Fiesta

1 – Considerando rendimento mínimo com Kit homologado pela CAGN com gerenciamento eletrônico.

2 – Testes realizados pela revista Quatro Rodas.

Tabela 3.2 – Comparativo GN x Gasolina x Álcool

Combustível	Consumo	Preço	Custo	Economia
GN (A) (1)	12,5 Km/ m ³	1,01 m ³	0,08	-----
Gasolina (A) (2)	8,0 Km/l	2,10 l	0,28	60%
Alcool (A) (2)	5,5 Km/l	1,10 l	0,20	69%
GN (B) (1)	12,5 Km/ m ³	1,01 m ³	0,08	-----
Gasolina (B) (2)	7,6 Km/l	2,10 l	0,26	58%
Alcool (B) (2)	5,6 Km/l	1,10 l	0,19	71%
GN (C) (1)	12,5 Km/ m ³	1,01 m ³	0,08	-----
Gasolina (C) (2)	8,2 Km/l	2,10 l	0,28	60%
Alcool (C) (2)	5,7 Km/l	1,10 l	0,20	70%

Fonte: Revista Quatro Rodas 2004.

Há perspectivas de substituição do Diesel pelo GNV na frota de ônibus dos grandes centros brasileiros prevista em Lei como visto anteriormente, entretanto os investimentos para substituição total dos veículos são enormes. Antevendo a oportunidade de mercado a Delphi Automotive Systems desenvolveu um sistema pioneiro para conversão da frota existente em bi-combustível, ou seja, que usa Diesel e GNV, apresentado ao público no Seminário Combustíveis, Lubrificantes e Aditivos: Panorama automotivo no Brasil; realizado pela Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA) em março de 2005, que tem seu lançamento previsto para 2006 no mercado e pode antecipar o cumprimento da legislação em vigor, além de gerar outros benefícios.

Obviamente, isso não é suficiente, ainda são necessários investimentos em postos revendedores de GNV, bem como estudos e desenvolvimento para a distribuição de gás natural comprimido (GNC) a granel, que pode ser feito por caminhões; como na foto a seguir, permitindo uma melhor infra-estrutura de distribuição de gás, principalmente em cidades do interior, onde as ramificações dos gasodutos ainda não chegaram. O desafio regulatório consiste na interação da ANP com órgãos estaduais competentes, no sentido de regular as relações entre as concessionárias de distribuição de gás canalizado, a distribuidora de combustível e os postos revendedores.

Em se tratando de sistemas de transporte de gás a empresa GNC-Galileo desenvolveu e implantou em alguns locais na Argentina o conceito de gasoduto virtual, ou seja, por meio de rodovias levar o GN em containers especiais à locais onde os gasodutos não chegam, seja por baixa demanda ou pela distância que não justifique sua instalação. O sistema pode revolucionar o mercado de gás dentro de alguns anos; atendendo postos e outros estabelecimentos em cidades ou comunidades onde seja necessário, pela praticidade, rapidez e economia. Abaixo segue uma foto exemplificadora do método de transporte de containers em um caminhão.²⁹



F 3.2 - Fonte: GásNet, o site do gás natural.

²⁹ A citação da empresa não se trata de promoção, seu objetivo envolve a apresentação de um caso prático de transporte de GNC também chamado de gasoduto virtual.

Martin (1992) enfatiza que o estágio alcançado pelo petróleo no balanço energético mundial, na sociedade contemporânea, deve-se essencialmente ao fato de que este energético apresentou grande utilidade nos transportes internacionais. O desenvolvimento dos sistemas de transportes também é resultado de uma organização oligopolista da indústria petrolífera e das condições de sua implementação em um determinado número de países subdesenvolvidos. Será que o fato das discussões pró-ambiente, em alta nos últimos anos, não pode ser usado como alavanca para promoção de uma matriz de transportes mais bem planejada e menos poluente?

Segundo Rodrigues (1995), outro ponto importante a destacar é que o preço a ser negociado em cada contrato de suprimento de GN deve se situar em um intervalo onde o limite inferior corresponde ao custo da produção, transporte e distribuição do gás, acrescido das devidas margens de remuneração do capital investido no suprimento, e dos impostos que incidem sobre ele. O limite inferior reflete o seu custo de oportunidade, definido como o preço do combustível a ser substituído por unidade de conteúdo energético útil, acrescido de um eventual prêmio para os atributos favoráveis ao gás; exemplo, o ponto de vista ambiental, e subtraído do custo médio unitário de conversão dos equipamentos com os quais o consumidor venha a arcar para fazer uso do gás natural.

Em países exportadores de gás natural, o preço do produto situa-se próximo a esse limite inferior, enquanto que em países importadores com forte demanda reprimida de gás, como o Brasil, esse preço tende a se situar próximo ao limite superior em questão. Na introdução do GN no mercado consumidor, deve-se oferecer bons descontos para se atrair um consumo suficiente para viabilizar o suprimento de GN, mas o planejamento pode levar à manutenção de preços reduzidos, desde que sejam interessantes tanto aos vendedores quanto aos consumidores, e assim, possam promover cada vez mais a difusão do produto.

Quando há uma legislação ambiental rigorosa penalizando os combustíveis mais poluentes, adiciona-se ao custo desses combustíveis a serem substituídos pelo GN um prêmio ambiental significativo para o gás. Na realidade brasileira, o GLP, o gás de nafta, o óleo Diesel e o óleo combustível de baixo teor de enxofre e baixa viscosidade são bons exemplos de combustíveis de valor relativamente elevado que podem ser substituídos pelo gás natural, mesmo

os óleos combustíveis mais viscosos e de alto teor de enxofre considerados combustíveis de menor valor, podem passar pelo mesmo processo, que vai gerar gradativamente ganhos muito interessantes.

Por outro lado, as curvas de oferta de gás natural partem do desenvolvimento dos campos de produção mais promissores, geralmente de gás associado, e das eventuais importações mais baratas, até os campos de produção mais caros, geralmente de gás não-associado e situados a longas distâncias dos principais centros de consumo, e importações mais onerosas, como por exemplo, as de GNL, que requerem, inclusive, instalações portuárias de regaseificação.

Notícias veiculadas na imprensa dão conta de que assim como outras empresas, a Petrobrás refaz constantemente seu planejamento estratégico e para o período de 2003 à 2007 contempla as seguintes ações:

- Implantar programa para substituição de Diesel por GNV em associação com o CENPES, desenvolvimento tecnológico para melhoria dos motores a GNV (maior eficiência / melhor desempenho), abrangendo o programa USP, o programa Rio Ônibus e pesquisa de novas soluções de distribuição do GNV;
- Participar e monitorar os projetos de expansão da oferta de Gás Natural, garantindo o suprimento e prospectando novas oportunidades de negócios;
- Ampliar a rede de postos que ofertam GNV.

No Estado do Rio de Janeiro, o programa Rio Ônibus por intermédio do projeto Economizar (1997-2004) apresenta os seguintes números: 112 empresas participantes; 89.225 avaliações efetuadas; 142 milhões de litros de Diesel economizado; 390 mil toneladas de CO₂ não emitido e 8,5 mil toneladas de particulados a menos em sete anos. Esses dados não podem ser desconsiderados e foram acrescentados aqui para lembrar o valor de iniciativas em prol do meio-ambiente, da sociedade e da economia. Prova de que quando existe interesse e união de diferentes agentes, todos podem ser beneficiados.(CONPET 2004)

O uso do gás nos ônibus tem as seguintes vantagens: não há necessidade de estocagem de combustível; cria uma alternativa para o Diesel no setor de transportes; impossibilita a adulteração do combustível; impossibilita a eventualidade de desvio de combustível; gera um ganho de imagem junto ao público pela utilização de um combustível com maior apelo ecológico; proporciona maior estabilidade de preços; elimina a ocorrência de multas por emissão de fumaça negra e possibilita a redução de custos e de desperdício de combustível (Touma, 2003), sem contar os benefícios à saúde da população que ainda não foi contabilizado no projeto.

O mercado do gás natural ainda apresenta uma série de projetos tecnológicos para o segmento automotivo:

- O desenvolvimento de novos sistemas de armazenamento de gás em veículos automotivos, no Brasil e no mundo, tem como objetivo principal o desenvolvimento de novos materiais para armazenamento de GN – materiais mais leves e novas geometrias, buscando otimizar o uso do espaço interno de veículos leves ou pesados dependendo da aplicação;
- A Copa BR Petrobras Pick-up Racing a GNV, tem como objetivo geral, dar sustentação técnica às competições, maximizando segurança e desempenho, como mostra da excelência técnica, econômica e ambiental do gás natural junto à sociedade;
- O projeto Diesel/Gás, em desenvolvimento pela Delphi, tem como objetivo a criação de um kit de custo acessível que permite a utilização combinada de Diesel e GNV como combustível em motores “ciclo Diesel” que possa ser implantado na frota nacional de veículos;
- O GASBUS, desenvolvido com a parceria de entidades públicas e privadas, tem o objetivo de realizar um levantamento de dados operacionais de um ônibus urbano convertido para uso de GN adotando um motor “ciclo Otto” e também cilindros de armazenamento de gás em material composto que deve viabilizar o uso em frotas de ônibus urbanos;

- Estudo do uso de GN em motores de Locomotivas, com o objetivo de converter parte da frota Brasileira de locomotivas, cerca de 1800 unidades com consumo potencial de 1,0 milhão de m³/dia e o desenvolvimento de *kits* de conversão de motores a vapor para Diesel e posterior instalação do *kit* gás. Foco na conversão de motores de potência superiores a 1000HP, com testes de 1 locomotiva convertida;
- Ônibus Híbrido Diesel-Gás-Elétrico, com o objetivo de fomentar o consumo do gás natural em geradores estacionários e o transporte coletivo urbano, nas cidades onde seu uso é mais comum.

Todos esses projetos; de iniciativa pública ou privada, associados à leis de incentivo fiscal e à um marco regulatório bem definido para o país devem tornar o gás natural um dos melhores combustíveis para a humanidade, sem que ela tenha que se privar dos benefícios advindos da tecnologia e dos recursos naturais; como o ar e a água, indispensáveis para manutenção da vida no planeta.³⁰

Como visto, são muitos os planos para o gás natural no país. Alguns deles necessitam de muito empenho para se tornar realidade, mas outros já estão acontecendo e mesmo que subjetivamente criando o que se pode chamar de cultura do GN. Boa parte da responsabilidade pela disseminação do uso deste produto vem da iniciativa de reduzir os custos diretos com manutenção e combustível de automóveis, dado o volume de conversões ocorrido nos últimos três anos; mas sem desmerecer a importância desta variável, cabe destacar que a regulamentação e o investimento em infra-estrutura neste ramo, podem conduzir o país a amenização dos impactos da importação de energia, petróleo e derivados; e quem sabe atingir a tão sonhada auto-suficiência energética e todos os benefícios inerentes a ela. (Alonso, 2004)

³⁰ A citação das empresas e dos programas acima não se trata de promoção, seu objetivo envolve a apresentação de casos práticos que podem auxiliar o desenvolvimento de tecnologia para o gás natural.

No capítulo que segue, procura-se acrescentar mais informações que complementam o que foi citado e aplicar o modelo que deve conduzir a conclusões e quem sabe mais questionamentos sobre o assunto em pauta, que certamente não se esgota por aqui.

CAPÍTULO 4

Como a MIP pode auxiliar a expansão do GNV no Brasil.

Nas palavras de Leontief, a busca pela transformação de teoria em algo prático e realmente significativo para a sociedade, deve ser constante na vida de todos os profissionais que desejam ampliar horizontes. Assim sendo, por meio de um exercício simples, procura-se com esse trabalho evidenciar o mercado de gás natural no país e sua importância como elemento chave da nova matriz energética que se deseja atingir em um futuro próximo.

4.1. Estudos realizados com o uso da metodologia.

Como citado anteriormente, os resultados de uma matriz de insumo-produto podem gerar questionamentos sobre a origem e a atualização dos dados. Sendo assim, no intuito de reduzir os impactos de tais questionamentos sobre estudos desenvolvidos com seriedade, foi realizado por Haddad e Domingues (2003) um trabalho sobre a matriz inter-regional de insumo-produto para São Paulo e o resto do Brasil. Nesta obra os autores procuram inovar a metodologia padrão inserindo informações aparentemente subestimadas. Segundo os autores, a metodologia permite sua aplicação à outros Estados e divisões regionais da economia brasileira, uma vez que utiliza dados regionais e nacionais atualmente disponibilizados por agências oficiais de estatística como IBGE e Seade.

Dada a matriz:

$$A = \begin{bmatrix} A_{rr} & A_{Rr} \\ A_{rR} & A_{RR} \end{bmatrix}$$

Onde A_{rr} e A_{RR} representam os insumos diretos dos setores dentro de cada região, e A_{Rr} e A_{rR} representam os insumos diretos absorvidos pelos setores de São Paulo e do Resto do Brasil e vice-versa. Os vetores da demanda final (F) e da produção total (P) podem ser divididos da mesma forma.

$$F = \begin{bmatrix} f_r \\ f_R \end{bmatrix}, \quad P = \begin{bmatrix} P_r \\ P_R \end{bmatrix}$$

O modelo inter-regional de insumo-produto para as duas regiões pode ser escrito como:

$$A = \begin{bmatrix} A_{rr} & A_{Rr} \\ A_{rR} & A_{RR} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_r \\ P_R \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f_r \\ f_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_r \\ P_R \end{bmatrix}$$

A solução desse modelo resulta na obtenção da matriz inversa de Leontief, **B**;

$$F = (I - A) X \rightarrow X = (I - A)^{-1} F \text{ e } \mathbf{B} = (I - A)^{-1}$$

E de acordo com Haddad e Domingues (2003), permite várias decomposições no sentido de estudar as ligações e interações setoriais ou regionais. A soma das colunas da matriz inversa de Leontief; **B**, resulta nos multiplicadores de produção setoriais, que normalmente são interpretados como a variação da produção total da economia dada a variação de uma unidade monetária na demanda final do setor. Uma das conclusões obtida pelos autores é que a estimativa ajustada reduz a contribuição intra-regional; entendida como aquela resultante de trocas ocorridas dentro do estado, nos multiplicadores setoriais, enquanto aumenta a contribuição inter-regional; que representa as movimentações ocorridas entre os estados de um país, confirmando a utilidade

da MIP para planejadores ou outros profissionais, inclusive no que diz respeito ao entendimento dos pontos fortes das diferentes regiões.

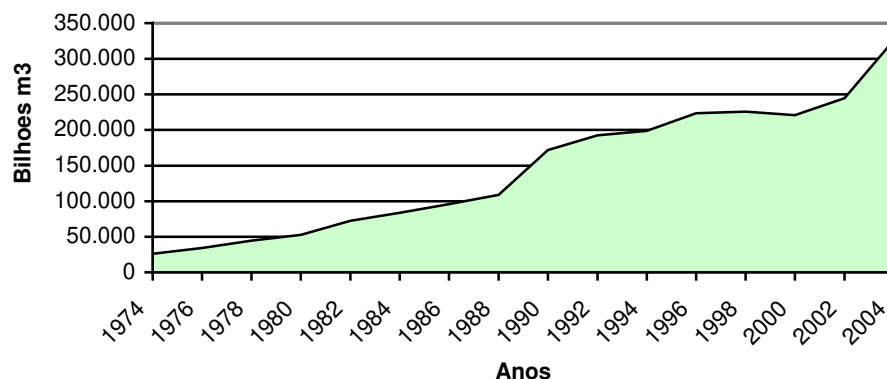
4.2. Potencial de desenvolvimento associado às reservas.

Observando o gráfico 4.1 abaixo, nota-se que o descobrimento de novas reservas de GN no Brasil tende a tornar o mercado mais atrativo a investimentos e consequentemente gerar um desenvolvimento com vistas à maturidade. É óbvio que não se deve esperar um crescimento de mercado significativo e autônomo da noite para o dia. Por isso também, a definição de um marco regulatório para o gás e a estruturação do sistema de transporte e distribuição do mesmo, torna-se urgente frente a busca da redução dos gastos da sociedade com combustível, saúde e meio-ambiente. É interessante destacar que até a definição de um marco regulatório se deve considerar a proporção de gasodutos em funcionamento e em projeto, em função do tamanho do país evitando comparações incoerentes com países onde o mercado já pode ser considerado maduro. (Krause, 1998)

Em 2004, as reservas provadas de GN ficaram em torno de 310 bilhões de m³, um aumento de 0,5% em relação a 2002. As reservas nacionais, apesar de estarem em sua maior parte na forma associada, encontram-se pulverizadas por várias regiões do território brasileiro. De todo o gás natural descoberto no país, 31,2% estão em terra; principalmente no campo de Urucu (AM) e em campos produtores do estado da Bahia, enquanto que os 68,8% restantes estão localizados em mar, principalmente na Bacia de Campos, que detém quase 50% de todas as reservas deste energético no Brasil.(BEN 2004)

F 4.1 - Evolução das Reservas provadas de GN

Fonte: ANP / SDP. MME

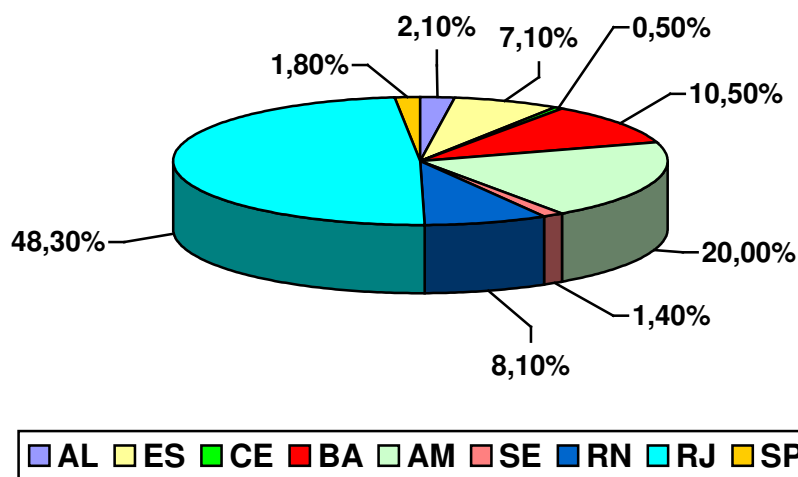


O entendimento de que a descoberta de novas reservas pode facilitar o desenvolvimento por conta do aumento do interesse em explorar este recurso, e consequentemente promover ganhos de mercado em diversas regiões, leva ao questionamento de como fica a situação de cada estado nesta condição.

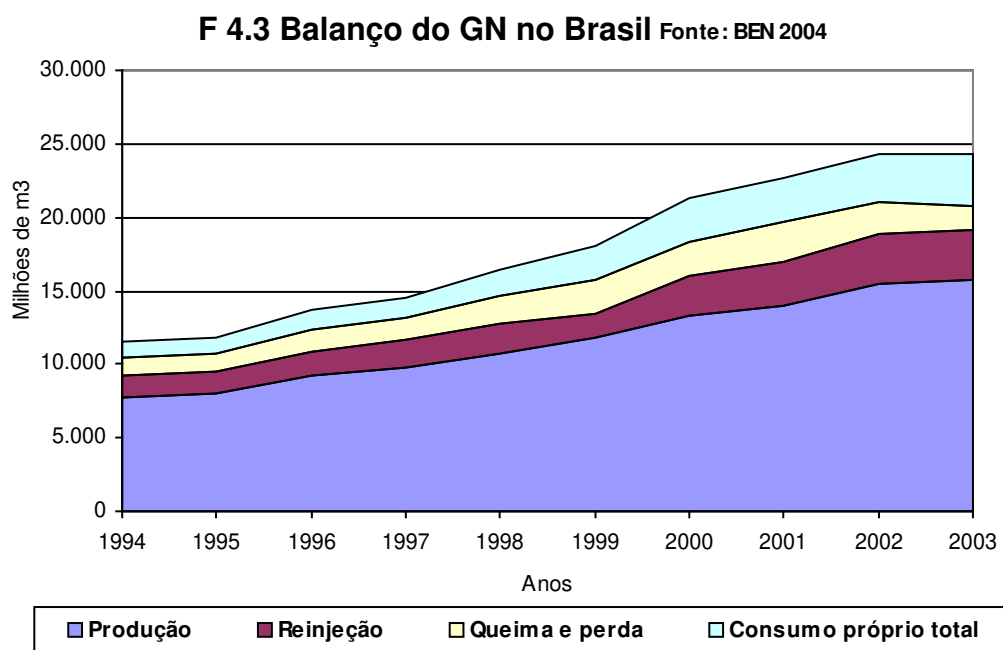
O gráfico na figura 4.2 permite a comprovação da afirmação anterior quanto aos estados e suas respectivas reservas de gás natural.

F 4.2 - Reservas provadas de GN por Estado

em 31/12/2003 - Fonte: ANP / SDP



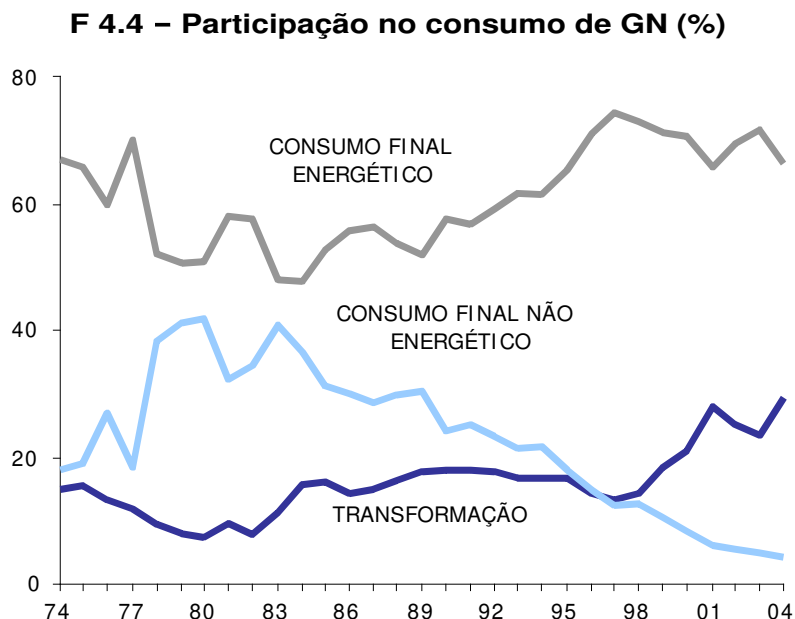
Observando o quadro do GN de modo mais amplo fica claro que são inúmeras as possibilidades de crescimento regional; que podem surgir da associação de diferentes players ou do direcionamento governamental com intuito de fortalecer econômica e socialmente uma região, e também o país. Outro ponto importante a destacar, considerando a expectativa de crescimento de mercado, é que o volume de gás produzido não é totalmente vendido e apresenta atualmente as classificações apresentadas na figura 4.3 e definidas logo em seguida; permitindo se traduzir a necessidade de investimentos e de direcionamento.



- **Consumo próprio:** é a parcela da produção utilizada para suprir as necessidades das instalações de produção, i.e., gás natural usado no processo de refino de petróleo ou em qualquer outra etapa dentro da unidade de produção;
- **Queima e perda:** é a parcela do volume extraído do reservatório que foi queimada ou perdida ainda na área de produção;
- **Reinjeção:** é a parcela do gás natural produzido que é injetada de volta nos reservatórios;

A figura 4.4 a seguir apresenta três diferentes possibilidades no que tange o consumo de GN na matriz energética nacional; sendo elas, o consumo final energético, o consumo final não-

energético e a transformação, que por sua vez também podem sinalizar pontos fortes a ser trabalhados em favor de sua contínua expansão.



Mantendo a linha de raciocínio proposta para este trabalho, vale salientar que toda informação sobre o gás natural colocada à disposição no mercado nacional pode servir de referência aos diferentes agentes que nele atuam, e sendo associadas a MIP podem gerar resultados muito interessantes; como no exercício proposto a seguir.

Na tabela 4.1 são apresentadas as vendas de gás natural veicular (GNV) no período de 1994 a 2002. Supondo que tais informações possam auxiliar a decisão pela abertura de uma oficina convertidora de GNV no Estado de São Paulo; que se enquadra no setor terciário, ou pela abertura de uma indústria de tratamento térmico; que pode ser enquadrada no setor secundário e é fornecedora de flanges tratadas à diversas convertedoras em sua região; qual seria sua opinião considerando que possui conhecimentos razoáveis em ferramentas de planejamento, entre elas a matriz de insumo-produto; como procederia a análise do problema?

T 4.1 – Vendas de GNV (m³/dia)

Descrição	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	00 / 02 (%)
Brasil	125.355	117.001	93.381	133.958	236.012	402.887	970.978	1.733.508	2.591.217	63,4
R.Sudeste	115.252	106.544	82.962	121.039	217.385	356.393	750.732	1.309.225	1.951.900	70,4
ES	606	563	845	398	703	2.607	22.844	43.808	65.525	69,4
RJ	61.763	63.466	48.146	81.236	162.222	253.156	493.244	811.075	1.145.975	52,4
SP	52.883	42.515	33.971	39.404	54.464	89.748	194.644	304.383	541.208	66,7
MG						10.833	40.000	149.958	199.192	123,1
PR								10.075	32.842	-----
SC								733	15.200	-----
RS								8.108	49.542	-----

Fonte: ANP 2003. Elaborado pelo autor.

Adotando o volume de GNV vendido somente em 2002, e assumindo hipoteticamente uma divisão do mesmo para três segmentos, a saber; 1% setor primário, 80% setor secundário e 19% setor terciário; e ainda que 1 m³ de GNV equivale a uma unidade monetária. Obtém-se um quadro hipotético como segue:

T. 4.2 – Quadro Hipotético do GN

Produtos / Setores	Primário	Secundário	Terciário	Demanda Final	Produção Total
Primário	249	1.493	747	2.923	5.412.
Secundário	1.732	51.956	10.498	368.780	432.966
Terciário	1.198	43.189	27.594	30.849	102.830
Insumos Primários	2.233	336.328	63.991		
Despesa Total	5.412	432.966	102.830		541.208

Elaborado pelo autor.

Concluída a representação dos valores em cada um dos setores da economia pode-se observar, como era esperado, que as maiores interações ocorrem dentro do setor secundário e em seguida tem maior peso no setor de serviços. Assim sendo, analisando somente a variável interação entre setores, a melhor opção no exercício hipotético apresentado seria a abertura de uma indústria, principalmente pela possibilidade de vendas não somente ao setor de GNV; onde a empresa teria como no caso da oficina convertidora, um espaço consideravelmente limitado dentro do mercado; utilizando inclusive insumos do setor primário, dado que os fornos de têmpera podem ser alimentados com o gás natural.

O mesmo exercício poderia resultar em opção diferente se aplicado ao Estado de Minas Gerais, onde a evolução das vendas representou 123,1% para o período compreendido entre 2000 e 2002 como mostra a tabela da ANP. Obviamente, um exercício simples como o citado acima não seria suficiente para uma decisão séria como essa, mas a análise de todo o conjunto de informações e do maior número de variáveis pode auxiliar na escolha entre diversas opções. Daí, a opção pela MIP para este trabalho, onde a busca por alternativas leva a realizar exercícios interessantes como o que foi proposto.

Partindo da afirmação de Leontief: “uma tabela de insumo-produto pode ser compreendida e interpretada com a mesma facilidade que um horário ferroviário...” conclui-se que; seja para um exercício simples ou uma análise profunda dos fatos econômicos, a MIP pode ser de grande valia aos que se empenham para o entendimento de sua linguagem e compreendem que a interação dos setores pode ser o fator determinante de sucesso ou fracasso de um determinado empreendimento. Um exemplo que auxilia a fixação deste conceito envolve o dilema sofrido por toda sociedade quanto as constantes variações do preço do álcool, normalmente reflexo direto da ação dos produtores objetivando aumento da produção de açúcar pela variação de seu preço no mercado internacional. As decisões do setor primário influenciam muito os demais e estes acabam repassando os custos ao consumidor.

Em se tratando de transportes, segundo Dondero (2002), existe uma preocupação quanto ao nível de emissões provocado pelo aumento da demanda de veículos movidos a GN, por esse motivo, ela procura em seu trabalho apresentar um comparativo entre nove automóveis convertidos na frota da USP no ano 2002 estabelecendo uma relação entre veículos com injeção eletrônica de combustível e outros que ainda usam carburador, para avaliar se em ambos os casos a redução de emissões foi significativa, e também se a conversão de veículos relativamente antigos é compensadora do ponto de vista ambiental.

A tabela 4.3 permite analisar o aumento da produção e da demanda de gás natural desde 1985, bem como o uso exclusivo pelos diferentes setores da economia nacional, entre eles o setor de transporte pode ser destacado.

T. 4.3. Balanço do GN.

Balanço Energético Consolidado	Gás Natural 10 ³ Tep			
Ano	2001	2002	2003	2004
PRODUÇÃO	13894	15410	15675	16852
IMPORTAÇÃO	4053	4723	4447	7116
OFERTA TOTAL	17948	20133	20122	23968
OFERTA INTERNA BRUTA	12548	14803	15505	18982
CONSUMO FINAL	8254	10066	10901	12185
CONSUMO FINAL NÃO ENERGÉTICO	702	722	696	737
CONSUMO FINAL ENERGÉTICO	7552	9344	10205	11448
SETOR ENERGÉTICO	2198	2545	2739	2948
RESIDENCIAL	123	135	172	181
COMERCIAL	141	182	206	216
PÚBLICO	18	38	36	48
AGROPECUARIO	0	2	2	2
TRANSPORTES - TOTAL	503	862	1,168	1390
RODOVIÁRIO	503	862	1,168	1390
INDUSTRIAL - TOTAL	4569	5580	5882	6663
CIMENTO	24	28	14	20
FERRO GUSA E AÇO	781	900	910	936
MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO	283	182	191	229
NÃO FERROSOS E OUT. METALURG.	163	279	327	452
QUÍMICA	1368	1630	1676	2063
ALIMENTOS E BEBIDAS	269	406	432	491
TÊXTEL	186	238	268	298
PAPEL E CELULOSE	394	398	426	458
CERÂMICA	430	706	788	767
OUTRAS INDÚSTRIAS	671	813	849	947

Fonte: MME / BEN2004 - Elaborado pelo autor.

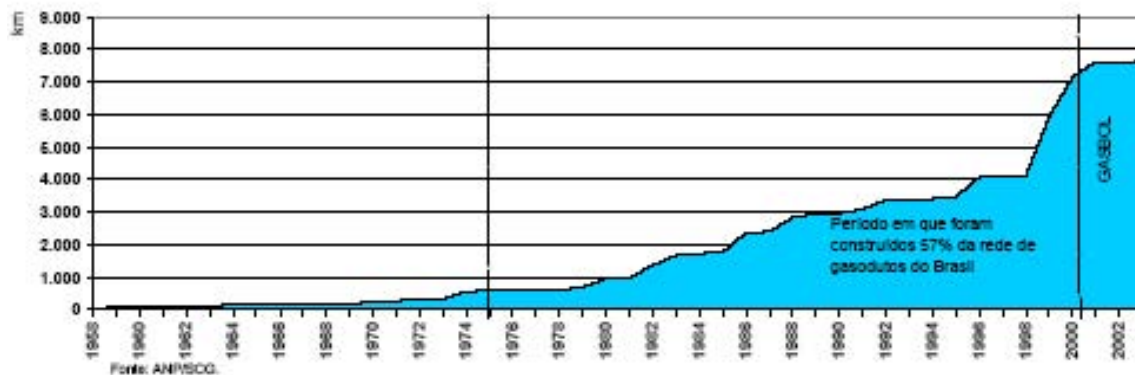
Merecem destaque na tabela 4.3; os números do consumo na geração elétrica, certamente alavancados pela instalação de termelétricas a gás; o consumo industrial, em particular na indústria de ferro-gusa e na indústria química; o consumo no setor de transportes, que tende a desenvolver-se ainda mais; e por fim o consumo final energético, que de modo geral apresenta outros meios de viabilizar a estruturação desse importante energético para o país.

Deve-se entender que não basta haver enormes reservas de GN e a posterior capacidade tecnológica de processamento de grandes quantidades sem a infra-estrutura de transporte e distribuição do produto, que conforme destacado anteriormente é realizada em gasodutos.

A metodologia de Insumo-produto foi utilizada por Pieroni (1999) com o objetivo de avaliar os impactos sócio-econômicos da construção do gasoduto Bolívia-Brasil, principalmente em relação ao número de postos de trabalho resultantes da atividade. O autor concluiu que a obra impulsionou a economia e atraiu maiores investimentos ao setor que na época apresentava muitas incertezas sobre a viabilidade e os resultados esperados. A continuidade dessa linha de pesquisa, é que instigou o desenvolvimento do presente trabalho e o conseqüente aprofundamento do mesmo, extrapolando o que se pode considerar a esfera de desenvolvimento de infra-estrutura do negócio de gás natural, i.e., a construção de gasodutos.

A estruturação anteriormente citada envolve entre outras, a facilidade de transporte do gás natural processado até as distribuidoras nacionais e é composta por uma malha de gasodutos que escoo o produto de origem nacional ou importada totalizando 5.407,0 Km de rede com capacidade de 71,1 milhões de m³/dia.

F 4.5 - Evolução da malha de gasodutos de 1958 a 2004



Os gasodutos que transportam gás de origem nacional são operados pela Petrobras e pela Transpetro e somam 2.507,0 Km de extensão. A malha de gasodutos que escoo produto importado é formada pelo gasoduto Bolívia-Brasil; operado pela TBG, pelo gasoduto Uruguaiana-Porto Alegre e pelo gasoduto lateral Cuiabá, perfazendo um total de 2.900,0 Km, com capacidade de escoamento de 35,3 milhões de m³/dia.³¹

³¹ ANP. Boletim do gás – Dezembro de 2004.

Devido a perspectiva de crescimento do mercado de gás natural já existem estudos de ampliação dos gasodutos atuais e instalação de novas unidades de transporte. O gráfico a seguir apresenta o retrato do desenvolvimento da malha nacional de gasodutos.

4.2. Modelo usado para o desenvolvimento deste trabalho.

Segundo a Agencia Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), em 2004 o Brasil chegou ao segundo lugar do mundo em veículos convertido e em postos de abastecimento a GNV, ficando atrás apenas da Argentina, atualmente o maior mercado mundial de gás, como é possível notar na tabela 4.4.

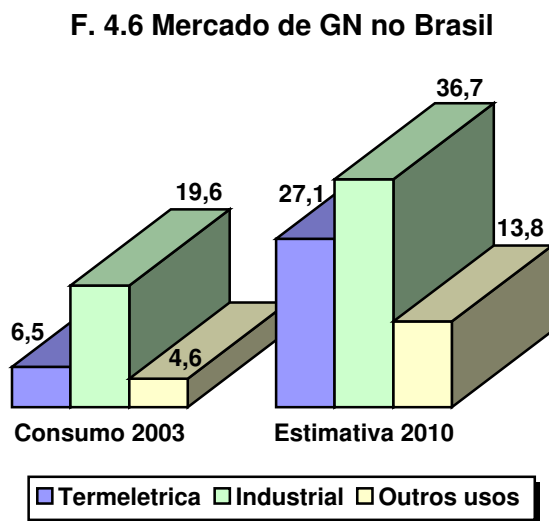
Tabela 4.4 - Principais mercados de GNV no mundo

Veículos Convertidos	País	Postos de Abastecimento
Acima de 500 mil	Argentina	1.043
	Brasil	565
Entre 100 mil e 500 mil	Italia	414
	Paquistão	366
	EUA	1.250
	India	116
	China	270
Entre 10 mil e 100 mil	Venezuela	147
	Egito	75
	Ukraine	130
	Russia	316
	Taiwan	12
	Canada	222
	Japão	224
	Alemanha	337
	Bolívia	30
	Nova Zelândia	100

Fonte: IANGV Julho 2003.

De acordo com a Associação Brasileira de Gás Natural Veicular (ABGNV) ainda em 2004 o Brasil ultrapassou a marca de mil postos de abastecimento.

Ao observar as interações que ocorrem no mercado de GN atualmente, pode-se imaginar as diversas possibilidades de expansão deste produto dentro da matriz energética nacional, e este fato pode ser comprovado na figura 4.6 que apresenta o gráfico do consumo em 2003 e a estimativa para 2010.



Fonte: Petrobras - 2004.

O fato da MIP nacional não ter sido publicada depois de 1996, implica a realização de exercícios de extrapolação no intuito de atingir a meta do presente trabalho, pois considerando o fato de que o GN já é elemento de destaque no mercado brasileiro; como apresentado nas tabelas de veículos convertidos a partir de 1997, a tentativa de atualização da mesma se torna necessária.

Para isso, recorreu-se ao trabalho de Bastos e Caruso (2004), que chegaram ao desenvolvimento do chamado Modelo Senai de Prospecção (MSP); uma ferramenta que auxilia o levantamento de números sobre a empregabilidade associada a matriz de insumo-produto por meio de uma metodologia muito interessante.

A metodologia dos multiplicadores de emprego gerados a partir do modelo da MIP parte da observação que o total de produto gerado em uma economia pode ser dividido em duas partes: a primeira é aquela utilizada como insumo na produção dos bens e serviços; a segunda parte é utilizada para atender a demanda final dos consumidores.³²

Para atender a demanda as empresas se dispõem a produzir e por isso contratam os trabalhadores. O número de operários para produzir uma unidade do bem é chamado de coeficiente direto de emprego. Porém, para concluir os produtos as empresas também compram insumos de outras empresas no mercado, formando assim um círculo de dependência e interação como explicado anteriormente. O número de operários necessários para ‘fechar’ o sistema, é conhecido como coeficiente indireto de emprego. Portanto, a demanda por mão-de-obra em uma economia tem dois componentes fundamentais; os coeficientes direto e indireto de emprego.

Sendo A, a matriz tecnológica que oferece a quantidade de insumos necessária à produção de uma unidade de cada produto em uma economia; D, o vetor da demanda final, composto de consumo, investimento, gastos de governo e da diferença entre exportação e importação. O total de produto da economia Y, pode ser dado pela equação:

$$Y = AY + D$$

Se AY é a quantidade de insumos necessários para produzir o total de bens; Y e D são representantes da demanda final, e permitem depois de algumas simples manipulações algébricas, a seguinte conclusão:

$$Y = [I - A]^{-1} \cdot D \quad (E)$$

Ou seja, quanto deverá ser produzido na economia para atender o mercado. A partir dessa equação é possível calcular o volume de empregos diretos e indiretos gerados por esta produção.

³² Bastos e Caruso. Modelo Senai de Propecção. Cap. V, p.60.

Sendo L_i , a quantidade de operários necessária diretamente para a produção de uma unidade do bem i ; deve-se lembrar da necessidade de considerar os trabalhadores que produzem os insumos desta cadeia produtiva e para isso basta multiplicar o vetor li pela matriz $[Y - A]^{-1}$, e obtém-se os valores diretos e indiretos necessários. Finalmente, multiplicando o vetor de emprego assim obtido pela demanda final, tem-se o total de emprego gerado por cada vetor de demanda final.³³

$$L = [I - A]^{-1} \cdot D \cdot li$$

O emprego setorial é obtido pela multiplicação de cada termo do vetor li pelo termo correspondente do vetor de demanda final D .

A equação apresentada fornece o total de empregos gerados decorrentes de um determinado nível de demanda final por bens e serviços. Entretanto, do ponto de vista desta pesquisa, o que realmente se pretende estimar é a variação do emprego a cada ano. Para tal, substitui-se o vetor de demanda final pelo vetor de variação da demanda final, ou seja:

$$DL = [I - A]^{-1} \cdot DD \cdot li$$

De acordo com Bastos e Caruso (2004), a variação do emprego em cada setor se obtém pela multiplicação de cada elemento do vetor DD por cada elemento do vetor li e este resultado pela matriz $[I - A]^{-1}$. Portanto, se o objetivo é estimar a variação do emprego em cada setor da economia, o próximo passo é estimar a variação esperada da demanda final na economia, DD .

Os componentes do vetor de demanda final são o consumo das famílias, o investimento, os gastos do governo e a diferença entre exportação e importação; a soma da variação destes quatro componentes resulta na variação da demanda final.³⁴

³³ Bastos e Caruso. Op cit. p.61.

³⁴ Bastos e Caruso. Op cit. p.61.

De acordo com a metodologia, o grau de confiabilidade das projeções depende da confiabilidade da tecnologia e do grau de confiabilidade das projeções de variação da demanda final. Para exemplificar tudo o que foi dito até o momento optou-se por apresentar na tabela 4.5 a matriz de insumo-produto do Brasil em 1996, permitindo assim a melhor compreensão do quadro que se deseja concluir.

Tabela 4.5 – Matriz de Insumo-preoduto Brasil - 1996

Oferta de bens e serviços (Valores correntes em R\$1000)

CODIGO	DESCRIÇÃO	Oferta a preço consumidor	Margem de comercio	Margem de transporte	Imposto Importação	IPI/IS S	ICMS	Outros Impostos	Total Impostos	Oferta a preço básico	Agropecuá ria	Extativa mineral	Extração de petróleo e gás
0101	Café em coco	4 152 706	0	9 240	0	0	0	0	0	4 143 466	4 143 466	0	0
0102	Cana-de-açúcar	5 591 144	0	216 584	0	0	0	0	0	5 374 560	5 374 560	0	0
0103	Arroz em casca	2 552 936	302 939	59 620	341	0	0	112	453	2 189 924	2 155 917	0	0
0104	Trigo em grão	2 282 732	131 162	21 562	45 459	0	0	34 325	79 784	2 050 224	649 215	0	0
0105	Soja em grão	6 208 052	365 018	229 927	1	0	320 122	3 568	323 691	5 289 416	5 036 204	0	0
0106	Algodão em caroço	617 265	41 884	81 929	6	0	0	0	6	493 446	493 335	0	0
0107	Milho em grão	4 903 574	124 230	68 334	444	0	621	1 678	2 743	4 708 267	4 656 929	0	0
0108	Bovinos e suínos	10 878 201	205 083	244 425	2	0	621	265	888	10 427 805	10 381 096	0	0
0109	Leite natural	6 777 429	0	0	0	0	741 539	0	741 539	6 035 890	6 035 890	0	0
0110	Aves vivas	4 749 262	490 378	54 020	61	0	5 643	439	6 143	4 198 721	4 176 881	0	0
0199	Outros produtos agropecuários	57 052 325	6 347 963	1 107 013	44 285	0	1 412 582	12 045	1 468 912	48 128 437	45 997 567	0	0
0201	Minério de ferro	4 133 180	0	913 365	9	0	0	85	94	3 219 721	0	3 219 299	0
0202	Outros minerais	5 614 835	93 967	655 172	3 694	1 095	88 287	8 697	101 773	4 763 923	24 857	3 242 436	8 683
0301	Petróleo e gás	10 301 281	0	13 504	364 656	0	0	70 412	435 068	9 852 709	0	0	6 182 186
0302	Carvão e outros	1 226 609	9 696	215 300	0	0	33 191	30 091	63 282	938 331	0	0	209 032
0401	Produtos minerais não-metálicos	22 784 055	1 665 956	1 158 633	39 151	642 103	3 465 262	3 945	4 150 461	15 809 005	0	8 726	401
0501	Produtos siderúrgicos básicos	14 726 643	29 464	165 668	1 817	0	3 133	2 136	7 086	14 524 425	0	0	0
0502	Laminados de aço	11 746 438	434 710	296 512	29 882	273 683	210 219	6 926	520 710	10 494 506	0	0	0
0601	Produtos metalúrgicos não-ferrosos	12 714 090	730 420	122 358	45 586	201 403	261 058	15 563	523 610	11 337 702	0	0	0
0701	Outros produtos metalúrgicos	27 592 863	2 265 236	196 592	93 351	956 475	1 871 948	7 377	2 929 151	22 201 884	0	0	0
0801	Fabricação e manutenção de máquinas e equipamentos	32 540 872	1 624 197	18 328	415 887	1 130 690	1 140 859	58 566	2 746 002	28 152 345	0	0	0
0802	Tratores e máquinas de terraplanagem	1 534 921	115 913	2 448	14 726	28 709	14 444	2 312	60 191	1 356 369	0	0	0
1001	Material elétrico	20 645 597	1 529 661	312 555	259 847	1 065 757	1 649 701	35 080	3 010 385	15 792 996	0	0	0
1101	Equipamentos eletrônicos	31 113 173	3 372 374	329 030	479 749	699 815	1 718 833	58 070	2 956 467	24 455 302	0	0	0
1201	Automóveis, caminhões e ônibus	31 221 977	3 413 583	144 270	491 235	961 922	2 924 886	7 801	4 385 844	23 278 280	0	0	0

Fonte: IBGE. Elaborado pelo autor

Associando todas as informações apresentadas, resta-nos a inserção dos dados na matriz de Leontief e a posterior análise de outro objetivo deste trabalho, a geração de empregos resultante da expansão do mercado de gás natural no Brasil. O balanço hipotético do GN, apresentado na tabela 4.2, associado ao aumento gradativo dos postos de abastecimento a GNV (novos e reformados), já permite elaborar outra tabela tratando da geração de oportunidades de emprego; considerando que cada posto que passou a oferecer gás aos clientes contratou apenas dois novos funcionários, temos 2000 mil funcionários, considerando o número de mil postos até o ano de 2005. Destacando obviamente a característica complementar do GN; devido ao fato de ser usado em associação a outros combustíveis, o número pode ser considerado irrisório inicialmente mas associado ao crescente número de convertedoras e microempresas que fornecem componentes ao novo ramo automotivo, passa a se tornar mais expressivo.

Convertendo algumas informações da tabela anterior em uma MIP genérica, temos o seguinte:

Tabela 4.6 – MIP hipotética do GN

	Industrial	Energético	Transporte	Demanda	Oferta
Industrial	6663	0	0	6663	23968
Energético	0	2948	0	2948	23968
Transporte	0	0	1390	1390	23968
Insumo Primário	6663	2948	1390	12185	23968
Mão-de-obra	X	Y	Z		
Despesa Total	A	B	C		

Considerando os dados do balanço energético consolidado para o gás natural em 2004; apresentado a pouco, não se pode considerar uma interação zero com os demais setores da economia nacional, porém, a título de exemplificação o exercício é muito válido e aponta o caminho ao entendimento do contexto.

O método aqui apresentado envolve uma simples comparação entre o crescimento médio anual do estoque de operários em cada ocupação em um determinado período e o

crescimento médio anual do estoque de operários no setor (Bastos e Caruso, 2004). O objetivo é identificar as ocupações que cresceram acima da média no setor automotivo desde o aumento das conversões a GNV no país. Estas seriam as ocupações dinâmicas dos setor.

De forma geral, pode-se quantificar este efeito. A diferença entre a taxa de crescimento do emprego em cada ocupação em um determinado setor e a taxa de crescimento do setor seria um componente idiossincrático de cada ocupação. Usando a primeira diferença dos logaritmos do emprego para aproximar as taxas de crescimento do emprego, obtém-se:

$$Dn\ it = Dn\ total,\ t + Dn\ it\ *$$

Onde $Dn\ it$ é a média anual da diferença dos logaritmos do emprego da ocupação entre os períodos t e $t-1$; $Dn\ total,\ t$ é a média anual da diferença dos logaritmos do emprego do total do setor entre os períodos t e $t-1$; e $Dn\ it\ *$ é um fator idiossincrático de cada ocupação, que optou-se por chamar de “fator de dinamismo” da ocupação e nada mais é que a diferença entre a média anual da taxa de crescimento (medida pela diferença dos logaritmos) de cada ocupação e a média anual da taxa de crescimento do setor em um determinado período.³⁵

Desta forma, quanto maior o fator de dinamismo de uma determinada ocupação, mais o emprego desta ocupação cresceu acima do total do setor, ou seja, mais dinâmica foi esta ocupação no período analisado.

O fator de dinamismo de cada ocupação é uma boa forma de se identificar as ocupações dinâmicas, mas também de gerar projeções para os períodos seguintes. Supondo que o emprego em determinada ocupação do setor automotivo cresceu 6.1% em média entre 1997 e 2003, enquanto o emprego total no setor cresceu 3% conclui-se que o fator de dinamismo desta ocupação é de aproximadamente 3%, ou seja, esta ocupação cresceu 3 pontos percentuais acima do total do setor.³⁶

Segundo Barros e Caruso (2004), adicionando o fator de dinamismo à projeção da taxa de crescimento do setor, tem-se uma forma simples de gerar uma estimativa da taxa de crescimento de cada ocupação selecionada. Por exemplo, se a projeção para o crescimento do

³⁵ Bastos e Caruso. Op cit. p. 64.

³⁶ Bastos e Caruso. Op cit. p. 65.

total do emprego no próximo ano é de 3%, estima-se que aquela determinada ocupação vai crescer 6%, ou seja, 3 pontos percentuais acima do total do setor. A hipótese implícita é que a diferença entre o crescimento de cada ocupação e o crescimento do setor no passado recente, deverá se manter.

Cabe agora, alinhar todas as informações apresentadas e conduzir o leitor à algumas conclusões e argumentações que podem e devem gerar outros questionamentos no intuito de aguçar sua visão sobre a questão energética, principalmente em relação ao gás natural, bem como, aumentar seu desejo de saber mais sobre este inquietante assunto. Como citado não se pretende com a conclusão deste trabalho apresentar todas as saídas ou mesmo encerrar as discussões sobre o tema, muito pelo contrário, pretende-se dar continuidade à esta linha de raciocínio, transformando o presente material em plataforma para uma possível atualização da MIP nacional do gás natural usando a matriz de Leontief.

CAPÍTULO 5

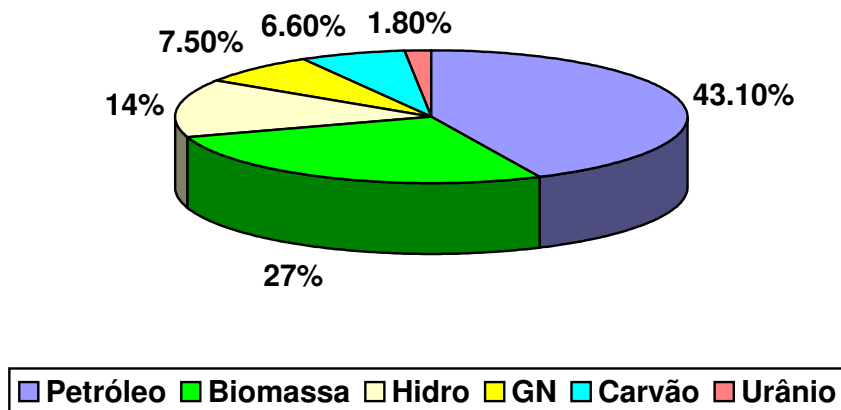
Conclusões

Toda informação apresentada, inclusive as equações e conceitos conduzem ao entendimento de que, tanto para o Brasil quanto para outros países, a matriz de insumo-produto pode ser uma ferramenta muito útil aos agentes de mercado. Na tabela 2.1 na página 20 apresenta-se uma matriz hipotética de insumo-produto que permite entender a interação econômica entre os setores, exemplificando sua utilidade. Já na tabela 2.4 da página 44 pode-se encontrar um exemplo prático; uma parte da MIP dos Estados Unidos, mostrando as inter-relações de oito setores entre si e outros acrescentados para facilitar a visualização do quadro todo. Portanto, conclui-se que, seja para uma empresa de pequeno porte avaliar onde se concentram seus custos ou para um Estado definir onde deve intensificar investimentos, a MIP pode auxiliar os responsáveis pela decisão e melhorar o desempenho dos setores dada a necessidade ou convenção.

Como visto nos capítulos anteriores o mercado brasileiro de GN é altamente promissor e sua atratividade tende a crescer constantemente, até atingir um nível de competição saudável com os outros combustíveis, impulsionado principalmente por: descobertas de novas jazidas de GN; pela instalação de novos postos de abastecimento; pelo desenvolvimento de novas tecnologias para os equipamentos envolvidos na conversão e armazenamento do gás natural nos veículos, visando a redução do tamanho e peso dos cilindros; por programas de incentivo a conversão das frotas em empresas, o que reduziria o investimento inicial na conversão do veículo. Seria também de primordial importância a conscientização da população sobre as vantagens do GNV e a quebra das barreiras protecionistas dos combustíveis derivados do petróleo, que com a evolução do GNV tendem a reduzir seus preços e a sua participação na matriz energética nacional.

F 5.1 - Matriz Energética Brasileira

Fonte: MME 2004



A exemplo do GNV, a eletricidade e o biodiesel são fontes alternativas de combustíveis automotivos que vislumbram uma participação futura neste mercado restrito e protegido pela forte influência dos comercializadores da gasolina, do Diesel e do álcool. No entanto, o GNV tem larga vantagem sobre estas fontes alternativas, devido a maior difusão de sua tecnologia e a sua garantia de abastecimento, perante a comercialização de produtos derivados das outras fontes alternativas, podendo ocasionar a falta do combustível e a instabilidade de preços. Portanto, o êxito do GNV depende muito mais dos fatores governamentais e comerciais, do que os industriais e tecnológicos, pois já dispõem de produtos para sua viabilização e absorve grande favorabilidade nos âmbitos sociais e ambientais.

Alguns passos já foram dados em relação a viabilização do GNV, mas ainda deve se caminhar, a fim de colocar esse combustível na posição de destaque que ele merece dentro do quadro energético nacional. É necessário aparar as arestas da legislação vigente, e torná-la mais eficiente no sentido de promover e regulamentar o setor, rever o papel da Petrobras neste contexto, permitindo a inclusão de outros agentes que possam competir, gerar empregos em diferentes ramos e garantir mais impostos ao governo.

Na matriz elaborada para este trabalho é possível verificar que os empregos diretos gerados pela instalação dos gasodutos, ainda em obras para determinadas regiões, é

significativa em um primeiro momento, mas acaba se esvaindo conforme as etapas do projeto vão sendo concluídas. Quanto as obras de manutenção pode-se dizer que não são tão impactantes devido ao fato de contratarem-se empresas terceirizadas para realização do trabalho, e partindo do princípio que estas possuem uma alta rotatividade no quadro de funcionários, conclui-se que a colaboração do GN para os indicadores da população economicamente ativa (PEA) acaba sendo sazonal.

A pequena mas significativa contribuição na geração de empregos proveniente do aumento do número de postos de abastecimento e oficinas convertedoras, que podem empregar mais funcionários para atender a nova demanda do ramo automotivo; reforçam a idéia da interação setorial proposta pela MIP. No exemplo citado, considerou-se que entre julho de 2003 e julho de 2005, o país já atingiu a marca de 1000 postos de abastecimento, e consequentemente pode ter gerado 2000 novos empregos diretos.

Em uma análise mais abrangente, onde se incluam os empregos indiretos, é possível afirmar que o gás natural tem representado um importante papel social, e isso é muito válido visto que apesar de ser um projeto relativamente recente já apresenta ganhos nos mais diversos setores.

Obviamente, o projeto é passível de críticas e elas se fazem necessárias para permitir o constante aprimoramento do mesmo. Um dos pontos que merece destaque neste sentido envolve a necessidade de investimentos de longo prazo por parte da iniciativa privada, a fim de desenvolver ainda mais a infra-estrutura de transporte e distribuição do produto; que aparentemente encontra obstáculos nos incentivos fiscais e na obtenção de recursos para as obras necessárias. Os contratos de longo prazo que permitem um bom planejamento aos investidores são interessantes, mas por outro lado também implicam em riscos, com os quais nem todos os envolvidos estão dispostos a arcar.

Quanto aos mecanismos de regulação, que ainda estão em fase de experiência, pode-se dizer que são incipientes e devem gerar muita polêmica até atingir um estado de maturação, que garanta mais incentivos que bloqueios ao pleno desenvolvimento e uso da tecnologia. Neste ponto também vale lembrar que os incentivos fiscais podem ser considerados pequenos frente as possibilidades aos agentes envolvidos, sejam eles, governo, empresários e principalmente consumidores.

Apesar das perdas sócio-econômicas resultantes da lentidão em processos que merecem atenção e deveriam ser acelerados, conclui-se que o saldo é positivo e que o aprendizado resultante da jornada será muito significativo para o país, colocando-o na posição de destaque que merece.

Referências Bibliográficas

Alonso, Paulo S. R. **Estratégias corporativas aplicadas ao desenvolvimento do mercado de bens e serviços: uma nova abordagem para o caso da indústria do gás natural no Brasil**. Coppe/UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo e do Gás Natural 2001**, Agência Nacional do Petróleo, Rio de Janeiro, 2001.

ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo e do Gás Natural 2002**, Agência Nacional do Petróleo, Rio de Janeiro, 2002.

ANP. **Preço dos combustíveis automotivos praticados no Brasil - Maio/2003**. Agência Nacional do Petróleo, Disponível em: www.anp.gov.br. Acesso em: 21 mai 2003.

Campos, M.L. **Implantação do gasoduto Bolívia-Brasil: Impactos sobre os investimentos**. Campinas, Unicamp, 2000, Trabalho de graduação.

Cirihal, M. B. **Mercado Brasileiro de Gás Natural Veicular**. In: Seminário sobre Uso do Gás Natural e Economia de Diesel no Transporte, Campinas, 2003.

Connor, Robert O. e Henry, Edmund D. W. **Análise input-output e suas aplicações**. Rio de Janeiro, Edições 70, 1975. Traduzido por Maria I.S.H. Gouveia e Maria C.C. Lucas.

Fernandes, R. ***Uma Estratégia para o Gás Natural Veicular***, 2002.

- Fontenele e Silva, Paulo. **Aspectos tecnológicos da estrutura industrial brasileira. Uma análise de insumo-produto.** Rio de Janeiro, BNDE, 1980, 120p.
- Guerra, S. M.G. **A nova economia e a expansão do gás natural no Brasil.** IX CBE. Rio de Janeiro, 2002.
- Guerra, S. M.G. **Efeitos da nova economia sobre a expansão do gás natural no Brasil.** X FIEALC. Moscou, 2001.
- Haddad, E.A. e Domingues, E. P. **Matriz inter-regional de insumo-produto para São Paulo e o resto do Brasil.** Nereus. USP. 2003.
- Horta Nogueira, L. A. **Produção e processamento de petróleo e gás natural no Brasil: perspectivas e sustentabilidade nos próximos 20 anos.** In: Conferência sobre sustentabilidade na geração e uso de energia no Brasil: os próximos 20 anos, Campinas, Unicamp, 2002.
- IBGE. **Matriz de relações intersetoriais 1975.**
- IPEA. **Pesquisa e planejamento econômico.** Revista do Instituto de planejamento econômico e social. Agosto de 1984, N° 2, V.14, p.477.
- Kako, F. J. **Efeito repercussão de um ramo do gasoduto Bolívia-Brasil: Aplicação da matriz de Leontief.** Campinas, Unicamp, 1998.
- Krause, G. G. e Pinto Jr, H. Q. **Estrutura e regulação do mercado de gás natural, especificidades do caso brasileiro.** ANP. 1998
- Leontief, Wassily. **A economia do insumo-produto.** Apresentação de Carlos Geraldo Langoni; tradução de Mauricio Dias David. São Paulo, Abril Cultural, 1983.
- Miglioli, Jorge. **Técnicas Quantitativas de Planejamento.** Petrópolis, Rio de Janeiro, Vozes, 1975, p.129 – 180.

- Mills, E. et all. **No Regrets for Reducing Greenhouse Gas Emissions.** *Energy Policy*, p 526-542, july/august 1991.
- Pereira, L. A. C. **Suprimento e Comercialização de Gás Natural.** In: Seminário sobre Uso do Gás Natural e Economia de Diesel no Transporte, Campinas, 2003.
- Pieroni, Fernando de Paiva. **Implantação do gasoduto Bolívia-Brasil. A geração de empregos segundo a matriz de Leontief.** Campinas, Unicamp, 1999, Trabalho Graduação.
- Rodrigues, M. G. **Um Estudo sobre a Expansão do Gás Natural no Brasil num Contexto de Integração Regional,** Campinas, 1995.
- Singer, Paul. **Aprender Economia.** Cap.IV, p. 103-133.
- Schwob, M. **I Fórum Técnico de Gás Natural.** In: I Expo GNV – Feira Internacional de Gás Veicular, Rio de Janeiro, Riocentro, 2002.
- Sweezy, Paul M. **Teoria do desenvolvimento capitalista.** Rio de Janeiro, Zahar, 1976, Cap.V, p. 103-123.
- Touma, J. E. **Projeto Petrobras – Rio Ônibus.** In: *Seminário sobre Uso do Gás Natural e Economia de Diesel no Transporte*, Campinas, 2003.
- Villanueva, L.Z.D. **Uso de gás natural em veículos leves e o mecanismo de desenvolvimento limpo no contexto brasileiro.** São Paulo, USP, 2002, 166 p.
- Zuccolotto, P.A.G.L. **O gás natural: Considerações para sua consolidação na matriz energética brasileira.** X CBE. Rio de Janeiro, 2004.