UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE SISTEMAS

EVOLUÇÃO ECONÔMICA E REORGANIZAÇÃO INTER-SETORIAL: IMPACTOS DA INOVAÇÃO OTIMIZANDO MACRO OBJETIVOS

Tese de Doutoramento apresentada ao Departamento de Engenharia de Sistemas, da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação UNICAMP

Candidato: Rui Henrique Pereira Leite de Albuquerque

Banca Examinadora:
Prof. Dr.Hermano de Medeiros Ferreira Tavares (orientador)- FEEC/UNICAMP
Prof. Dr. Secundino Soares Filho – FEEC/UNICAMP
Prof. Dr. Paulo Morelato França – FEEC/UNICAMP
Prof. Dr.Joanílio Rodolpho Teixeira - UnB
Prof. Dr. João Lizardo Hermes de Araújo - UFRJ
Prof. Dr. Paulo Renato Costa Souza - IE/UNICAMP

Campinas, 10 de dezembro de 2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA

BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Albuquerque, Rui Henrique Pereira Leite de
Al15e Evolução econômica e reorganização inter-setorial: impactos da inovação otimizando macro objetivos / Rui Henrique Pereira Leite de Albuquerque. --Campinas, SP: [s.n.], 2004.

Orientador: Hermano de Medeiros Ferreira Tavares.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.

1. Analise insumo - produto. 2. Otimização. 3. Desenvolvimento econômico. 4. Difusão de inovações. 5. Recursos humanos – Emprego. I. Tavares, Hermano de Medeiros. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. III. Título.

UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO

DEPARATAMENTO DE ENGENHARIA DE SISTEMAS

EVOLUÇÃO ECONÔMICA E REORGANIZAÇÃO INTERSETORIAL: IMPACTOS DA INOVAÇÃO OTIMIZANDO MACRO OBJETIVOS

TESE DE DOUTORADO

Rui Henrique Pereira Leite de Albuquerque

RESUMO

Esta tese desenvolve uma aplicação da metodologia Insumo-Produto orientada para representar a evolução dinâmica de sistemas econômicos, submetida a macro objetivos que refletem distintas diretrizes de políticas de desenvolvimento. A evolução é caracterizada por estratégias diversificadas de investimento tanto em capacidade produtiva como em formação de recursos humanos, e permite acompanhar os impactos da introdução de novas tecnologias nas transformações dos vários setores econômicos que compõem o sistema econômico. Os impactos são medidos pelas mudanças na capacidade produtiva, na produção setorial, no sistema de ensino e no emprego, bem como na renda nacional e seus componentes.

ABSTRACT

This thesis develops an application of the Input-Output methodology oriented to represent the dynamic evolution of economic systems submitted to macro-objectives which reflect distinct development policies. Diversified investment strategies in productive capacity and human resources formation define the mentioned economic evolution, and the model allows the follow-up of the impacts induced by technological innovation which transform the economic sectors behavior. Changes in productive capacity, in sectors production, in employment and in the human resources formation system, as well in national income, measure the economic system innovation induced transformation.

AGRADECIMENTOS

Um trabalho como este, que se desenvolveu ao longo de muitos anos, certamente vai, nos agradecimentos, cometer injustiças por ausência de menção explícita a todos os colegas que acompanharam estes esforços, seja na UNICAMP, seja no CNPq, seja no LNLS, e que me apoiaram durante toda esta longa jornada. De todo modo, vou tentar organizá-los em dois blocos: os de caráter técnico e os afetivos.

Sob a perspectiva técnica. o agradecimento maior fica com o professor Hermano Tavares, orientador que definiu com clareza os caminhos da tese, e que estendo aos professores do DENSIS - Departamento de Engenharia de Sistemas - e a todos os demais membros da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da UNICAMP, com quem tive o prazer de conviver também como professor na década de 70 e que me acolheram generosamente durante os anos 90, viabilizando-me amplo acesso à Faculdade como se professor de lá ainda fosse. Na última fase do trabalho, o aluno de Engenharia de Computação da UNICAMP, Leandro Bezerra Di Barcelos, re-programou e viabilizou uma interface muito mais amistosa para o modelo que compõe o coração deste trabalho do que o original desenvolvido por mim, o que contribuiu decisivamente para testar novos exemplos e situações alternativas – essenciais para aclarar as possibilidades de aplicação do modelo, algumas das quais apresentadas na versão final da tese; para isso foi fundamental também o apoio de Miguel Taube Netto e sua empresa, a UNISOMA, que permitiu o uso de seus computadores e de programas de modelagem de última geração (e o tempo de Leandro, então estagiário na empresa..).

Ainda sob a perspectiva técnica, os membros da banca já apresentados na folha de rosto foram essenciais com suas contribuições e críticas, que, na medida do tempo disponível – e da nossa competência –, foram incorporados a esta versão final. Dentre estes professores destaco as contribuições de Joanílio Rodolpho Teixeira, da UNB, que criticou também versões preliminares do trabalho, e como menção adicional, as de Tamás Szmrecsanyi – hoje professor colaborador do Instituto de Geociências da UNICAMP – que, embora tendo compromissos que o impediram de participar da banca, leu a versão apresentada para a defesa e fez sugestões importantes que foram incorporadas.

Continuando os agradecimentos, passo agora aos de caráter afetivo. E cabe mencionar que este trabalho também neste aspecto foi privilegiado: volto a nomear todos os já mencionados, pois além das contribuições técnicas, portaram-se todo o tempo como verdadeiros amigos: o orientador Hermano, que com sua infinita paciência com minha capacidade de dispersão apoiou-me neste e em todos os outros momentos de minha vida, alguns muito mais difíceis; os membros da banca, com quem já tinha convivido em outras épocas e outros trabalhos; o meu novo amigo Leandro, de quem roubei muitas horas de almoço. Enfim, agradeço aos amigos que fiz e aos que mantenho em todos os locais já mencionados nos quais trabalhei e trabalho, e que pacientemente acompanharam comigo as preocupações com o doutoramento.

Não posso deixar de abrir neste campo um agradecimento especial a todos os membros da equipe de trabalho do Grupo de Estudos de Organização da Pesquisa e da Inovação, do Departamento de Política Científica do Instituto de Geociências da UNICAMP (o GEOPI), que me mantiveram sempre ligado às atividades e aos debates nesta temática. Deles destaco dois, a quem aproveito para usar como referência também para agradecer aos demais professores de Departamento de Política Científica, e que têm sido amigos permanentes na vida pessoal e profissional: a Professora Maria Beatriz Bonacelli e o Professor Sergio Luiz Monteiro Salles Filho.

Por fim, os agradecimentos mais pessoais e por que não, os mais felizes: à memória de Janice, que acompanhou as primeiras etapas deste trabalho; à minha companheira Solange, com quem venho dividindo – e somando – todas as experiências de uma nova e intensa vida profissional e afetiva, e, é claro, à Manuela, que vem iluminando com muito bom humor os novos caminhos que estamos, os três, construindo juntos.

EVOLUÇÃO ECONÔMICA E REORGANIZAÇÃO INTERSETORIAL: IMPACTOS DA INOVAÇÃO OTIMIZANDO MACRO OBJETIVOS.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 - OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo desenvolver um modelo que permita qualificar e quantificar as relações inter-setoriais que se estabelecem no decorrer dos processos produtivos de um sistema econômico, com ênfase nas suas características técnicas, e utilizar esse modelo para simular distintas trajetórias de operação desses processos ao longo do tempo, viabilizando inclusive análises prospectivas.

Pode-se representar o objetivo acima indicado de modo esquemático, indicando-se o Sistema Produtivo que será objeto de análise, e as principais variáveis que se vai colocar em evidência no decorrer do trabalho, no Diagrama 1 a seguir:

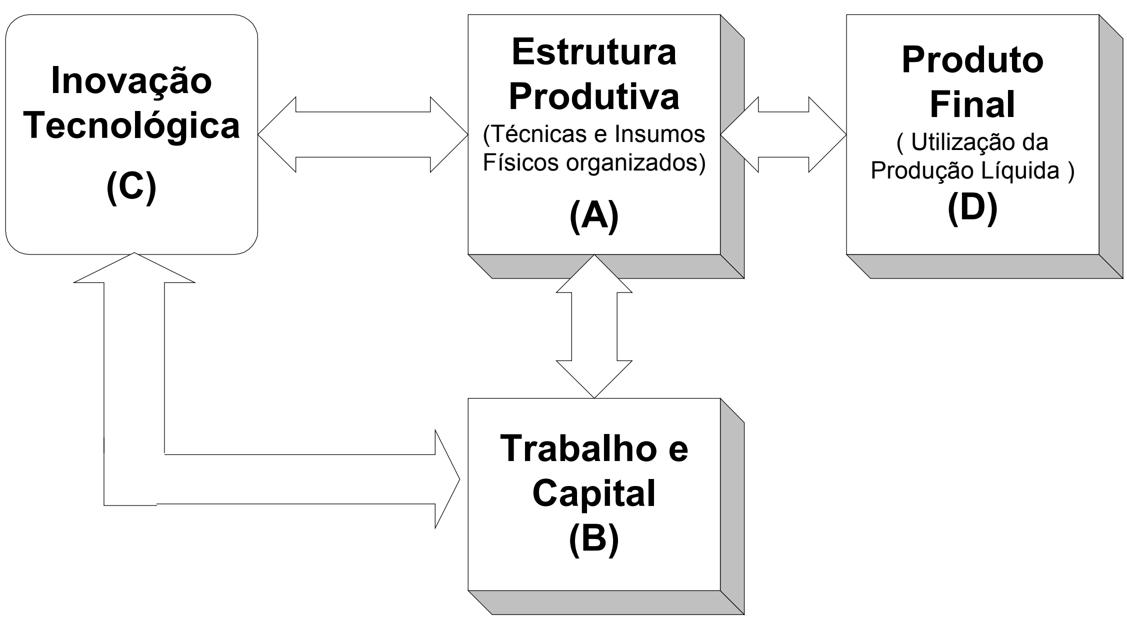


Diagrama 1.1: Um Sistema de Produção de Mercadorias e a Inovação Tecnológica

No Diagrama 1.1, representa-se um sistema produtivo com ênfase em variáveis econômicas, desagregando-o em quatro sub-conjuntos de características sistêmicas distintas, separados para maior facilidade analítica, que se descrevem brevemente a seguir.

A Estrutura Produtiva **(A)** é definido pelas relações que se estabelecem entre setores produtivos, relações estas que se organizam de acordo com as técnicas de produção em vigor em cada um dos referidos setores. Nesta tese eles serão designados como sendo *indústrias*, onde pelas mesmas entendem-se grupos de empresas ou de unidades produtivas que produzem bens ou serviços de características comuns. É o agregado de produtos finais que permite classificar as indústrias, sob a perspectiva econômica, em grandes grupos: as de produção primária (a indústria da agricultura e correlatos); as de produção secundária (a indústria de manufaturados) e a indústria terciária (serviços e correlatos). Os processos de produção e distribuição que constituem o "Sistema Produtivo" são viabilizados pelo Trabalho, que se organiza de acordo com uma dada estrutura de emprego, e atua sobre os insumos produtivos, potenciado pelos equipamentos e infra-estrutura existentes, denominados de forma simplificada neste diagrama sob o nome de Capital(1). Esses dois elementos constituem o subsistema **(B)**.

Trabalho e Capital são portanto os viabilizadores da operação da Estrutura Produtiva e, ao fazê-lo, definem uma estrutura de *relações sociais*, isto é, de relações entre os distintos interesses de cada um dos subgrupos em que se organizam internamente essas duas grandes categorias. Ao mesmo tempo, o funcionamento desta Estrutura Produtiva dá-se sob *relações técnicas* determinadas, *relações* que definem em que proporções são usados os insumos específicos de cada indústria. Sob a perspectiva histórica mais ampla, é sabido que determinadas formas de organização social induzem a transformação das relações técnicas de

---

1 Sob a perspectiva dos economistas clássicos Capital seria a capacidade de *comandar trabalho*, que se objetiva seja em *trabalho vivo* (força de trabalho atuante na produção), seja em *trabalho pretérito* (trabalho incorporado em edificações, equipamentos, insumos industriais). Esta é a definição que o integra à dinâmica produtiva de uma economia capitalista. Sob essa perspectiva ele pode ser considerado também uma relação social. Nesta tese, Capital está associado ao componente de “trabalho pretérito” acima indicado, e é definido com mais precisão no Capítulo 2.

produção; e que, por seu lado, a utilização de todo o potencial produtivo de novas relações técnicas pode exigir a transformação das relações sociais. É oportuno aclarar, desde já, que este trabalho vai-se circunscrever à análise dos impactos no sistema econômico da evolução das relações técnicas.

Partindo desse suposto, a Inovação Tecnológica (o sub-sistema **(C)** do diagrama anterior), representada pela incorporação da mudança tecnológica, é a macro-variável responsável pela difusão de "mudanças nas técnicas de produção"[(2)]. São portadores de inovação, nesta tese, tanto os *investimentos* em capacidade produtiva adicional sob novas características técnicas, como a *capacitação* da força de trabalho. Por agora, cabe destacar que a transformação das técnicas vai alterar a forma de produzir das indústrias, ao transformar os insumos necessários e também a quantidade produzida por cada indústria. Ao fazê-lo introduz alterações quantitativas (aumentando a quantidade de bens disponíveis e exigindo uma nova organização relativa de insumos). Simultaneamente, o novo "modus operandi" das indústrias vai exigir também alterações qualitativas ao apoiar-se em uma nova estrutura de força de trabalho de qualificações distintas.

Retomando o Diagrama 1, no subconjunto **(D)** temos um conjunto de bens que representam a produção líquida resultante das atividades do Sistema Produtivo[(3)]. Essa produção é resultado da ação do subconjunto **(B)** sobre (**A)**, submetido à dinâmica do subconjunto **(C)**. Observa-se, então, que a produção total do sistema econômico pode ser desagregada entre aquela <u>necessária ao próprio ciclo produtivo</u> – que é consumida pela operação do subconjunto **(A)** e é denominada "produção para consumo intermediário" – e aquela que compõe um <u>produto líquido</u>. O já mencionado "<u>produto líquido</u>" – designando o conjunto que não é consumido pelo ciclo do processo produtivo em análise – que é

---

[2] Inovação, no sentido mais amplo, pode ocorrer seja nas técnicas produtivas, seja nas relações sociais de produção, seja na descoberta de novos insumos, ou na introdução de novas mercadorias. Nesta tese a inovação tecnológica estará restrita aos impactos nas técnicas de produção, levando às alterações tanto nas estruturas produtivas como nas de emprego.

[3] A inovação que viabiliza a produção de novas mercadorias, pode também, a partir da especificidade e do crescimento da participação relativa das novas mercadorias, induzir a criação de novas classificações industriais,isto é, de novos setores. Dados os estudos em intervalos de tempo reduzidos desta tese (cerca de

esquematicamente apresentado no subconjunto **(D)**, é denominado nas análises econômicas por Produto Interno Bruto (ou por Demanda Final), representando um conjunto de novas mercadorias à disposição do Sistema Econômico, ou seja, representando um "valor agregado". Este subconjunto tem, grosso modo, como principais componentes, as mercadorias que são utilizadas para consumo final pelos trabalhadores e pelos capitalistas, as mercadorias que serão utilizadas para investimentos nos ciclos seguintes do sistema econômico (seja para investimentos do setor privado, seja atividades a cargo do setor público), para formação de estoques, e as utilizadas para exportações. A caracterização das várias formas possíveis de alocar esse "produto líquido" define uma dada estrutura de distribuição do Produto Interno Bruto, cuja organização reflete uma dada forma de distribuição de renda([4]).

Cabe remarcar o sentido da "implicação bidirecional" que interliga os sub-sistemas do diagrama 1: a inovação modifica as relações entre os insumos, e as necessidades de emprego e de investimentos que agem sobre a estrutura produtiva; por seu lado restrições na disponibilidade da força de trabalho e de capital para investir, bem como de capacidade produtiva instalada, restringem a livre ação da inovação tecnológica. Ao mesmo tempo, uma nova dinâmica de funcionamento do estrutura produtiva provoca mudanças na composição do produto nacional, viabilizando a reorganização da distribuição de renda, e, noutro sentido, novas necessidades de organizar a distribuição da renda nacional forçam mudanças nas características do Estrutura Produtiva apresentado no Diagrama 1.

Há, portanto, múltiplas possibilidades de análise dessas implicações causais, que definem o "modus operandi" do Sistema Produtivo como um todo. Deste conjunto, o foco principal será dado sobre a inovação tecnológica. Em síntese, dá-se ênfase ao fato da Estrutura Produtiva **(A)** ser definida por um conjunto de relações simultâneas entre Insumos e Produtos e transformar-se ao longo do tempo de acordo com a Inovação Tecnológica **(C)**, obtendo como resultado líquido o valor agregado definido em **(D)**. A Inovação também afeta a estrutura de emprego e o direcionamento do capital empregado representado por **(B)**. A Inovação

---

dez períodos, que pretendem representar o comportamento ao longo de dez anos de um sistema econômico), este aspecto não vai ser levado em conta.

[4] A conceituação mais precisa das variáveis macroeconômicas que são usadas no modelo que representa o sistema produtivo é apresentada no capítulo 4.

Tecnológica é portanto a variável central da nossa tese, pois é a partir dela que se vai viabilizar diversas trajetórias de evolução do produto nacional, do emprego e da renda.

1.2 –O CONTEXTO DE ELABORAÇÃO DA TESE:

A caracterização do conjunto de inquietações que define o ambiente no qual se insere este trabalho, começa pela menção ao fato de se estar vivendo um período de transformações estruturais, e que essas transformações têm na variável tecnológica um de seus principais determinantes. As novas bases técnicas que se estão difundindo viabilizam um re-arranjo político-institucional, induzem novas articulações entre os setores produtivos e estão alterando as propostas de "modelos de desenvolvimento" que os Estados Nacionais vinham trilhando.

O plano apresentado para esta tese tem o objetivo já enunciado de tentar construir um instrumento que ajude a avaliar a importância da inovação, e que permita antever os impactos que suas alterações vão induzir. Mas, além disso, pretende integrar a capacidade de medir o efeito das mudanças técnicas sobre o conjunto do sistema econômico à formulação de modelos que indiquem as tendências dessas mudanças ao longo do tempo caso sejam seguidas determinadas orientações políticas globais. Por exemplo, a política de modernização do parque produtivo, a qualquer custo, em todos os setores, quanto exigiria de investimento e que tipo de distribuição da renda nacional e que impacto no emprego teria? A ênfase maior no fortalecimento de uma ou de outra indústria em que, ou em quanto, a diferenciaria de estratégia global? Ou de outra forma, se for necessário maximizar o nível de emprego em um dado horizonte de tempo, qual a estratégia requerida tanto de investimentos industriais como de capacitação de recursos humanos? A representação dessa estratégia será viabilizada pela utilização de um "modelo de difusão de tecnologia", de características intra-industriais, que permita simular como uma nova técnica se difunde em um determinado "complexo produtivo", caso ele se oriente pela lógica “a” ou “b”. Ou seja, que combinação de velhas e novas tecnologias passaria a representar a forma de organizar os insumos necessários à consecução dessa lógica. Esta tese pretende, portanto, contribuir para uma nova metodologia de abordagem dos impactos da inovação tecnológica.

Além dessa possível contribuição metodológica, tem-se a intenção adicional de trazer para este debate a contribuição da área de engenharia, em particular, a de "engenharia de sistemas". Espera-se tentar compreender e explicitar formas de integração entre a "dinâmica técnica" e o que ela traz de alterações nos processos produtivos, e a "dinâmica econômica", com as novas composições do produto social, do emprego e da distribuição deste produto que venham a caracterizá-la. Num quadro de profundas transformações técnicas pretende-se chamar a atenção para a necessidade de reforçar a "frente de trabalho" interdisciplinar entre engenheiros e economistas. Para tal, vai-se utilizar ferramentas matemáticas de modelagem e de simulação típicas da área de "engenharia de sistemas" e conceitos econômicos fundamentais. Trata-se, em síntese, de integrar idéias que se desenvolveram ao longo de uma série de anos em que se analisou e discutiu o conceito de “matrizes insumo-produto” a uma prática de trabalho na área da política e do planejamento do desenvolvimento científico e tecnológico.

CAPÍTULO 2 – SISTEMAS PRODUTIVOS E MODELAMENTO INSUMO-PRODUTO.

Neste capítulo vai-se apresentar a metodologia de análise "insumo-produto"[(5)], base a partir da qual vai-se desenvolver o trabalho. O núcleo dessa metodologia é um modelo analítico que permite tratar de forma simultaneamente desagregada e integrada a multiplicidade de indústrias que constituem um sistema econômico. Desagregada, na medida em que permite a representação da multiplicidade de indústrias que viabilizam a produção e dos setores que a utilizam, e integrada por permitir tratar o funcionamento simultâneo de todos esses agentes. Em um passo adicional, permite observar também a distribuição da renda nacional, explicitando de forma clara como ela se distribui entre salários e lucros brutos, e entre investimentos e consumo, em cada setor, e como a evolução dessas variáveis é afetada por alterações técnicas.

As alterações técnicas são representadas por mudanças nos coeficientes da "matriz insumo-produto" e permitem calcular em que medida mudanças na estrutura técnica (ou mudanças na estrutura de consumo), induzem uma reorganização da produção – e por conseqüência, no emprego - de todos os setores econômicos. Com isso pode-se avaliar as transformações por que deverá passar cada um deles, simultaneamente aos demais, para adequar-se às mudanças indicadas[(6)].

Esta apresentação geral da metodologia tem por trás uma história, e um conjunto de aplicações possíveis, para os quais vale a pena chamar atenção. Ela foi criada por Wassily Leontief (economista nascido na Rússia em 1906, falecido em 1999 nos Estados Unidos) ,

---

[5] A designação "insumo-produto", em português, a de "input-output" em inglês, e a sigla resumida "I/O" serão usados como sinônimos no decorrer desta tese. Sobre a força do nome "input-output", cabe mencionar que mesmo os franceses, tão ciosos da importância de manter nomes na língua pátria, "conservaram a denominação original americana *input-output*, a mais difundida pelo mundo, mais do que as traduções francesas *intrants-extrants* ou *entrées-sorties* que nunca foram unanimemente aceitas" Apud. Rosier, Bernard, Wassily Leontief Textes et Itinéraire, Ed. la Decouverte, Paris 1986, p. 7.

[6] Essa é a sua vantagem sobre outros modelos: permitir tratar a evolução de grandes variáveis macro-econômicas – como produto, renda, emprego e características técnicas – levando em conta, e preservando, a memória da origem multi-setorial dessas grandes variáveis.

que a apresentou como esboço pela primeira vez em um trabalho sobre o sistema de Contas Nacionais da União Soviética em outubro de 1925[7]. Foi exposta de forma mais completa em 1941 (no livro The Structure of the American Economy 1919-1929, Harvard University Press) e desde então vem sendo utilizada em uma multiplicidade de aplicações, e na análise da economia de países tanto da antiga órbita socialista como dos da economia de mercado. Pela importância do método e pelas múltiplas contribuições à ciência econômica, foi-lhe atribuído o Premio Nobel de Economia em 1973. Mas, nas suas próprias palavras, seu método vem, desde a origem, acompanhado de uma ambição: "desenvolver análises teóricas que pudessem ser aplicadas de um ponto de vista empírico"[8].

Esse desejo de aplicar o modelo a sistemas reais, aliado ao envolvimento com debates políticos mais amplos (já presente desde os dezenove anos, como vimos), leva-o a situações paradoxais: em 1953, os trabalhos da Divisão de Economia Interindustrial – criada anos antes na estrutura governamental sob sua influência para tratar os dados necessários à construção de uma matriz insumo-produto permanentemente atualizada para a economia americana– foram avaliados por elites empresariais dos Estados Unidos como sendo "um

---

[7] "Um Balanço da Economia Russa – uma Análise Metodológica", publicado quando recém-chegado à Alemanha e simultaneamente em russo na *Planavoe Khoziaistvo*, número 12, Moscou, 1925,pp.254-258. Esse trabalho sucede seus estudos como "brilhante aluno de filosofia, matemática e economia na Universidade de Leningrado", aonde entrou com 15 anos. Seus biógrafos chamam a atenção para o fato de que ele tinha apenas 19 anos quando publicou esse artigo, e que também nessa época ele tem seguidos dissabores por causa de suas opiniões políticas, pois, embora de sólida formação marxista (referência permanente nos artigos publicados sobre economia política ao longo de sua vida), tinha posição política mais próxima dos mencheviques. De todo modo, sua presença na Alemanha foi notada por Schumpeter, que o convidou a trabalhar em Harvard, para aonde se mudou em 1931. Apud. Rosier, Bernard Wassily Leontief Textes et Itinéraire, Ed. la Decouverte, Paris 1986, p.127.

[8] Cf. entrevista pessoal, transcrita e apresentada em Rosier, Bernard Wassily Leontief Textes et Itinéraire, Ed. la Decouverte, Paris 1986, p. 84. Nessa mesma entrevista ele recorda uma resposta curiosa dada pelo Departamento de Economia de Harvard a um pedido seu de um "grant": iniciando atividades como professor convidado de Harvard em 1931 (a partir do já mencionado convite de Schumpeter) ele solicita US$ 1 200,00 para contratar um assistente de pesquisa que o ajudasse a montar uma primeira "matriz I/O para a economia americana". Os "professores mais importantes do Departamento avaliaram o projeto e chegaram à conclusão que essa era uma empreitada totalmente impossível", informa Leontief, mas concederam o auxílio pelo interesse que tinham em outros trabalhos econômicos que vinha desenvolvendo. Seu livro: LEONTIEF, W. The Strucuture of American Economy 1919-1929, Harvard University Press, 1941, publicado dez anos depois (e republicado em 1951 por Oxford, em edição revista e ampliada para o período 1919-1939), foi resultado direto dessas pesquisas.

passo adiante para o planejamento centralizado e uma ameaça à livre empresa", (*Business Week*, Aug. 23, 1953, p.26), o que levou ao encerramento de suas atividades até 1960; nesses mesmos anos 50 a análise insumo-produto era vista como ferramenta da "economia burguesa" pelos economistas da "era stalinista" na União Soviética.(9)

De todo modo, hoje é claro que esse poder analítico transforma os modelos I/O numa ferramenta poderosa para a análise prospectiva e para o planejamento da dinâmica produtiva, seja em países capitalistas, seja nos denominados socialistas. Apenas como exemplos deste último conjunto, encontramos Oskar Lange, nos anos 50 e 60, com seus trabalhos de economia matemática e uma série de textos sobre as possibilidades de utilização de I/O (10) e, na Hungria, András Brody, conhecido a partir dos seus trabalhos sobre aplicação da matriz Insumo-Produto à compreensão do desenvolvimento econômico, sintetizados no livro Proportions, Prices and Planning (1970)(11). Já nos países capitalistas, em particular nos Estados Unidos, a importância da abordagem de Leontief, e as possibilidades de integração com técnicas de programação linear foram apontadas já em 1958, no clássico de Dorfman, Samuelson e Solow, intitulado Linear Programming and Economic Analysis(12). Sobre a economia americana, podem citar-se os trabalhos do próprio

---

9 Apud Miernyck, W.H. Input-Output Analysis, Ed. Random House, New York, 1965, p. 78-88. Havia, portanto, problemas com alguns empresários americanos, e simultaneamente com planejadores soviéticos... Leontief mantinha essa polêmica alertando que a utilização de Marx como fonte dogmática das análises econômicas (característica do período stalinista) para operar uma economia centralmente planificada era equivocada. Seu argumento central era que Marx tinha dedicado toda a sua obra à análise da economia capitalista, descrevendo a constituição histórica e o *modus operandi* de um sistema baseado em capitalistas e proletários, não tendo jamais escrito uma linha sobre o possível funcionamento de economias planejadas...

10 Ver série de textos de autoria de Oskar Lange mencionados na bibliografia desta tese. Miernick (op. cit.) menciona que Leontief credita a Lange a introdução de uma visão mais positiva sobre a utilização de métodos econométricos na União Soviética e outros países socialistas no final dos anos 50. Além de economista brilhante (aliás, formado em direito e em economia na Universidade de Cracóvia em 1928, seguido de períodos de estudo em Londres e nos Estados Unidos), e professor na Universidade de Chicago (1938-1945), foi também ministro de Planejamento da Polônia.

11 András Brödy era até 1995 o editor chefe da revista "Economic Systems Research", orgão oficial da "International Input-Output Association", que passou a ser editada regularmente na Inglaterra a partir de 1989. Em 2003, ele e Anne Carter permanecem como membros do Conselho Editotial dessa revista.

12 Os autores desenvolvem neste livro um modelo que ficou conhecido como “DOSSO Model” e que se apóia na metodologia Insumo-Produto. No livro, dedicam os capítulos 9 e 10 a uma exposição detalhada

Leontief e sua equipe de Harvard, publicados desde o início dos anos 40, dando origem a uma série de aplicações empíricas que têm permitido desenvolvimentos até os dias de hoje, avaliando permanentemente a evolução da estrutura produtiva da economia norte-americana. Essa competência, aliás, mereceu o reconhecimento da ONU, que contratou Leontief e sua equipe para redigirem um estudo, terminado em 1977, que avaliou a economia mundial[(13)] intitulado The Future of the World Economy, Oxford University Press, 1977. No Japão, encontram-se autores como Mishio Morishima, cuja análise crítica da economia capitalista, de cunho teórico, tem raízes em Marx, e utiliza permanentemente a metodologia Insumo-Produto. Na trilogia de obras sobre crescimento econômico por ele construída entre 1964 e 1973[(14)], destaca-se Equilibrium Stability, and Growth: a Multi-sectoral Analysis, Oxford University Press, 1964, em que ele apresenta de maneira rigorosa, sob a perspectiva matemática, as possibilidades de reprodução e crescimento utilizando matrizes insumo-produto, depois atualizadas para uma economia de mercado com presença do Estado em The Economic Theory of Modern Society (1976). Nesse mesmo país, nos anos 90, Shunichi Furukawa (1992) e Mitsuo Yamada (1992), desenvolveram estudos sobre transformações estruturais, sob a perspectiva I/O[(15)]. Na OCDE, essa metodologia é aplicada pelos países do grupo, como apresentado em estudos desenvolvidos nos anos 80 e 90 pelo International Institute for Applied System Analysis-IIASA , na Áustria [(16)],

---

da metodologia I/O, que é depois aplicada a modelos dinâmicos nos capítulos 11 e 12, e, no seu prefácio (assinado pelos três autores), ressalta-se que ele "pode também servir como uma introdução aos estudantes interessados na teoria de Insumo-Produto de Leontief, que tem representado um papel tão importante nos últimos vinte anos". Ver Dorfman, R.; Samuelson, P. A. e Solow, R. M., **Linear Programming and Econmic Analysis**, New York, Mc Graw Hill, 1958, reprinted by New York: Dover Publications (unabridged and unaltered republication),1987.

[13] São co-autores do trabalho Anne P. Carter e Peter A. Petri, colaboradores permanentes de Leontief.

[14] A qualificação de "trilogia sobre crescimento" é do próprio autor, que a define como composta dos livros Marx's Economics: a dual theory of value and growth (1973), Theory of Economic Growth (1969) e Equilibrium Stability and Growth (1964), e lembra que "esses três livros podem ser tomados, na ordem inversa de publicação, como a introdução, o texto, e o apêndice matemático dessa trilogia".

[15] Foram publicados pelo IIASA- Laxemburg, em Ayres, R. U. et alii (eds.), Computer Integrated Manufacturing-Economic and Social Impacts(1995)

[16] Particularmente na França, onde análises a partir da metodologia I/O integram indústrias - e seus micro-componentes - ás variáveis macro-economicas - agregações de setores e indústrias -constituindo-se na ferramenta privilegiada para tratar a "meso-economia" das estruturas industriais. Sobre esse último tema,

Levando a análise para questões mais específicas, Miller e Blair (1985) atualizaram a bibliografia da época e dão indicações sobre como tratar o problema das fontes de informação, as possibilidades de aplicação à análise regional, às questões ambientais, e os possíveis usos de multiplicadores de produção, renda e emprego nos estudos de economias nacionais e de regiões. A utilização da metodologia I/O para análises de problemas de países em desenvolvimento é apresentada por (Bulmer-Thomas (1982)) [(17)]; As transformações da estrutura de produção e de consumo energético, seus impactos na emissões de poluentes são o objeto de Brenil(1992) e Arrows,J.(1993)[(18)]. O próprio Leontief aplicou seu método à análise do impacto dos gastos militares[(19)], em 1983, em parceria com Faye Duchin. Em 1994 esta mesma autora publica, em The future of the Environment - Ecological Economics & Technological Change, os resultados de uma pesquisa sobre perspectivas do desenvolvimento sustentável, apoiando-se simultaneamente nas recomendações do "Relatório Brundtland" das Nações Unidas,de 1987, e em cenários de possíveis evoluções da economia mundial para os 20 anos subseqüentes. Esta simulação, avaliando a indústria de energia, cimento, metal mecânica, química e respectivas emissões de poluentes mostra que, com as tecnologias disponíveis nos anos 90, as sugestões do relatório não poderiam ser viabilizadas, sendo necessários *breakthrougs* "tanto nas tecnologias como nas diretrizes políticas para redução de emissão de poluentes"[(20)].

Encontram-se também trabalhos que utilizam I/O na área de análise de decisões, em conjunto com modelos de programação linear (Kananen, I. (1990))[(21)]. Por outro lado, as

---

ver Ayres R.V. e Zuscovitch, E. "Introduction", in Ayres, R.U et alii (ed), Computer Integrated Manufacturing, vol. IV, Economic and Social Impacts, London, Chapman e Hall, 1995.

[17] O livro de Bulmer-Thomas citado é um excelente texto que, apoiado na experiência conseguida em países desenvolvidos, propõe metodologia de construção de matrizes e sua aplicação a países de estrutura econômica menos complexa.

[18] Ver Brenil, Jean Martial, "Input-Output Analysis and Pollutant Emissions in France, "Energy Journal", vol. 13, nº 3, 1992, pp 173-184 .

[19] Leontief,W., Duchin, F. Military Spending: Facts and Figures, Worldwide Implications and Future Outlook Oxford University Pres, New York, 1983.

[20] Ver Duchin, F. , Lange, G. The future of the Environment - Ecological Economics & Technological Change, Oxford University Press, 1994.

[21] Ver Kananen, I. et alii, "Multiple Objective Analysis of Input-Output Models for Emergency Management", Operations Research (OPR), vol. 38, nº 2, mar/abril 1990, pp. 193-201

matrizes I/O são um campo fértil para teste de uma série de técnicas matemáticas, desde aquelas que envolvem álgebra matricial até mesmo "fuzzy numbers" (Buckley, J.J. (1989))[(22)].

Longe de ser uma apresentação exaustiva, a indicação destes textos visa apenas chamar a atenção para a multiplicidade de possibilidades de aplicação dessa técnica, que vem sendo ainda muito pouco utilizada como ferramenta analítica no Brasil. De todo modo, pode-se mencionar o primeiro esforço, relativo ao ano de 1959, publicado em 1967 (usando dados dos censos de 1960), e que apresenta uma tabela com 32 setores[(23)]. A ela seguiu-se a mais cuidadosa matriz insumo-produto produzida no Brasil, pelo IBGE, sob coordenação de Isaac Kersternetzky, relativa ao ano de 1970, publicada em 1979, com 87 setores (organizados a partir da representação da produção brasileira em 160 produtos). Ela foi seguida da de 1975, publicada em 1984 pela mesma equipe. Infelizmente essa equipe foi sendo desmobilizada e hoje há um pequeno grupo que se encarrega de coletar dados agregados que permitem construir uma "matriz de contabilidade nacional", dentre outras funções[(24)]. Mesmo pouco freqüentes no nosso país, cabe mencionar estudos sobre a definição de prioridades sob a perspectiva de políticas de desenvolvimento (Prado, 1981)[(25)] e publicações feitas por grupos ligados a questões agrícolas e agroindustriais. Dentre eles cabe citar os textos feitos pelo autor desta tese já em 1984, sugerindo tratamento dos

---

[22] Ver Buckley, J.J., "Fuzzy Input-Output Analysis", European Journal of Operational Research (EJOR), vol. 39, nº 1, mar 6 1989, pp 54-60), como forma de estimar coeficientes de insumos, essenciais para construir a matriz, sobre os quais se tenham indicações apenas aproximadas.

[23] Estudo feito com apoio do, na época, EPEA - hoje IPEA - intitulado Tabela Insumo-Produto Brasil 1959. A coordenação foi de Willy van Rijckeghem, estatístico da Universidade de Gand (Bélgica), que agradece na introdução ao Dr. João Paulo de Reis Veloso pela possibilidade de ter contratado um assistente para auxiliá-lo na construção da matriz. O texto original, em edição mimeografada, foi-nos cedido em 1997 por Luis Fernando Tironi, à época diretor de estudos setoriais do IPEA.

[24] Construíram-se matrizes com menor subdivisão em setores, como as 1980(publicada em 1989); 1985(publicada em 1995) e, as últimas disponíveis em 2003, apresentam a seqüência de dados dos anos 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96 e 97 (divulgadas por "meio magnético" em 1997 e disponíveis no "site"da FIBGE). Estas últimas representam a economia por 43 setores, dos quais 32 representam “indústrias” e 11 representam setores como “comércio”, “instituições financeiras”, “serviços”, “aluguéis”, “administração pública”, entre outros.

[25] O texto de Eleutério Prado referido apresenta também um bom resumo de Hirschmann, A. O., The Strategy of Economic Development , New Haven, Yale University Press, (1958) e de sua análise sobre os "encadeamentos para a frente e para trás" e de Perroux,F.,A Economia do Século XX ,Lisboa, ed. Herder,(1967) sobre o poder indutor de crescimento dos "pólos industriais".

complexos agroindustriais por meio da matriz insumo-produto[(26)] e em 1985, sintetizando as experiências do grupo de agroindústria coordenado pelo autor[(27)], trabalho em que se começou a vislumbrar a possibilidade de definir a matriz insumo-produto como objeto de pesquisa. Uma observação rápida do Diretório de Grupos de Pesquisa mantido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico indica a sobrevivência de alguns grupos que utilizam a metodologia insumo-produto para diagnósticos de âmbito espacial e regional, para análises na temática desenvolvimento agrícola e agroindustrial e para estudos de Contas Regionais e de Contabilidade Social.[(28)]

Como último ponto nesta apresentação de exemplos de utilização da metodologia de Insumo-Produto, chama-se a atenção agora para um estudo do impacto esperado da automação nos setores de saúde, educação, manufaturas industriais e serviços de escritório dos Estados Unidos, desenvolvido sob coordenação de Wassily Leontief e Faye Duchin, The Future Impact of Automation on Workers, New York, NY, Oxford University Press, 1985. Este trabalho serviu de inspiração à proposta de modelamento para quantificar impactos das transformações induzidas por mudanças técnicas que é apresentado no modelo central desta tese.

---

[26] Albuquerque, Rui H.P. L. de, "Estratégias de Desenvolvimento Econômico e Tecnológico do Setor Agroindustrial: contribuições possíveis da Matriz Insumo-Produto", in Cano, W. e Graziano da Silva, J., coord. As Condições de Operação da Agroindústria Paulista, Ed. DEPE/UNICAMP, Campinas, 1984.

[27] Albuquerque, Rui H.P. L. de., "O Complexo Agroindustrial: uma primeira Avaliação Técnico Econômica" in Ensaios FEE, Porto Alegre, maio de 1985. Esse grupo viria depois a ampliar sua atuação para análise da dinâmica de operação de instituições de pesquisa agrícola e veio a constituir-se no que é hoje o GEOPI-Grupo de Estudos de Organização da Pesquisa e da Inovação, do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da UNICAMP (www.ige.unicamp.br/geopi)

[28] Além do já mencionado grupo do IBGE, o Diretório de Grupos de Pesquisa, censo de 2002, com 1523 grupos registrados, menciona apenas 8 instituições em que se registra Insumo-Produto como tema de pesquisa. Pesquisas que envolvem essa linha estão ligadas ao Núcleo de Economia e Gestão do Agronegócio – Nemesis, trabalhando com análise espacial e contabilidade regional, estadual e municipal (ligado ao IPEA-RJ, onde são citados trabalhos de Gervasio de Castro Rezende); aos grupos de Economia e Gestão do Agronegócio e ao Núcleo de Economia Regional e Urbana, ambos da USP (onde Joaquim José Martins Guilhoto aparece com ênfase nessa área); à Fundação de Economia e Estatística – FEE, ligada ao Governo do Rio Grande do Sul, com trabalhos permanentes em Contas Regionais. Além desse centros, mais conhecidos, há registro de grupos na PUC do Rio Grande do Sul, na Universidade Federal de Santa Catarina, na Universidade Federal de Uberlândia e nas Universidades Estaduais de Londrina e de Passo Fundo.

2.1 – MODELAMENTO POR INSUMO-PRODUTO ESTÁTICO

A representação do sistema econômico adotado nesta tese vai apoiar-se, então, nos trabalhos de Leontief, como uma aplicação de modelamento por Insumo-Produto. Apresentam-se a seguir características elementares de construção e possibilidades de aplicação dessa teoria à representação de sistemas econômicos, já orientada para o modelo que é o coração desta tese, que se espera sirvam como uma brevíssima apresentação aos leitores ainda não familiarizados com o tema.

2.1.1 - INSUMO-PRODUTO COM COEFICIENTES TÉCNICOS FÍSICOS

i) O ponto de partida é o de que "uma tabela insumo produto descreve o fluxo de bens e serviços [mercadorias, num conceito geral] entre todos os setores individuais de uma economia nacional num período estabelecido de, pode-se dizer, um ano"(29). É importante resgatar que, do ponto de vista da concepção metodológica inicial da tabela, esses fluxos ”representam quantidades, ou pelo menos índices físicos dessas quantidades, de bens e serviços específicos".

A idéia de utilizar, na caracterização dos conceitos operacionais básicos, "índices físicos", é fundamental para identificar o que sejam "requisitos de produção" de uma indústria, isto é, requisitos para que se obtenha um dado conjunto de mercadorias-produto, classificadas sob uma mesma designação. Esses "requisitos de produção" são exigidos por uma dada forma de produzir, por uma dada técnica, que integra, no processo produtivo, mercadorias heterogêneas. Utilizando o linguajar mais simples do próprio Leontief, uma técnica de produção é o equivalente de "uma receita de bolo", que, no jargão econômico, define uma "função de produção" de uma dada mercadoria. Esta “mercadoria”, ao

---

29 Leontief, W. "Input-Output Analysis" in Input-Output Economics – Second Edition, New York, Oxford University Press, 1986, p. 19 e seguintes. Este artigo teve disitntas versões, e esta é a síntese das experiências de Leontief sobre esse tema, tendo sido escrita em 1985. Como já mencionado, suas experiências iniciaram-se na década de 20, tendo sua primeira aplicação a um sistema econômico de grande porte sido divulgada no trabalho já mencionado “The Structure of American Economy (1919-1929)”, publicado pela Harvard University Press em 1941. As citações entre aspas do primeiro parágrafo são retiradas do artigo publicado em 1986, e a tradução para o português e a observação entre colchetes é nossa.

trabalharmos com a representação de um sistema econômico, é de fato o conjunto de mercadorias resultado da produção de uma dada indústria. Ao mesmo tempo, essas mercadorias são distribuídas, para serem utilizadas tanto pelas várias indústrias, na forma de insumos, como por uma demanda final. Observe-se que essa distribuição refere-se a cada um dos conjuntos de mercadorias que foi homogeneizado pelo mesmo critério de classificação comum ao da produção.

ii) A representação matricial permite definir simultaneamente os "requisitos de produção" e os "requisitos de distribuição" que possibilitam representar o funcionamento de um sistema econômico. A aplicação desse conceito de "insumo-produto" é apresentada a seguir, a partir do sugerido em “A simple economic system and its transaction table“ apresentado por Pasinetti (1977), que se aproxima da forma de utilizar I/O desenvolvida ao longo desta tese ao introduzir o trabalho como insumo essencial para viabilizar a produção:

TABELA 1 . 2

FLUXO DE MERCADORIAS, EM TERMOS FÍSICOS, POR ANO

	(I)			(II)	(III)
	ESTRUTURA PRODUTIVA				
	g (j=1)	**m** (j=1)	**c** (j=1)	**Dem. Final**	**Produto Total**
g (i=1)	186 tg	54 tg	30 tg	180 tg	450 tg
m (i=2)	12 um	6 um	3 um	-	21 um
c (i=3)	9 tc	6 tc	15 tc	30 tc	60 tc
ft (i=4)	18 h.a	12 h.a	30 h.a	(60 h.a)	
	⇓	⇓	⇓		
Prod. Total	450 tg	21 um	60 tc		

Obs.:
g *- grãos/produção agrícola (considerados como insumos para a próxima safra, como insumos para manufaturados industriais, como lenha para energia e como alimento para consumo final), medidos em toneladas de grãos (tg)*
m*- manufaturados (utensílios mecânicos de uso produtivo) medidos em unidades de manufaturados (um). Neste sistema simplificado apresentado por Pasinetti os manufaturados são totalmente consumidos pelo sistema produtivo, ou seja, não são, como os demais produtos, consumidos pelos trabalhadores.*
c*- carvão (energia), medido em toneladas de carvão(tc), consumido pelos vários processos produtivos e pelos trabalhadores.*
ft*- força de trabalho, medida em capacidade de realizar trabalho humano (homens equivalentes-h), exercido por um período de produção (por exemplo, anos-a). Neste caso, a dimensão de* ***ft*** *é (homens x ano) = h.a, e os processos de trabalho envolvidos exigem a participação de um total de 60 h.a.*

Este é um "sistema produtivo" que não se amplia (portanto não investe) e que consome tudo o que produz, na forma de "grãos", "manufaturados" e "carvão", seja para viabilizar a operação de uma estrutura produtiva inter-industrial (caracterizada pelo sub-conjunto 3x3 das três primeiras linhas e colunas da tabela acima), seja para consumir esses produtos na forma de demanda final (a coluna **DF**). Utiliza, para efetivar as transformações acima indicadas, força de trabalho (a linha **ft**). Pela construção da tabela observa-se que:

a) A estrutura de produção de cada mercadoria é definida em cada uma das colunas, e de cada uma delas se infere uma "implicação lógica" (de características técnicas) quanto à proporção em que se utilizam as quantidades e os tipos de cada insumo, para obter a quantidade total de produto, que é apresentada na última linha da tabela[30].

b) A estrutura de distribuição (ou seja, o conjunto das formas pelas quais um dado produto é consumido) é definida em cada uma das linhas, e dela se infere uma forma de distribuição dessa produção, que é simultaneamente "técnica" – no que diz respeito ao consumo intermediário, apresentado na Tabela 1.2 (ver o subconjunto **I)** – e "política", no que toca às possíveis desagregações da "demanda final" (Tabela 1.2, ver subconjunto **II**). Técnica, na medida em que o consumo intermediário reflete as “técnicas de produção” em uso, e política, na medida em que a demanda final, ao se dividir entre “consumo” e “investimento”, vai refletir uma decisão de política econômica[31]. A equação de distribuição da produção é:

$$\boldsymbol{Q_i} = \sum_{j=1}^{j=3} \boldsymbol{q_{i,j}} + \boldsymbol{y_i} \qquad \text{..........eq. (1.2)}^{(32)}$$

onde:
Q_i: *Quantidade total de produto i*
$q_{i,j}$ *: Quantidade do produto i consumido pela indústria j para produzir* ***Q_i***
y_i : *Demanda Final pelo produto i*

---

30 Ou seja, a representação em termos físicos não permite “somar” os valores das quantidades que compõem cada uma das colunas, que indicam o “modus operandi” da indústria em pauta.

31 Neste ponto inicial da tese, a diferenciação entre "técnico" e "político" tem o objetivo de chamar a atenção para uma questão que vai ser explicitada melhor no capítulo 4, quando se mostra que a opção técnica reflete "macro decisões políticas" e que "diretrizes políticas" exigem e forçam determinadas opções técnicas. No exemplo a demanda final é toda consumida, e a estrutura de distribuição entre setores está representada na tabela 1.2 pela coluna (**II**).

32 Seria útil agora fazer duas observações: primeira, a notação para referenciar as equações e as tabelas nesta tese indica como primeiro índice a ordem em que elas são definidas e em seguida o número do capítulo em que são utilizadas pela primeira vez; segunda, toda a notação usando números decimais será feita usando convenção de língua inglesa, com *pontos* ao invés de *vírgulas* utilizados na língua portuguesa.

c) Com o objetivo de maior clareza de exposição utiliza-se, no decorrer deste trabalho, a designação de indústria (cada um dos conjuntos de empresas analisadas sob a perspectiva das atividades de produção) ao referirmo-nos às colunas da tabela, e a designação de setor (cada um dos mesmos conjuntos de empresas, mas observados sob a ótica da distribuição dessa produção, ou seja, sob a ótica dos vários mercados onde se *realiza* a produção dessas empresas) ao referirmo-nos às linhas da tabela 1.2[(33)]. Sendo o conjunto de empresas o mesmo por uma ou por outra perspectiva, o total da produção de cada uma das *indústrias* iguala, por definição, o total da distribuição de cada um dos *setores*.

Ou seja:

$$\boldsymbol{Q_j = Q_i \quad \forall\, i = j} \qquad \text{..eq. (2.2)}$$

d) Este sistema econômico simplificado - como já se observou - consome tudo o que produz, ou seja, não investe, e, portanto, não aumenta sua produção, não transforma a sua base técnica, nem altera a distribuição da produção ao longo do tempo.

iii) Observando os fluxos da primeira coluna, nota-se que durante um ano 18 homens lançaram mão de 9 ton. de carvão, usando 12 unidades de manufaturados e 186 ton. de grãos, sendo capazes de produzir 450 toneladas de grãos. Ou seja, a técnica de produção vigente naquele ano, exige essa organização de fatores produtivos. É, portanto, possível pensar em definir "coeficientes técnicos de produção", na forma geral apresentada na equação 3.2[(34)]:

$$\boldsymbol{a_{i,j} = \frac{q_{i,j}}{Q_j}} \qquad \text{..eq. (3.2)}$$

onde $\boldsymbol{a_{i,j}}$ *: Coeficiente técnico de produção de j, utilizando produto i*
$\boldsymbol{q_{i,j}}$ *: Quantidade do produto i consumido pela indústria j para produzir* $\boldsymbol{Q_j}$
$\boldsymbol{Q_j}$ *: Quantidade total do produto j gerado pela indústria j*

---

[33] A distinção entre "colunas/indústria/produção" e "linhas/setores/distribuição" observada na "tabela" de fluxos vai ser mantida também ao se trabalhar com as matrizes insumo-produto que se deduzem das tabelas de fluxo. Essa distinção, com objetivos didáticos, é de Myernick, The Elements of Input-Output Analysis, New York, The Random House, 1965, pp. 17-21. Ressalte-se que Leontief não tem essa preocupação e designa tanto as "colunas/indústrias" como as "linhas/setores" por "setores industriais",

[34] A notação da equação 3.2 é apresentada tal como Leontief a sugeriu. No entanto, cabe observar que, nas equações seguintes e em toda esta tese, as quantidades totais de produto *j* são designadas por x_j (e não q_j) e o vetor composto pelas quantidades totais produzidas por todos os setores por $\underline{\mathbf{x}}$.

Nesta equação 3.2 pode observar-se de imediato que, tendo em vista o significado econômico das variáveis envolvidas, os fluxos de mercadorias entre setores são positivos ou nulos, e a produção total de uma indústria j é necessariamente positiva[35]. Pode-se explicitar que se:

$$q_{i,j} \geq 0,\ Q_j > 0 \Rightarrow a_{i,j} \geq 0 \qquad \text{..eq. (4.2)}$$

A partir do exemplo numérico da tabela 2.1, tem-se:

$a_{1,1} = a_{g,g}$ =186 tg/450 tg = 0.4133
$a_{2,1} = a_{m,g}$ = 12 um/450 tg = 0.0267 um/tg
$a_{3,1} = a_{c,g}$ = 9 tc/450 tg = 0.0200 tc/tg
$a_{4,1} = a_{t,g}$ = 18 h.a/450 tg = 0.0400 h.a/tg

Cada um dos "coeficientes técnicos" acima indicados representa as necessidades de insumos por unidade produzida características da "técnica de produção de trigo". Supondo que haja vários estabelecimentos responsáveis pela produção de trigo, os coeficientes representam, de imediato, o consumo definido por uma "técnica média" de produção. De modo análogo, os demais coeficientes construídos a partir da estrutura produtiva apresentada pelas três colunas do sub-conjunto da tabela **(I)** caracterizam "técnicas médias" de produção de manufaturados e de carvão.

Calculando os coeficientes técnicos do conjunto desse "sistema produtivo", pode-se definir uma matriz **S**, típica desse sistema, representando sua estrutura técnica, na forma:

---

35 Ou seja, mesmo que a produção para demanda final seja nula, a indústria j tem de produzir para consumo intermediário de algum setor, senão não seria possível sua classificação como um dos componentes da estrutura inter-industrial.

$$\boldsymbol{S} = \begin{bmatrix} 0.4133 & 2.5714\dfrac{\boldsymbol{tg}}{\boldsymbol{um}} & 0.5000\dfrac{\boldsymbol{tg}}{\boldsymbol{tc}} \\ 0.0267\dfrac{\boldsymbol{um}}{\boldsymbol{tg}} & 0.2857 & 0.0500\dfrac{\boldsymbol{um}}{\boldsymbol{tc}} \\ 0.0200\dfrac{\boldsymbol{tc}}{\boldsymbol{tg}} & 0.2857\dfrac{\boldsymbol{tc}}{\boldsymbol{um}} & 0.2500 \\ 0.0400\dfrac{\boldsymbol{ha}}{\boldsymbol{tg}} & 0.5714\dfrac{\boldsymbol{ha}}{\boldsymbol{um}} & 0.5000\dfrac{\boldsymbol{ha}}{\boldsymbol{tc}} \end{bmatrix} \qquad \text{..........eq. (5.2)}$$

onde:
***tg**-toneladas de grão; **tc**-toneladas de carvão; **um**-unidades de manufaturados; **ha**-homens.ano.*

Vale observar que os elementos $\{a_{i,j}\}$ da matriz $\boldsymbol{S}$ são adimensionais para todo i=j. O conjunto de coeficientes da matriz $\boldsymbol{S}$ poderia passar a representar todo o fluxo de mercadorias, utilizando coeficientes técnicos inclusive para a coluna de Demanda Final, caso se introduzisse uma premissa adicional ao modelo: a de que a "demanda final" seja toda consumida pelos trabalhadores, ou seja, de que essa coluna passe a representar a indústria que "produz trabalhadores". Com isso, o sistema estaria "fechado" , segundo a terminologia da análise I/O, e **S** passaria a ter a forma $\mathbf{S}^F$ seguinte:

$$\boldsymbol{S}^{\boldsymbol{F}} = \begin{bmatrix} 0.4133 & 2.5714\dfrac{\boldsymbol{tg}}{\boldsymbol{um}} & 0.5000\dfrac{\boldsymbol{tg}}{\boldsymbol{tc}} & 3.0000\dfrac{\boldsymbol{tg}}{\boldsymbol{ha}} \\ 0.0267\dfrac{\boldsymbol{um}}{\boldsymbol{tg}} & 0.2857 & 0.0500\dfrac{\boldsymbol{um}}{\boldsymbol{tc}} & 0\ \dfrac{\boldsymbol{um}}{\boldsymbol{ha}} \\ 0.0200\dfrac{\boldsymbol{tc}}{\boldsymbol{tg}} & 0.2857\dfrac{\boldsymbol{tc}}{\boldsymbol{um}} & 0.2500 & 0.5000\dfrac{\boldsymbol{tc}}{\boldsymbol{ha}} \\ 0.0400\dfrac{\boldsymbol{ha}}{\boldsymbol{tg}} & 0.5714\dfrac{\boldsymbol{ha}}{\boldsymbol{um}} & 0.5000\dfrac{\boldsymbol{ha}}{\boldsymbol{tc}} & 0 \end{bmatrix} \qquad \text{..........eq. (6.2)}$$

Caso essa premissa fosse formulada desde o instante de concepção do modelo, poder-se-ia ter imaginado " trabalhadores (organizados em famílias) produzindo força de trabalho", e ainda "utensílios de uso doméstico", o que levaria respectivamente, a que os coeficientes ($a_{4,4}$) e que ($a_{2,4}$) fossem diferentes de zero. Portanto, fechar o modelo significou introduzir uma nova coluna produtiva de "famílias consumindo mercadorias e produzindo força de trabalho"([36]).

Como último comentário deste item a respeito dos coeficientes que se podem definir a partir da Tabela 1.2, cabe lembrar que a definição de Matriz de Coeficientes Técnicos sob a perspectiva de Leontief define-se pelos coeficientes calculados a partir das relações intra-industriais, sem levar em conta os coeficientes de participação de força de trabalho. Assim sendo, essa matriz de coeficientes técnicos é um subconjunto de ***S***, a saber:

$$A = \begin{bmatrix} 0.4133 & 2.5714\dfrac{\boldsymbol{tg}}{\boldsymbol{um}} & 0.5000\dfrac{\boldsymbol{tg}}{\boldsymbol{tc}} \\ 0.0267\dfrac{\boldsymbol{um}}{\boldsymbol{tg}} & 0.2857 & 0.0500\dfrac{\boldsymbol{um}}{\boldsymbol{tc}} \\ 0.0200\dfrac{\boldsymbol{tc}}{\boldsymbol{tg}} & 0.2857\dfrac{\boldsymbol{tc}}{\boldsymbol{um}} & 0.2500 \end{bmatrix} \qquad \text{................. eq. (7.2)}$$

A designação de ***A*** como matriz de coeficientes técnicos será mantida ao longo desta tese. ***A*** é necessariamente uma matriz quadrada (pois existem tantas indústrias produzindo quantos setores distribuindo) e os elementos de ***A*** serão representados por { $a_{i,j}$ }.

iv) Pode-se representar as relações da tabela 1.2 usando uma notação matricial que represente as igualdades - por definição - das linhas, e que incorpore o conceito de coeficientes técnicos definidos em (iii), na forma de um conjunto de duas equações:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{a}_{1,1} & \mathbf{a}_{1.2} & \mathbf{a}_{1,3} \\ \mathbf{a}_{2,1} & \mathbf{a}_{2,2} & \mathbf{a}_{2,3} \\ \mathbf{a}_{3,1} & \mathbf{a}_{3,2} & \mathbf{a}_{3,3} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1 \\ \mathbf{x}_2 \\ \mathbf{x}_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{y}_1 \\ \mathbf{y}_2 \\ \mathbf{y}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1 \\ \mathbf{x}_2 \\ \mathbf{x}_3 \end{bmatrix} \qquad \text{.....................................eq. (8.2)}$$

e

[36] Embora tenha havido algumas tentativas de trabalhar com "sistemas fechados", a aplicação a sistemas econômicos reais levou a que essa abordagem fosse abandonada. A explicação detalhada das dificuldades trazidas por esse pressuposto são analisadas no sub-item vii), deste capítulo.

$$\begin{bmatrix} \mathbf{a}_{4,1} & \mathbf{a}_{4,2} & \mathbf{a}_{4,3} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1 \\ \mathbf{x}_2 \\ \mathbf{x}_3 \end{bmatrix} = \mathbf{e}$$ ....eq. (9.2)

onde:
$\boldsymbol{a}_{i,j}$ =*Coeficiente Técnico de produção da indústria j com insumo i - componente da matriz A*
$\boldsymbol{x}_i$ = *Quantidade Total produzida por i*
$\boldsymbol{y}_i$ = *Demanda Final Consumida por i*
$\boldsymbol{a}_{i,j=4}$ = *Coeficiente Técnico de homens.ano utilizados por unidade de produto da indústria j.*
$\boldsymbol{e}$ = *Quantidade total de homens.ano, ou seja, emprego exigido pela produção total.*

O sistema econômico é então representado pelas equações (8.2) e (9.2). Os coeficientes técnicos de unidades de trabalhador por unidade de produto apresentados na (eq. 9.2) passam a ser designados por $\boldsymbol{l}_{i,j}$, de modo a diferenciá-lo de coeficientes técnicos ligados a insumos industriais. Neste caso, como se está representando trabalhadores de um único nível de capacitação, a matriz de coeficientes técnicos de unidades de trabalhador por produto tem dimensão (1 x 4), sendo composta por apenas uma linha. Para facilitar utilizações futuras do modelo, este conjunto de coeficientes de trabalhadores por unidade de produto é designado na formulação geral abaixo por uma matriz $\boldsymbol{L}$, e com isso a formulação que integra emprego e produção do sistema econômico passa a ser:

$\underline{\boldsymbol{x}} = \boldsymbol{A} . \underline{\boldsymbol{x}} + \underline{\boldsymbol{y}}$ ....eq.(10.2)
e

$\boldsymbol{e} = \boldsymbol{L} . \underline{\boldsymbol{x}}$ ....eq. (11.2)
onde:
$\boldsymbol{A}$: *Matriz de coeficientes técnicos*
$\underline{\boldsymbol{x}}$ *Vetor da Produção Total*
$\underline{\boldsymbol{y}}$: *Vetor de Demanda Final*
$\boldsymbol{L}$: *Matriz de coeficientes de trabalhadores por unidade produzida*
$\boldsymbol{e}$: *Escalar indicando emprego total*

O sistema de equações (10.2) e (11.2) trata a "Demanda Final" como um vetor cujos elementos podem variar sem que se altere a "estrutura técnica de produção". Com isso, uma dada estrutura produtiva pode ser "testada" para observar-se a necessidade de mudanças na produção setorial que permite atender alterações nas demandas finais.

Os dados iniciais da Tabela 1.2 permitem construir uma aplicação numérica para o sistema representado pelas equações (10.2) e (11.2) acima, enfatizando-se a atenção que Leontief dava à dimensão física dos coeficentes[37]:

$$\begin{bmatrix} 0.4133 & 2.5714\dfrac{\boldsymbol{tg}}{\boldsymbol{um}} & 0.5000\dfrac{\boldsymbol{tg}}{\boldsymbol{tc}} \\ 0.0267\dfrac{\boldsymbol{um}}{\boldsymbol{tg}} & 0.2857 & 0.0500\dfrac{\boldsymbol{um}}{\boldsymbol{tc}} \\ 0.0200\dfrac{\boldsymbol{tc}}{\boldsymbol{tg}} & 0.2857\dfrac{\boldsymbol{tc}}{\boldsymbol{um}} & 0.2500 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 450\boldsymbol{tg} \\ 21\boldsymbol{um} \\ 60\boldsymbol{tc} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 180\boldsymbol{tg} \\ 0 \\ 30\boldsymbol{tc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 450\boldsymbol{tg} \\ 21\boldsymbol{um} \\ 60\boldsymbol{tc} \end{bmatrix} \qquad \text{...eq. (12.2)}$$

e

$$\begin{bmatrix} 0.0400\dfrac{\boldsymbol{ha}}{\boldsymbol{tg}} & 0.5714\dfrac{\boldsymbol{ha}}{\boldsymbol{um}} & 10.5000\dfrac{\boldsymbol{ha}}{\boldsymbol{tc}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 250\boldsymbol{tg} \\ 21\boldsymbol{um} \\ 60\boldsymbol{tc} \end{bmatrix} = 60\boldsymbol{ha} \qquad \text{............eq. (13.2)}$$

As equações (9.2) e (10.2) - e suas aplicações numéricas nas equações (12.2) e (13.2) - apontam para a importância de tratar sempre simultaneamente produção e emprego, o que é uma característica do modelo apresentado no capítulo 3 desta tese. Mas cabe, nesta introdução, chamar a atenção para uma aplicação típica da metodologia Insumo-Produto, que diz respeito à possibilidade de trabalhar com os impactos inter-setoriais trazidos pelos aumentos da produção de um único setor, o que é feito a seguir.

v) A "equação síntese" do "modelo insumo produto estático" (sem investimento, sem mudança técnica, e aberto) pode ser reescrita, a partir da equação (10.2), na forma:

$$\underline{\boldsymbol{x}} = (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1} \cdot \underline{\boldsymbol{y}} \qquad \text{..........eq. (14.2)}$$

---

37 A necessidade de construir “números índice” que permitissem a representação das características dimensionais dos coeficientes físicos foi um problema que Leontief apontou durante toda a sua obra. As últimas tentativas são apresentadas em Leontief, W. e Duchin, F. The Future Impact of Automation on Workers New York, NY, Oxford University Press, 1985.

onde:
x *: Vetor da Produção Total*
A *: Matriz de coeficientes técnicos*
y *:Vetor de Demanda Final. Essa demanda pode ser desagregada , por exemplo, em Consumo Pessoal (por faixa de renda), Estoques, Exportações, Consumo Estatal.*

A equação (14.2) expressa de modo canônico a forma de responder à questão: qual a produção necessária de cada um dos setores produtivos para atender determinadas necessidades setoriais de demanda final? Ou, de outra forma, qual o acréscimo à produção de cada setor necessário para atender determinadas necessidades adicionais de demanda final?

A resposta está no termo definido a seguir, para simplificação da exposição:

$$A^* = (I - A)^{-1} \qquad \text{..........................eq. (15.2)}$$

A* é usualmente chamada de "Matriz Inversa de Leontief"(38), ou também chamada de "Matriz de Multiplicadores Diretos e Indiretos por Unidade de Demanda Final". Calculando **A*** a partir dos dados da Tabela 1.2, obtém-se:

$$A^* = \begin{bmatrix} 2{,}1645 & 8{,}5983\,\dfrac{tg}{um} & 2{,}0162\,\dfrac{tg}{tc} \\ 0{,}0873\,\dfrac{um}{tg} & 1{,}7850 & 0{,}1772\,\dfrac{um}{tc} \\ 0{,}0910\,\dfrac{tc}{tg} & 0{,}9093\,\dfrac{tc}{um} & 1{,}4546 \end{bmatrix} \qquad \text{...........eq.(16.2)}$$

---

38 O rápido cálculo da matriz inversa - cujas condições de existência são discutidas a seguir, no sub-item e) - hoje é possível mesmo para matrizes de grandes dimensões, mas era muito difícil nos anos 40, época em que as experiências de Leontief se aplicavam à economia americana. Como relato dessas dificuldades, que eram inclusive materiais, vale citar o próprio Leontief: " [em 1943,1945] eu tinha de fazer cálculos de grande porte. A tabela tinha 42 setores, mas na época era absolutamente impossível encontrar soluções para sistemas dessa grandeza. Nós então o reduzimos a doze setores. O cálculo era ainda muito penoso, mas eu pude utilizar uma grande máquina de calcular. Existia apenas um modelo: um engenheiro do MIT (Massachussetts Institute of Technology) tinha construído uma grande máquina de calcular mecânica... Ela lembrava uma enorme prensa. Ficava toda cheia de óleo e eu e meu assistente devíamos usar roupas especiais para não nos sujarmos enquanto eu fazia meus cálculos." Apud Rosier, Bernard, in Wassily Leontief: Textes et Itinéraire, Ed. la Decouverte, Paris 1986, p. 86-87.

Observe-se, que os elementos de A* - designados por $\{a^*_{i,j}\}$ - têm respectivamente a mesma dimensão dos elementos $\{a_{i,j}\}$ de A.

Aplicando os dados calculados a partir da Tabela 1.2 ao sistema econômico representado pela equação (14.2), obtém-se:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2{,}1645 & 8{,}5983\,\dfrac{tg}{um} & 2{,}0162\,\dfrac{tg}{tc} \\ 0{,}0873\,\dfrac{um}{tg} & 1{,}7850 & 0{,}1772\,\dfrac{um}{tc} \\ 0{,}0910\,\dfrac{tc}{tg} & 0{,}9093\,\dfrac{tc}{um} & 1{,}4546 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} \quad \text{……..eq.(17.2)}$$

Os coeficientes $a^*_{i,j}$ têm um significado econômico, sob a perspectiva da produção, que vale a pena apresentar de forma sintética a seguir:

a) $a^*_{i,j}$ representa a <u>quantidade total</u> que a indústria i deve produzir para atender necessidades unitárias de demanda final do setor j. Observando-se a equação (17.2), por exemplo, fica claro que 100 toneladas de grãos adicionais para atendimento da demanda final (ou seja, Δy_1=100) exigem a produção adicional de 216 toneladas de grãos, de 8,7 unidades de manufaturados e de 9,1 toneladas de carvão. Os volumes totais de manufaturados e de carvão vão ser aplicados no consumo produtivo (ou seja, consumo intermediário) para a produção de grãos, e, por seu lado, a nova produção de grãos vai distribuir-se entre o que é necessário para o próprio setor (116 toneladas) e as 100 toneladas para consumo final[(39)].

---

[39] Essa situação de produção final necessária reflete um "conjunto de etapas" por que passa o sistema econômico, equivalentes a "rodadas" em que, em um primeiro instante, aumenta-se a produção da mercadoria i, e conseqüentemente, a produção de seus *insumos diretos*. A produção adicional desses *insumos diretos* vai exigir uma segunda rodada de acréscimos de produção, que vão viabilizar essa produção adicional, acréscimos esses que denominamos de *insumos indiretos*, proporcionalmente menores, e assim sucessivamente. A "matriz inversa de Leontief" dá um retrato da situação final, que se supõe seja alcançada ao final de um período de produção. Exemplos detalhados, passo a passo, inclusive com aplicações ao modelamento da economia norte-americana de 1967, de todas as "rodadas" que componham esse processo podem ser encontrados em "An Illustration of Input-Output Calculations" in Miller, R. e Blair, P. <u>Input-Output Analysis: Foundations and Extensions</u>, New Jersey, Prentice Hall, 1985, pp. 15-24.

b) O cálculo de cada elemento {$a^*_{i,j}$} da matriz A^* apresentado na equação (17.2) leva que ele seja função de todo o conjunto dos coeficientes técnicos característicos da estrutura econômica como um todo, o que pode ser resumido pela equação (18.2), a seguir:

$$a^*_{i,j} = f(a_{1,1}....a_{i,j}.....a_{n,n}) \qquad \text{...eq. (18.2)}$$

c) cada coluna j da matriz A* define os requisitos de produção adicional simultâneos – dimensionalmente diferenciados para cada um deles - dos setores que compõem $\underline{x}$, caso se deseje um incremento unitário em y_i.

d) é possível antecipar uma das preocupações do modelo desta tese: os acréscimos estimados, quando somados à tabela original que representa os "fluxos existentes" e comparados à capacidade instalada, permitirão uma análise dos setores produtivos que exigirão maiores transformações relativas e que se poderão constituir em pontos de estrangulamento.

e) como última, mas não menos importante observação, cabe mencionar que, em um caso geral, a garantia de existência de um vetor de produção $\underline{x}$ de componentes não negativos, que satisfaça uma demanda $\underline{y}$, também ela composta de elementos não negativos, exige o cumprimento das “Condições de Hawkins-Simon”[(40)] para que se encontrem soluções não negativas em sistemas como o indicado na equação (14.2), que utilizam a “Matriz Inversa de Leontief ”. Para o sistema em análise, elas exigem que “todos os menores principais da matriz

---

[40] David Hawkins e Herbert A. Simon estudaram as condições de existência de soluções não negativas (portanto, adequadas às grandezas macro-econômicas com que se está trabalhando) em sistemas de equações lineares já em 1949, no artigo “Note: Some Conditions of Macroeconomic Stability”, Econometrica 17, no. 3-4 (July-October 1949). A menção a este artigo e uma análise didática sobre esta Condição e sua aplicação a modelos de Matriz Insumo-Produto, generalizada para matrizes de ordem “n”, é apresentada em “Appendix 2.2 – The Hawkins-Simon Conditions”, in Miller, R. e Blair, P. Input-Output Analysis: Foundations and Extensions, New Jersey, Prentice Hall, 1985, pp. 35-39. Em outras palavras, a existência da inversa de Leontief garantida por: $\det(I - A) \neq 0$ não é suficiente para garantir a estabilidade do sistema macro-econômico, e a condição de Hawkins-Simon define a necessidade adicional de que $\det (I-A) > 0$.

(I-A) sejam semi definidos positivos"[41]. Por facilidade de exposição, restringe-se a demonstração ao caso do nosso exemplo, em que se utiliza um sistema de 3 equações:

e1) $(1 - a_{ii}) > 0$**,** para i=1,3 (ou seja, são semi-definidos positivos todos os menores principais de primeira ordem da matriz ***(I-A)***, que são os elementos da diagonal principal).

e2) todos os "menores de segunda ordem" da matriz (I-A) devem ser estritamente positivos;

e3) O "menor de terceira ordem" da matriz (I-A) deve ser estritamente positivos (ou seja, det ***(I-A)> 0***).

Este conjunto de restrições garante a existência de soluções não negativas para variações não negativas da demanda final. Por outro lado, na medida em que os sistemas de equações sejam construídos com coeficientes deduzidos a partir de fluxos econômicos reais, esta Condição de Hawkins- Simon deve ser cumprida sem dificuldade. A condição (e1) acima define que acréscimos unitários de **produção total** de uma mercadoria *i* exigem acréscimos menores que a unidade de consumo intermediário dessa mesma mercadoria. Ao mesmo tempo, agregando-se as demais condições indicadas em e2), esse sistema econômico ao funcionar "absorvendo produção de outros setores, direta e indiretamente, deve ser capaz de não apenas sustentar-se, mas também gerar produtos para a demanda final... Se um dos sub-

---

[41] Dada uma matriz quadrada ***Z*** de dimensão *n*, o *menor* de um *elemento* $z_{i,j}$ (onde $z_{i,i} \in$ ***Z***) é o determinante da matriz quadrada remanescente de ***Z*** quando se removem a linha *i* e a coluna *j* (o menor de $z_{i,j}$ é portanto o determinante de uma matriz de dimensão (n-1)). Um *menor principal* de uma matriz ***Z*** (não de um *elemento* da matriz) é o determinante da matriz obtida pela retirada de 1 ou mais linhas, e as mesmas colunas, da matriz Z. Definidos esses conceitos, caracteriza-se como *menor principal de primeira ordem (ou de ordem 1)* de ***Z***, ao menor obtido pela retirada das *(n-1)* linhas e das *(n-1)* colunas da matriz ***Z***. O valor do determinante correspondente a cada *menor principal de primeira ordem* é o próprio valor do respectivo elemento da diagonal principal $z_{i,i}$ remanescente (ou seja, existem *n menores principais* de primeira ordem da matriz Z). Um *menor principal de segunda ordem (ou de ordem 2) de* ***Z***, é um menor obtido retirando-se sucessivamente (n-2) linhas e (n-2) colunas de ***Z***; por indução, o menor de *enésima ordem* da matriz Z é o próprio det (***Z***). Ver apresentação didática sobre o tema em "Mathematical Background: Matrix Algebra and Solutions to Systems of Linear Equations" in Miller, R. e Blair, P. Input-Output Analysis: Foundations and Extensions, New Jersey, Prentice Hall, 1985, pp. 366-381. No exemplo específico deste sub-item v) tem-se que ***Z=(I-A)***; as condições mencionadas em e1) referem-se aos menores principais de primeira ordem; as mencionadas em e2) e e3) referem-se aos menores de segunda e terceira ordem da matriz ***(I-A)***.

sistemas que compõem o sistema econômico não passar por este teste, ocorreria uma falha que levaria à destruição da sustentabilidade de todo o sistema”(42).

vi) Para completar esta apresentação do modelo de insumo-produto, detalha-se a seguir o conceito de "modelo fechado", já mencionado para se construir a equação (6.2), e que faz parte das primeiras tentativas de representação de modelos econômicos de Leontief. Este modelo equivale a incorporar a linha "trabalho" à matriz de coeficientes de produção, distribuindo trabalhadores pelas várias indústrias, e, simultaneamente, incorporar a coluna de consumo final (suposto como realizado pelos trabalhadores) à mesma matriz. Com isso, o que era consumo final passa a ser caracterizando como consumo intermediário produtivo, ou seja, o modelo passa a representar um “setor produtor de trabalhadores”. A representação matemática passa a ser:

$$\begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} & a_{1,4} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,3} & a_{2,4} \\ a_{3,1} & a_{3,2} & a_{3,3} & a_{3,4} \\ a_{4,1} & a_{4,2} & a_{4,3} & a_{4,4} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} \qquad \text{.......................................eq.(19.2)}$$

A partir dos dados da Tabela 1.2 encontra-se a quantificação seguinte para a eq. (19.2):

$$\begin{bmatrix} 0.4133 & 2.5714\dfrac{tg}{um} & 0.5000\dfrac{tg}{tc} & 3.0000\dfrac{tg}{ha} \\ 0.0267\dfrac{um}{tg} & 0.2857 & 0.0500\dfrac{um}{tc} & 0 \\ 0.0200\dfrac{tc}{tg} & 0.2857\dfrac{tc}{um} & 0.2500 & 0.5000\dfrac{tc}{ha} \\ 0.0400\dfrac{ha}{tg} & 0.5714\dfrac{ha}{um} & 0.5000\dfrac{ha}{tc} & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 450tg \\ 21um \\ 60tc \\ 60h.a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 450tg \\ 21um \\ 60tc \\ 60h.a \end{bmatrix} \qquad \text{.....eq.(20.2)}$$

Fica claro que, nesta representação, os trabalhadores utilizam como insumo todo o "carvão" e todos os "grãos". Essa nova coluna de insumos passa a ter como implicação lógica a

---

[42] Leontief, W. "Input-Output Analysis" in Input-Output Economics – Second Edition, New York, Oxford University Press, 1986, pp. 25-26.

geração de trabalhadores (no caso, 60 trabalhadores mantidos ao longo de um ano..), que passam a ter também "coeficientes técnicos de produção". Essa posição desperta críticas imediatas , pois o conceito de "produção de trabalhadores" tem características culturais e sociais que o tornam uma mercadoria muito especial, com coeficientes que não se apoiam apenas em relações técnicas, como as demais mercadorias. Especialmente porque, sob a perspectiva clássica, a força de trabalho é uma mercadoria distinta das demais, pois durante o período produtivo é capaz de gerar mais mercadorias do que ela utiliza como insumos para reproduzir-se (ou, sendo um pouco mais rigoroso, é capaz de gerar um valor adicional), e também por que o próprio conceito de "cesta básica" mínima varia continuamente, exigindo, além disso, insumos educacionais e culturais de difícil representação matemática.

Sem pretender aprofundar aqui essa discussão, ao fechar-se o modelo de Leontief introduziu-se também um outro tipo de problema, de cunho matemático: criou-se uma dependência linear entre os coeficientes do sistema algébrico decorrente, pois passou-se à situação:

$$\boldsymbol{A} \cdot \underline{\boldsymbol{x}} = \underline{\boldsymbol{x}} \;\Rightarrow\; (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A}) \cdot \underline{\boldsymbol{x}} = \underline{0} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{eq.(21.2)}$$

Designando os vetores coluna da matriz (**I-A**) por [$\hat{\mathbf{a}}_{i,j}$], tem-se, a partir da eq.(21.2), e particularizando o exemplo para a dimensão (4x4):

$$\boldsymbol{x}_1 \cdot \left[\hat{\boldsymbol{a}}_{\boldsymbol{i},1}\right] + \boldsymbol{x}_2 \cdot \left[\hat{\boldsymbol{a}}_{\boldsymbol{i},2}\right] + \boldsymbol{x}_3 \cdot \left[\hat{\boldsymbol{a}}_{\boldsymbol{i},3}\right] + \boldsymbol{x}_4 \cdot \left[\hat{\boldsymbol{a}}_{\boldsymbol{i},4}\right] = \underline{0} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots.. \text{eq.(22.2)}$$

Na equação (22.2) cabe lembrar que $\mathbf{x}_i$ é uma quantidade física de produto, em um sistema em que todos os setores são definidos de forma a ocorrer $\mathbf{x}_i > 0$. Portanto, os vetores $\hat{\mathbf{a}}_{i,j}$ para j=1,2,3,4 são linearmente dependentes. Isso implica que det (**I-A**) = 0 e o sistema não tem solução única. Para resolver essa indefinição há dois caminhos: o primeiro é fixar um dos valores de $\mathbf{x}_i$, por exemplo, o número $\mathbf{x}_4$ de trabalhadores (ou qualquer nível de produção $\mathbf{x}_{i,}$) e com isso pode-se calcular os valores de produção $\mathbf{x}_1$, $\mathbf{x}_2$, $\mathbf{x}_3$, que mantêm a quantidade $\mathbf{x}_4$ de trabalhadores (ou, se definida a produção $\mathbf{x}_{i,}$, os valores das demais variáveis que a viabilizam).

O segundo caminho, que passou a ser seguido por nós e pelos utilizadores da metodologia I/O, é o de deixar de considerar a coluna de **demanda final** como linearmente vinculada à linha **força de trabalho**. Passa-se a considerá-la como um conjunto de elementos compondo parte da distribuição da produção total (no caso, especificamente, parte da produção líquida), viabilizados por uma estrutura produtiva , mas sem serem eles mesmos insumos de uma "indústria de produção de força de trabalho". Resolve-se com isso um duplo problema: não nos defrontamos com a indeterminação matemática, e não é necessário definir o que seria uma "função de produção" da força de trabalho[43]. Ao mesmo tempo, introduz-se um grau de liberdade no modelo, pois o vetor $\underline{y}$ pode ser visto como "objeto de planejamento", a ser viabilizado por uma dada combinação de produções específicas de cada indústria. Estes conceitos apresentam nossa visão sobre características do modelo I/O que serão úteis ao desenvolvimento desta tese. Passa-se a seguir a discutir o que seria a matriz insumo-produto com coeficientes monetários.

2.1.2 – INSUMO-PRODUTO COM COEFICIENTES MONETÁRIOS

i) Analisadas as características básicas de um modelo insumo-produto conceitualmente caracterizado em unidades físicas, seguindo a proposta original de Leontief, chama-se a atenção agora para a prática usual de trabalho com unidades monetárias. Trata-se de uma simplificação operacional necessária para a utilização da matriz I/O como ferramenta de simulação a partir dos dados de fluxo medidos pelos Sistemas de Contas Nacionais (na literatura internacional usualmente referidas como SAM - Social Accounting Matrixes), cujas tabelas são a base de cálculo para as Matrizes de Insumo-Produto Nacionais. Construir índices de coeficientes técnicos físicos para cada um dos grandes segmentos industriais em que se pode organizar uma Matriz de Insumo-Produto Nacional é uma tarefa bastante complexa[44] e por isso utilizam-se matrizes construídas a partir de dados monetários.

---

[43] O problema de garantia de reprodução da força de trabalho vai surgir no corpo do modelo MAT - a ser apresentado no capítulo 3, com a definição de uma cesta básica de mercadorias como componente do vetor $\underline{y}$.

[44] Sobre o tema, ver a análise e o detalhamento exaustivo das possibilidades de haver indicadores que reproduzam características físicas em Wassily Leontief e Faye Duchin, The Future Impact of Automation on Workers, New York, NY, Oxford University Press, 1985.

Para construir a Tabela 2.2 em termos monetários vai-se respeitar a mesma estrutura de dados apresentados no exemplo da Tabela 1.2, construída com unidades físicas. Para tal, calcula-se uma estrutura de preços relativos dos produtos que fazem parte do sistema econômico – incluindo os "salários" – para, a partir dela, representar o mesmo sistema econômico, mas por meio de fluxos monetários. Assim como houve uma simplificação em termos físicos, ela ocorre em termos monetários: todo o excedente resume-se em uma "demanda final" que é consumida pelos trabalhadores. Quem "compra" esses produtos são os trabalhadores usando seus "salários" – que são neste exemplo o único componente da "renda nacional". Não existe neste modelo a parcela da "demanda final" que poderia ir para investimentos ou estoques, nem a parte da "renda nacional" que iria para lucros, impostos, ou juros. A Tabela 2.2 é apresentada a seguir:

TABELA 2.2

FLUXO DE MERCADORIAS, EM TERMOS MONETÁRIOS([45]), POR ANO

(Valores em unidades monetárias)

	(I)			(II)	(III)	(IV)
	Estrutura Produtiva					
	g (j=1)	**m** (j=2)	**c** (j=3)	**D.I.**	**D.F.**	**P.T**
g (I=1)	18.6	5.4	3.0	27.0	18.0	= 45.0
m (I=2)	12.0	6.0	3.0	21.0	0	= 21.0
c (I=3)	4.5	3.0	7.5	15.0	15.0	= 30.0
I. I.	35.1	14.4	13.5	(63.0)	*	*
S (I=4)	9.9	6.6	6.5	*	(33.0)	*
	=	=	=			
I.T.	45.0	21.0	30.0	*	*	(96,0)

Obs.: ***D.I.$_i$*** *- Total da Demanda Intermediária do setor i*
D.F.$_i$ *- Demanda Final do setor i*
P.T.$_i$ *- Produto Total do setor i*
I.I.$_j$ *- Total dos Insumos Intermediários da indústria j*
S$_j$ *- Massa de Salários da indústria j*
I.T.$_j$ *- Insumos Totais da indústria j*

Na tabela 2.2 introduzimos, respectivamente, uma nova coluna com um “subtotal” do que foi distribuído para consumo intermediário de cada setor (D.I.$_i$) e uma nova linha com o subtotal dos insumos intermediários que foram consumidos em cada indústria (I.I.$_j$)[(46)]. A parte da tabela que vai ser utilizada como base para cálculo de uma nova matriz de "coeficientes técnicos

---

[45] - Os preços unitários das mercadorias são p_m=1.00; p_g=0.10; p_c=0.50; e o preço da força de trabalho, ou seja, o salário é p_{ft}=0.55. A lógica de cálculo dos preços foi a de manter o equilíbrio sob a perspectiva contábil e é apresentada no sub-item (vii) a seguir.

[46] - A linha “sub-total de insumos intermediários” só pode ser construída na tabela 2.2, pois a conversão para valores monetários permitiu homogeneizar grandezas fisicamente distintas.

monetários" está destacada por linhas tracejadas, e representa a operação do sistema produtivo sob a perspectiva inter-industrial:

Os fluxos monetários que caracterizam o sistema produtivo são definidos por:

$\boldsymbol{v}_{i,j} = \boldsymbol{q}_{i,j} \cdot \boldsymbol{p}_i$ ....eq.(23.2)

onde:
$\boldsymbol{q}_{i,j}$ *: Quantidade da mercadoria i consumida pela indústria j*
$\boldsymbol{p}_i$ *: Preço da mercadoria i*

Antes de definir novos coeficientes e construir as relações no sistema econômico a partir de dados monetários, de forma análoga ao que foi desenvolvido no item 2.1.1 para a representação em termos físicos, vale a pena apresentar uma série de igualdades contábeis que vão ser úteis para o decorrer da tese.

Usando uma terminologia econômica da escola clássica, pode-se dizer que a tabela em termos físicos levava em conta o "valor de uso" dos respectivos componentes, e ao ser convertida em termos monetários passou a apresentar o "valor de troca" de cada item. Essa conversão viabilizou a transformação de cada uma das "implicações lógicas" que refletia os resultados da organização técnica da produção, definida na última linha da tabela 1.2, em uma "igualdade contábil". A igualdade entre tudo que a área de "manufaturados", ou "agricultura", ou "carvão" *vendeu* (ou seja, tudo que recebeu dos compradores de sua produção) e tudo que ela *comprou* (ou seja, todos os itens em que ela utilizou os recursos recebidos) ocorre por definição de construção deste modelo[47]. Criam-se então as duas equações abaixo:

$\boldsymbol{IT}_j = \boldsymbol{PT}_i \quad \textit{para todo} \ \ i = j$ ....eq.(24.2)

e, por decorrência:

$\sum_{j=1}^{j=3} \boldsymbol{IT}_j = \sum_{i=1}^{i=3} \boldsymbol{PT}_i$ ....eq.(25.2)

---

47 Para exemplos dessa igualdade preservada em modelos econômicos mais desagregados, ver a "Tabela A2.1 – Comércio de Bens e Serviços nos EUA" in Leontief, A Economia do Insumo-produto Ed.Abril, São Paulo (trad. brasileira), 1983, pp140-144 e os exemplos de Miernick, W.H. Input Output Analysis Ed.Random House, New York, 1963. pp. 8-16.

Calculando o valor total da produção de cada indústria sob a perspectiva de como ele é "construído" a partir da Estrutura Produtiva, pode-se definir:

$$IT_j = \sum_{i=1}^{1=4} v_{i,j} \quad \text{..........eq.(26.2)}$$

onde:
***IT_j**: Insumos Totais da Indústria j*
***$v_{i,j}$**: Valor comprado pela indústria j ao setor i*

Tomando as linhas da tabela, ou seja, o sistema produtivo sob a perspectiva de cada um dos setores, o que permite representar para onde é distribuída a produção, tem-se:

$$PT_i = \sum_{j=1}^{j=3} q_{i,j} \cdot p_i + y_i \cdot p_i \quad \text{..........eq.(27.2)}$$

com
***y_i** : quantidade de mercadorias do setor i alocada para Demanda Final*

Lembrando a equação de quantidades físicas (1.2), tem-se:

$$PT_i = \left(\sum_{j=1}^{j=3} q_{i,j} + y_i \right) \cdot p_i = Q_i \cdot p_i \quad \text{..........eq.(28.2)}$$

De onde se deduz uma nova igualdade, tomando as equações (24.2) e (28.2), que vai ser útil para os cálculos futuros de coeficientes monetários sem perder de vista sua origem física:

$$IT_j = PT_i = Q_i \cdot p_i \quad \forall \quad i = j \quad \text{..........eq.(29.2)}$$

Tomando agora a "estrutura inter-industrial", ou seja , as compras e vendas "intra" setor produtivo (na tabela 2.2, o sub-conjunto caracterizado pelas linhas tracejadas), pode-se definir:

$$IIT = \sum_{j=1}^{j=3} \sum_{i=1}^{i=3} v_{i,j} \quad \text{..........eq.(30.2)}$$

e

$$DIT = \sum_{i=1}^{i=3} \sum_{j=1}^{j=3} v_{i,j} \quad \text{..........eq.(31.2)}$$

onde:
***IIT**: Insumos Intermediários Totais*

***DIT**: Demandas Intermediárias Totais*
$\boldsymbol{v_{i,j}}$: *Valor comprado pela indústria j ao setor i*

Está-se em condições agora de definir a igualdade entre as variáveis Renda Nacional Total (ou simplesmente, Renda Nacional) e Demanda Final Total (ou, simplesmente, Demanda Final). Recorde-se que a Renda Nacional é definida sob a perspectiva das indústrias (colunas) e a Demanda Final sob a perspectiva dos setores (linhas), e, a partir das equações de (25.2) a (31.2) define-se:

$$\boldsymbol{RN} = \sum_{j=1}^{j=3} \boldsymbol{I.T.}_j - \sum_{j=1}^{j=3} \sum_{i=1}^{j=3} \boldsymbol{v}_{i,j} \qquad \text{.. eq.(32.2)}$$

e

$$\boldsymbol{DF} = \sum_{i=1}^{i=3} \boldsymbol{P.T.}_i - \sum_{i=1}^{i=3} \sum_{j=1}^{j=3} \boldsymbol{v}_{i,j} \qquad \text{.. eq.(33.2)}$$

portanto

$$\boldsymbol{RN} = \boldsymbol{DF} \qquad \text{.. eq.(34.2)}$$

A Renda Nacional (***RN***) é também designada por Valor Agregado (***VA***)[48]. No exemplo simples da tabela 2.2, a Renda Nacional é composta apenas pelos pagamentos feitos aos trabalhadores, na forma de salários, e a demanda final é o conjunto das compras de bens de consumo por eles efetuadas. Esta abordagem é evidentemente passível de generalização, e, como exemplo, pode-se tomar o próprio Leontief, ao construir a já referida "Tabela de comércio de bens e serviços nos EUA" (ver nota 47). Nessa tabela, baseada nos fluxos monetários da economia americana, as 3 indústrias da tabela 2.2 estão desagregadas em 37 ramos; a linha de Renda Nacional é desagregada em 5 outras linhas: Pagamentos a Famílias[49], Governo, Importações, Depreciação de Capital, Redução de Estoques; e a coluna de Demanda Final é

---

[48] Essa noção de Valor Agregado como coincidente com o valor dos salários, a partir da tabela 2.2 não é rigorosa, e tem objetivo apenas didático. O conceito utilizado traz subjacente a premissa de que a produção das indústrias indicadas na tabela 2.2 não apenas manteve o valor dos insumos utilizados, como foi capaz de agregar o valor com que se pagaram os salários. A relação entre tabelas básicas para cálculo de Insumo-produto e grandezas macroeconômicas é melhor discutida ao se apresentarem as aplicações do modelo, no Capítulo 4.

[49] Nessa tabela, Leontief adverte que a linha "pagamentos a famílias" agrega salários e lucros.

decomposta em 5 colunas: Vendas a Famílias, Vendas ao Governo, Exportações, Formação de Capital, Acréscimo de Estoques.

Como último aspecto deste item de apresentação da tabela em valores monetários, cabe observar que o conjunto de fluxos inter-industriais é construído, seguindo o padrão sugerido pela ONU[(50)], de uma forma que dificulta em muito que se consiga preservar a igualdade absoluta sugerida na equação (24.2). A distribuição da produção industrial é contabilizada pelas vendas de produtos que vão para usos industriais, ou de demanda final, onde cada indústria produz um leque de produtos, em uma relação não biunívoca (por exemplo, uma parte de "rações" é produzida pela indústria química e outra por agroindústrias). Por outro lado, cada indústria utiliza insumos contabilizados pela sua característica como mercadoria que não define de maneira unívoca sua origem setorial – mas apenas sua classificação como produto. Como exemplo síntese desse problema, no caso brasileiro, em 1982 (com dados relativos ao ano de 1975) trabalhou-se com uma matriz de fluxos onde 87 setores produtivos geravam 160 grupos de produtos, e outra matriz onde esses 160 produtos foram classificados como insumos para 87 indústrias. Ao se agregar ambas as matrizes[(51)], obtém-se uma tabela de (87x87) setores/indústrias mas a "matriz de fluxos" daí decorrente dificilmente contabilizará o valor produzido por cada setor como igual ao valor de pagamentos feitos por cada indústria. Por isso, a contabilidade de sistemas econômicos reais preserva o definição de que a soma de todos os insumos seja igual à de todos os produtos, e a Renda Nacional seja igual à Demanda Final. Essas igualdades são definidas pelas equações (25.2) e (34.2), reproduzidas abaixo:

$$\sum_{j=1}^{j=3} IT_j = \sum_{i=1}^{i=3} PT_i \quad \text{.. eq.(25.2)}$$

---

[50] A publicação metodológica da ONU, intitulada A System of National Accounts, vem desde 1968 – com atualizações metodológicas freqüentes, a última datando de 1993 - induzindo um padrão de construção para matrizes de contabilidade nacional.

[51] A dificuldade trazida pela produção, nas indústrias de sistemas econômicos reais, de "produtos principais" e de "produtos não principais", cria matrizes "indústria – produto" e sua recíproca "produtos-indústria" que não são quadradas. A formação de "matrizes quadradas" a partir de sistemas reais de Contas Nacionais é desenvolvida em "Non-Principal Production and the Formation of Symmetric Input-Output Tables", in Bulmer-Thomas, Input-Output Analysis in Developing Countries, John Wiley&Sons, London University, London, 1982. pp 139-155.

e

$$\boldsymbol{RN} = \boldsymbol{DF}$$ .... eq.(34.2)

ii) De modo análogo ao já definido no item anterior, é possível construir coeficientes a partir dos fluxos monetários, similares aos "coeficientes técnicos" já definidos, utilizando a equação seguinte:

$$\boldsymbol{m}_{i,j} = \frac{\boldsymbol{v}_{i,j}}{\boldsymbol{V}_j}$$ .... eq.(35.2)

onde:
$\boldsymbol{m}_{i,j}$ *: "coeficiente técnico" (a partir de fluxo monetário) da mercadoria j com insumo i*
$\boldsymbol{v}_{i,j}$ *: valor monetário das compras de j ao setor i*
$\boldsymbol{V}_j$ *: valor monetário total da produção de j*

Inicialmente, chama-se a atenção para algumas distinções entre $\mathbf{a}_{i,j}$ conforme definido pela equação (1.2) e $\mathbf{m}_{i,j}$ definido pela equação (35.2):

- O coeficiente $\boldsymbol{a}_{i,j}$ reflete as características técnicas da produção, uma "receita de bolo" já mencionada, observada pela lente da classificação industrial utilizada; o coeficiente $\boldsymbol{m}_{i,j}$ reflete simultaneamente as características técnicas e a estrutura de preços relativos observados na economia(52).

- A quantificação de $\boldsymbol{a}_{i,j}$ reflete as características de "um vasto e complexo corpo de conhecimento científico, técnico e social que define como os bens e serviços são produzidos"(53); é, portanto, originária de uma multiplicidade de causas, mas que se refletem em um dado "estado da técnica". A matriz $\boldsymbol{A}$ de coeficientes técnicos é, nesse sentido, uma ferramenta que permite simular tanto a operação do sistema como as mudanças induzidas pela inovação técnica que se reflitam em reorganização dos insumos industriais. A quantificação de $\boldsymbol{m}_{i,j}$ reflete, por seu turno, fatores adicionais aos tecnológicos. Esse

---

52 O problema de definição de preços e as possibilidades de utilização da abordagem insumo-produto para simular sua evolução são apresentados no item 2.3, neste capítulo.
53 Carter, A. (1970), p. 10.

coeficiente pode mudar não apenas porque ocorra inovação tecnológica[(54)], mas, por exemplo, porque um mercado passe da estrutura competitiva à monopólica (levando a mudanças nos preços relativos), ou por políticas governamentais específicas que subsidiem este ou aquele setor, ou por mudança no "mix de produtos" característicos de uma determinada indústria, que resultem de pressões originárias de novas características da Demanda Final.

Aclaradas essas características, vai-se adotar a sugestão de Carter: os coeficientes medidos a partir de fluxos monetários seriam de fato melhor designados como sendo **coeficientes estruturais**, refletindo um *modus operandi* de toda a economia. Assim, mudanças que se refletem nesses coeficientes podem ser **mudanças estruturais** e não apenas mudanças induzidas por inovações técnicas. Mas, também como Carter, consideramos que "*mudança tecnológica* é um termo.. mais colorido.. com importantes conotações sociais.. e é tentador utilizá-lo ao invés do termo mais neutro e menos ambíguo *mudanças estruturais*"[(55)]. Ainda parafraseando a autora, "para aliviar a monotonia do vocabulário tomar-se-á a liberdade de chamar de *coeficientes técnicos* mesmo aos coeficientes que de fato tenham sido obtidos a partir de fluxos monetários, e que portanto deveriam ser designados como *coeficientes estruturais*."[(56)] Feita esta advertência, o contexto de sua utilização nesta tese deixará clara a sua origem, e, quando for necessário utilizá-los, vai-se designar como *coeficientes técnicos* também aos coeficientes da matriz ***M*** definida neste item.

iii) Seguindo a mesma lógica de exposição do item anterior, o cálculo dos novos "coeficientes técnicos" indica novos valores para cada indústria. Aplicando-se a equação (35.2) à tabela 2.2, obtém-se a matriz $\mathbf{S_m}$, de coeficientes estruturais de produção:

---

54 Sobre todo o conjunto de possíveis causas de mudanças em coeficientes estruturais de matrizes Insumo-Produto, além dos especificamente técnicos, ver os artigos de Rose, A. (1984), e de DeBresson, C. (1990).
55 Carter, A. (1970), p. 11.
56 Ao longo de seu livro, Carter vai construir "coeficientes técnicos" que medem os aportes dos "insumos primários" (trabalho e capital) à produção, ou seja, equivalentes, nesta tese, aos da matriz L (já definida) e aos da matriz B (a definir no item 2.2.2 desta tese). Ela prefere chamá-los, ao longo de suas análises, de "coeficientes estruturais". Por outro lado, os coeficientes relativos aos "insumos intermediários" (inter-

$$S_M = \begin{bmatrix} 0.4133 & 0.2571 & 0.1000 \\ 0.2667 & 0.2857 & 0.1000 \\ 0.1000 & 0.1429 & 0.2500 \\ 0.2200 & 0.3143 & 0.5500 \end{bmatrix}$$ .... (eq. 36.2)

Observa-se que os novos coeficientes técnicos $\mathbf{m}_{i,j}$ da matriz S_M são coeficientes adimensionais, com as seguintes características:

$m_{i,j} < 1$ .... eq.(37.2)

$$\sum_{i=1}^{4} m_{i,j} = 1$$ .... eq.(38.2)

A matriz M, refletindo as relações inter-industriais, com coeficientes técnicos calculados a partir dos fluxos monetários, é análoga à matriz A:

$$M = \begin{bmatrix} 0.4133 & 0.2571 & 0.1000 \\ 0.2667 & 0.2857 & 0.1000 \\ 0.1000 & 0.1429 & 0.2500 \end{bmatrix}$$ .... eq.(39.2)

e o vetor de participação da força de trabalho passa a ser representado pelos coeficientes de salários em cada indústria:

$$\underline{w} = \begin{bmatrix} 0.2200 & 0.3143 & 0.5500 \end{bmatrix}$$ .... eq.(40.2)

Nesta forma de cálculo, cada um dos coeficientes das colunas da matriz ***M*** representa o "aporte percentual" da indústria (i) à indústria (j).

Algébricamente , o sistema continua sendo representado por:

$$M \cdot \underline{x_m} + \underline{y_m} = \underline{x_m}$$ .... eq.(41.2)

e

---

industriais) são designados como sendo "coeficientes técnicos". A descrição mais precisa da sua abordagem é apresentada no mencionado item 2.2.2.

$$\underline{\boldsymbol{w}} \cdot \underline{\boldsymbol{x_m}} = \varsigma \qquad \text{.. eq.(42.2)}$$

onde:
M *= Matriz de Coeficientes (adimensionais) de Produção, calculados como relações de unidades monetárias.*
$\underline{\boldsymbol{x}}_m$ *= Vetor de Valores Monetários Totais Produzidos.*
$\underline{\boldsymbol{y}}_m$ *= Vetor de Demandas Finais em Valores Monetários.*
$\underline{\boldsymbol{w}}$ *= Vetor de Participação dos Salários no Produto Total*
ς *= Massa de salários*

Em termos numéricos, o sistema de equações (41.2) e (42.2) passa a ser representado por:

$$\begin{bmatrix} 0.4133 & 0.2571 & 0.1000 \\ 0.2667 & 0.2857 & 0.1000 \\ 0.1000 & 0.1429 & 0.2500 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} 45 \\ 21 \\ 30 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 18 \\ - \\ 15 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 45 \\ 21 \\ 30 \end{bmatrix} \qquad \text{..................eq.(43.2)}$$

e

$$\begin{bmatrix} 0.2200 & 0.3143 & 0.5500 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} 45 \\ 21 \\ 30 \end{bmatrix} = 33 \qquad \text{..........................eq.(44.2)}$$

iv) De modo análogo ao sistema em coeficientes físicos, pode-se afirmar que a equação síntese do "modelo insumo-produto estático", e aberto, em unidades monetárias, é:

$$\underline{\boldsymbol{x_m}} = (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{M})^{-1} \cdot \underline{\boldsymbol{y_m}} \qquad \text{..eq.(45.2)}$$

onde:
$\underline{\boldsymbol{x}}_m$ *: Vetor da Produção Total em termos monetários*
M *: Matriz de coeficientes técnicos de origem monetária*
$\underline{\boldsymbol{y}}_m$ *: Vetor de Demanda Final em termos monetários.*

A matriz "inversa de Leontief", que permite o cálculo dos insumos monetários totais, diretos e indiretos, necessários para viabilizar acréscimo de uma unidade monetária de demanda final é definida por:

$$\boldsymbol{M}^* = (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{M})^{-1} \qquad \text{...eq.(46.2)}$$

O exemplo numérico desta apresentação é apresentado abaixo:

$$\boldsymbol{M}^* = \begin{bmatrix} 2{,}1639 & 0{,}8595 & 0{,}4031 \\ 0{,}8716 & 1{,}7845 & 0{,}3541 \\ 0{,}4546 & 0{,}4546 & 1{,}4546 \end{bmatrix}$$ ……….……………….eq.(47.2)

Para $\boldsymbol{M}^*$ valem observações análogas às feitas para $\boldsymbol{A}^*$, apresentadas a seguir:

a) $\boldsymbol{m}^*_{i,j}$ é o valor monetário da produção da indústria (i) necessário ao atendimento da demanda final de uma unidade monetária do setor j (uma unidade de $\boldsymbol{y}_j$);

b) cada coluna $\boldsymbol{m}_j$ define os requisitos de produção em valores monetários do conjunto de setores $\underline{\boldsymbol{x}}_{\boldsymbol{m}}$, que são simultaneamente exigidos pela produção de uma unidade da demanda final de $\boldsymbol{y}_i$

c) $\boldsymbol{m}^*_{i,j}$ é função do conjunto dos demais coeficientes estruturais característicos do sistemas econômico em análise, como apresentado na equação (48.2), a seguir:

$$\boldsymbol{m}_{\boldsymbol{i},\boldsymbol{j}} = \boldsymbol{g}\left(\boldsymbol{m}_{1,1}, \cdots, \boldsymbol{m}_{\boldsymbol{i},\boldsymbol{j}}, \cdots, \boldsymbol{m}_{\boldsymbol{m},\boldsymbol{m}}\right)$$ …………………….....eq.(48.2)

d) os acréscimos de produção estimados na forma monetária, quando somados à tabela original que representa os "fluxos existentes" permitirão uma análise dos setores produtivos que exigirão maiores transformações relativas e que se poderão constituir em pontos de estrangulamento.

v) Definidas as matrizes construídas com base em "coeficientes monetários" pode-se avançar na caracterização de algumas relações entre "coeficientes monetários" e "coeficientes físicos" :

v1) Relação 1: $\boldsymbol{a}_{i,j} = \boldsymbol{m}_{i,j}$, *para* $i = j$

ou seja, os elementos da diagonal principal da matriz de coeficientes técnicos físicos são respectivamente iguais aos da matriz de coeficientes estruturais. Isso quer dizer que a "quantidade" que uma indústria consome para a produção unitária de si mesmo é representada pela mesma grandeza pois essa é uma quantidade cujo resultado não depende da unidade em que é medida.

v2) Relação 2: $\boldsymbol{a}^*_{i,j} = \boldsymbol{m}^*_{i,j}\ para\ i = j$

ou seja, os elementos da diagonal principal da "matriz inversa de Leontief", seja ela calculada a partir de coeficientes técnicos, seja a partir dos estruturais, também são respectivamente iguais. Isso quer dizer que a quantidade total adicional necessária à produção de uma unidade de "produto líquido" envolve o mesmo número de unidades de si mesmo, sejam elas físicas ou monetárias! Essa é uma relação interessante, e que se verifica para o caso em que os preços definidos pelo sistema econômico reflitam exatamente a composição técnica necessária à produção industrial, ou seja, reflitam exatamente os custos de produção - que foi exatamente o que ocorreu com o cálculo de preços que auxiliaram a construção da tabela 2.

v3) Relação 3: $\boldsymbol{a}_{i,j} = \dfrac{\boldsymbol{p}_j}{\boldsymbol{p}_i} \cdot \boldsymbol{m}_{i,j}$

ou seja, coeficientes "técnicos" e "estruturais" relacionam-se de acordo com os respectivos índices de preços.

v4) Relação 4: $\boldsymbol{a}^*_{i,j} = \dfrac{\boldsymbol{p}_j}{\boldsymbol{p}_i} \cdot \boldsymbol{m}^*_{i,j}$

ou seja, os elementos das "matrizes inversas" de Leontief calculadas a partir de "relações técnicas" e de "relações monetárias" são equivalentes entre si, na mesma proporção dos seus preços e, portanto, na mesa proporção em que o são os respectivos coeficientes técnicos e monetários.

vi) As relações v3) e v4) do item anterior permitem definir um parâmetro de relações de preços "inter-industriais" na forma:

$$\lambda_{i,j} = \frac{\boldsymbol{p}_j}{\boldsymbol{p}_i} \quad \text{................................ eq.(49.2)}$$

A partir da equação (49.2) e da relação v3) podem definir-se relações entre coeficientes “técnicos” e coeficientes “estruturais” no sentido estrito (lembrando a formulação anterior de Carter), por meio da equação :

$$\boldsymbol{a}_{i,j} = \lambda_{i,j} \cdot \boldsymbol{m}_{i,j} \qquad \text{.......................... eq.(50.2)}$$

Daí cabe observar que, dispondo-se de números-índice que reflitam da forma mais fiel possível a estrutura relativa de preços inter-industriais, seria possível “filtrar” o efeito de preços existente em um “coeficiente estrutural” e aproximá-lo de um “coeficiente técnico”. A relação entre $\boldsymbol{A}$ e $\boldsymbol{M}$ pode ser definida por:

$$\boldsymbol{A} = \boldsymbol{diag}\left(\frac{1}{\boldsymbol{p}_i}\right) \cdot \boldsymbol{M} \cdot \boldsymbol{diag}\left(\boldsymbol{p}_j\right) \qquad \text{........................... eq.(51.2)}$$

viii) Os preços que permitiram a transformação das quantidades físicas em valores monetários (ou seja, a passagem da Tabela 1.1 para a Tabela 1.2) são calculadas de forma a preservar as igualdades contábeis do sistema insumo-produto. Toma-se o valor dos insumos de cada indústria, e, por definição, a soma dos valores desses insumos é igual ao valor do total de mercadorias produzidas por essa indústria. Baseados nessa premissa, define-se o conjunto de equações a seguir:

$$\sum_{i=1}^{i=4} \boldsymbol{q}_{i,j} \cdot \boldsymbol{p}_i = \boldsymbol{p}_j \cdot \boldsymbol{Q}_j \qquad \text{.. eq. (52.2)}$$

o que, na forma matricial, utilizando-se (eq. 1.2) pode ser expresso por:

$$\underline{\boldsymbol{p}} = \underline{\boldsymbol{p}} \cdot \boldsymbol{A} \quad \therefore \quad \underline{\boldsymbol{p}} \cdot (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A}) = \underline{0} \qquad \text{.. eq. (53.2)}$$

Para resolver o sistema de equações apresentados na igualdade definida em (53.2), define-se como preço de referência p_1 = 1, donde decorrem p2 = 0,100, p3 = 0,500 e p4 = 0,555. Baseados nesses preços converte-se o sistema econômico representado por unidades físicas em valores monetários e foi possível construir a tabela 2.2.

2.2 - MODELAMENTO POR INSUMO-PRODUTO E A CARACTERIZAÇÃO DOS PREÇOS NO SISTEMA ECONÔMICO

Nesta etapa da apresentação dos conceitos que vão ser usados no decorrer desta tese vai-se tratar com mais detalhe da variável "preços". Os textos que pudemos avaliar e que tratam de calcular preços utilizando insumo-produto, o fazem tentando preservar a racionalidade das características técnicas no cálculo dessa variável. Evita-se, assim, explicar preços como resultado da *utilidade* que uma mercadoria tem, ou como reflexo da sua *escassez*.

No item 2.1 já se mostrou como o modelo I/O permite calcular preços sob a perspectiva dos "custos de produção" e do equilíbrio contábil do sistema econômico[(57)]. Mas há formas de defini-los que levam em conta outras variáveis, enriquecendo a compreensão do processo de definição de preços e permitindo que o modelo tenha capacidade de representar outros aspectos que definam melhor uma "economia real" [(58)]. Além disso, ao tornar possível a expressão de relações monetárias, o modelo baseado na metodologia insumo-produto que se desenvolve nesta tese pode ser usado também para calcular como *salários* e *lucros* evoluem para compor a *renda nacional*, a partir da introdução de inovações técnicas; e como determinados níveis de *propensão a consumir* afetam as possibilidades de *investimento* e portanto, de transformar a estrutura produtiva. Em síntese, introduzir a variável "preços" no modelamento insumo-produto, embora não seja o objetivo central da nossa tese, abre caminho a uma série de possibilidades de análise. Julga-se conveniente, portanto, apresentar algumas delas neste capítulo introdutório.

---

[57] Neste sentido, toma-se desde já partido nesse debate: optamos pela lógica da escola clássica – onde os preços refletem um valor de troca definido pelo tempo de trabalho socialmente necessário – e não pela perspectiva neoclássica, na qual os preços estão mais próximos de serem definidos por um valor que reflita um possível *mix* entre "valor de uso" e "disponibilidade", e em que as "utilidades marginais dos fatores de produção" são o elemento chave para o cálculo do preço.

[58] Apenas como exemplo, o grau de concentração de um "mercado" (isto é, a sua forma de operar como estrutura concorrencial, oligopólica ou monopólica) reflete-se no poder que as indústrias desse ramo têm de definir preços acima de seus custos de produção.

2.2.1 – A VISÃO INICIAL DE LEONTIEF

Uma forma clássica de cálculo de preços, numa perspectiva intersetorial, foi inicialmente apresentada por Leontief em 1946 em um artigo denominado "Salários, Lucros e Preços"[(59)], e tem a formulação geral definida a partir da estrutura de produção de cada indústria. Neste artigo, Leontief aponta a possibilidade de calcular, de forma mais precisa, pela utilização da metodologia insumo-produto, quanto os acréscimos de salários - ou dos vários componentes do lucro bruto - interferiam na variação de preços. Esse problema era muito importante, pois a economia americana vivia um problema grave de inflação no pós-guerra. Para apresentar essa formulação com mais clareza, volta-se a apresentar uma tabela de fluxos monetários da economia, análoga à Tabela 2.2:

[59] Leontief, W. "Quantitative Interrelationships between wage rates, profits and prices in the American Economy, 1939", in The Strucuture of American Economy 1919-1939, Oxford University Press, Second Edition enlarged, 1951, pp 188-202. Esta edição ampliada publica o artigo divulgado inicialmente na edição de Fevereiro de 1946 do Quarterly Journal of Economics.

TABELA 3.2 – ESTRUTURA PRODUTIVA, EM TERMOS MONETÁRIOS

		Estrutura Produtiva - Indústrias					
Produtos / Insumos	j=1	.	.	.	j=m	Demanda Final	Total
i=1	$V_{1,1}$	.	.	.	$V_{1,m}$	y^*_1	PT_1
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	$V_{i,j}$	.	.	y^*_i	PTi
.	.	.	.	.	.	.	.
i=m	$V_{m,1}$	.	.	.	$V_{m,m}$	y^*_m	PT_m
VA – Salários	W_1	.	W_j	.	W_m	*	*
VA – Lucros Brutos	Л_1	.	Л_j		Л_m	*	*
Total	PT_1		PT_j		PT_m	*	*

Nesta tabela, além dos fluxos monetários já conhecidos, separa-se explicitamente o componente Valor Agregado (ou Renda Nacional) em salários (W_j) e lucros (Л_j). Os componentes da tabela 3.2 são:

$V_{i,j}$: valor monetário das compras da indústria j feitas ao setor i

y^*_i : demanda final na forma monetária do insumo i

PT_i : Valor Monetário da produção total de i

W_j : Massa de salários pagos pela indústria j

Л_j : Massa de lucros brutos (rendas não salariais) (60) pagos para produção de j.

VA : Valor Agregado

---

60 No mencionado artigo, Leontief define a desagregação para o lucro bruto, ou seja, para todos os gastos "não salariais" de cada indústria, por meio da equação $\Pi j = Ij + Sj + Tj + Mj + Lj$ onde Ij = Gastos com Manutenção de Bens de Capital, Sj = Estoques de Insumos, Tj = Impostos, Mj = Importações, Lj = Lucros Líquidos propriamente ditos.

E as representações matemáticas a seguir– a partir tanto de definições já conhecidas, como de algumas novas – permitem explicitar os preços que estão implícitos nas variáveis monetárias da tabela 3.2. Para isso, observem-se:

- Os fluxos inter-industriais:

$$V_{i,j} = q_{i,j} \cdot p_i$$ ....eq.(54.2)

onde:
p_j*: preço do insumo i*
$q_{i,j}$*: quantidade do insumo i comprado pela indústria j.*

- A demanda final do insumo i:

$$y_i^* = y_i \cdot p_i$$ ....eq.(55.2)

onde:
y_i*: quantidade física do insumo i utilizada para demanda final*

- A produção total, em valores monetários, sob a perspectiva setorial:

$$PT_i = Q_i \cdot p_i = \sum_{j=1}^{j=m} q_{i,j} \cdot p_i + y_i^*$$ ....eq.(56.2)

onde:
Q_i *: quantidade total do insumo i, em unidades físicas*

- O Valor Agregado por cada indústria (ou a contribuição de cada indústria para a Renda Nacional), utilizando-se variáveis já definidas na construção da Tabela 3.2:

$$VA_j = RN_j = W_j + \Pi_j$$ ....eq. (57.2)

- A Produção Total, em valores monetários, sob a perspectiva do processo produtivo de cada indústria, também utilizando-se variáveis já definidas, é:

$$PT_j = Q_j \cdot p_j = \sum_{i=1}^{i=m} q_{i,j} \cdot p_i + VA_j$$ ....eq. (58.2)

A formulação de Leontief assume que as equações (56.2) e (58.2) podem ser combinadas para definir que:

$$PT_i = PT_j \text{ , } \forall\, i = j$$ ....eq. (59.2)

ou seja, a produção total pela indústria j é igual à demanda total do setor i, para o caso em que i=j.

Dividindo ambos os termos da equação (58.2) por $\boldsymbol{Q}_j$, e utilizando-se a definição de coeficiente técnico (eq. 3.2), pode-se definir o preço para o produto de cada indústria na forma:

$$\boldsymbol{p}_j = \sum_{i=1}^{i=m} \boldsymbol{a}_{i,j} \cdot \boldsymbol{p}_i + \frac{\boldsymbol{VA}_j}{\boldsymbol{Q}_j} \qquad \text{..............................eq. (60.2)}$$

Define-se a seguir uma nova variável:

$$\boldsymbol{va}_j = \frac{\boldsymbol{VA}_j}{\boldsymbol{Q}_j} \qquad \text{..............................eq. (61.2)}$$

onde:
$\boldsymbol{va}_j$: *Valor Agregado por unidade de produto da indústria j, em \$/u*

Generalizando-se as equações (60.2) e (61.2) para todas as indústrias, e manipulando algebricamente de forma conveniente, pode-se construir a equação de cálculo dos preços do sistema econômico indicado na tabela 3.2:

$$\underline{\boldsymbol{p}} = \underline{\boldsymbol{p}} \cdot \boldsymbol{A} + \underline{\boldsymbol{va}} \qquad \text{............................eq. (62.2)}$$

onde
$\underline{\boldsymbol{p}}$: *Vetor linha de preços dos produtos das indústrias , em \$/u*
$\boldsymbol{A}$: *Matriz de coeficientes técnicos*
$\underline{\boldsymbol{va}}$: *Vetor linha de valores agregados por indústria*

portanto:

$$\underline{\boldsymbol{p}} = \underline{\boldsymbol{va}} \cdot (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1} \qquad \text{............................eq. (63.2)}$$

Dada a definição de VA_j a partir da equação (57.2), e a definição de "coeficientes técnicos" da eq. (61.2), pode-se calcular novos "coeficientes de participação da renda nacional na produção" por meio da equação seguinte:

$$\boldsymbol{va}_j = \boldsymbol{w}_j + \pi_j \qquad \text{............................eq. (64.2)}$$

onde:
$\boldsymbol{w}_j = \boldsymbol{W}_j / \boldsymbol{Q}_j$ *(Custos com salários por unidade de produto j)*
$\boldsymbol{\pi}_j = \boldsymbol{\Pi}_j / \boldsymbol{Q}_j$ *(Rendas não salariais, ou seja, "lucros brutos" por unidade de produto j)*

Esses coeficientes são componentes dos vetores $\underline{\boldsymbol{va}}$, $\underline{\boldsymbol{w}}$ e $\underline{\pi}$ que permitem re-escrever eq.(64.2) na forma:

$\underline{\boldsymbol{va}} = \underline{\boldsymbol{w}} + \underline{\pi}$ ....eq. (65.2)

Portanto, utilizando-se a eq.(65.2), pode-se reescrever a equação (63.2) como abaixo:

$\underline{\boldsymbol{p}} = (\underline{\boldsymbol{w}} + \underline{\pi}) \cdot (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1}$ ....eq. (66.2)

Pela equação (66.2), pode-se calcular o vetor de preços como função do conjunto dos salários e dos lucros de cada uma das indústrias, supondo conhecida a matriz A.

Além disso, a massa de salários pagos pela indústria j pode ser definida como função do nível de emprego total e dos salários médios pagos por cada indústria. Assim, pode-se definir:

$\boldsymbol{W}_j = \boldsymbol{e_j} \,.\, \boldsymbol{s_j}$ ....eq. (67.2)

onde:
$\boldsymbol{e_j}$ *: emprego total na industria j*
$\boldsymbol{s_j}$*: salários médio dos empregados da indústria j*

E definindo-se o "coeficiente técnico" de trabalho, $\boldsymbol{l}_j$, em trabalhadores por unidade produzida:

$\boldsymbol{l}_j = \dfrac{\boldsymbol{e}_j}{\boldsymbol{Q}_j}$ ....eq. (68.2)

pode-se reescrever a equação (67.2), dividindo ambos os membros por $\boldsymbol{Q_j}$ e obtendo-se:

$\boldsymbol{w}_j = \boldsymbol{l}_j \cdot \boldsymbol{s}_j$ ....eq. (69.2)

Por meio da equação (69.2) observa-se que os componentes $\boldsymbol{w_j}$ do vetor $\underline{\boldsymbol{w}}$ podem ser calculados a partir de um parâmetro estrutural $\boldsymbol{l_j}$ (que define a participação de trabalhadores na estrutura industrial j), e de uma variável $\boldsymbol{s}_j$ (salário do trabalhador da indústria j). Ou seja, usando-se a equação (69.2) combinada com a equação (66.2) calculam-se os preços, onde o vetor $\underline{\boldsymbol{w}}$ é definido pelos parâmetros $\boldsymbol{l_j}$ (que são características técnicas, derivadas da quantidade e nível de capacitação que cada indústria exige) e pelos salários em cada indústria, e o vetor $\underline{\pi}$ pelos lucros de cada indústria. Ou seja, o vetor de preços $\underline{\boldsymbol{p}}$ é função das variáveis exógenas salários e lucros.

A sugestão de cálculo de preços apresentada por Leontief resolve então dois problemas: permite calcular um vetor de preços definido pelas condições estruturais de produção - deixando espaço para a definição exógena de salários e lucros, que ele apresenta como resultado de uma definição política - e permite avaliar como mudanças nestes salários e lucros influenciam os preços que compõem o "índice de custo de vida" em vigor na época nos Estados Unidos.

Analisando as aplicações dessa proposta de Leontief alguns anos depois, Eckstein (1954)[(61)], aponta que essa "adaptação do modelo insumo-produto resolve o problema ... da considerável especulação sobre a medida em que os acréscimos de preços [durante o período de inflação de preços e salários posterior à II Guerra mundial] resultariam dos acréscimos de salários em indústrias específicas". Com esse modelo, tendo caracterizado os salários, os "lucros brutos", e os valores dos coeficientes técnicos $a_{i,j}$ da economia americana (ano base 1939), Leontief mostrava que, por exemplo, um crescimento de 10% em todos os salários levava a um acréscimo de preços encadeados que variaria de 6,4% na construção civil a 2,6% na agricultura, e em média, o índice de custo de vida subiria apenas 3,9%.[(62)] Eckstein, comentando esses cálculos, lembra que a capacidade desse modelo prever preços realmente praticados deve levar em conta as estruturas de mercado de cada indústria (quanto mais concorrencial, mais se aproximará das soluções do modelo). Colocava-se claramente que será sempre uma boa ferramenta analítica, e uma arma política de negociação, pois, "no curto prazo ...os preços das indústrias que se envolvem a nível nacional numa negociação dura com salários tendem a ficar rígidos. Um acréscimo nos salários leva à oportunidade de efetivar uma mudança nos preços sem protesto públicos, mesmo que o aumento nos preços supere o aumento nos custos". Perceber os efeitos dos

---

[61]Cf. Eckstein, O. "The Input-Output system – its Nature and Use", in MORGENSTERN, Oskar (org.) Economic Activity Analysis: New York John W,& Sons, Inc., 1954, pp. 43-78. Este livro apresenta resultados de projeto de pesquisa desenvolvido na Universidade de Princeton, intitulado "The Mathematical Structure of American Type Economies", com menção especial ao financiamento recebido do Office of Naval Research, ligado ao Ministério da Marinha americano! Nesses agradecimentos, também uma menção especial ao professor John von Neumann "que nos permitiu desenvolver os cálculos com o auxílio do computador do Instituto de Estudos Avançados de Princeton".

[62] As tabelas completas de resultados desse artigo, analisam 21 indústrias e os impactos de variações de salários e lucros de cada uma delas no custo de vida.

encadeamentos de preços , em todas as indústrias, sob relações estruturais dadas era a expectativa da época, que permitiria calcular os reajustes de preços – e de lucros - “tecnicamente justificado” [63].

Em 1947, Leontief ampliou o escopo do estudo, no texto “Salários, Lucros, Preços e Impostos”[64]. A discussão sobre “causas da inflação” no pós guerra ganhou novas cores: preocupado com a capacidade do Estado em induzir o crescimento econômico, ele demonstra que um acréscimo de 10% nos impostos (sem incluir aumento sobre salários nem lucros líquidos) ajudaria a reorganizar o “caixa de governo” no esforço de pós-guerra e teria efeitos de apenas 1,5% na inflação.

2.2.2 - A SUGESTÃO DE CARTER

O trabalho de Carter, publicado em 1970[65], está orientado para compreender a lógica das mudanças estruturais na economia americana, com ênfase na análise de dois tipos de mudanças: nos *insumos intermediários*, e nos *insumos primários.* Os primeiros designam o conjunto dos insumos produzidos e consumidos pelas indústrias; os segundos designam dois componentes, a saber, a participação do *trabalho* - medida pelos salários - e a participação dos *investimentos em capital* – medida pelos retornos que são pagos pela sua utilização. Assim, na análise de Carter, os *insumos intermediários* e os *insumos primários* compõem a estrutura produtiva de cada indústria e sua evolução pode ser avaliada em conjunto, sob a perspectiva Insumo-Produto. Essa abordagem era certamente uma novidade em uma época em que modelos de evolução e de distribuição da renda nacional, de crescimento do PIB, ou

---

[63] Eckstein alerta ainda que a boa análise usando I/O tem de tentar resolver questões em três níveis: até que ponto a rigidez linear desse modelo não prejudica sua capacidade de representação durante o período de análise? Que técnicas de análise suplementares podem ser utilizadas para completar o modelo? E, por fim, o nível de detalhe e de precisão conseguidos são compatíveis com as decisões políticas que se quer tomar? Essas três questões, colocadas há 50 anos atrás, são pertinentes hoje para os modelos de insumo-produto e em particular para esta tese.

[64] Traduzido em português na coletânea de textos Leontief, W., Leontief - A Economia do Insumo-Produto, São Paulo, Ed. Abril, Coleção Os Economistas, 1983.

[65] Carter, A.P. Structural Change in the American Economy , Harvard University Press, Cambridge, 1970. A análise, embora aplicada apenas à economia americana, discute com detalhes cada um dos conceitos utilizados e é fundamental como "texto-base" para trabalhos em I/O.

de evolução do emprego utilizavam com maior ênfase o *valor agregado*, a *demanda efetiva*, sem dar importância nem ao "consumo intermediário" – consumo este que trabalha com variáveis de "soma zero" sob a perspectiva macro-econômica e que portanto não são usualmente tomadas como relevantes neste tipo de análise - nem às diferentes características que o capital e o trabalho apresentam na estrutura produtiva de cada indústria.

No trabalho mencionado, Carter descreve e compara a estrutura da economia americana entre os anos de 1939, 1949 e 1957, e chega a conclusões muito interessantes: de modo geral, por um lado, a estrutura de relações inter-industriais (ou seja, o conjunto de coeficientes de *insumos intermediários* retratados pela matriz A) não apresenta mudanças radicais ao longo dessas duas décadas; por outro, há transformações relevantes nos *insumos primários*, indicadas pelas mudanças nos coeficientes técnicos de utilização de trabalhadores, e na respectiva massa salarial, e nos coeficientes de participação do capital e rendas não salariais (ou seja, as que remuneram o capital nas suas várias formas).

Sob a perspectiva de transformações nos preços – o que nos interessa mais de perto neste item – no capítulo "Structural Change and Prices"(66) a autora usa formulação análoga à de Leontief (já apresentada no item 2.2.1), mas com objetivos distintos: naquele caso, o objetivo era avaliar o impacto dos salários, lucros e impostos nos preços; neste, o objetivo é avaliar como as mudanças na estrutura produtiva induzem mudanças nos preços relativos. Nesse sentido, sua representação de preços vai estar articulada com as condições de produção da indústria da forma mais detalhada possível, e ela o faz retomando a concepção inicial de Leontief, na forma da já apresentada equação (66.2):

$$\underline{\boldsymbol{p}} = (\underline{\boldsymbol{w}} + \underline{\boldsymbol{\pi}}) \cdot (\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A})^{-1} \qquad \text{..eq. (66.2)}$$

Para calcular os elementos componentes do Valor Agregado (salários - $\underline{\boldsymbol{w}}$ e lucros - $\underline{\boldsymbol{\pi}}$), a autora propõe-se a desagregá-lo usando um modelo mais próximo da realidade da

---

66 Conforme "Structural Change and Prices" in Carter, A.P. Structural Change in the American Economy , Harvard University Press, Cambridge, 1970, pp. 154-166.

operação da economia americana. Assim, ao invés de serem representados por apenas 2 linhas e m colunas como na Tabela 3.2, passam a ser desagregados como na Tabela 4.2, a seguir:

TABELA 4.2 – ESTRUTURA PRODUTIVA, EM TERMOS MONETÁRIOS

Visão de Carter (1970)

Estrutura Produtiva – Produção e Distribuição								
Insumos \ **Produtos**		j=1	.	.	.	j=m	**Demanda Final**	**Total**
Intermediários	**i=1**	$V_{1,1}$	.	.	.	$V_{1,m}$	y^*_1	PT_1
	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	$V_{i,j}$	.	.	y^*_i	PT_i
	.	.	.	.	.	.	.	.
	i=m	$V_{m,1}$	.	.	.	$V_{m,m}$	y^*m	PT_m
Primários – V. A. – Salários por Qualificação	**k=1**	$W_{1,1}$	.	$W_{1,j}$	.	$W_{1,m}$		
	.	.	.	.	.	.		
	k=n	$W_{n,1}$	.	$W_{n,j}$	.	$W_{n,m}$		
Primários – V. A. – Lucros do Capital Investido, por origem industrial	**i=1**	$\Pi_{1,1}$	.	$\Pi_{1,j}$	.	$\Pi_{1,m}$		
	.	.	.	.	.	.		
	.	.	.	$\Pi_{i,j}$	.	.		
	.	.	.	.	.	.		
	i=m	$\Pi_{m,1}$	.	$\Pi_{m,j}$	.	$\Pi_{m,m}$		
Primários – V. A. – Outros Lucros		Ψ_1	.	Ψ_j	.	Ψ_m		
Total		PT_1	.	PT_j	.	PT_m		

Os elementos da Tabela 4.2 são análogos aos da tabela 3.2, com desagregação adicional para a participação dos salários e lucros, apresentadas a seguir. A variável $W_{k,j}$ que representa os salários é:

$$W_{k,j} = s_{k,j} \cdot e_{k,j} \qquad \text{.............................. eq. (70.2)}$$

onde:
$s_{k,j}$: *salário do trabalhador de nível de qualificação k na indústria j*
$e_{k,j}$: *total de trabalhadores de nível de qualificação k na indústria j*
k:**1.. l** *níveis de qualificação*
j:**1...m** *indústrias*

A variável $\Pi_{i,j}$ que representa os lucros que remuneram o capital utilizado nas indústrias é proporcional ao capital imobilizado como infra-estrutura necessária à produção. A sua definição segue na equação (71.2):

$$\Pi_{i,j} = r_{i,j} \,.\, KF_{i,j} \qquad \text{............................. eq. (71.2)}$$

com:
$KF_{i,j}$: *Montante de capital imobilizado como infra-estrutura, para viabilizar o funcionamento da indústria j, originário do setor i (capital fixo de origem i aplicado na indústria j).*
$r_{i,j}$: *Taxa de retorno total aplicada ao Capital Fixo instalado na indústria j de origem i*

Define-se na Tabela 4.2 também uma parcela que representa o sub-total de outros componentes do lucro bruto, como as de pagamentos por juros, impostos ou outras rendas:

$\Psi_{i,j}$: *Lucros pagos por outra razão que não remuneração do capital*

Esta Tabela 4.2, portanto, apresenta os "insumos primários" desagregados em elementos que representam os "custos de empregar trabalhadores com níveis de qualificação distintos"; os "custos de remunerar cada um dos tipos de capital" utilizados diretamente na produção; e a massa de lucros e rendas - diferenciada da remuneração do capital investido na produção - para cada uma das indústrias.

Dividindo-se cada coluna da Tabela 4.2 pelo respectivo Q_j, obtém-se, a partir do subconjunto de *insumos intermediários*, a já conhecida matriz A de "coeficientes técnicos" por unidade de produto a partir de valores monetários; e, a partir dos *insumos primários,* duas matrizes, representando os coeficientes estruturais do Valor Agregado. Elas indicam, respectivamente, o valor por unidade de produto do "insumo trabalho", e o valor por unidade de produto do "insumo capital". Estas duas matrizes são apresentadas a seguir:

$$VA_{coef\_trabalho} = \begin{bmatrix} s_{1,1} \cdot l_{1,1} & s_{1,2} \cdot l_{1,2} & \dots & s_{1,m} \cdot l_{1,m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ s_{k,1} \cdot l_{k,1} & s_{k,2} \cdot l_{k,2} & \cdots & s_{k,m} \cdot l_{k,m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ s_{l,1} \cdot l_{l,1} & s_{l,2} \cdot l_{l,2} & \cdots & s_{l,m} \cdot l_{l,m} \end{bmatrix}$$ ....eq. (72.2)

sendo:
$s_{k,j}$ *: salário do trabalhador de capacitação k na indústria j*
$l_{k,j}$ *: coeficiente de trabalhadores de capacitação k por unidade de produto na indústria j.*
$l_{k,j}$. $s_{k,j}$ *: coeficiente de participação dos trabalhadores de capacitação k por unidade de produto da indústria j.*

e

$$VA_{coef\_capital} = \begin{bmatrix} r_{1,1} \cdot b_{1,1} & r_{1,2} \cdot b_{1,2} & \dots & r_{1,m} \cdot b_{1,m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{m,1} \cdot b_{m,1} & r_{m,2} \cdot b_{m,2} & \cdots & r_{m,m} \cdot b_{m,m} \\ \sigma_1 & \sigma_2 & \cdots & \sigma_m \end{bmatrix}$$ ....eq. (73.2)

onde:
$r_{i,j}$ *: taxa de retorno (depreciação, juros) de capital fixo de origem i na indústria j*
$b_{i,j}$ *: coeficientes de capital fixo de origem i por unidade de produto utilizado na indústria j*
$r_{i,j}$ **.** $b_{i,j}$ *: coeficiente de participação do capital fixo por unidade de produto na indústria j*
σ_j*: taxa de "lucros e outras rendas", não de salário nem de capital fixo, por unidade de produto na indústria j*

Os vetores $\underline{w}$ e $\underline{\pi}$ podem então ser definidos por:

$\underline{w} = \{w_j\}$ ....eq. (74.2)
onde:

$$w_j = \sum_{k=1}^{k=l} l_{k,j} \cdot s_{k,j}$$

e

$\underline{\pi} = \{\pi_j\}$ ....eq. (75.2)
onde:

$$\pi_j = \sum_{i=m}^{i=1} b_{i,j} \cdot r_{i,j} + \sigma_j$$

O cálculo de preços é definido pela equação (66.2) já mencionada:

$$\underline{p} = \left(\underline{w} + \underline{\pi}\right) \cdot \left(I - A\right)^{-1} \qquad \text{................................eq. (66.2)}$$

Em síntese, a estrutura de preços depende da matriz de coeficientes técnicos, e varia de acordo com mudanças na distribuição do Valor Agregado entre Salários e Lucros (subdivididos estes, por sua vez, em remuneração do capital fixo aplicado à produção e lucros que remuneram outros fatores). Esta concepção é a mesma de Leontief de alguns anos atrás, mas Carter vai aplicar o cálculo de preços baseado em custos de produção a um problema distinto: como já se dispunha, para a economia americana, das matrizes de 1947 e de 1958, ela se pergunta: em que medida as transformações no vetor de preços de 58, comparado ao vetor de preços de 47, reflete as "transformações estruturais" [67] da economia entre esses dois períodos?

Para resolver o problema de comparar a evolução dos preços relativos, a autora calcula:

$$\underline{\hat{p}}^{47} = \left(\underline{w}^{47} + \underline{\pi}^{47}\right) \cdot \left(I - A^{47}\right)^{-1} \qquad \text{.......................... eq. (76.2)}$$

e

$$\underline{\hat{p}}^{58} = \left(\underline{w}^{58} + \underline{\pi}^{58}\right) \cdot \left(I - A^{58}\right)^{-1} \qquad \text{.......................... eq. (77.2)}$$

---

[67] No livro já mencionado de Carter, A., Structural Change in the American Economy , Harvard University Press, Cambridge, 1970, a autora analisa outros impactos das transformações estruturais, tanto nas mudanças da estrutura tecnológica das indústrias como na eficiência econômica do uso do "trabalho" e do "capital". Sob esta perspectiva ela responde questões como: definida a demanda final de 1961, com que "custos" ela seria atendida pelas tecnologias de 1939, 1947 e 1958? Na sua análise ela mostra que, a preços constantes de 47, para atender a demanda de 61: a) os insumos intermediários das matrizes características dos períodos de 1939,1947 e 1958, embora mudem sua composição relativa internamente, manter-se-iam em torno de 49 % do valor da produção total ; b) os custos do insumo primário tipo "capital" reduzir-se-iam ao longo das duas décadas, exigindo-se 647 bilhões de dólares caso se utilizasse a tecnologia de 1939 e reduzindo-se para 523 bilhões com a tecnologia de 1958; c) o insumo primário tipo "trabalho" apresentaria a mudança mais dramática: caso se usasse a tecnologia de 1938, utilizar-se-iam 101 milhões de homens-ano, e, com a de 1958, utilizam-se apenas 63 milhões de homens-ano.

Os componentes dos vetores $\underline{\hat{\boldsymbol{p}}}$ são estimativas, baseadas nas matrizes de "coeficientes técnicos" de 47 e de 58, e nos coeficientes de trabalho e de capital desses anos[68]. A autora dispõe de vetores com índices de "preços reais" para cada indústria para os anos em análise, designados pelos vetores $\underline{\boldsymbol{p}}^{47}$ e por $\underline{\boldsymbol{p}}^{58}$.

Para comparar a "evolução estimada" com a "evolução real" definem-se dois índices: λ_j (relação entre preços estimados $\hat{\boldsymbol{p}}_j^{58}$ e $\hat{\boldsymbol{p}}_j^{47}$ para a indústria j) e γ_j (relação entre preços reais $\boldsymbol{p}_j^{58}$ e $\boldsymbol{p}_j^{47}$)

$$\lambda_j = \hat{\boldsymbol{p}}_j^{58} \big/ \hat{\boldsymbol{p}}_j^{47} \quad \text{..............................eq. (78.2)}$$

$$\gamma_j = \boldsymbol{p}_j^{58} \big/ \boldsymbol{p}_j^{47} \quad \text{..............................eq. (79.2)}$$

Para medir a influencia das mudanças técnicas, ocorridas entre 1947 e 1958, nos preços utiliza-se a relação entre γ_j e λ_j. As possibilidades de análise são múltiplas (a análise apresenta preços estimados e reais para as 83 indústrias), mas vai-se apresentar apenas algumas conclusões extraídas do texto:

a) $\dfrac{\gamma_j}{\lambda_j} = \boldsymbol{1}$

Significa que a mudança nos "preços reais", observada entre 1958 e 1947, poderia ser explicada pelas mudanças nos "coeficientes" de insumos intermediários e primários da economia. Nenhuma das 83 indústrias avaliadas preencheu exatamente esse requisito

---

68 Ao aplicar os dados disponíveis para 1947 e 1958 ao seu modelo, a autora adverte que separar "lucro"de "remuneração de capital" revelou-se impossível, bem como aplicar taxas de retorno $\boldsymbol{r}_j$ diferenciadas por indústria. Dada essa dificuldade, $\boldsymbol{r}_j$ foi presumido como sendo 0.03 para todas as industrias em ambos os anos e ($\boldsymbol{b}_j$. $\boldsymbol{r}_j$) é agregado a $\boldsymbol{\sigma_j}$. Ao mesmo tempo, não se conseguiu diferenciar salários por nível de qualificação, portanto tomaram-se como referencia os salários médios de 1947 (que foram supostos como constantes, em valores deflacionados, em cada indústria, até 1958). Portanto, os preços são estimados em função de $\boldsymbol{A}$, de $\boldsymbol{l_j}$ e de $\boldsymbol{\pi_j}$.

b) $\frac{\gamma_j}{\lambda_j} < 1$

Significa que, no período analisado a mudança nos “preços reais” da indústria ***j*** foi menor do que aquela que seria “justificada” pelas mudanças nos “coeficientes estruturais”. Apenas 6 das “indústrias” apresentaram essa variação de preços, sendo todas elas pertencentes ao grupo que caracteristicamente opera em mercados concorrenciais. Isso ocorreu com a “agricultura”, “gado”, “couros”, “têxteis”, “vestimentas” e “sabões e outros”

c) $\frac{\gamma_j}{\lambda_j} > 1$

Seriam as indústrias ***j*** cujos acréscimos de preços no período superam aqueles que atenderiam “necessidades técnicas”. A quase totalidade das indústrias pertence a esse conjunto, e sobre isso seguimos o comentário de Carter: “do ponto de vista teórico seria tentador especular sobre o papel dos elementos concorrenciais e oligopólicos ao explicar a dispersão dos dados[(69)], quer dizer, notar que agricultura, têxteis e vestimentas tiveram decréscimos de preços, enquanto ferro e aço[(70)], vidro, equipamentos para construção e mineração, motores e turbinas, equipamentos para a aviação, e *utilities* (fornecimento de calor, água e esgotos, energia, luz) [ou seja, diríamos nós, indústrias que construíram *mercados oligopólicos*] operaram com preços maiores do que as expectativa teóricas [este conjunto de *empresas oligopólicas* apresentou relações $\frac{\gamma_j}{\lambda_j} > 1.7$, as maiores da lista de 83 setores]”[(71)].

---

[69] Ver fig. 9.1, p.160, Anne Carter, op cit

[70] Com a atualidade que essa informação possa ter, vale lembrar que o oligopólio de ferro e aço – conhecido pelo protecionismo que exige hoje do governo americano para defender-se das importações de outros países, inclusive do Brasil - era, em 1970, apontado por Anne Carter como a indústria que mantinha o maior desvio de preços entre o “possível” e o “praticado”, na totalidade das 83 pesquisadas, com um acréscimo acima de 1.9 vezes em relação ao que seria “tecnicamente justificável”..

[71] Carter, op cit, p. 162. A autora, discretamente, insinua ao final desse item: “até que ponto os crescimentos de margens de lucros poderiam estar superando os efeitos das mudanças técnicas nesses

Esta abordagem permite também pesquisar respostas para uma pergunta freqüente nos modelos que tentam explicar a inovação: até que ponto a mudança técnica é induzida pela necessidade de substituir um “insumo mais caro” por um “insumo mais barato”? A resposta apresentada pela autora é a de que isso se deve menos a uma relação direta entre os preços dos insumos, e mais a um “efeito encadeado”, em que às vezes um insumo mais barato é substituído por um mais caro – de modo aparentemente irracional – mas que se explica pelo fato de que ele traga atrelada uma mudança que exija menor aporte de “insumos primários” ou permita substituição lucrativa em outro ponto da cadeia produtiva – características que são muito mais facilmente mensuráveis pela abordagem insumo-produto do que por outras metodologias.

2.2.3 – AS PROPOSTAS DE LEONTIEF E FAYE DUCHIN NOS ANOS 80

Cerca de 40 anos após os estudos do pós-guerra, Leontief volta a pesquisar o problema de preços e de variações no índice de custo de vida, desta vez tentando incorporar não apenas a relação salários - lucros, mas também a inovação(72). Essa proposta – e a de Faye Duchin que é apresentada a seguir – refletem avanços que eles conseguiram durante a pesquisa que resultou no livro The Future Impact of Automation on Workers(73), publicado em 1985. Para tal lança mão de uma equação de preços com uma lógica de construção distinta da anteriormente apresentada:

$$\underline{\boldsymbol{p}} = \underline{\boldsymbol{p}} \cdot \boldsymbol{A} + \boldsymbol{r} \cdot \underline{\boldsymbol{p}} \cdot \boldsymbol{B} + \underline{\boldsymbol{w}} \qquad \text{................................eq. (80.2)}$$

Nesta equação (80.2) os preços são definidos a partir de uma composição de custos de produção com três termos, em que o primeiro termo define a parcela dos insumos intermediários, o segundo define a parcela relativa ao capital investido – proporcional, de

---

setores em particular ?“ e ela mesmo responde: “só com pesquisas mais acuradas se poderia distinguir todos os fatores relevantes..”

72 Leontief, W. “Technological Change, Prices, Wages and rates of return on Capital in the US Economy” in Input Output Economics-Second Edition, New York, Oxford University Press, 1986

73 Leontief, W. e Duchin, F, The Future Impact of Automation on Workers New York, NY, Oxford University Press, 1985

acordo com uma “taxa de retorno” $\boldsymbol{r}$, ao valor total deste ca**pital**, e o terceiro define a parcela relativa à participação dos salários por unidade de produto.

O cálculo dos preços é definido como a seguir:

$$\underline{\boldsymbol{p}} = \underline{\boldsymbol{w}} \cdot \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A} - \boldsymbol{r} \cdot \boldsymbol{B}\right)^{-1} \qquad \text{..............................eq. (81.2)}$$

Esta equação (81.2) redefine a sugestão anterior apresentada em (66.2). Nesta formulação os salários por unidade de produto são, juntamente com a variável $\boldsymbol{r}$ (a taxa de retorno sobre o capital, neste artigo, aliás, chamada de forma simplificada de “taxa de juros”), os determinantes dos preços. Mas, de modo distinto do simulado por Leontief em 1947, se os salários tiverem um acréscimo de 10%, o conjunto de preços vai também subir 10% (inclusive os dos bens produzidos pelas indústrias de “bens de capital”, que são utilizados para os investimentos).[(74)] Ou seja, Leontief nos apresenta uma equação em que os preços (e o índice de custo de vida) seriam uma função linear dos salários e uma função não-linear dos lucros, de acordo com as condições de operação da economia, definidas por $\boldsymbol{A}$ e por $\boldsymbol{B}$.

Calcula-se endogenamente o “retorno sobre o capital” – os “lucros exógenos” da equação (66.2) – pois, uma vez definido o $\boldsymbol{r}$ dominante na economia e o vetor de “participação dos salários” $\underline{\boldsymbol{w}}$, os preços são calculados, e, dados os preços, o retorno é também calculado de acordo com as estruturas de investimento caracterizadas por **B.** Isto posto, Leontief faz exercícios simulando o comportamento do custo de vida para variações de $\boldsymbol{r}$ e de $\underline{\boldsymbol{w}}$ e, ainda, compara esses índices com a hipótese alternativa de se estar operando

---

[74] Se todos os preços sobem 10%, o índice de custo de vida subiria também 10%, e o poder de compra dos salários permaneceria o mesmo. Portanto, Leontief mostra que acréscimos de salários sem mudanças na estrutura técnica – dado o suposto que o capital mantenha suas taxas de retorno – reflete-se apenas em inflação. Por outro lado, observando-se essa mesma equação, mudanças na estrutura técnica por inovação via tecnologias de maior produtividade, permitiriam manter as taxas de retorno do capital e simultaneamente aumentar o salário real – pela redução de preços das mercadorias produzidas. A análise destas possibilidades de evolução não é objeto desta tese, mas aponta caminhos de pesquisa interessante para futuros trabalhos.

em uma economia com nova tecnologia $\boldsymbol{A^N}$ (lembrando que a nova tecnologia A^N definirá uma nova matriz $\boldsymbol{B^N}$)[75].

A sofisticação da formulação para cálculo de preços é maior no artigo subseqüente de Faye Duchin, de 1988,[76] em que ela se propõe calcular preços variando ao longo do tempo, e o faz de modo a que se mantenha o equilíbrio de um sistema dinâmico.[77]

Utiliza-se, como ponto de partida, um sistema de três equações, representando uma situação estática, todas já definidas anteriormente:

$$(\boldsymbol{I}-\boldsymbol{A}) \cdot \underline{\boldsymbol{x}} = \underline{\boldsymbol{y}} \qquad \text{...................................... eq. (83.2)}$$

$$\underline{\boldsymbol{p}} \cdot (\boldsymbol{I}-\boldsymbol{A}) = \underline{\boldsymbol{va}} \qquad \text{...................................... eq. (84.2)}$$

$$\underline{\boldsymbol{va}} \cdot \underline{\boldsymbol{x}} = \underline{\boldsymbol{p}} \cdot \underline{\boldsymbol{y}} \qquad \text{...................................... eq. (85.2)}$$

A primeira equação preserva o equilíbrio em termo físicos, recuperando a equação básica de Leontief (já definida sob número 10.2), que integra a produção total à disponibilidade para demanda final; a segunda é a equação básica de definição de preços (já deduzida sob número (62.2); e a terceira preserva uma relação entre dois escalares, que define a já conhecida igualdade entre Renda Nacional (no primeiro membro) e a Demanda Final (no segundo membro).

Transpondo essas relações para a representação dinâmica de um sistema econômico, a autora sugere:

$$\left(\boldsymbol{I}-\boldsymbol{A^t}\right) \cdot \underline{\boldsymbol{x}}^{\boldsymbol{t}} = \underline{\boldsymbol{y}}^{\boldsymbol{t}} + \boldsymbol{B^{t+1}} \cdot \left(\boldsymbol{x^{t+1}} - \boldsymbol{x^t}\right) \qquad \text{.............. eq. (86.2)}$$

$$\underline{\boldsymbol{p}}^{\boldsymbol{t}} \cdot \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A^t}\right) = \underline{\boldsymbol{va}}^{\boldsymbol{t}} + \left(1+\boldsymbol{r}^{t-1}\right) \cdot \boldsymbol{p}^{t-1} \cdot \boldsymbol{B^t} - \boldsymbol{p^t} \cdot \boldsymbol{B}^{t+1} \qquad \text{..... eq. (87.2)}$$

---

75 Para esses cálculos utilizam-se as matrizes $\mathbf{A}^N$ e $\mathbf{B}^N$ construídas para a avaliação de impactos da mudança técnica, que resultou no livro já mencionado The Future Impact of Automation on Workers.

76 Duchin, F. "Analysing structural change in the economy", in Ciaschini, M.(ed.)Input-Output Analysis-Current Developments, Chapman and Hall Ltda, London, 1988.

77 O dinamismo é introduzido pela utilização de uma "matriz de coeficientes de investimento" B^t que permite o acréscimo da produção (x^{t+1}- x^t). As tentativas de Leontief de trabalhar com modelos dinâmicos são melhor apresentadas no item 2.3, a seguir.

$$\underline{\boldsymbol{va}}^{t} \cdot \underline{\boldsymbol{x}}^{t} + \boldsymbol{r}^{t-1} \cdot \underline{\boldsymbol{p}}^{t-1} \cdot \boldsymbol{B}^{t} \cdot \underline{\boldsymbol{x}}^{t} = \underline{\boldsymbol{p}}^{t} \cdot \underline{\boldsymbol{y}}^{t} + \underline{\boldsymbol{p}}^{t} \cdot \boldsymbol{B}^{t+1} \cdot \underline{\boldsymbol{x}}^{t+1} - \underline{\boldsymbol{p}}^{t-1} \cdot \boldsymbol{B}^{t} \cdot \underline{\boldsymbol{x}}^{t} \qquad \text{..... eq. (88.2)}$$

Neste novo sistema, a cada uma das equações (83.2), (84.2) e (85.2) foi acrescido um conjunto de termos que refletem a influência da variação de ***r***, de ***B***, a evolução de ***x***, e as mudanças de ***p*** que ocorram entre os períodos t, (t-1) e (t+1). A dedução do conjunto de equações (86.2) , (87.2) e (88.2) é feita no mencionado artigo, e sua apresentação aqui visa apenas chamar a atenção para a complexidade de tratar transformações em preços que preservem o equilíbrio de um sistema dinâmico[(78)].

2.2.4- UMA PROPOSTA DE CÁLCULO DE PREÇOS

Para concluir esta apresentação sobre formas de definir – e utilizar – preços sob a perspectiva insumo-produto apresenta-se, neste item, a abordagem que se vai utilizar para calcular os preços no contexto do modelo matemático de representação da evolução do sistema econômico que é o objetivo desta tese. Embora a questão de formulação de preços não seja central para o modelo, acreditou-se oportuno apresentar algumas visões alternativas, que indicaram como se pode enriquecer as análises da estrutura produtiva e dar um destaque especial à lógica com que se vai defini-los neste trabalho.

De início, toma-se em conta, dos modelos anteriores, a possibilidade de definir preços utilizando as estruturas produtivas e a relação entre salários e lucros. Mas, ao mesmo tempo, vai-se mostrar como essa definição pode levar em conta também as estruturas de mercado em que as indústrias operam, o que vai se refletir na capacidade de definir preços acima dos custos de produção. Ou seja, a estrutura produtiva define as condições de contorno a partir das quais se constroem os preços. E a estrutura de mercado reflete as margens que se pode definir preços acima das necessidades da estrutura produtiva.

---

[78] Sobre a dificuldade de aplicar esse conjunto de equações, que representam um sistema dinâmico, à economia real, cabe mencionar a própria autora, que ao publicar o artigo reconhece não o ter testado, mas mantém a expectativa de que “a implementação empírica [do conjunto de equações] possibilitará tratar um amplo conjunto de questões sobre a mudança técnica em uma estrutura I/O consistente” Duchin, F. (1988), op. cit., p.118-119.

O ponto de partida é a proposta apresentada por C. Lager[79], em 1988. Nesse trabalho, Lager construiu um modelo que propõe representar o funcionamento de uma "economia nacional", utilizando variáveis que podem ser quantificadas a partir de matrizes econômicas do tipo SAM[80] e que integra três "sub-modelos": um deles define a *produção*, outro define a lógica de *consumo*, e outro avalia os *efeitos da redistribuição de renda* no funcionamento da economia.[81] Ao representar a *produção*, Lager lança mão de uma equação de cálculo de preços que nos interessa mais de perto. Para deduzi-la, utiliza-se aqui a concepção de "mark-up"[82] de Steindl, que ao estudar a operação das empresas norte-americanas mostrou que os preços praticados são de fato proporcionais aos "custos totais" (definidos por custos ligados à produção e vendas, como insumos, salários, transporte e comercialização e impostos, excluindo deles explicitamente os custos ligados a juros que pudessem ser confundidos com remuneração do capital e lucros) mais um "mark-up" sobre esses custos. Esse mark-up tem duas características: cobre os lucros e os gastos com capital, e é tanto maior quanto maior for o grau de oligopólio (ou de monopólio) do mercado onde essa indústria atua. Utilizando variáveis já definidas neste item 2.2, o "mark-up" é calculado pela equação seguinte:

---

79 Cf. Lager, C. "The use of a social accounting matrix for comparative static equilibrium modelling", in M. Ciaschini, Input-Output Analysis: Current Developments, London, Chapman-Hall, 1988.

80 "Social Accounting Matrixes", matrizes de contabilidade nacional que são a base para o cálculo das matrizes insumo-produto, e que vão ser melhor discutidas no capítulo 4.

81 A *produção* segue a proposta de modelamento por matrizes insumo-produto de Leontief; a lógica de *consumo* é baseada em uma estratificação de consumidores por níveis de renda, com distintos parâmetros de propensão a consumir, e com diferenciação dos "bens de produção doméstica" e dos "bens importados"; e os efeitos da *redistribuição de renda* (isto é, de alterações da massa de salários e de outras rendas - lucros, pensões, impostos) na economia são medidos pelas alterações que ela induz no consumo e na produção. O modelo completo é aplicado à economia da Áustria.

82 Ver item "Concorrência Imperfeita e Oligopólio", in Steindl, J. Pequeno e Grande Capital: problemas econômicos do tamanho das empresas (trad. brasileira) São Paulo, Ed. Hucitec, 1990, pp 44-45. Utilizou-se essa referencia por considerá-la mais simples, para os objetivos desta tese. O "mark-up" aqui utilizado é a definição de Steindl para "margem líquida de lucro": $\mu = \frac{s-\pi}{\pi}$, onde ***s*** representa as vendas totais e π os custos totais (excetuando o pagamento de juros). Lager informa ter recorrido no seu artigo também a Kalecki, M. Selected Essays on the Dynamics of the Capitalist Economy, Cambridge, Cambridge University Press, 1970.

$$\mu_j = \frac{p_j . Q_j - \sum_{i=1}^{i=m} a_{i,j} \cdot p_i + w_j \cdot Q_j}{\sum_{i=1}^{i=m} a_{i,j} \cdot p_i + w_j \cdot Q_j} \qquad \text{.......... eq. (89.2)}$$

onde
μ_j: *"mark-up" da indústria j, indicando margem para cobrir lucros mais custos com capital fixo da indústria j.*

e os preços, em função do "mark-up", são definidos, para cada indústria, pela relação:

$$p_j = u_j + u_j \cdot \mu_j \qquad \text{........... eq. (90.2)}$$

onde
u_j: *Custos Totais (insumos, salários, impostos, custos de comercialização) por unidade de mercadoria produzida pela indústria j.*

Generalizando para (m) indústrias:

$$\underline{p} = \underline{p} \cdot A + \underline{s} \cdot L + \left(\underline{p} \cdot A + \underline{s} \cdot L\right) \cdot diag\left\{\mu_j\right\} \qquad \text{............ eq. (91.2)}$$

portanto:

$$\underline{p} = \underline{s} \cdot L \cdot \left(I + diag\left\{\mu_j\right\}\right) \cdot \left[I - A \cdot \left(I + diag\left\{\mu_j\right\}\right) \right]^{-1} \qquad \text{......... eq. (92.2)}$$

Nesta formulação pode-se chamar a atenção para os seguintes aspectos:

- O "mark-up" pode variar entre indústrias.

- O poder de *mark-up*(83)*,* que está diretamente ligado à estrutura de mercado vigente (ou seja, quanto mais forte for o domínio oligopólico ou monopólico, maior o *mark-up*), impacta de forma encadeada os preços da própria indústria e os demais.

- Os lucros dos empresários são um resultado obtido "ao final" do processo produtivo. Eles são conhecidos de fato pós-vendas, e disputam com a remuneração do capital sua participação na massa de recursos viabilizados pelo *mark-up.*

- O progresso técnico redutor de custos de insumos intermediários viabiliza, grosso modo, duas alternativas: ou a redução de preços, mantendo-se o *mark-up;* ou a ampliação do *mark-up* mantendo-se os preços.

---

83 Além do trabalho de Steindl já mencionado, vale consultar Kalecki, M. Selected Essays on the Dynamics of the Capitalist Economy, Cambridge, Cambridge University Press, 1970, pp. 43-61. Nesta coletânea encontra-se o trabalho intitulado "Costs and Prices", que sugere equações que as empresas utilizariam para calcular preços "determinados pelos custos e pela demanda", generaliza-as para as indústrias compostas pelo conjunto dessas empresas e testa o modelo na economia norte-americana.

No capítulo 4, em que se aplica o modelo que define a evolução do sistema econômico para análise dos impactos da inovação, será utilizada a equação de cálculo dos preços praticados pelas indústrias sugerida pela equação (90.2)

2.3 - MODELAMENTO POR INSUMO-PRODUTO DINÂMICO

A primeira proposta para trabalhar com a matriz I/O de uma forma dinâmica foi apresentado por Leontief em 1949(84), e partia de uma comparação com o modelo estático de insumo-produto: por um lado, a formulação estática permite deduzir mudanças nas variáveis de um dado sistema econômico a partir de relações estruturais subjacentes. Assim, se forem observadas mudanças nestas relações estruturais, podem deduzir-se mudanças nos valores das variáveis. Por outro lado "uma teoria dinâmica vai mais longe e mostra como certas mudanças nas variáveis podem ser explicadas com base em características estruturais do sistema que sejam fixas, isto é, invariantes. Uma teoria dinâmica, portanto, nos habilita a deduzir a lei de mudança de uma particular economia a partir de informações obtidas pela observação de suas características estruturais em um específico ponto no tempo".(85) Apresenta-se a seguir sua tentativa de construir um sistema fechado que trouxesse implícita uma "lei de mudança", capaz de explicar a evolução do conjunto de setores de uma economia:

As mudanças dependem dos investimentos, e estes são proporcionais a "coeficientes de capital fixo", definidos por:

$$\boldsymbol{b}_{i,j} = \frac{\boldsymbol{S}_{i,j}}{\boldsymbol{x}_j} \qquad \text{................................ eq. (93.2)}$$

onde:

---

84 O artigo "Dynamic Analysis" foi publicado em Leontief, W. et alii, Studies in the Structure of the American Economy, New York, Oxford University Press, 1953. A primeira versão deste artigo é de setembro de 1949, quando foi apresentado em "A Symposium in Large-Scale Digital Calculating Machinery" (observe-se a preocupação com as aplicações empíricas) cujos Anais foram publicados pela Harvard University Press em 1951, de acordo com Rosier, Bernard, Wassily Leontief Textes et Itinéraire, Ed. la Decouverte, Paris 1986, p.163.

85 Citação literal de Leontief, op. cit., p. 53.

$S_{i,j}$[86] *: Estoque da mercadoria i utilizado pela indústria j como "capital fixo".*
$b_{i,j}$[87] *: Coeficiente de "estoque de capital" produzido por i necessário para manter uma unidade de produção de j.*
x_j*: Produção anual da indústria j.*

Portanto:

$$S_{i,j} = b_{i,j} \cdot x_j \qquad \text{....................................... (94.2)}$$

Leontief sugere, a partir de (94.2), que se diferenciem ambos os membros com relação ao tempo e, portanto, se construa a equação para definir os acréscimos em capital fixo, que vão viabilizar os acréscimos de produção da indústria ***j*** ao longo do tempo:

$$\dot{S}_{i,j} = b_{i,j} \cdot \dot{x}_j \qquad \text{.. eq. (95.2)}$$

onde:

$$\dot{S}_{i,j} = \frac{dS_{i,j}}{dt}$$

$$\dot{x}_j = \frac{dx_j}{dt}$$

A equação (95.2) traz implícito o suposto que os acréscimos sejam baseados no mesmo tipo de "estoque de capital". Para cada uma das indústrias a equação de produção de mercadorias, baseada na formulação do modelo estático (eq.10.2) passa a ser:

$$x_i = \sum_{j=1}^{j=n} a_{i,j} \cdot x_j + \sum_{j=1}^{j=n} b_{i,j} \cdot \dot{x}_j + y_i \qquad \text{......................... eq. (96.2)}$$

onde:
x_i*: produção da indústria i*
$a_{i,j}$*: coeficiente técnico de produção*
y_i*:consumo final da indústria i*

---

[86] A variável $S_{i,j}$ utilizada nesta equação por Leontief representa a mesma grandeza da variável $KF_{i,j}$ já definida no item 2.2.2 desta tese.

[87] No decorrer do artigo, Leontief chama permanentemente a atenção para a possibilidade de aplicação prática do modelo, como, ao explicar: "Se ***i*** representa, por exemplo, máquinas ferramenta, e ***j*** representa automóveis, o coeficiente $b_{i,j}$ indica a quantidade, isto é, o estoque de máquinas ferramenta usadas por unidade da produção automobilística anual".

$\boldsymbol{b_{i,j}}$:*coeficientes de "fluxo de capital fixo" para o conjunto das n indústrias.*

A equação de evolução da produção generalizada para as n indústrias, passa a ser:

$$\underline{\boldsymbol{x}} = \boldsymbol{A} \;.\; \underline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{B} \;.\; \underline{\dot{\boldsymbol{x}}} + \underline{\boldsymbol{y}} \qquad \text{................ eq. (97.2)}$$

onde:

$\boldsymbol{B} \,.\, \underline{\dot{\boldsymbol{x}}}$ *: vetor de mercadorias necessárias ao acréscimo em capital fixo*

$\underline{\boldsymbol{y}}$*: vetor de consumo final*

A solução desse sistema de equações foi estudada por Leontief, no mencionado artigo, tanto para a "forma aberta" (definida na eq. 97.2), como para a "forma fechada", em que $\underline{\boldsymbol{y}}$ é incorporado, respectivamente, como uma coluna de coeficientes técnicos adicional a $\boldsymbol{A}$, e como uma coluna de coeficientes de variação de estoques em $\boldsymbol{B}$. A representação do modelo dinâmico fechado é a eq. (98.2):

$$\underline{\boldsymbol{x}} - \boldsymbol{A} \;.\; \underline{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{B} \;.\; \underline{\dot{\boldsymbol{x}}} = \underline{\boldsymbol{0}} \qquad \text{................ eq. (98.2)}$$

A solução para ambos os casos é a padrão para sistemas de equações lineares diferenciais a coeficientes constantes. Esta solução define as trajetórias de produção $\underline{\boldsymbol{x}}$ para cada uma das indústrias, com um ponto de partida conhecido e com as estruturas de operação da economia consideradas como dadas (os conjuntos de "coeficientes técnicos" $\boldsymbol{A}$ e de "coeficientes de fluxo/variação de estoques de capital fixo" $\boldsymbol{B}$). Com os dados disponíveis na época, Leontief tentou avaliar os "requisitos materiais" (ou seja, os vetores $\underline{\boldsymbol{x}}$) resultantes de decisões de políticas alternativas, como por exemplo, necessidades de viabilizar alternativas à produção de bens militares – isto é, imaginar um vetor $\underline{\boldsymbol{y}}$ com uma composição sem ênfase tão grande em armamentos, problema típico da economia americana do período - ou de criar uma cesta alternativa de bens a serem consumidos pelas famílias, ao longo do tempo. As soluções teriam então como condicionantes a política a ser seguida e o tempo em que se desejaria que os resultados dessa política fossem conseguidos.

Os resultados práticos dessa proposta não foram animadores. Ele observa que não só as condições estruturais de operação da economia variavam, como as leis de mudança destas condições estruturais também variaram (pela inovação, diríamos nós). Ao mesmo tempo, a solução desse conjunto de equações exigiu “reversibilidade” de capital, isto é, o equilíbrio geral do sistema exigiu que determinados “estoques de capital” de uma indústria se reduzissem em um setor (ocorrendo valores negativos para a variação de capital fixo..) e crescessem em outros. Ou seja, ficava explícita a necessidade de “reversibilidade de capital” entre setores, ocorrendo “transferência” de capital físico entre eles. Além disso, nunca ocorria capacidade ociosa. Ambos, sem dúvida, resultados muito pouco realistas.

Leontief volta a tentar introduzir no modelo I/O características dinâmicas em 1970, quando se propõe a trabalhar com a matriz inversa de forma dinâmica[(88)]. Sua aspiração, na primeira frase do artigo que a apresenta, é ainda mais ambiciosa: “que a matriz inversa na forma dinâmica tenha um papel, nos estudos empíricos da mudança econômica, análogo ao da matriz inversa no modelo estático”. Ele retoma o conceito de matriz de coeficientes de capital e trabalha agora com um modelo de equações a diferenças:

$$\underline{x}_t = A_t \cdot \underline{x}_t + B_{t+1} \cdot (\underline{x}_{t+1} - \underline{x}_t) + \underline{y}_t \qquad \text{.................eq. (99.2)}$$

onde:
$\underline{x}_t$ *: vetor da produção total, das n indústrias, no período t*
$A_t . \underline{x}_t$ *: Requisitos interindustriais de insumos das n indústrias no período t*
$B_{t+1} . (\underline{x}_{t+1} - \underline{x}_t)$ *: Acréscimos ao “estoque de capital produtivo” que permitiriam a todas as n indústrias expandir suas capacidades produtivas de* $\underline{x}_t$ *para* $\underline{x}_{t+1}$*, usando tecnologia característica do período (t+1).*
$\underline{Y}_t$ *: vetor do consumo final dos n setores no período t.*

A pergunta que Leontief tenta responder é: qual é a “matriz inversa” que pode calcular os efeitos diretos e indiretos sobre a produção total $\underline{x}_t$, ao longo de vários períodos ***t***, em um sistema econômico em que se toma em conta não apenas a evolução de um consumo final

---

88 Leontief, “The Dynamic Inverse” in A.P. Carter and A. Brody (eds.), Contributions to Input Output Analysis, Amsterdam, North Holland Publishing Company, 1970, pp 17-46. Há uma versão com anexos e tabelas publicada em Leontief, W. Essays in Economics: Theories, Facts and Policies, Basil Blackwell Press, Oxford, 1977. Todas as citações entre aspas feitas a seguir neste item são de autoria de Leontief e retiradas desse artigo.As equações deste item, de número (96.2) a (101.2) respeitam a notação utilizada por Leontief, em que o índice t para “tempo” é subscrito – e não sobrescrito como nas equações do modelo construído nesta tese.

definido por $\boldsymbol{y}_t$, mas também as necessidades de produzir mercadorias com novo parque produtivo, ampliando a produção definida por $(\boldsymbol{x}_{t+1} - \boldsymbol{x}_t)$?

Para viabilizar o cálculo dessa nova matriz inversa, reescreve-se a equação (99.2) na forma:

$$\boldsymbol{G}_t \cdot \underline{\boldsymbol{x}}_t - \boldsymbol{B}_{t+1} \cdot \underline{\boldsymbol{x}}_{t+1} = \underline{\boldsymbol{y}}_t \qquad \text{.....................................eq. (100.2)}$$

onde:

$$\boldsymbol{G}_t = \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A}_t + \boldsymbol{B}_{t+1}\right)$$

Observe-se que a matriz $\boldsymbol{G}_t$ exige a definição das matrizes $\boldsymbol{A}_t$ e $\boldsymbol{B}_{t+1}$, indexadas aos vários períodos de produção em que são utilizadas, ou seja, citando literalmente o autor, “o subscrito $\boldsymbol{t}$ ligado a ambas as matrizes estruturais viabiliza a possibilidade de usar diferentes conjuntos de coeficientes de fluxos inter-setoriais e de capital para anos diferentes, incorporando portanto a mudança tecnológica ao sistema dinâmico”.

Essa premissa leva a uma questão imediata: na medida em que Leontief preocupa-se com a aplicação empírica de seus modelos, como tratar a previsão de evolução da matriz $\boldsymbol{A}$ e da matriz $\boldsymbol{B}$ ao longo do tempo e obter resultados “economicamente relevantes”, que pudessem ser usados para avaliar a pertinência deste modelo? A resposta vem por meio de um artifício engenhoso: ao aplicar o modelo à operação da economia americana, ele calcula os requisitos de produção de uma maneira “distributed backward over time”, ou seja, trabalha com o *ano zero* como sendo um resultado presente, e construindo um conjunto de (m+1) sistemas de equações interligadas relativas ao passado. Cada um dos sistemas tem sua solução calculada a partir do período t=0 (a situação atual, que é conhecida), retrocedendo-se após para cada um dos períodos anteriores (cujas matrizes de coeficientes, por serem “de períodos já ocorridos”, são em tese conhecidas).

O conjunto dos (m+1) sistemas de equações interligadas é apresentado a seguir:

$$\begin{bmatrix} G_{-m} & -B_{-m+1} & [0] & \cdots & & & & \\ [0] & G_{-m+1} & -B_{-m+2} & \cdots & & & & \\ [0] & [0] & G_{-m+2} & \cdots & & & & \\ [0] & [0] & [0] & \ddots & & & & \\ & & & & \ddots & [0] & [0] & [0] \\ & & & & \cdots & G_{-2} & B_{-1} & [0] \\ & & & & \cdots & [0] & G_{-1} & B_0 \\ & & & & \cdots & [0] & [0] & G_0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{x}_{-m} \\ \underline{x}_{-m+1} \\ \underline{x}_{-m+2} \\ \vdots \\ \vdots \\ \underline{x}_{-2} \\ \underline{x}_{-1} \\ \underline{x}_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{y}_{-m} \\ \underline{y}_{-m+1} \\ \underline{y}_{-m+2} \\ \vdots \\ \vdots \\ \underline{y}_{-2} \\ \underline{y}_{-1} \\ \underline{y}_0 \end{bmatrix} \quad \text{... eq. (101.2)}$$

O sistema de equações (101.2) é resolvido supondo-se conhecidos todos os coeficientes de uma matriz quadrada que retrata a evolução do sistema dinâmico até o presente, ou seja, o conjunto de matrizes G_t e B_t. Para simplificar a notação, define-se:

- um vetor $\underline{X}$ cujos componentes são os vetores $\underline{x}_t$ (constrói-se assim um vetor de dimensão (m+1).n). Cabe lembrar que cada vetor $\underline{x}_t$ é por sua vez composto por elementos que definem as produções das n indústrias no período t;

- um vetor $\underline{Y}$ cujos componentes são os vetores $\underline{y}_t$. Os elementos de $\underline{y}_t$ definem as produções destinadas para "consumo final" de cada uma das n indústrias, em cada período t.

- Uma matriz Γ (cuja dimensão é (m+1).n x (m+1).n), composta pelo conjunto de matrizes G_t e B_t, (e por elementos 0 organizados em sub-matrizes [0]), cujos elementos pré-multiplicam os elementos do vetor $\underline{X}$. A equação (101.2) pode ser re-escrita como:

$$\Gamma \cdot \underline{X} = \underline{Y} \quad \therefore \quad \underline{X} = \Gamma^{-1} \cdot \underline{Y} \qquad \text{...................... eq. (102.2)}$$

A matriz Γ^{-1}, nesta equação (102.2), é a "dinâmica inversa". Esta matriz apresenta os coeficientes que permitem caracterizar a evolução do sistema ao longo de (m+1) períodos e a analogia com o modelo estático pode ser feita de imediato: definido um vetor de demandas por itens de Consumo Final que se quer atender no último período dessa série (ou seja, $\underline{y}_0$), pode-se calcular a Produção ao longo dos períodos sob análise, por meio da equação:

$$\begin{bmatrix} \underline{x}_{-m} \\ \underline{x}_{-m+1} \\ \vdots \\ \underline{x}_{-1} \\ \underline{x}_{0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{D}_{-m,-m} & \boldsymbol{D}_{-m,-m+1} & \cdots & \boldsymbol{D}_{-m,1} & \boldsymbol{D}_{-m,0} \\ [0] & \boldsymbol{D}_{-m+1,-m+1} & \cdots & \boldsymbol{D}_{-m+1,1} & \boldsymbol{D}_{-m+1,0} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ [0] & [0] & \cdots & \boldsymbol{D}_{-1,-1} & \boldsymbol{D}_{-1,0} \\ [0] & [0] & \cdots & [0] & \boldsymbol{D}_{0,0} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{0} \\ \underline{0} \\ \vdots \\ \underline{0} \\ \underline{y}_{0} \end{bmatrix} \quad \text{.......... eq.(103.2)}$$

onde:

$\Gamma^{-1} = \{\boldsymbol{D}_{i,j}\}$ [(89)]

As matrizes quadradas $\boldsymbol{D}_{i,0}$ da última coluna da matriz $\boldsymbol{\Gamma}^{-1}$ permitem calcular a contribuição, por unidade das demandas finais produzidas por cada indústria que compõem $\underline{y}_0$, tanto em ($t=0$) como nos períodos anteriores, ou seja, $(t=-1),(t=-2) \ldots (t=-m)$, para que seja possível atender todos os componentes da demanda final neste último período $t=0$.[(90)]

Os resultados conseguidos por este modelo, aplicado para analisar a evolução da economia americana no período de 1947 a 1958, são avaliados pelo próprio Leontief: "o sistema dinâmico de insumo-produto acima descrito – de modo distinto do sistema estático insumo-produto – ajuda pouco a deduzir leis de crescimento econômico ou a formular quaisquer outras generalizações puramente teóricas... Ela é, antes de tudo, um repositório de informações factuais sistematicamente organizadas. Estas informações são apresentadas de uma forma particularmente adequada para uma descrição analítica de relações intertemporais. Os elementos individuais da dinâmica inversa podem ser fiados como filamentos mais longos, cada um atrelado a uma seqüência intertemporal de demandas finais.. e esses filamentos poderiam ser urdidos de maneira a formar um tecido de relações

---

89 Para simplificar a notação, cada um dos elementos não nulos da dinâmica inversa $\boldsymbol{\Gamma}^{-1}$ será designado por $\boldsymbol{D}_{i,j}$, ressaltando-se que cada um desses elementos é, por sua vez, um conjunto de coeficientes organizado como uma matriz quadrada (n x n).

90 Impressiona o esforço de Leontief no tratamento empírico desse modelo: a "inversa dinâmica" é calculada utilizando matrizes representativas do sistema econômico desagregadas em 52 indústrias e demanda final desagregada em três itens: consumo familiar de bens não duráveis, consumo de bens duráveis e consumo do governo. Toma-se como ano de referência (ano 0) o ano de 1958, analisando-se a sua gênese desde o ano (-m), o de 1947. Como só se dispunha de matrizes ***A*** e ***B*** para esses dois anos, "estimaram-se" matrizes intermediárias e calculou-se a evolução da produção, por efeitos diretos e

intersetoriais e intertemporais que componham um quadro analítico do crescimento econômico”(91).

Embora tenha pouco poder teórico de análise, na avaliação do próprio Leontief, esta forma mais sofisticada de tratar a dinâmica econômica tem alguns elementos que julgamos importantes para esta tese:

- a produção $\underline{x}^t$ evolui ao longo do tempo e é desagregada em um componente de investimentos separado do componente da demanda final;
- o modelo integra períodos, quantificando a produção de mercadorias no período ***(t)*** que são essenciais para viabilizar a demanda final em ***(t+1), (t+2)...(t+n)***;
- os acréscimos de produção estão articulados a uma matriz $\boldsymbol{B}$ de coeficientes de investimento, distinta da matriz A de consumo intermediário.

No entanto, sobrevivem alguns problemas: ao longo de todo o texto o autor fala em “aumento da produção de $\mathbf{x_t}$ para $\mathbf{x_{t+1}}$” e em “aumento da capacidade produtiva de $\mathbf{x_t}$ para $\mathbf{x_{t+1}}$” como sinônimos, ou seja, não consegue incorporar ao modelo uma representação diferenciada para produção e para capacidade produtiva; ao mesmo tempo, como resultado dos cálculos a partir de dados da economia americana, a solução do modelo para determinadas estruturas de consumo final pode exigir “produções negativas“ e “redução de estoques de capital entre períodos” em algumas indústrias, isto é, exige uma *reversibilidade* que Leontief reconhece como uma deficiência grave, ao afirmar que pelo menos “algumas das equações de balanço do sistema não representam o mundo real” (92). Sugere, por fim,

---

indiretos, ao longo do período, para cada ano, que cada uma das 52 indústrias deveria dar para cada “milhão de dólares de aumento” das parcelas de demanda final.

[91] As possibilidades de quantificar a lógica de crescimento usando um sistema de equações recursivas – que permitia ainda representar a integração entre setores produtivos – entusiasmava Leontief: “Muito do que eu disse aqui tem um toque familiar. Os “adiantamentos para a produção” de François Quesnay, o “processo de reprodução ampliada” de Karl Marx, e os “circuitos produtivos” de Böhm-Bawerk, todos contêm as noções teóricas básicas incorporadas à dedução da inversa dinâmica. Mas enquanto esses grandes economistas tinham de se contentar com a descrição verbal e com raciocínios dedutivos, nós podemos medir e computar. Aqui reside a diferença real entre o passado e o presente em economia”.

[92] Cabe mencionar que Leontief, ao referir-se ao problema de “valores negativos” na solução da equação (101.2), afirma: “como todos os que lidaram com esse tipo de problema sabem ... [esse problema] surge porque [a equação 101.2] exige plena capacidade de utilização em todos os setores ao longo de todos os

que as matrizes ***(A)*** e ***(B)*** incorporam mudanças de velha tecnologia para a nova tecnologia ao serem definidas ao longo do tempo, mas não consegue representar como as alterações induzidas por ***(B)*** alteram a matriz de fluxos inter-setoriais ***(A)***. [93]

Pretende-se, a partir dessas experiências, desenvolver um modelo que permita distinguir "produção" e "capacidade produtiva"; que represente a evolução ao longo do tempo utilizando sempre soluções factíveis; e que permita que essa evolução da produção se faça com "nova" e "velha" tecnologia. Um modelo capaz, parafraseando a afirmação anterior de Leontief, de seguir as tramas de relações intersetoriais e intertemporais, sugerindo impactos de distintas estratégias de crescimento econômico. Este é o desafio que se enfrenta no próximo capítulo, em que se apresenta o modelo MAT.

---

períodos de tempo". E na continuação imediata do raciocínio sugere: "aplicando-se, por exemplo, a rotina do método SIMPLEX de programação linear poder-se-ia encontrar alguns programas de produção factíveis capazes de gerar um dado conjunto de mercadorias ao longo do tempo". O modelo que se desenvolve neste capítulo, de modo inadvertido, cabe reconhecer, ajuda a resolver esse problema, e usando, como ferramenta de otimização, a mesma base metodológica que ele havia mencionado trinta anos antes...

[93] Uma análise matemática detalhada do modelo dinâmico de Leontief pode ser vista em "Multisectoral Models of Economic Growth - The Dynamic Leontief Model" in Takayama, A. <u>Mathematical Economics</u> (1974). O autor mostra que este modelo poder ser analisado como um caso especial do modelo de Von Neumann e trata com detalhes as dificuldades inerentes ao modelo, em particular como a trajetória de crescimento inter-setorial equilibrado leva às "indeterminações causais", designação dada à mencionada ocorrência de valores negativos para evolução do capital em alguns setores.

CAPÍTULO 3- EXPLORANDO ESTRATÉGIAS DE TRANSFORMAÇÃO ECONÔMICA SOB OTIMIZAÇÃO: O MODELO MAT[94]

O modelo que se apresenta a seguir propõe-se representar a evolução da produção em um sistema econômico, onde a inovação é definida pela introdução de novas técnicas e é viabilizada pela utilização de força de trabalho necessária à operação da estrutura produtiva que está evoluindo. Para representar o primeiro aspecto, utilizam-se matrizes (***A***) com coeficientes técnicos diferenciados caso se esteja usando a velha ou a nova tecnologia; para produzir sob novas condições técnicas utiliza-se força de trabalho cuja qualificação vai evoluindo ao longo do tempo.

O modelo é dividido em quatro grandes blocos, que se vão apresentar a seguir: o primeiro em que se discutem as equações que caracterizam a produção de mercadorias; o segundo em que se definem as equações de emprego e a evolução da força de trabalho qualificada disponível (designada por População Economicamente Ativa); o terceiro, em que se representa a operação de um sistema de ensino[95] – acompanhado de garantias de sobrevivência da força de trabalho; e um quarto módulo em que se representam características monetárias do sistema. Cabe lembrar que, uma vez construídos esses quatro módulos, o conjunto será utilizado para representar a evolução desse sistema econômico ao longo do tempo. A evolução ocorrerá submetida à otimização de determinadas funções objetivo, como, por exemplo, a “maximização da modernidade”, a “maximização da massa salarial”, a “maximização do emprego”, a “maximização do PIB”, definindo-se as necessidades sobre investimentos e sobre capacitação de força de trabalho que cada uma dessas estratégias exige.

---

[94] O modelo a seguir proposto passa a ser designado doravante como MAT, para simplificar as menções posteriores no decorrer do texto. A designação decorre de uma referencia às características matemáticas do modelo.

[95] O “sistema de ensino” é também designado por “sistema de capacitação de força de trabalho”ao longo desta tese.

3.1 – O MÓDULO DE PRODUÇÃO DE MERCADORIAS:

Descreve-se a seguir com detalhes as equações de produção de mercadorias, que vão compor no modelo MAT aquilo que designamos como **Módulo 1 - Simulação do "modus operandi" de um sistema econômico, durante um período t, com previsão da evolução para (t+1), sob o enfoque da produção e da utilização de mercadorias para "consumo produtivo", para "consumo final" e para "ampliação da capacidade produtiva".**[96]

No modelo estático de insumo produto já estudado, a produção de n mercadorias expressa pelos componentes do vetor $\underline{x}$ é irrestrita, como se pôde observar na equação 10.2, reproduzida abaixo:[97]

$$\underline{x} = A \, . \, \underline{x} + \underline{y} \qquad \text{...................... eq. (1.3)}$$

É possível satisfazer qualquer demanda final $\underline{y}$ apenas aumentando a produção $\underline{x}$ ou seja, pode-se caracterizar $\underline{x}$ como uma função de $\underline{y}$ sem qualquer restrição. Ora, no caso de sistemas produtivos reais, essa evolução de $\underline{x}$ é evidentemente limitada. Os primeiros passos para construir o modelo MAT são, então, diferenciar *produção* de *capacidade produtiva*, e limitar a produção pela capacidade produtiva; em seguida, representar a evolução da relação entre capacidade produtiva, produção e demanda final ao longo do tempo. A equação (1.3) transforma-se em um conjunto de três novas equações, que são apresentadas a seguir:

Primeiro, a evolução da produção ao longo do tempo:

$$\underline{x}^t = A \, . \, \underline{x}^t + \underline{y}^t_{total} \qquad \text{...................... eq. (1.3)}$$

onde:
$\underline{x}^t$: *Produção Total em (t)*
$\underline{y}^t_{total}$: *Demanda Final Total em (t)*

---

96 As equações deste módulo de produção de mercadorias seguem sugestão de Leontief, W. e Duchin, F. The Future Impact of Automation on Workers, New York, NY, Oxford University Press, 1985

97 Recorde-se que a numeração das equações é re-iniciada a cada capítulo. Quando se utilizarem equações já deduzidas em outros pontos da tese, será feita uma menção especial à sua ocorrência prévia, com o respectivo número original, como, por exemplo, no caso da equação (1.3).

em seguida, as restrições definidas pela capacidade produtiva:

$$\underline{x}^t \leq \underline{c}^t \qquad \text{.................... eq. (3.3)}$$

onde:
$\underline{c}^t$: *Capacidade produtiva em (t)*

A terceira equação, que integra a evolução da capacidade produtiva à utilização de parte da demanda final, é explicitada a seguir. Para tal, considera-se que a capacidade produtiva pode ampliar-se entre dois períodos, e esta ampliação é definida por:

$$\underline{c}^{t+1} = \underline{c}^t + \underline{o}^{t+1} \qquad \text{.................... eq. (4.3)}$$

onde:
$\underline{o}^{t+1}$: *variação da capacidade produtiva, a vigorar no período (t+1).*

Cabe ressaltar que os acréscimos em nova capacidade dão-se sempre com a utilização de nova tecnologia. A ampliação de capacidade produtiva exige a implantação de uma nova infra-estrutura física, construída com mercadorias produzidas em período anterior, que satisfaça as características definidas por uma matriz $\boldsymbol{B}^t$ de coeficientes de "infraestrutura de capital fixo", infraestrutura esta que viabiliza cada unidade de nova capacidade produtiva. Os elementos dessa matriz definem os aportes de cada setor à ampliação unitária de capacidade produtiva de cada indústria. A matriz $\boldsymbol{B}^t$ é construída a partir de uma matriz $\boldsymbol{KF}^t$[98] e é definida a seguir:

$$\boldsymbol{KF}^t = \left\{ \boldsymbol{kf}^t{}_{i,j} \right\} \qquad \text{.................... eq. (5.3)}$$

onde:
$\boldsymbol{KF}^t$: *Matriz de dimensão (n x n), de coeficientes de Infra-estrutura de "Capital Fixo", utilizada para viabilizar a nova capacidade produtiva de todas as indústrias no período t*
$\boldsymbol{kf}^t_{i,j}$: *Aporte de "infra-estrutura", em mercadorias, do setor i à indústria j, para viabilizar a nova capacidade produtiva no período t*

A matriz $\boldsymbol{KF}^t$ é, portanto, um "retrato" da infraestrutura produtiva característica da nova tecnologia disponível no período t. A partir dela constrói-se a matriz $\boldsymbol{B}^t$, que é a matriz de coeficientes de "capital fixo de nova tecnologia", necessário para viabilizar uma unidade de capacidade produtiva, no período (t). Essa matriz é definida na equação 6.3:

---

[98] Conceito análogo já foi apresentado no item 2.2.2. Ressalte-se que naquele item ele foi utilizado para definir coeficientes técnicos característicos da infra-estrutura produtiva existente, e não da infra-estrutura necessária à nova capacidade produtiva, como aqui.

$$\boldsymbol{B^t} = \left\{\boldsymbol{b^t}_{i,j}\right\} \qquad \text{.................... eq. (6.3)}$$

onde:

$\boldsymbol{b^t_{i,j}} = \dfrac{\boldsymbol{kf^t_{i,j}}}{\boldsymbol{C_j}}$*, coeficiente que define a infra-estrutura de origem i necessária ao acréscimo de uma unidade de nova capacidade produtiva da indústria j, no instante t.*

Definida a matriz de coeficientes $\boldsymbol{B^t}$, a demanda final total observada na equação (2.3) pode ser desagregada em:

$$\underline{\boldsymbol{y}}^t_{total} = \underline{\boldsymbol{y}}^t + \boldsymbol{B}^{t+1} . \underline{\boldsymbol{o}}^{t+1} \qquad \text{.................. eq. (7.3)}$$

onde:
$\underline{\boldsymbol{y}}^t_{total}$: *Demanda Final Total no período t*
$\underline{\boldsymbol{y}}^t$: *Demanda Final, exceto investimentos em capacidade produtiva, no período t.*
$\underline{\boldsymbol{o}}^{t+1}$: *Ampliação da capacidade produtiva viabilizada com mercadorias produzidas em (t), que só entra em operação em (t+1)*

A caracterização matemática da produção de mercadorias pelo modelo MAT, nesta fase, passa a ser apresentada como na equação seguinte:

$$\underline{\boldsymbol{x}}^t = \boldsymbol{A} . \underline{\boldsymbol{x}}^t + \boldsymbol{B}^{t+1} . \underline{\boldsymbol{o}}^{t+1} + \underline{\boldsymbol{y}}^t \qquad \text{....................eq. (8.3)}$$

De onde se deduz:

$$(\boldsymbol{A} - \boldsymbol{I}) . \underline{\boldsymbol{x}}^t + \boldsymbol{B}^{t+1} . \underline{\boldsymbol{o}}^{t+1} + \underline{\boldsymbol{y}}^t = \underline{\boldsymbol{0}} \qquad \text{....................eq. (9.3)}$$

onde:
$\boldsymbol{I}$: *Matriz diagonal unitária*

Este módulo básico pode ser imediatamente ampliado para permitir a análise dos impactos de difusão de novas tecnologias nas várias indústrias. Para isso, desagrega-se a produção total ($\underline{\boldsymbol{x}}^t$) em dois componentes, definindo os montantes produzidos com a nova ($\underline{\boldsymbol{x}}_N^t$) e com a velha tecnologia ($\underline{\boldsymbol{x}}_O^t$), como apresentado a seguir:

$$\underline{\boldsymbol{x}}^t = \underline{\boldsymbol{x}}_O^t + \underline{\boldsymbol{x}}_N^t \qquad \text{....................eq.(10.3)}$$

A partir desta desagregação, deve-se agora ter o cuidado de diferenciar a nova e a velha produção também no que diz respeito às respectivas matrizes de Consumo

Intermediário, ou seja a matriz $\boldsymbol{A}$ deve também ser desagregada em coeficientes técnicos característicos da nova e da velha tecnologia[99], designados por $\boldsymbol{A_O}$ e $\boldsymbol{A_N}$. O consumo intermediário total pode ser desagregado em:

$$\boldsymbol{A} \cdot \underline{\boldsymbol{x}}^t = \boldsymbol{A_O} \cdot \underline{\boldsymbol{x}}_O^t + \boldsymbol{A_N} \cdot \underline{\boldsymbol{x}}_N^t \qquad \text{.....................eq.(11.3)}$$

E a produção total, incluindo os investimentos, levando em conta as equações (8.3), (10.3) e (11.3) passa a ser representada por:

$$\underline{\boldsymbol{x}}_O^t + \underline{\boldsymbol{x}}_N^t = \boldsymbol{A_O} \cdot \underline{\boldsymbol{x}}_O^t + \boldsymbol{A_N} \cdot \underline{\boldsymbol{x}}_N^t + \boldsymbol{B}^{t+1} \cdot \underline{\boldsymbol{o}}^{t+1} + \underline{\boldsymbol{y}}^t \qquad \text{…..................eq.(12.3)}$$

A equação (12.3) pode ser transformada para assumir a forma canônica dos modelos de programação linear, a seguir:

$$(\boldsymbol{A_O} - \boldsymbol{I}) \cdot \underline{\boldsymbol{x}}_O^t + (\boldsymbol{A_N}^t - \boldsymbol{I}) \cdot \underline{\boldsymbol{x}}_N^t + \boldsymbol{B}^{t+1} \cdot \underline{\boldsymbol{o}}^{t+1} + \underline{\boldsymbol{y}}^t = \underline{\boldsymbol{0}} \qquad \text{......................eq.(13.3)}$$

A desagregação entre velha e nova tecnologia reflete-se também na equação (3.3), que, como decorrência, passa a ter a capacidade produtiva total diferenciada entre a que já estava instalada na época anterior ao período em análise, utilizando a velha tecnologia, e aquela resultado dos novos investimentos, com nova tecnologia. Com isso, sugerem-se duas novas equações:

$$\underline{\boldsymbol{x}}_O^t \leq \underline{\boldsymbol{c}}_O^t \qquad \text{..............eq.(14.3)}$$

$$\underline{\boldsymbol{x}}_N^t \leq \underline{\boldsymbol{c}}_N^t \qquad \text{..............eq.(15.3)}$$

A capacidade produtiva total passa, também, a ser resultado de uma soma de duas parcelas:

---

[99] A matriz $\boldsymbol{A}$, que retrata as características técnicas da produção do conjunto do sistema econômico é construída com os dados do "sistema econômico em operação". Supondo conhecidas as características técnicas das indústrias que operam com nova tecnologia é possível construir $\boldsymbol{A_N}$. Sendo conhecidas as características da nova tecnologia, supõe-se conhecido também a *grau de difusão* dessas novas tecnologias na estrutura do sistema econômico (difusão que pode ser distinta entre os vários setores). Conhecida a matriz $\boldsymbol{A_N}$ e o grau de difusão dessas tecnologias, é fácil deduzir $\boldsymbol{A_O}$, pois assume-se que $\boldsymbol{A}$ seja uma combinação convexa de $\boldsymbol{A_O}$ e $\boldsymbol{A_N}$. Um histograma com sugestões de diferentes graus de difusão de novas tecnologias aplicado a análises Insumo-Produto é apresentado em Miernyck, W.H. Input-Output Analysis, Ed. Random House, New York, 1965.

$$\underline{c}^{t} = \underline{c}_{O}^{t} + \underline{c}_{N}^{t} \qquad \text{.............eq. (16.3)}$$

A equação (16.3) permite explicitar duas premissas restritivas que definem as possibilidades de evolução do modelo, aproximando-o das condições de operação de uma economia real:

premissa 1 - a já mencionada ampliação da capacidade produtiva, indicada pela eq. (4.3), ocorre sempre pela utilização de nova tecnologia.

premissa 2 - a capacidade produtiva antiga reduz-se por obsolescência[100] da indústria ao longo do tempo, quantificada por um coeficiente β_j,. Com isso, a equação (16.3) pode desdobrar-se em duas outras equações:

$$\underline{c}_{N}^{t+1} = \underline{c}_{N}^{t} + \underline{o}^{t} \qquad \text{.......................eq. (17.3)}$$

$$\underline{c}_{O}^{t+1} = (I - diag\{\beta_j\}) \cdot \underline{c}_{O}^{t} \qquad \text{.......................eq. (18.3)}$$

onde:
β_j : Coeficiente de Redução da Capacidade produtiva antiga, por "obsolescência", variando entre as indústrias j
***diag{β_j}**: Matriz diagonal com elementos β_j*

Definidas as capacidades com nova e velha tecnologia e as quantidades produzidas também com nova e velha tecnologia, podem ser calculadas as capacidades ociosas durante a evolução do sistema econômico ao logo do tempo:

$$\underline{fc}^{t} = \underline{c}^{t} - \underline{x}^{t} \qquad \text{….................. eq. (19.3)}$$

Em resumo, pode-se afirmar que o módulo básico de produção de mercadorias é, até este momento, constituído pelo seguinte conjunto de equações:

$$(A_O - I) . \underline{x}_{O}^{t} + (A_N^{t} - I) . \underline{x}_{N}^{t} + B^{t+1} . \underline{o}^{t+1} + \underline{y}^{t} = 0 \qquad \text{….….......eq. (13.3)}$$

---

[100] Recorde-se que a reposição do efeito de "depreciação" da infra-estrutura física em operação exige consumo de mercadorias durante o processo produtivo, que está incorporada à matriz A. A "obsolescência" refere-se ao efeito de envelhecimento da capacidade produtiva já instalada, por tempo de uso, que exigiria novos investimentos para ser mantida.

$\underline{x}^t = \underline{x}_O{}^t + \underline{x}_N{}^t$ ....eq. (10.3)

$\underline{x}_O{}^t \leq \underline{c}_O{}^t$ ....eq. (14.3)

$\underline{x}_N{}^t \leq \underline{c}_N{}^t$ ....eq. (15.3)

$\underline{c}^t = \underline{c}_O{}^t + \underline{c}^t{}_N$ ....eq. (16.3)

$\underline{c}_N{}^{t+1} = \underline{c}_N{}^t + \underline{o}^t$ ....eq. (17.3)

$\underline{c}_O{}^{t+1} = (\, I - diag\{\beta_j\}\,) \,.\, \underline{c}_O{}^t$ .... eq. (18.3)

Este conjunto de 7 equações será utilizado no programa de otimização que efetuará os testes do modelo MAT e define variáveis ligadas à produção e à capacidade produtiva cuja evolução será analisada ao longo do capítulo 4.

3.2 – AS EQUAÇÕES DE EMPREGO E DE EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO ECONOMICAMENTE ATIVA

Neste item apresenta-se a lógica de construção das equações relativas ao **Módulo 2 - Simulação do "modus operandi" de um sistema de utilização e de evolução de força de trabalho qualificada , durante um período t, com previsão de evolução para (t+1)**. O vetor de emprego tem como elementos a quantidade de força de trabalho empregada em cada indústria, por nível de qualificação. A equação de emprego define a utilização de força de trabalho para produzir $\underline{x}^t$ mercadorias, na forma:

$\underline{e}^t = L^t \,.\, \underline{x}^t$ .... eq. (20.3)

A matriz L^t é composta de coeficientes $l_{k,j}$ tais que:

$l^t{}_{k,j} = \dfrac{e^t{}_{k,j}}{Q^t{}_j}$ .... eq. (21.3)

onde:
$e^t{}_{k,j}$: *emprego,em t, de nível de qualificação k na indústria j, necessário para produzir* $Q^t{}_j$
$Q^t{}_j$: *Quantidade de produto produzida pela industria j no instante t*

À medida em que se introduziu a possibilidade de operar com novas tecnologias simultaneamente às antigas, a matriz L pode ser desagregada em estruturas de emprego relativas à antiga (L_O) e à nova tecnologia (L_N). O total de emprego gerado pela produção de mercadorias depende portanto da produção conseguida com a nova e a velha tecnologias:

$$\underline{e}^t = L_O^t \cdot \underline{x}_O + L_N^t \cdot \underline{x}_N \qquad \text{............. eq. (22.3)}$$

Neste ponto supõe-se, como hipótese que aproxime este modelo da economia real, que não seja possível uma redução radical de níveis de emprego entre um e outro período, mesmo que algum tipo de racionalidade externa pudesse exigi-lo. Considera-se que a legislação trabalhista, os acordos sindicais, protegem, em tese, os níveis de emprego dos trabalhadores. Essa “garantia” é apresentada através de um coeficiente γ_k, variando de acordo com as características do mercado de força de trabalho de cada um dos vários níveis de qualificação, onde γ_k indica a taxa máxima de “redução de emprego” possível entre um e outro período[101]. A equação que define o limite à redução nos níveis de emprego é dada por:

$$\underline{e}^t \geq (I - diag\{\gamma_k\}) \cdot \underline{e}^{t-1} \qquad \text{............. eq. (23.3)}$$

As equações (22.3) e (23.3) definem que a variação dos níveis de emprego $\underline{e}^t$ é proporcional aos níveis de produção (que, por sua vez, têm limites apresentados pela capacidade produtiva) e não pode sofrer reduções “bruscas”. Mas, ao mesmo tempo, a possibilidade de ampliar indefinidamente o emprego, ou seja, a utilização de força de trabalho encontra outro limite além da produção física de mercadorias, que é a da disponibilidade dada pela PEA (População Economicamente Ativa)[102]. Passa -se a seguir a avaliar como representar a ampliação da PEA segundo o modelo MAT.

---

[101] Uma análise mais precisa poderia levar em conta taxas de “defesa do emprego” diferenciadas por nível de qualificação ou por indústria, refletindo um “poder de barganha” distinto entre os vários grupos de trabalhadores.

[102] A PEA depende, como fator primeiro, das características de *evolução demográfica* da população em geral, variando como função da pirâmide etária existente e das taxas de fecundidade, que por sua vez são função do nível de renda. Em segundo lugar, depende das características do sistema de ensino. Nesta tese dá-se ênfase a este segundo aspecto, e a possibilidade de “integrar” a PEA às questões demográficas abre

De início, define-se a PEA disponível em um período (***t***) por um vetor denominado *disponibilidade de força de trabalho* $\underline{d}^t$. Os elementos de $\underline{d}^t$ definem a disponibilidade de força de trabalho que pode ser empregada, por cada nível de qualificação, durante o período t , como na equação:

$$\underline{e}^t \leq \underline{d}^t \quad \text{............. eq. (24.3)}$$

A evolução de $\underline{d}^t$, por sua vez, depende da disponibilidade de força de trabalho no período anterior, mas com redução causada pelo impacto causado pela taxa de mortalidade (que levaria a um "declínio natural" de $\underline{d}^t$ ao longo do tempo); e com um acréscimo trazido pelo sistema de ensino, que capacita força de trabalho nos três níveis indicados (e que, portanto, viabiliza seu crescimento). Ou seja:

$$\underline{d}^{t+1} = \underline{d}^t - \Delta\underline{d}^t_{\,decréscimo} + \Delta\underline{d}^t_{\,acréscimo} \quad \text{............. eq. (25.3)}$$

O decréscimo depende de índices como os de mortalidade e de aposentadoria, que são sintetizados em um coeficiente δ_k. Este coeficiente varia de acordo com a especificidade dos grupos que compõem cada nível de qualificação no mercado de trabalho. Sob essa perspectiva, o decréscimo entre (t) e (t+1) pode ser representada por:

$$\Delta\underline{d}^t_{\,decréscimo} = diag\,\{\delta_k\} \,.\, \underline{d}^t \quad \text{............. eq. (26.3)}$$

A segunda variação possível, causada pelo aporte de força de trabalho qualificada, exige a definição da variável:

$\underline{q}^{t+1}$ - vetor de produção de mão de obra qualificada, nos vários níveis, gerada no período t, mas passível de utilização a partir do período (t+1), portanto:

$$\Delta\underline{d}^t_{\,acréscimo} = \underline{q}^{t+1} \quad \text{............. eq. (27.3)}$$

A evolução de $\underline{d}^t$ definida em (25.3) passa a incorporar ambas as variações indicadas pelas equações (26.3) e (27.3), resultando na equação:

---

oportunidades para outros trabalhos que se integrem a esta tese e permitam desenvolver a relação entre transformações econômicas, dinâmica demográfica e PEA.

$$\underline{d}^{t+1} = (I - diag\{\delta_k\}) \cdot \underline{d}^t + \underline{q}^{t+1}$$ .... eq. (28.3)

Pode-se agora fazer pergunta análoga à que foi feita para a produção de mercadorias: quanto da força de trabalho é utilizado no sistema de ensino? Quantos e quais empregos esse sistema gera? Para respondê-la, vai-se definir uma equação apoiada em uma matriz de coeficientes de emprego do sistema de ensino N^t análoga à de emprego na produção de mercadorias:

$$\underline{e}^t_q = N^t \cdot \underline{q}^t$$ .... eq. (29.3)

onde:
$\underline{e}^t_q$*: Emprego, por nível de qualificação, necessário à produção de qt*
N^t *: Matriz de coeficientes de emprego, por nível de qualificação, para produzir qt*

Com isso, o emprego total representado anteriormente pela equação (22.3) passa a ser representado pela equação seguinte [103] :

$$\underline{e}^t_T = \underbrace{L_o \cdot \underline{x}^t_O + L_n \cdot \underline{x}^t_N}_{\text{Emprego gerado pela produção de mercadorias}} + \underbrace{N \cdot \underline{q}^t}_{\text{Emprego gerado pela produção de força de trabalho}}$$ .... eq. (30.3)

O emprego total depende, portanto, não apenas da produção de mercadorias mas também da produção de força de trabalho qualificada.

103 A simetria do modelo de produção de força de trabalho com o de produção de mercadorias em geral (que usam velha e nova tecnologia convivendo em um mesmo ambiente econômico) abre espaço para imaginar-se também nova e velha tecnologia produtoras de força de trabalho qualificada, ou seja, nova e velha tecnologias de ensino e seus respectivos coeficientes. Essa sub-divisão levantaria problemas sobre como definir coeficientes técnicos diferenciados nessas duas estruturas de ensino, e seu impacto relativo sob a perspectiva da quantificação seria muito pequeno nos resultados agregados apontados pelo modelo, por isso decidiu-se manter a equação (38.3) a seguir na sua forma mais simples.

3.3 - A PRODUÇÃO DE MERCADORIAS PARA GARANTIR O SISTEMA DE ENSINO E A SOBREVIVÊNCIA DA FORÇA DE TRABALHO

De modo análogo ao apresentado no item 3.1, desenvolve-se aqui o conjunto de equações que definem o **Módulo 3 - Simulação do "modus operandi" de um sistema de produção de força de trabalho qualificada, e de garantia de sobrevivência da força de trabalho empregada.** No módulo 3.1, o foco era a produção de mercadorias. Neste módulo 3.3, o foco principal é a produção de força de trabalho qualificada, ou seja, $\underline{q}^t$, por meio da qual pode-se ampliar a PEA.

A qualificação da força de trabalho é viabilizada por um sistema de ensino, que tem capacidade instalada, no período t, para os três níveis de qualificação dos trabalhadores utilizados pelo sistema produtivo. Essa capacidade de ensino instalada é definida por um vetor $\underline{m}^t$ e reflete uma dada "história" de implantação do sistema de ensino e uma política de educação e de desenvolvimento científico e tecnológico em vigor no meio social aonde opera este sistema econômico. Esta limitação é expressa na inequação seguinte(104):

$$\underline{q}^{t+1} \leq \underline{m}^t \qquad \text{............ eq. (31.3)}$$

Ao mesmo tempo, uma vez implantado um sistema de ensino, sua utilização em um contexto de um modelo econômico mais amplo pode levar a que ocorra maior ou menor capacidade ociosa, mas pode-se estabelecer desde já que haja uma inércia nas reduções na produção de $\underline{q}^{t+1}$, ou seja, mesmo não sendo exigido pelo sistema produtivo, um novo contingente de força de trabalho é formado a cada ano, refletindo decisões de formação tomadas alguns anos antes. De fato, recessões econômicas, mesmo violentas, demoram a refletir-se na desarticulação do sistema de formação de mão de obra. Fazem sentir-se com muito mais rapidez nos níveis de emprego do que nos de ensino. Portanto, considera-se que a qualificação de mão de obra de um período subseqüente mantém uma produção mínima proporcional à mão de obra qualificada no período anterior - diferenciada de acordo com cada nível de qualificação da força de trabalho. Designando-se por α_k o máximo de redução permitida, tem-se:

$$\underline{q}^t \geq (I - diag \{\alpha_k\}). \underline{q}^{t-1}$$ .... eq. (32.3)

A evolução de $\underline{q}^{t+1}$ está com suas condições de contorno definidas pelas equações (31.3) e (32.3). Cabe agora recordar que, ao desenvolver-se o item 3.1, definiu-se uma equação de mercadorias que permite manter e ampliar o sistema produtivo. Pode-se agora responder a seguinte questão: quanto das mercadorias produzidas deve ser utilizado para manter e ampliar o sistema de ensino?

Considera-se que, de modo análogo ao módulo de produção de mercadorias, a produção de força de trabalho qualificada consome mercadorias durante o período ***t.*** Este consumo de mercadorias, é calculado a partir de:

$$\underline{x}^t_q = F^t . \underline{q}^{t+1}$$ .... eq. (33.3)

onde:

$\underline{x}^t_q$: *vetor de consumo de mercadorias pelo sistema de ensino, em cada período*

F^t : *Matriz de coeficientes de consumo de mercadorias por unidade, em cada nível, de força de trabalho qualificada*

$\underline{q}^t$: *vetor de quantidades de força de trabalho qualificada por nível*

A matriz F^t pode ser designada como a matriz de *coeficientes de manutenção do Sistema de Capacitação de Força de Trabalho*. Ao mesmo tempo, também de modo análogo ao observado no módulo 1, os acréscimos à capacidade $\underline{m}^t$ são definidos pelo vetor $\underline{h}^{t+1}$, na forma:

$$\underline{m}^{t+1} = \underline{m}^t + \underline{h}^{t+1}$$ .... eq. (34.3)

onde:

$\underline{m}^t$: *Capacidade de qualificação no período t pelo sistema de ensino.*

$\underline{h}^{t+1}$: *Acréscimo na capacidade de produção de força de trabalho qualificada, produzida em (t), mas passível de ser utilizada apenas a partir de (t+1)*

---

[104] Cabe recordar (como indicado na equação 35.3) que o índice (t+1) indica que o novo aporte de força de trabalho qualificada será incorporado à PEA no período (t+1), embora seja produzido em (t) e, portanto, sujeito às rewstrições existentes neste período.

A infra-estrutura adicional necessária para viabilizar $\underline{h}^t$ exige a produção de uma quantidade de mercadorias que é calculada a partir de uma matriz de *coeficientes de investimentos em ampliação da capacidade de ensino* ***H,*** e resulta em consumo de mercadorias como indicado a seguir:

$$\underline{x}^t_h = H^{t+1} \cdot \underline{h}^{t+1} \qquad \text{.................. eq. (35.3)}$$

onde:

$\underline{x}^t_h$: *vetor de mercadorias consumidas em t para construir o acréscimo na capacidade de produzir força de trabalho qualificada na quantidade* $\underline{h}^{t+1}$

H: *Matriz de coeficientes de utilização de mercadorias por unidade de acréscimo de capacidade de produzir força de trabalho qualificada* (105)

$\underline{h}^{t+1}$: *Acréscimo da capacidade de produzir força de trabalho qualificada*

As equações (33.3) e (35.3) permitem explicitar dois componentes da demanda final $\underline{y}^t$, ou seja, a quantidade de mercadorias que é exigida pela reprodução e ampliação física do sistema de ensino. Pode-se, portanto, re-escrever a equação (13.3), apresentada no módulo de produção de mercadorias, na nova forma:

$$(A_0 - I).\ \underline{x}_0^{\,t} + (A_n^{\,t} - I) \cdot \underline{x}_n^{\,t} + B^{t+1}.\ \underline{o}^{t+1} + F^t.\ \underline{q}^{t+1} + H^{t+1}.\ \underline{h}^{t+1} + \underline{y}^t = 0 \qquad \text{.....eq. (36.3)}$$

Esta equação (36.3) é a equação síntese do módulo de produção de mercadorias necessárias aos novos investimentos e à produção de força de trabalho. Para completar a apresentação deste módulo, observe-se que a simulação matemática feita com vários testes prévios de modelos de programação linear aplicados ao MAT indicou características de evolução dos componentes do vetor $\underline{y}^t$ que o afastam das condições de operação de um sistema econômico real. De fato, de acordo com a "função objetivo" escolhida, por exemplo, maximizar a modernidade do sistema produtivo, ou maximizar o capital monetário disponível ao final do período de planejamento, ocorreram situações em que por vários períodos consecutivos os componentes de $\underline{y}^t$ livres para consumo final eram todos nulos. Ora, isso equivale a uma situação em que os trabalhadores empregados pelo sistema econômico nada teriam para consumir. Para evitar esse evidente irrealismo, introduz-se o conceito de uma cesta de consumo mínima, definida por uma matriz de coeficientes de consumo de mercadorias do tipo $\boldsymbol{i}$ por unidade de trabalhador de qualificação $\boldsymbol{k}$, apresentada a seguir:

$$\Omega : \Omega = \{\ \omega_{i,k}\ ,\ \textit{tais que}\ \omega_{i,k} = y_{Cmin\ i,k} / e_{Tk}\ \} \qquad \text{................eq.(37.3)}$$

onde:
Ω: *Matriz de coeficientes de Consumo Mínimo necessário por trabalhador.*
$y_{Cmin\ i,k}$: *quantidade mínima de mercadorias do tipo (i) necessárias para consumo pelos trabalhadores de qualificação (k).*
e_{Tk} : *Número total de trabalhadores de tipo (k) empregados.*

Esta matriz permite definir um vetor $\underline{y}_{Cmin}$ cujos componentes quantificam o consumo mínimo necessário para manter os trabalhadores que estão empregados em cada uma das estruturas produtivas - seja de mercadorias, seja de força de trabalho qualificada - por meio das equações seguintes:

$$\underline{y}^t_{C\,min\,O} = \Omega\,.\,L^t_O\,.\,\underline{x}^t_O \qquad \text{........................ eq.(38.3)}$$

$$\underline{y}^t_{C\,min\,N} = \Omega\,.\,L^t_N\,.\,\underline{x}^t_N \qquad \text{........................ eq.(39.3)}$$

$$\underline{y}^t_{C\,min\,Ens} = \Omega\,.\,N\,.\,\underline{q}^{t+1} \qquad \text{........................ eq.(40.3)}$$

O consumo mínimo total que deve ser garantido é:

$$\underline{y}^t_{C\,min} = \Omega\,.\,L^t_0\,.\,\underline{x}^t_0 + \Omega\,.\,L^t_N\,.\,\underline{x}^t_N + \Omega\,.\,N\,.\,\underline{q}^{t+1} \qquad \text{.......... eq.(41.3)}$$

Portanto, na equação (41.3) definiu-se o mínimo valor para $\underline{y}^t$ em cada um dos períodos, o que é expresso pela equação seguinte:

$$\underline{y}^t \geq \underline{y}^t_{C\,min} \qquad \text{.............................. eq.(42.3)}$$

Esta inequação (42.3) permite definir um “surplus” (designado por $\underline{sy}_{C\,min}$), ou seja, um excedente sobre o consumo mínimo, que compõe o Consumo Final $\underline{y}^t$ e que pode ser associado ao “nível de bem estar da sociedade”, ao usufruto imediato dos bens produzidos. A nova equação que o define é:

---

105 Cabe observar que neste modelo não se vai mudar a tecnologia do sistema de ensino ao longo do tempo. Assim, a matriz H, de modo distinto do que ocorre com sua análoga matriz B, não introduz "novas técnicas de ensino".

$$\underline{sy}^{t}_{C\,min} = \underline{y}^{t} - \underline{y}^{t}_{C\,min}$$ .... eq.(43.3)

As equações (41.3), (42.3) e (43.3) passam também a compor o modelo MAT, agregando restrições adicionais ao conjunto de equações até aqui definidos.

3.4 – VARIÁVEIS MACRO-ECONÔMICAS E RESTRIÇÕES MONETÁRIAS NO MODELO MAT

O modelo MAT opera representando a **inovação** pela *ampliação da capacidade produtiva com novas tecnologias* e pela qualificação e reorganização da utilização da *força de trabalho*. A inovação é portanto induzida por investimentos em "bens de capital" e em "recursos humanos". Daí decorrem transformações que operam sob condições de contorno precisas: a capacidade produtiva de cada um dos setores e a disponibilidade de força de trabalho. No entanto, é necessário aqui lembrar que, além da base técnica, os sistemas econômicos evoluem sob relações monetárias que também impõem restrições às possibilidades de mudança. São essas relações que se vai tentar representar, ainda que de forma bastante agregada. Propõe-se então, responder neste item, como evoluem salários e lucros? Como evolui o PIB? Quanto custa inovar e que restrições monetárias se podem colocar à capacidade de investimento?

As equações a seguir apresentadas refletem a experiência conseguida com a simulação da produção e a utilização da Renda Nacional, do Produto Interno Bruto e da Demanda Final em versões prévias do MAT. Com o objetivo de maior clareza de exposição, são organizadas no **Módulo 4- Representação do "modus operandi" de um sistema econômico, durante o período t, com previsão de evolução para (t+1), sob o enfoque da capacidade monetária de realizar a "reprodução ampliada" do sistema.**

A construção deste módulo exige a utilização de preços. A forma de representar o processo de constituição de preços dos sistemas econômicos reais varia de acordo com a escola econômica que se esteja utilizando [106]. Sob a perspectiva desta tese, definiu-se o opção pela sugestão de C. Lager (1989), que é apresentada a seguir[107]:

$$\underline{\boldsymbol{p}} = \underline{\boldsymbol{p}} \cdot \boldsymbol{A} + \underline{\boldsymbol{s}} \cdot \boldsymbol{L} + \left(\underline{\boldsymbol{p}} \cdot \boldsymbol{A} + \underline{\boldsymbol{s}} \cdot \boldsymbol{L}\right) \cdot \boldsymbol{diag}\left\{\mu_j\right\} \qquad \text{.......eq.(44.3)}$$

De onde se deduz:

$$\underline{\boldsymbol{p}} = \underline{\boldsymbol{s}} \cdot \boldsymbol{L} \cdot \left(\boldsymbol{I} + \boldsymbol{diag}\left\{\mu_j\right\}\right) \cdot \left[\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A} \cdot \left(\boldsymbol{I} + \boldsymbol{diag}\left\{\mu_j\right\}\right)\right]^{-1} \qquad \text{........eq.(45.3)}$$

Nesta formulação, os preços apresentam dois tipos de dependência funcional:

- A primeira, de características eminentemente técnicas, diz respeito às matrizes $\boldsymbol{L}$ (de estrutura de emprego) e $\boldsymbol{A}$ (de coeficientes técnicos de produção).

- A segunda diz respeito aos salários e ao "mark-up" [108], definidos por fatores exógenos ao nosso modelo e que refletem, respectivamente, a luta pela distribuição de renda e pelo controle da forma de operar de determinados mercados.

O vetor $\underline{\boldsymbol{p}}$ está, portanto, determinado por “características técnicas” que definem "condições de contorno" materiais e por “características de mercado” que refletem uma dada correlação de forças nas disputas entre “capital e trabalho” e “entre capitais”. A equação (45.3) define um conjunto de preços necessários para a representação monetária do nosso modelo de forma consistente com as outras características do sistema econômico que se encontra sob análise. Mostrou-se, nos itens anteriores, como tratar a evolução da produção de mercadorias, e do emprego da população economicamente ativa. Deduzem-se, a seguir as equações que representam a evolução do Valor Bruto da Produção, organizando-as de modo a quantificar variáveis macro-econômicas úteis a esta tese.

---

106 Por exemplo, pode-se contrapor as lógicas da escola clássica - apoiada no tempo de trabalho socialmente necessário à perspectiva neoclássica - onde utilidades marginais dos fatores de produção são a peça chave. Ver o capítulo 2 onde se apresenta um conjunto de autores que lançam mão da metodologia quantitativa de insumo-produto para cálculo de preços.

107 A dedução detalhada desta formulação de Lager foi apresentada no item 2.2.4.

108 No caso desta tese utilizaram-se salários distintos proporcionais ao nível de qualificação e também "mark-up" distinto para os setores agrícola, de insumos e energia, e manufaturados. Ver base de cálculos numéricos no Anexo 4.1.

3.4.1 - O VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO E A RENDA NACIONAL

No nosso modelo, o conjunto de mercadorias é definido por $\underline{x}^t$. Assim, pode-se definir o valor bruto gerado pela produção de mercadorias, tanto com nova como com velha tecnologia, na equação (46.3):

$$V.B.P.^t = \underline{p}.\,\underline{x}^t = \underline{p}.\,\underline{x}_N{}^t + \underline{p}.\,\underline{x}_O{}^t \qquad \text{........... eq.(46.3)}$$

Este valor bruto da produção pode ser desagregado sob a perspectiva dos custos de produção, na forma:

$$\underline{p}.\underline{x}^t = \underbrace{\underline{p}.A_N.\,\underline{x}_N{}^t}_{(a)} + \underbrace{\underline{p}.\,A_O\,.\,\underline{x}_O{}^t}_{(b)} + \underbrace{\underline{s}.L_N.\,\underline{x}_N{}^t}_{(c)} + \underbrace{\underline{s}.\,L_O.\,\underline{x}_O{}^t}_{(d)} + \underbrace{\underline{s}.N.\underline{q}^{t+1}}_{(e)} + \underbrace{LB^t}_{(f)} \qquad \text{......eq.(47.3)}$$

Os seis termos do segundo membro, agregados de modo consistente, representam as grandezas econômicas apresentadas no Diagrama 1.3:

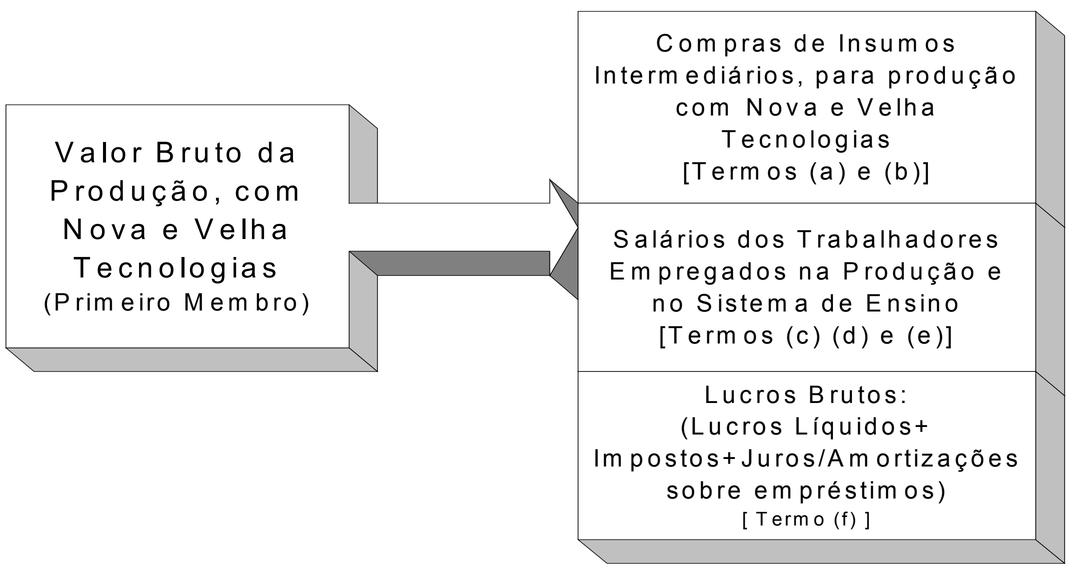


Diagrama 1.3: Valor Bruto da Produção e sua desagregação

O Diagrama 1.3 representa de modo esquemático a equação (47.3), e cada um dos seus blocos designa, respectivamente:

- no bloco à esquerda, o valor bruto da produção total de mercadorias, efetivada com nova e velha tecnologias (de acordo com o definido na eq. (46.3));

- nos blocos à direita, o primeiro define o valor dos pagamentos feitos pelas indústrias para aquisição de insumos intermediários necessários à produção (termos (a) e (b); o segundo representa os salários pagos aos trabalhadores empregados na produção de mercadorias ou no sistema de ensino (termos (c), (d) e (f)); e o terceiro define a massa de lucros brutos(termo (f)), massa esta que, grosso modo, representa o total de lucros líquidos(109), impostos(110), e os juros(111) porventura cobrados pelo mencionado sistema bancário.

Utilizando-se a terminologia usual de Contabilidade Social (que se vai desenvolver melhor no capítulo 4) pode-se afirmar que os blocos de salários e lucros, ao serem agregados, representam a Renda Nacional (RN), ou seja, este conceito contábil é neste modelo simplificado representado por:

$$RN^t = \underline{s}.L_N.\,\underline{x}_N{}^t + \underline{s}.\,L_O.\,\underline{x}_O{}^t + \underline{s}.N.\underline{q}^{t+1} + LB^t \qquad \text{................eq.(48.3)}$$

3.4.2 - A UTILIZAÇÃO DO VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO E A DEMANDA FINAL

A equação seguinte apresenta a já discutida equação (36.3) transformada em valores monetários por uma pré-multiplicação pelo vetor $\underline{p}$. Ela define os valores da produção de mercadorias, dos investimentos em capacidade produtiva, e em produção de força de trabalho qualificada e a disponibilidade para "consumo final":

$$\underline{p}.\,\underline{x}^t = \underline{p}.\,A_N.\,\underset{\substack{\Downarrow \\ \text{(1º Termo)}}}{\underline{x}_N{}^t} + \underline{p}.\,A_O.\,\underset{\substack{\Downarrow \\ \text{(2º Termo)}}}{\underline{x}_O{}^t} + \underline{p}.\underset{\substack{\Downarrow \\ \text{(3º Termo)}}}{B^{t+1}}.\underline{o}^t + \underline{p}.\underset{\substack{\Downarrow \\ \text{(4º Termo)}}}{H^{t+1}}.\underline{h}^{t+1} + \underline{p}.F^t.\underset{\substack{\Downarrow \\ \text{(5º Termo)}}}{\underline{q}^{t+1}} + \underline{p}.\,\underset{\substack{\Downarrow \\ \text{(6º Termo)}}}{\underline{y}^t} \qquad \text{....eq.(49.3)}$$

---

109 Lucros líquidos que serão utilizados para viabilizar o consumo de bens finais, para investimento, ou para compor o capital dinheiro coordenado pelo sistema bancário.

110 Impostos que serão utilizados para manter serviços característicos dos gastos do Estado, como a educação pública, saúde, segurança, e mesmo investimentos estatais em infra-estrutura.

111 Juros definidos como a parcela devida aos serviços bancários no sentido clássico, isto é, pagamento do trabalho de agregar os excedentes resultantes da massa de salários não consumida e de lucros líquidos individuais, viabilizando com isso sua transformação em capital investimento e guardando-os também na forma de capital dinheiro.

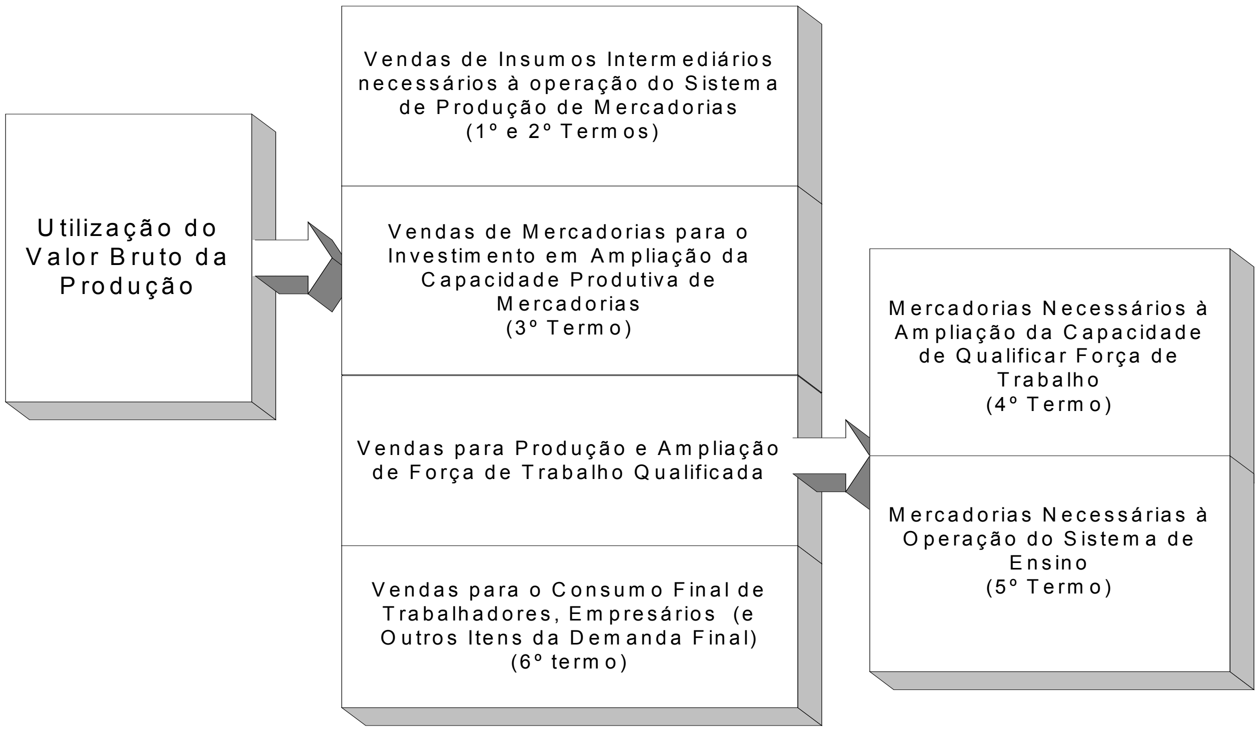


Diagrama 2.3 : Desagregação do Valor Bruto da Produção em suas várias formas de utilização

Comenta-se a seguir o Diagrama 2.3, que organiza de forma gráfica os termos da equação (49.3):

1º e 2º Termos: A distribuição para Insumos Intermediários refere-se às vendas feitas por cada setor produtivo para todas as indústrias (para si mesmo e para todas as demais) de insumos necessários á produção com nova e velha tecnologias.

3º Termo: Venda das mercadorias utilizadas como investimento em Capacidade Produtiva.

4º e 5º Termos: Vendas de mercadorias necessárias para garantir e ampliar o Sistema de Ensino

6º Termo: Valor das Mercadorias utilizados para Consumo Final.

O 6º Termo, que representa o Consumo Final, tem um limitante inferior, que deve preservar também, desta vez em termos monetários, que se refere à parcela do valor do consumo final que deve ser destinado à "compra da cesta de mercadorias de consumo mínimo", ou seja, à parcela do valor da demanda final não pode ser utilizada para investimento ou para outro tipo de consumo. Matematicamente, ter-se-ia:

$$C^t = \underline{p} \cdot \underline{y}^t \qquad \text{..................................eq. (50.3)}$$

$$C^t_{min} = \underline{p} \cdot \underline{y}^t_{cmin} \qquad \text{..................................eq. (51.3)}$$

onde:
C^t*: Consumo Final, no período t, em valores monetários.*
C^t_{min} *: Consumo Mínimo, no período t, em valores monetários.*

Definidos o Consumo Final e o Mínimo em valores monetários, pode-se recuperar a desigualdade expressa na equação (42.3), agora na sua forma monetária:

$$\underline{p} \cdot \underline{y}^t \geq \underline{p} \cdot \underline{y}^t_{cmin} \qquad \text{..................................eq. (52.3)}$$

Apresenta-se a seguir o conceito contábil de Demanda Final, que seria a agregação de todas as vendas feitas para Investimento e Consumo Final, que são, respectivamente os termos 3, 4 e 5, e o termo 6, da equação (49.3). Matematicamente tem-se:

$$DF^t = I^t + C^t \qquad \text{...........eq. (53.3)}$$

$$\therefore$$

$$DF^t = \underline{p}.\ B^{t+1}.\underline{o}^t + \underline{p}.H^{t+1}.\ \underline{h}^{t+1} + \underline{p}.\ F^t.\ \underline{q}^{t+1} + \underline{p}.\ \underline{y}^t \qquad \text{...........eq. (54.3)}$$

3.4.3- A EVOLUÇÃO DOS FLUXOS MONETÁRIOS AO LONGO DO TEMPO

Partindo das equações (47.3) e (49.3) deduz-se:

$$\underline{s}.L_N.\ \underline{x}_N{}^t + \underline{s}.L_O.\underline{x}_O{}^t + \underline{s}.N.\underline{q}^{t+1} + LB^t - \underline{p}.\ B^{t+1}.\underline{o}^t - \underline{p}.H^{t+1}.\ \underline{h}^{t+1} - \underline{p}.\ F^t.\ \underline{q}^{t+1} - \underline{p}.\ \underline{y}^t = 0$$

...........eq. (55.3)

Esta equação (55.3) é uma equação síntese do equilíbrio monetário: ela representa a evolução monetária ao longo do tempo, respeitando simultaneamente os valores produzidos e utilizados em cada período.

Até este ponto, nossa preocupação foi a de apresentar em valores monetários equações já conhecidas, sem que a questão da disponibilidade de recursos financeiros surgisse como elemento restritivo à evolução do sistema econômico. Para introduzir esta restrição, após experiências com versões anteriores do modelo MAT[112], optou-se por recorrer a uma versão simples da abordagem de Keynes [113], tomando dele os conceitos de Demanda Efetiva e de "propensão a consumir". Assim, utilizando-se a representação matemática do conceito original de Demanda Efetiva[114], tem-se:

$$\boldsymbol{D^t = C^t + I^t} \qquad \text{................eq. (56.3)}$$

onde:
$\boldsymbol{D^t}$*: Demanda Efetiva no período t (equivalente à Demanda Final do MAT)*
$\boldsymbol{C^T}$*:Expectativa de Consumo no período t*
$\boldsymbol{I^t}$*: Expectativa de Investimento no período t*

Na equação (56.3) chama-se a atenção para o fato da variável $\boldsymbol{C^t}$ não poder ser nula, isto é, ser necessário que haja um Consumo Mínimo que garanta a sobrevivência da população:

$$\boldsymbol{C^t \geq C^t_{min}} \qquad \text{.................eq. (57.3)}$$

---

112 Testou-se a introdução de uma variável de *"estoques",* que permitia *mercadorias não vendidas*; uma variável de "*investimentos*" que seria limitada pela soma da *parcela de salários não consumida e lucros*; e dependente do acumulado no período anterior. Embora esses testes apontem para possíveis desenvolvimentos futuros do modelo, optou-se pela representação matemática dos conceitos keynesianos de "demanda efetiva" e de propensão a consumir pela simplicidade e clareza.

113 A obra de Keynes utilizada é a clássica Keynes, J. M., A Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda, São Paulo, Ed. Atlas, 1982 (trad. brasileira), publicada originalmente em 1936. O recurso a Keynes é particularmente útil, seja pela adequação aos conceitos utilizados nesta tese (como se poderá notar a seguir), seja porque seu trabalho chama a atenção – em oposição ao pensamento econômico convencional da época – para a necessidade de explicar o comportamento da evolução dos sistemas econômicos por meio de novas teorias (as da Macroeconomia). Essa teoria geral permitia a explicação da evolução do emprego, dos investimentos, dos juros por meio de formulações que não eram dedutíveis da extensão de leis úteis para explicar o comportamento de agentes econômicos individuais (a Microeconomia). Ou seja, na perspectiva keynesiana é insuficiente extrapolar leis ligadas à microeconomia para compreender fenômenos macroeconômicos

114 Keynes apresenta o conceito de Demanda Efetiva como: "a soma (D) de duas quantidades, a saber: D_1, o montante que se espera seja gasto pela comunidade em consumo, e D_2, o montante que se espera seja aplicado em novos investimentos. (D) é o que chamamos de Demanda Efetiva. A quantidade de mão de obra N que os empresários resolvem contratar depende dessa soma (D)".Cf. Keynes, J.M.,op.cit., pp.40 e 41. Este conceito de Demanda Efetiva é contabilmente idêntico ao de Demanda Final como definida na equação (53.3).

Introduzindo-se agora o conceito de “propensão a consumir” [115], pode-se escrever:

$$C^t = C^t_{min} + c \,.\, (D^t - C^t_{min}) \qquad \text{..................eq. (58.3)}$$

onde:
$C_{min}{}^t$: *Consumo Mínimo no período t*
$(D^t - C^t_{min})$: *Demanda Efetiva disponível*
c: *Propensão a Consumir, com* $0 \leq c \leq 1$.

A partir da equação (58.3), observa-se que a parcela da demanda efetiva que é consumida em um dado período (t) depende, portanto, de um dado valor da “propensão a consumir”, e do Consumo Mínimo necessário para manter a população.

Sobre o valor da “propensão a consumir”, aliás, Keynes mostra que ela tem características distintas para cada sociedade, e que é passível de avaliação quantitativa precisa (cálculos sobre o dimensionamento de (c), comparando a economia inglesa e a economia americana são apresentados pelo próprio Keynes na obra mencionada à nota 113). Tomando a mesma equação (58.3), nota-se que, quando a “propensão a consumir” tem valores próximos da unidade, toda a Demanda Efetiva é realizada na forma de Consumo; quando a “propensão a consumir” se aproxima de zero, o Consumo limita-se ao mínimo necessário.

A parcela remanescente – não consumida - da Demanda Final é o que pode vir a ser utilizado para Investimento, e define-se este valor remanescente como um limite máximo possível. Esse conceito de “limite máximo” atende um duplo interesse: por um lado, permite flexibilizar o processo de decisão do modelo MAT, na medida em que o investimento é limitado em seu valor máximo pela propensão a consumir, mas o volume investido pode ser menor, de acordo com a “função objetivo” que venha a ser considerada. Por outro lado, sob a perspectiva keynesiana estrita, nem toda parcela da Demanda Final não consumida é investida[116]. De

---

115 Este conceito de “propensão a consumir” permite definir o Consumo como proporcional à Demanda Efetiva, com coeficiente de proporcionalidade (c). Ele foi formulado por Keynes em “A Propensão a Consumir”, in Keynes, J. M., op.cit., pp 93-112. Sobre a utilização desse conceito de forma integrada a um sistema de Contas Nacionais, com a explicitação da variável de Consumo Mínimo, ver Paulani, Leda M. e Braga, Márcio B. A Nova Contabilidade Social, São Paulo, Ed. Saraiva, 2000.

116 Keynes discute nos capítulos 6 e 7 da obra mencionada as relações entre Renda, Poupança e Investimento, explicando por que “para a comunidade considerada em seu conjunto, Poupança e Investimento não passam de dois aspectos diferentes da mesma coisa”. Cf. Keynes, op.cit., p. 81. Ou seja, são contabilmente iguais. Mas ele alerta que o volume de poupança não é determinante do volume de

fato, existe uma “preferência pela liquidez” que leva a que se conservem recursos líquidos, não consumidos nem investidos na produção, por vários motivos que podem ser grosso modo, a *precaução*, ou *necessidades definidas por ciclos de negócios*, ou ainda por *especulação*(117). Pelos dois motivos apresentados, redefine-se a equação (56.3) e, tomando-se a definição da eq. (58.3), tem-se:

$$I^t \leq D^t - C^t \qquad \text{..........eq. (59.3)}$$

$$\therefore$$

$$I^t \leq (1-c) \,.\, (D^t - C^t_{min}) \qquad \text{..........eq. (60.3)}$$

Sob a perspectiva do modelo de representação da economia que se vai adotar nesta tese, a equação (60.3) permitem definir uma restrição à capacidade que uma sociedade tem de investir ao longo do tempo, que depende da sua propensão a consumir.

Pode-se agora redefinir a equação (60.3), com o auxílio de um coeficiente ε, designado por “propensão a investir”, que passa a ser o “complementar” de ***c***, definido pela equação:

$$\varepsilon = (1-c) \qquad \text{......................eq. (61.3)}$$ (118)

Esta restrição à capacidade de investir pode ser agora calculada em valores monetários, compatibilizando-a com as variáveis que já vêm sendo utilizadas no modelo MAT. O

investimento. Nos capítulos finais da obra ele menciona as possibilidades de que esses montantes sejam distintos em situações específicas de operação da economia.

117 Os motivos apresentados no parágrafo acima são objeto de explicações detalhadas no “Capítulo 15 – Os Incentivos Psicológicos e Comerciais para a Liquidez” in Keynes, J. M., A Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda, São Paulo, Ed. Atlas, 1982 (trad. brasileira). Sobre a importância do interesse em manter “moeda líquida” disponível, Keynes chegou a afirmar que: “o fato de ser o mundo tão pobre como é em bens de capital apesar da ininterrupta poupança individual durante vários milênios, não deve ser explicado, na minha opinião, pela tendência da humanidade para a imprevidência, nem mesmo pelas destruições da guerra, mas antes pelos prêmios de liquidez que outrora tinha a terra e agora tem a moeda” cf. op.cit. p. 233.

118 Na perspectiva desta abordagem, falar em propensão a investir utiliza raciocínio análogo – mas complementar – ao da propensão a consumir. Ao mesmo tempo, tem-se aqui uma facilidade formal, ao introduzir a variável ε pois o modelo MAT já utilizava a variável ***c*** para representar a capacidade produtiva.

Investimento total pode ser definido por meio dos termos já utilizados para construir a equação (49.3) pela equação:

$$I^t = \underline{p}.\ B^{t+1}.\ \underline{o}^t + \underline{p}.\ H^{t+1}.\ \underline{h}^{t+1} + \underline{p}.\ F^t.\ \underline{q}^{t+1} \qquad \text{........................eq. (62.3)}$$

e, como restrição aos recursos monetários disponíveis para investimento, tem-se:

$$I^t \leq \varepsilon.\ (D^t - C^t_{min}) \qquad \text{........................eq. (63.3)}$$

Para completar a adequação ao modelo MAT, o conjunto de equações na forma canônica que se utiliza no modelo, utiliza a variável ***PIB*** ao invés de D^t por comodidade de cálculo, pois contabilmente PIB = Demanda Final = Demanda Efetiva (essa igualdade será mais detalhada a seguir, no capítulo 4). Assim escreve-se a equação de investimento na forma seguinte:

$$I^t \leq \varepsilon.\ (PIB^t - C^t_{min}) \qquad \text{........................eq. (64.3)}$$

Em síntese, as três equações que serão utilizadas para caracterizar a evolução e a disponibilidade de recursos na forma monetária no modelo MAT são:

$$\underline{s}.L_N.\ \underline{x}_N{}^t + \underline{s}.L_O.\underline{x}_O{}^t + \underline{s}.N.\underline{q}^{t+1} + LB^t - \underline{p}.\ B^{t+1}.\underline{o}^t - \underline{p}.H^{t+1}.\ \underline{h}^{t+1} - \underline{p}.\ F^t.\ \underline{q}^{t+1} - \underline{p}.\ \underline{y}^t = 0$$

$$\text{............eq. (55.3)}$$

$$I^t = \underline{p}.\ B^{t+1}.\ \underline{o}^t + \underline{p}.\ H^{t+1}.\ \underline{h}^{t+1} + \underline{p}.\ F^t.\ \underline{q}^{t+1} \qquad \text{............eq. (62.3)}$$

$$I^t \leq \varepsilon.\ (PIB^t - C^t_{min}) \qquad \text{............eq. (64.3).}$$

Ao encerrar a apresentação das equações que constituem o modelo MAT, cabe mencionar que o conjunto das equações essenciais de cada um dos 4 módulos, deduzidas ao longo deste capítulo 3, e que são utilizadas no modelo de otimização – conjunto este designado como "forma canônica do modelo MAT"- é apresentado no Anexo 3.1 deste capítulo.[119]

---

119 Além deste mencionado **Anexo 3.1: Modelo MAT- Estrutura Geral: Forma Canônica**, foram elaborados, com objetivo didático, dois outros anexos, a saber: **Anexo 3.2: Caracterização das Variáveis - Modelo MAT,** com uma lista completa dos nomes e do significado de cada uma das variáveis utilizadas no modelo para facilitar o acompanhamento das equações do modelo e dos exemplos de aplicação que serão construídos no capítulo 4,; e o **Anexo 3.3: Fontes de Dados - Modelo MAT,** para dirimir eventuais dúvidas sobre como cada "matriz" ou "vetor" pode ser construído, a partir de dados de uma economia real, e sobre as características dimensionais de cada um deles.

CAPÍTULO 4 - A APLICAÇÃO DO MODELO MAT

Para testar o Modelo MAT vai-se representar o funcionamento de um Sistema Econômico cuja operação seja dada pelo conjunto de equações apresentadas no capítulo 3. A modelagem utiliza uma representação intersetorial e de relações macroeconômicas baseadas, respectivamente, em Leontief e Keynes, dois grandes nomes que nos ajudaram a pensar as equações que representam a operação deste sistema[(120)]. Com o objetivo de maior clareza de exposição, ele será designado como sendo uma "Economia Nacional" ao longo dos exemplos seguintes, sem a presunção de ser capaz de cobrir todas os pontos que permitem a descrição completa de uma economia real.

Tal como afirmado no início desta tese, trata-se de uma tentativa de criar uma interface entre a experiência que o Departamento de Engenharia de Sistemas da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação já tem nos temas de modelagem e otimização de sistemas em várias áreas (telecomunicações, gestão de recursos hídricos para geração de energia, produção industrial) e a experiência que o autor teve com sistemas econômicos, tanto no uso da metodologia de insumo-produto como na área de ciência e tecnologia. Nesta tentativa, a ênfase é acompanhar os efeitos da inovação tecnológica na renda, no emprego e na produção. O modelo está estruturado, como foi visto no capitulo 3, em torno da representação da produção de mercadorias, da capacitação de recursos humanos que constituem a população economicamente ativa e dos investimentos que ampliem a capacidade produtiva e a capacidade de qualificação de recursos humanos. A estrutura em “módulos” com que foi concebido traz implícita a idéia de serem possíveis abordagens que incluam outras variáveis, na medida em que se for adquirindo mais sensibilidade sobre seu

---

[120] Cabe mencionar um terceiro autor, que nos trabalhos iniciais desenvolvidos sobre insumo-produto (o que nos leva de volta a 1984..) foi um guia seguro: Luigi Pasinetti. Iniciados à matriz I/O pelo seu livro <u>Lectures on the Theory of Production</u> (1977), já o utilizamos como referência para a construção do sistema econômico apresentado na tabela 2.1. Ao começar a trabalhar sobre problemas de “mudanças estruturais” e seu impacto no crescimento econômico, recorremos ao seu outro livro <u>Structural Change and Economic Growth: a Theoretical Essay on the Dynamics of the Wealth of Nations</u> (1981). Embora não tenha sido diretamente utilizado no desenvolvimento das equações do MAT cabe aqui a referência pela sua importância como estudioso dos problemas do crescimento econômico sob a perspectiva da teoria da produção e das transformações estruturais.

comportamento. Esta é, portanto, uma versão primeira de um modelo que se julga capaz de enriquecer o tratamento e a compreensão de uma das questões centrais na sociedade humana que é hoje a Inovação.

A inovação é fator seminal no desenvolvimento das economias nacionais e na indução de transformações sociais. Neste texto, inovar é introduzir novas técnicas de processamento para a produção de mercadorias, ou mesmo novas mercadorias que substituam outras e cujo processo de produção cause mudanças no "mix" tecnológico dos setores produtivos [(121)].

As inovações decorrem de atividades científicas, tecnológicas (aí se incluindo os aperfeiçoamentos decorrentes do conhecimento tácito que se adquire ao produzir) ou organizacionais e só se classificam como tal quando têm impacto econômico. Elas exigem novos investimentos e força de trabalho de distintas qualificações – e sua difusão pode ser medida pela evolução dessas duas variáveis no modelo MAT. A firma inovadora é aquela que introduziu produtos ou processos tecnologicamente novos ou significativamente melhorados num período de referência. Nesta tese, as indústrias são “agregados” de firmas ou empresas que se classificam como pertencentes a um determinado setor industrial. Assim, o comportamento indicado para cada uma das “indústrias” que representam os setores produtivos no nosso modelo (a saber, manufaturados, energia, agricultura) reflete o comportamento agregado das firmas que a compõem.

---

[121] Inovação é tratada em um amplo conjunto de textos, de autoria de profissionais de distintas áreas. O modelo MAT apoiou-se particularmente nas visões expressas por Miernick, W.H. em “The frontiers of Input-Output Analysis” in Miernick, W.H. Input-Output Analysis, Ed. Random House, New York, 1965, pp 104-127; no já mencionado livro de Leontief, W. e Duchin, F, The Future Impact of Automation on Workers New York, NY, Oxford University Press, 1985. A visão evolucionista do processo de difusão de tecnologia, que leva em conta a interação entre empresas e seu meio, desdobrando os estudos de Joseph Schumpeter da primeira metade do século XX, está, a nosso ver, muito bem apresentada na coletânea de artigos organizado por Giovanni Dosi, Christopher Freeman, Richard Nelson e outros, publicada em Dosi, G. et alii, Technical Change and Economic Theory Pinter Publishers, London, 1988. Deste conjunto de artigos, destacamos Metcalfe, J.S. “The diffusion of Innovation: an Interpretative Survey”, in Dosi, G. et alii, op.cit. (pp. 560-589). Por fim, mas não menos importantes, os conceitos mais operacionais, voltados para coleta de dados quantificação da inovação podem ser encontrados no "Manual de Oslo", publicação da OCDE de 1996, dedicada à classificação das atividades de inovação.

No modelo MAT, a produção sob inovação é reflexo de investimentos e exige mudanças na estrutura de emprego. Produção, Investimento e Emprego são portanto variáveis centrais para analisar a difusão da inovação. Mas o impacto econômico na sua dimensão monetária envolve outras grandezas, como o PIB (Produto Interno Bruto), Renda Nacional, Demanda Final (ou Demanda Agregada). Por sua vez, Salários e Lucros podem ser analisados como componentes da Renda Nacional, Investimento e Consumo como componentes da Demanda Final.

Todo esse conjunto de conceitos econômicos vai ser utilizado, de forma quantificada, para ajudar a analisar os resultados do modelo MAT. Para deixar bem clara sua utilização no contexto desta tese apresenta-se a seguir sua definição matemática, usando as mesmas variáveis já apresentadas no capítulo 3.[(122)]

- Produção: também chamada ao longo da tese de Valor Bruto da Produção, ou de Produção Total, ou Produto Bruto, é definida por:

$$PT^t = \underline{p} \cdot \underline{x}^t \qquad \text{.. eq. (1.4)}$$

onde:

***PT**: produção total no período t*
$\underline{p}$: vetor linha de preços de mercadorias
$\underline{x}^t$: vetor coluna de quantidade de mercadorias produzidas no período t.

- PIB (Produto Interno Bruto) , definido como o valor total "líquido" da produção, ou seja, o valor do produto total (eq.1.4) menos o valor dos produtos intermediários requeridos para essa produção:

$$PIB^t = \underline{p} \cdot \underline{x}^t - \underline{p} \cdot A \cdot \underline{x}^t \qquad \text{.. eq. (2.4)}$$

---

122 Aqui utiliza-se, para a definição matemática desses conceitos econômicos, dentre muitos texto-base possíveis, a apresentação que Joan Robinson faz em Robinson e Eatwell, An Introduction to Modern Economics, London, Ed. McGraw Hill, 1974, pp 205-206. Esta autora – colega de trabalho de Keynes e Kalecki entre 1929 e 1939 e primeira mulher a ser "fellow professor" do King's College em 1979 – foi economista dedicada a problemas de teoria e de desenvolvimento econômico. A referência a Joan Robinson para apresentar conceitos tão simples remete a uma palestra sua, assistida pelo autor, no então Departamento de Economia da UNICAMP, em 1977, em que ela advertia que deveríamos "entender de economia o suficiente para evitar que os economistas nos enganem"...

onde:
$\boldsymbol{PIB^t}$ *: Produto Interno Bruto no período t*
$\underline{\boldsymbol{p}}$*: vetor linha de preços de mercadorias*
$\underline{\boldsymbol{x}}^{\boldsymbol{t}}$*: vetor coluna de quantidade de mercadorias produzidas no período t*
$\boldsymbol{A}$*: Matriz de coeficientes técnicos de produção.*
$\underline{\boldsymbol{p}}\ .\ \boldsymbol{A}\ .\ \underline{\boldsymbol{x}}^{\boldsymbol{t}}$ *: Valor monetário dos insumos intermediários.*

- Renda Nacional, ou simplesmente Renda, calculada sob a perspectiva da agregação dos Custos Líquidos de produção de todas as indústrias. Nesta abordagem a Renda Nacional Total é definida como a somatória de todos os Custos, resultados de todos os pagamentos feitos pelas empresas, seja para pagar os insumos intermediários, seja para o pagamento de salários, seja para o de lucros (neste caso salários são todos os rendimentos pessoais e de empregos autônomos e lucros são todos os ganhos de empresários mais todas as outras formas de renda). Os Custos Líquidos excluem desse total os pagamentos dos insumos intermediários. A Renda Nacional indica a soma do "valor agregado" em todos os setores, que se reflete, portanto, em última instância em "salários" e "lucros". Ou seja, partindo da mensuração de todos os pagamentos efetuados no âmbito do sistema econômico, constroem-se as equações abaixo para Renda Nacional total e Renda Nacional :

$$\boldsymbol{RNT^t = \underline{p} \cdot A \cdot \underline{x}^t + S^t + LB^t = \underline{p} \cdot \underline{x}^t} \qquad \text{.................. eq. (3.4)}$$

$$\boldsymbol{RN^t = RNT^t - \underline{p} \cdot A \cdot \underline{x}^t} \quad \therefore \qquad \text{................... eq. (4.4)}$$

$$\boldsymbol{RN^t = S^t \;\; + LB^t} \qquad \text{.................... eq. (5.4)}$$

onde:
$\boldsymbol{RNT^t}$*: Renda Nacional Total (todos os pagamentos) no período t*
$\boldsymbol{RN^t}$*: Renda Nacional no período t*
$\boldsymbol{S^t}$*: Massa de Salários e rendimentos correlatos na economia nacional no período t*
$\boldsymbol{LB^t}$*: Massa de Lucros Brutos e pagamentos correlatos na economia nacional no período t*
$\underline{\boldsymbol{p}}\ .\ \boldsymbol{A}\ .\ \underline{\boldsymbol{x}}^{\boldsymbol{t}}$*: Valor monetário dos insumos intermediários.*

- Demanda Final, ou Demanda Agregada, equivalente a todas as vendas de mercadorias feitas para Consumo (das Famílias e do Estado) mais as feitas para Investimentos (resultados de decisões tomadas pelas Empresas e pelo Estado - incluindo aí o aumento da capacidade produtiva) e, quando for o caso, para formação de estoques e para exportações. Este conceito não inclui as vendas feitas para consumo produtivo pelas indústrias, ou seja, feitas para Consumo Intermediário. Ao adicionar à Demanda Final esse componente, estar-se-ia construindo a Demanda Final Total. Partindo do cálculo de todas as "vendas" feitas na economia, tem-se o seguinte conjunto de definições:

$$\boldsymbol{DFT^t = \underline{p} \cdot A \cdot \underline{x}^t + C^t + I^t = \underline{p} \cdot \underline{x}^t}$$ .... eq. (6.4)

$$\boldsymbol{DF^t = DFT^t - \underline{p} \cdot A \cdot \underline{x}^t}$$ .... eq. (7.4)

$$\boldsymbol{DF^t = C^t + I^t}$$ .... eq. (8.4)

onde:
$\boldsymbol{DFT^t}$: *Demanda Final Total (todas as vendas) no período t*
$\boldsymbol{DF^t}$: *Demanda Final ou Demanda Agregada no período t* [123]
$\boldsymbol{C^t}$: *Consumo Total no período t*
$\boldsymbol{I^t}$: *investimento Total no período t*
$\boldsymbol{\underline{p}.A.\underline{x}^t}$: *Valor monetário dos insumos intermediários.*

As variáveis Consumo e Investimento podem ser definidas a partir do exposto no capítulo 4 desta tese, na forma:

$$\boldsymbol{C = \underline{p} \cdot \underline{y}^t}$$ .... eq. (9.4)

$$\boldsymbol{I^t = \underline{p} \cdot B \cdot \underline{o}^{t+1} + \underline{p} \cdot H \cdot \underline{h}^{t+1} + \underline{p} \cdot F \cdot \underline{q}^{t+1}}$$ .... eq. (10.4)

onde:
$\boldsymbol{\underline{y}^t}$: *vetor de mercadorias utilizadas para consumo final*
$\boldsymbol{\underline{p}.\underline{y}^t}$: *Valor monetário do consumo final.*
B: *Matriz de coeficientes de investimento em capacidade produtiva*
$\boldsymbol{\underline{o}^{t+1}}$: *Acréscimo de capacidade produtiva, a vigorar em (t+1), com mercadorias produzidas em t, como indicado na equação 10.4*
$\boldsymbol{\underline{p}.B.\underline{o}^{t+1}}$: *Valor monetário do investimento em capacidade produtiva*
H: *Matriz de coeficientes de investimento em capacidade de ensino*
$\boldsymbol{\underline{h}^{t+1}}$: *Acréscimo de capacidade de ensino, a vigorar em (t+1), com mercadorias produzidas em t, como indicado na equação 10.4*
$\boldsymbol{\underline{p}.H.\underline{h}^{t+1}}$: *Valor monetário do investimento em capacidade de ensino*
F: *Matriz de coeficientes de Consumo Intermediário por unidade de f.de t.*
$\boldsymbol{\underline{q}^{t+1}}$: *Vetor de unidades de f. de t. qualificada em t , que passará a fazer parte da PEA em (t+1).*
$\boldsymbol{\underline{p}.F.\underline{q}^{t+1}}$: *Valor monetário do investimento em capacidade de ensino*

Parafraseando Joan Robinson, na obra citada à nota 122, pode observar-se que, sob a perspectiva da Contabilidade Nacional, o valor líquido dos rendimentos pagos (abordagem

---

[123] Este conceito de Demanda Final ou Demanda Agregada é análogo ao de Demanda Efetiva de Keynes, discutido ao final do capítulo 3.

da Renda Nacional) é igual ao valor líquido da produção (abordagem do PIB) que é igual ao valor liquido de todas as vendas de mercadorias (abordagem da Demanda Final). Ou, citando-a literalmente: "um estatístico onisciente encontraria o mesmo valor para o PIB, medindo-o de qualquer dessas três perspectivas". Ao construir o modelo de economia para testar o modelo MAT assumiu-se, de bom grado, o papel desse "estatístico onisciente". Mas além dessa figura, assume-se também a atribuição de um "decisor único". De fato, o modelo MAT calcula a evolução das variáveis nele definidas ao longo do tempo. Esta evolução está submetida a um "princípio organizador", descrito em um "macro-objetivo". Ele é representado pela "função objetivo" do modelo, e traz implícita essa idéia de um "decisor único". Isto é, supõe-se que, sob certas regras, o sistema seja capaz de organizar decisões de investimento que, por exemplo, maximizem a "renda disponível para o consumo", ou o “maximizem o PIB’, ou ainda, o "Produto Bruto" de um determinado setor. O conjunto de períodos produtivos sob o qual o modelo atua é definido como um horizonte de planejamento da produção (no caso dos exemplos seguintes, dez períodos). Assim, partindo-se de uma situação inicial dada, observa-se o comportamento da "economia nacional" ao longo destes dez períodos visando atender de forma ótima uma dada "função objetivo".

Em síntese, este capítulo 4 vai apresentar, com detalhes, os resultados de uma aplicação do Modelo MAT a um caso específico de evolução de uma "economia nacional", visando o atendimento de um determinado objetivo, e mostrando, de forma didática, o conjunto de análises que ele propicia. Antes, porém, de detalhar a análise, vai-se apresentar como foram definidos os parâmetros que representam essa economia nacional e as possíveis “funções objetivo”.

4.1 OS VALORES NUMÉRICOS DOS PARÂMETROS

A estrutura dos dados utilizados nas aplicações que se desenvolveram para mostrar resultados do MAT é análoga à utilizada pelo Sistema de Contas Nacionais no Brasil (que, por sua vez, segue metodologia utilizada pela ONU, cuja última versão data de 1993)[(124)].

---

[124] O Departamento de Contas Nacionais - DECNA- do IBGE vem adotando essa metodologia desde a construção do novo Sistema de Contas Nacionais do Brasil (ano-base de 1980), conforme o texto

Os valores numéricos que são utilizados nas aplicações do modelo MAT foram deduzidos de um modelo de um "sistema econômico simplificado", representando uma economia nacional em operação, apresentado no Anexo 4.1. Neste sistema procurou-se aproveitar proporções como as apresentadas por Matrizes Insumo-Produto Brasileiras[(125)]. Vale a pena aqui explicar porquê não se conseguiu trabalhar com a matriz I/O brasileira na sua forma original. Em primeiro lugar, porque a matriz mais "precisa" foi a de 1970 (publicada em 1979), apresentando um retrato da economia brasileira com cerca de 150 "produtos", que permitiram retratá-la em 88 setores, todos ligados à produção de bens. Houve redução na análise do número de setores nos anos subseqüentes e, naquelas da série de 1990, reduziu-se o número daqueles representados para 43, dos quais apenas 32 são "produtivos". Trabalhar com a mais detalhada nos levaria a usar dados de 30 anos atrás, uma troca de precisão numérica por afastamento das condições atuais que não se justificaria.

Por outro lado, ao tentar trabalhar com as mais recentes, ter-se-ia que trabalhar com 32 setores simultaneamente, levando a manipular uma matriz A com 1024 coeficientes. Esta matriz A teria de ser dividida em duas, com coeficientes estimados com distintos valores para cada uma das características de "velhas" e "novas tecnologias", com que o modelo opera, ao longo de 11 períodos (o inicial e dez subseqüentes..). Cada um dos valores desses cerca de 1000 coeficientes tem um significado econômico preciso, ou seja, representa o aporte que a indústria *i* está dando a cada unidade da mercadoria padrão produzida pela indústria *j* (no linguajar do próprio Leontief: "a quantidade do ingrediente *i* na receita do bolo *j*"). Essa dificuldade é reforçada pelo fato das matrizes terem seus coeficientes deduzidos a partir da lógica da Contabilidade Nacional, ou seja, a partir de relações entre grandezas monetárias. São, portanto, de fato, “coeficientes estruturais” e por uma "liberdade de linguagem" são chamados de "coeficientes técnicos", como já mencionado ao se apresentar esta questão no

---

metodológico publicado na série FIBGE, Textos para Discussão, número 88, 1997. Cabe mencionar também as possibilidades abertas pela diferenciação entre o Sistema de Contas Nacionais e o conceito mais amplo de Contabilidade Social, que, apoiando-se nas mesmas fontes de dados, permite quantificar, por exemplo, Índices de Desenvolvimento Humano e Índices de Distribuição de Renda. Sobre o tema ver Paulani, L. M. e Braga, M.B. A Nova Contabilidade Social, Ed. Saraiva, 2000, São Paulo.

item 2.2.2). Estimar cada um deles para que reflitam de forma mais precisa as condições técnicas vigentes[126], para posterior utilização pelo modelo, implicaria em equipes de trabalho multidisciplinares, de engenheiros e economistas que, pode-se uma vez mais afirmar, exigiria um trabalho que foge dos limites desta tese[127].

Por fim, constatou-se que, como característica geral destas matrizes, mesmo nos países mais avançados, com menor nível de economia informal e estimativas de indicadores econômicos mais estáveis, o detalhamento de informações e seu tratamento, leva a que elas sejam divulgadas apenas anos após serem coletados os dados básicos. Ou seja, há um "fosso estrutural" entre o poder metodológico da análise Insumo-Produto e o desafio de fazer com que ela retrate a economia exatamente como está funcionando, dada a velocidade de mudança que caracteriza a dinâmica de operação da economia dos dias de hoje[128]. Assim,

---

125 Elas existem, elaboradas sob responsabilidade do IBGE, para os anos de 1970 (publicada em 1979); 1975(publicada em 1984); 1980 (publicada em 1989); 1985 (publicada em 1995) e para a seqüência de anos 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96 e 97 (divulgadas por "meio magnético" em 1997).

126 Para estimar a evolução de matrizes insumo-produto em economias reais, utilizam-se metodologias como a R.A.S. (ver, por exemplo, Lynch, R. (1984) e Gossling, W. (1975)). No caso desta tese poder-se-ia imaginar que – dada a inserção da economia brasileira na economia mundial – os coeficientes numéricos para as matrizes A_0 e A_N utilizadas no modelo MAT fossem, por exemplo, baseados na economia brasileira atual e na economia de um país como o Canadá, respectivamente, supondo que nossa matriz inter-industrial tenderia a convergir para matrizes de países avançados. Como mencionado no cap. 3, para manter a consistência das bases de informação para o MAT, preferiu-se "construir" um sistema econômico como o apresentado no Anexo 4.1.

127 O autor desta tese teve algumas experiências nessa direção, ambas ligadas a análises detalhadas de segmentos do setor agro-industrial, e sua articulação com os demais setores econômicos, quando trabalhou durante um ano coordenando uma equipe de três pesquisadores. Esse trabalho resultou nas publicações ALBUQUERQUE, R. H. P. L."Estratégias de Desenvolvimento Econômico Tecnológico do Setor agro-industrial: contribuições possíveis da Matriz Insumo-Produto" in *As Condições de Operação da Agroindústria Paulista,* Instituto de Economia/UNICAMP, volume IV, mimeo., 1984 e em ALBUQUERQUE, R. H. P. L. "O complexo agroindustrial: uma primeira avaliação técnico-econômica" in *Ensaios FEE*, vol.5, (1), 1984.

128 Para não permitir que a velocidade da mudança obscureça o potencial de análise por matrizes insumo-produto, elas são usadas para auxiliar a compreensão de macro-tendências e a relação entre a produção e organização dos insumos dos setores produtivos, fornecendo um retrato das características estruturais do sistema. Mas para entender o impacto da mudança dos coeficientes técnicos com detalhes que permitam uma maior "aproximação do real", seria necessário desenvolver análises "por indústrias específicas", aonde se pudessem realizar levantamentos localizados que dissecassem com mais precisão a dinâmica de operação de cada indústria e, a partir daí, observar a lógica específica da inovação em pauta, e como ela transforma a relação deste setor - analisado em maior detalhe - com os outros setores.

o teste do modelo teria de tomar uma entre duas opções: dedicar-se a procurar dados com a máxima fidelidade possível à economia real - com todas as exigências de trabalho em equipe que isso requer - ou testar sua evolução utilizando dados estimados a partir da representação da operação de um sistema econômico. Escolheu-se, como informado já em parágrafo anterior deste capítulo, a segunda opção.

A partir desta escolha, para adquirir sensibilidade de analisar a capacidade de resposta do modelo sobre como alguns setores econômicos evoluem sob a perspectiva do investimento, emprego e renda, variáveis cuja análise é o objetivo central desta tese, tomou-se a decisão de trabalhar com um modelo bastante mais simplificado, com uma economia representada por 3 setores produtivos[(129)].

Estes três setores tentam preservar um sentido de representação do real, e de forma bastante agregada, buscam representar segmentos produtivos típicos de economias nacionais. Eles são os seguintes:

(1) a "agricultura" (incluindo a produção agrícola, a extrativa vegetal, a pecuária, produção florestal);

(2) a "energia" (incluindo todo o grupo de infra-estrutura de "utilities" na abordagem americana, e outros insumos, como a extrativa mineral e combustíveis minerais e a indústria química) e

(3) os "manufaturados" (como material elétrico-eletrônico, metal mecânica, bens de consumo durável, bens de consumo não durável – incluindo a agroindústria - e todo o conjunto "outros setores da indústria de transformação").

---

[129] Sobre essa base tão simples, aliás, o modelo exige cerca de 800 equações e 2400 variáveis, necessárias para avaliar a evolução da "economia nacional" ao longo de dez anos, onde a evolução de cada variável ao longo dos dez períodos tem uma lógica que permite uma análise iterativa com as demais. Do ponto de vista computacional, a trajetória de evolução desse sistema é obtida em tempo muito curto (menos de 1 segundo) mas o trabalho analítico dos resultados, como se poderá ver ao longo deste capítulo, é bastante extenso. Trabalhar com matrizes 30x30 ampliaria a dimensão do modelo para cerca de 5000 equações e 24 000 variáveis (de novo, frisamos, cada uma delas com um "significado econômico" preciso..) e, mesmo com o cálculo rápido das trajetórias das variáveis ao longo do período de planejamento, a análise seria de uma complexidade muito maior, e exigiria o apoio de uma equipe que não se justificava neste primeiro trabalho exploratório.

Partindo então desta proposta de representação agregada da economia, tomou-se a decisão de "construir variáveis" que permitam simular a operação de um sistema econômico. Nessa direção, a partir dos dados de funcionamento de uma "economia nacional" apresentada no Anexo 4.1, foi possível calcular as matrizes de coeficientes técnicos (matrizes A) típicas dos modelos de I/O de Leontief, e as matrizes de coeficientes de emprego. Este modelo define também uma matriz de "capital fixo" da "economia nacional" e com isto pode-se calcular as matrizes de coeficientes de investimento necessárias à ampliação da capacidade produtiva do sistema[130]. Em um segundo momento, estimaram-se, a partir da matriz A, de forma consistente, matrizes de coeficientes técnicos característicos da "nova tecnologia" e da "velha tecnologia" e calcularam-se também preços, levando em conta os custos das mercadorias utilizadas como insumos intermediários, os salários (que variam de acordo com o nível de especialização da força de trabalho) e os "mark-ups"[131] que refletem as características de cada tipo de mercado setorial (como indicado no item 2.2.4). Os preços são necessários para operar com módulos de simulação monetária do sistema, definidos no capítulo 3. Por fim, o "modelo base" permitiu também estimar os coeficientes do sistema de ensino dessa "economia nacional", tanto sob a perspectiva do custo de operação do sistema como sob a perspectiva do custo de sua ampliação. Definido esse conjunto de parâmetros pode-se efetuar os cálculos do modelo MAT.

4.2 "FUNÇÕES OBJETIVO" EXPLORADAS NO MODELO MAT

Um amplo conjunto de funções objetivo foi testado durante os trabalhos desta tese. Vai-se apresentar a seguir, como exemplos, quatro delas:

- A Maximização da parcela da Demanda Final disponível para Consumo Final ($\boldsymbol{Z}_Y$):

---

130 O IBGE não apresenta estimativas para uma "matriz de investimentos" em capacidade produtiva no Brasil". Assim, o cálculo dos coeficientes da matriz B no Anexo 4.1 segue sugestões apresentadas em trabalhos clássicos de Leontief , como o cálculo da tabela de coeficientes de capital apresentada em Leontief, W. (ed.) Studies in the Structure of the American Economy, New York, Oxford University Press, 1953.

com

$$Z_Y = \sum_{t=0}^{10} \underline{\boldsymbol{p}} \cdot \underline{\boldsymbol{y}}^t \qquad \text{..............................eq. (11.4)}$$

onde:
$\boldsymbol{Z_Y}$ =*função objetivo*
$\underline{\boldsymbol{p}}$ = *vetor linha de preços das mercadorias*
$\underline{\boldsymbol{y}}^t$ = *vetor coluna de mercadorias disponíveis para consumo final no período t*

O objetivo "maximizar consumo" seria uma "*proxy*" do bem estar da sociedade, na medida em que teríamos a maximização dos bens disponíveis para consumo ao longo de dez períodos. A função objetivo é a soma dos valores das mercadorias que compõem o consumo final. Pôde observar-se, nos testes, que ela induz um comportamento de "consumo mínimo" nos períodos iniciais e de "abundância" nos finais, um efeito de "fim de mundo" que não se considerou desejável para um "teste de referência" didático.

- A Maximização do PIB ($\boldsymbol{Z_{PIB}}$)

com

$$Z_{PIB} = \sum_{t=0}^{t=10} \underline{\boldsymbol{p}} \cdot \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A_N}\right) \cdot \underline{\boldsymbol{x}}_N^t + \sum_{t=0}^{t=10} \underline{\boldsymbol{p}} \cdot \left(\boldsymbol{I} - \boldsymbol{A_O}\right) \cdot \underline{\boldsymbol{x}}_O^t \qquad \text{........eq. (12.4)}$$

onde:
$\boldsymbol{Z_{PIB}}$ = *função objetivo*
$\boldsymbol{(I\text{-}A_N).\underline{x}_N}$ *e* $\boldsymbol{(I\text{-}A_O).\underline{x}_O}$ = *Produto líquido total, respectivamente com nova e velha tecnologia.*

O objetivo "maximizar PIB" é definido a partir da equação 12.4, utilizando-se a produção já desagregada em velha e nova tecnologia. Assim, os dois termos da equação definem o valor monetário do produto líquido gerado respectivamente pela nova e pela velha tecnologias. Maximizar o PIB leva a uma estratégia de crescimento dos três setores ao longo dos vários períodos, e será um dos objetivos a tratar no conjunto de exemplos escolhido.

- A Maximização da Modernidade[(132)] ($\boldsymbol{Z_{XN}}$)

---

[131] Recorde-se que os *mark-up*'s, definidos no item 2.2.4, representam a capacidade de setores produtivos definir preços finais que superem seus custos totais e permitam margens de lucro, tanto maiores quanto maiores os *mark-up*'s. Como "tendência geral", maior a concorrência, menor o valor dos *mark-up*'s.
[132] Essa função objetivo resultou de um seminário interno de apresentação de resultados preliminares da tese e agradecemos a sugestão ao professor Renato Dagnino do DPCT/IG/UNICAMP.

$$Z_{X_N} = \sum_{t=0}^{10} \underline{\boldsymbol{p}} \cdot \underline{\boldsymbol{x}}_N^t \quad \text{........eq. (13.4)}$$

onde:
Z_{XN}=*função objetivo*
$\underline{\boldsymbol{x}}^t_N$ = *vetor de produção de mercadorias com tecnologia moderna no período t*

O objetivo "Maximizar Modernidade" busca alcançar o valor máximo da produção com tecnologia moderna. É um objetivo interessante, embora restrito à variável "produção moderna", que pode ser utilizado para "comparar" estratégias de evolução definidas por outros "macro-objetivos". Espera-se que dê mais ênfase à produção no setor mais importante para ampliar a capacidade de produzir com novas tecnologias, de modo a viabilizar o maior volume de produção em toda a economia com tecnologia moderna. Foi bastante analisada no decorrer dos trabalhos de tese e será usada como uma das referências para avaliação do comportamento do modelo MAT.

- A Maximização da Massa Salarial (Z_{SAL})

com:

$$z_{SAL} = \sum_{t=0}^{10} \underline{\boldsymbol{s}} \cdot \underline{\boldsymbol{emp}}^t \quad \text{........eq. (14.4)}$$

onde:
Z_{SAL} = *função objetivo maximizar a massa salarial*
$\underline{\boldsymbol{emp}}^t$ = *vetor de trabalhadores com qualificação de 1 a k empregados no período t*
$\underline{\boldsymbol{s}}$ = *vetor linha de salários dos trabalhadores de níveis de qualificação de 1 a k*

A proposta de "maximizar a massa de salários" leva o modelo MAT à necessidade de aumentar a produção total, isto é, simultaneamente investir em produção com novas tecnologias sem deixar de utilizar de forma intensa a produção com velhas tecnologias. Os resultados conseguidos por esta função objetivo, comparados com os testes de outras funções levaram a que a considerássemos também um bom exemplo.

Estes quatro exemplos de “funções objetivo” apenas introduzem a multiplicidade de "princípios organizadores" que podem orientar análises feitas utilizando o modelo MAT.[133]

---

133 Os “princípios organizadores” atuam sobre um intervalo de tempo definido (as condições iniciais mais dez períodos) e não ponderam de modo distinto as variáveis levando em conta o período em que ocorrem.

Todos têm algo em comum: investem e buscam o aumento da produção. Mas o fazem por meio de políticas de desenvolvimento bastante distintas, como se verá a seguir. Por outro lado, poder-se-ia tentar, por exemplo, um conjunto diferente de macro objetivos: por exemplo, pesquisar a estratégia de investimentos que maximizasse a produção total de um dado setor e deduzir com isso qual a trajetória adequada dos demais; definir restrições que permitissem o investimento em novas tecnologias subordinado a que o emprego não se reduzisse a taxas maiores que 5% ao ano em cada setor (comparando essa situação com a modernidade livre..); restringir de forma diferenciada os recursos monetários disponíveis para os investimentos setoriais; enfim, há um universo aberto de possibilidades À medida em que a análise detalhada de um caso for se desenvolvendo, essas novas opções vão ficar mais claras. E é esta análise que se inicia a seguir.

4.3 A MAXIMIZAÇÃO DA MASSA DE SALÁRIOS

O exemplo de maximização da massa de salários vai permitir apresentar o comportamento do conjunto de variáveis do MAT ao longo dos onze períodos em que a função objetivo se aplica. Retoma-se a seguir, agora com dados empíricos, o modelo MAT de otimização, definido no capítulo 3. Este modelo, na sua forma canônica, para maximização da massa de salários, já foi apresentado no Anexo 3.1, e cada um dos seus quatro módulos será referência para a análise quantitativa que é apresentada a seguir.[(134)]

A idéia central, como já visto, é a de que há um decisor único, que induz uma lógica de produção (e portanto de emprego de força de trabalho de distintos níveis de qualificação) e de investimentos em capacidade produtiva de vários setores. Essa lógica orienta também as necessidades de investimentos no "sistema de ensino". A pergunta que se responde a

---

Sobre o "fator tempo" e a definição de preferências ver Chakravarty, S. "The Concept of Time Preference" in Capital and Development Planning, Cambridge, MIT Press,1969. Neste item, que é uma pequena resenha das discussões sobre o tema, o autor lembra que, de modo contrário ao senso comum, a "*preferência pelo consumo hoje*" deve ser superada pela "*equidade social entre gerações*", ou seja, que a utilização de "taxas de desconto" sobre o consumo futuro não deve ser utilizada como um conceito absoluto para auxiliar o processo de tomada de decisões.

[134] A análise quantitativa apóia-se nas matrizes e vetores de "coeficientes estruturais" que caracterizam a "economia nacional' e são calculados de acordo com o apresentado no "Anexo 4.1 - Memória de Cálculo dos Valores Numéricos de Matrizes e Vetores utilizados", como já mencionado no início do item 4.1.

seguir é: o que ocorre na "economia nacional", ao longo de onze períodos, sob a diretriz política de maximizar a massa de salários?(135)

4.3.1 A Produção de Mercadorias

Já se observou que a produção de mercadorias atende à equação básica de Leontief, submetida a restrições de capacidade produtiva, a restrições macro-econômicas que definem proporções entre Consumo e Investimento, seguindo Keynes, e à disponibilidade de força de trabalho. Supõe-se que a "economia nacional" que está sendo simulada já está "em operação", onde a produção evolui de acordo com o definido pelo conjunto de equações designado como "módulo de produção de mercadorias" (equações m1 a m8 do Anexo 3.1). Para não fugir muito da analogia que se possa fazer com o "mundo real", toma-se o conjunto de "dez períodos" como o limite dentro do qual as "condições estruturais" se mantêm. As condições estruturais que caracterizam o modelo de produção são definidas pelas matrizes seguintes:

$$A^N = \begin{bmatrix} .0386 & .0076 & .3979 \\ .0077 & .0229 & .0761 \\ .0290 & .1985 & .3529 \end{bmatrix} \qquad \text{........eq. (15.4)}$$

onde:
A^N: Matriz de coeficientes técnicos de nova tecnologia, onde os elementos das linhas e colunas representam, respectivamente i_1, j_1 – agricultura ; i_2, j_2 – energia ; i_3, j_3 – manufaturados.

$$A^O = \begin{bmatrix} .1369 & .0212 & .6677 \\ .0078 & .0432 & .0954 \\ .0294 & .2215 & .3709 \end{bmatrix} \qquad \text{........eq. (16.4)}$$

onde:

---

135 O conjunto de equações matemáticas na forma em que são utilizados pelo programa de otimização CPLEX, é apresentado no “Anexo 4.2 – As Equações do modelo MAT no formato CPLEX”, com coeficientes definidos de acordo com os cálculos do Anexo 4.1, que representam a economia nacional.

$\boldsymbol{A^{o}}$: *Matriz de coeficientes técnicos de velha tecnologia, onde as linhas e colunas representam i_1, j_1 – agricultura ; i_2, j_2 – energia ; i_3, j_3 – manufaturados*

$$\boldsymbol{B} = \begin{bmatrix} .0000 & .0000 & .0000 \\ .0000 & .0000 & .0000 \\ .7297 & 1.5802 & 1.0934 \end{bmatrix} \qquad \text{........eq. (17.4)}$$

onde:

***B**: Matriz de coeficientes técnicos de investimento em Capacidade Produtiva com Nova Tecnologia, onde linhas e colunas representam i_1, j_1 – agricultura ; i_2, j_2 – energia ; i_3, j_3 – manufaturados.* [(136)]

Pode-se dizer, como característica geral, que as matrizes **A** da nova e velha tecnologia diferenciam-se pelo consumo menor, por unidade de mercadoria produzida, da nova tecnologia em relação à velha; por seu lado, observe-se que a matriz **B**, de investimentos, utiliza essencialmente produtos do setor "manufaturados" (dada a ampla abrangência desse setor, como definido no início deste capítulo). Dito de outra forma, nossa economia nacional não usa insumos "agrícolas" ou de "energia" para investir em capacidade produtiva nova, pois estas indústrias não produzem mercadorias que sejam utilizadas para ampliar a capacidade produtiva de nenhum dos setores econômicos.[(137)]

No caso deste e dos exemplos que se venham a desenvolver neste capítulo, a condição Inicial da "economia nacional" pressupõe que ela já esteja em operação, ou seja, já existe capacidade produtiva de mercadorias e um sistema de ensino instalados, bem como já se dispõe de uma população economicamente ativa. Neste exemplo, as condições iniciais de produção de mercadorias são:

---

[136] No anexo 4.1 calcula-se também a matriz de investimentos $\boldsymbol{B}^{\mathbf{old}}$ necessários a reproduzir "velha tecnologia" (com coeficientes de investimento menores para acréscimos unitários de capacidade produtiva, mas com coeficientes maiores de consumo intermediário por unidade produzida na matriz A). Como no modelo MAT não se permitem novos investimentos com velha tecnologia, a matriz $\boldsymbol{B}^{\mathbf{old}}$ não é utilizada pelo modelo MAT nesta versão.

[137] Este aspecto, aliás, da matriz de investimentos ter elementos "zero" nas linhas dos setores não produtores de manufaturados é característico das matrizes de investimento calculadas para economias reais, como as calculadas por Leontief, "Table 1 – Chapter 6", in Studies in the Structure of the American Economy, New York, Oxford University Press, 1953.

$$\underline{c}_T^0 = \begin{bmatrix} 1850 \\ 500 \\ 2050 \end{bmatrix} \wedge \underline{c}_N^0 = \begin{bmatrix} 450 \\ 50 \\ 500 \end{bmatrix} \wedge \underline{c}_O^0 = \begin{bmatrix} 1400 \\ 450 \\ 1550 \end{bmatrix} \qquad \text{........eq. (18.4)}$$

onde:
$\underline{c}^0_T$, $\underline{c}^0_N$, $\underline{c}^0_O$ *, são , respectivamente, capacidade de produção total, capacidade de produzir com nova tecnologia e capacidade de produzir com velha tecnologia, em vigor no período inicial (t=0). Os elementos de cada vetor* $\underline{c}^0$*, por sua vez indicam as capacidades de produção de cada indústria no instante inicial, a saber:* $\{c^0{}_i\}$ *para* $i=1 \Rightarrow$ *agricultura; para* $i=2 \Rightarrow$ *energia; para* $i=3 \Rightarrow$ *manufaturados.*

Distintas condições iniciais foram experimentadas em muitos testes. Aquelas aqui apresentadas refletem a seguinte premissa: a economia nacional inicia o processo de planejamento com seu parque produtivo "moderno" ainda incipiente (cerca de um quarto da produção agrícola e de manufaturados, apenas dez por cento da produção de energia), com menos capacidade instalada que o parque antigo. Ao mesmo tempo, os níveis de produção $\underline{x}^0$ são definidos pelo modelo, atendendo o macro objetivo que esteja em pauta. Ou seja, permite-se desde o primeiro momento que o modelo opere com capacidade ociosa, facilitando analogias com o "mundo real".

Para apresentar a produção de mercadorias construiram-se tabelas e gráficos que permitem visualizar a evolução das variáveis. Elas são apresentadas a seguir:

Gráfico 1.4: Evolução da Produção Total(XT) e da Capacidade Produtiva Total(CT)

	XT_agr	CT_agr	XT_en	CT_en	XT_man	CT_man
P_0	1850	1850	369	500	1568	2050
P_1	2065	2065	367	455	1575	1895
P_2	2345	2345	369	415	1576	1756
P_3	2681	2681	377	378	1560	1630
P_4	3008	3008	374	374	1517	1517
P_5	3405	3405	367	367	1415	1415
P_6	3587	3587	378	378	1466	1466
P_7	3808	3808	386	386	1552	1552
P_8	3999	3999	407	407	1606	1606
P_9	4524	4524	415	415	1580	1580
P_10	5018	5018	428	428	1543	1543

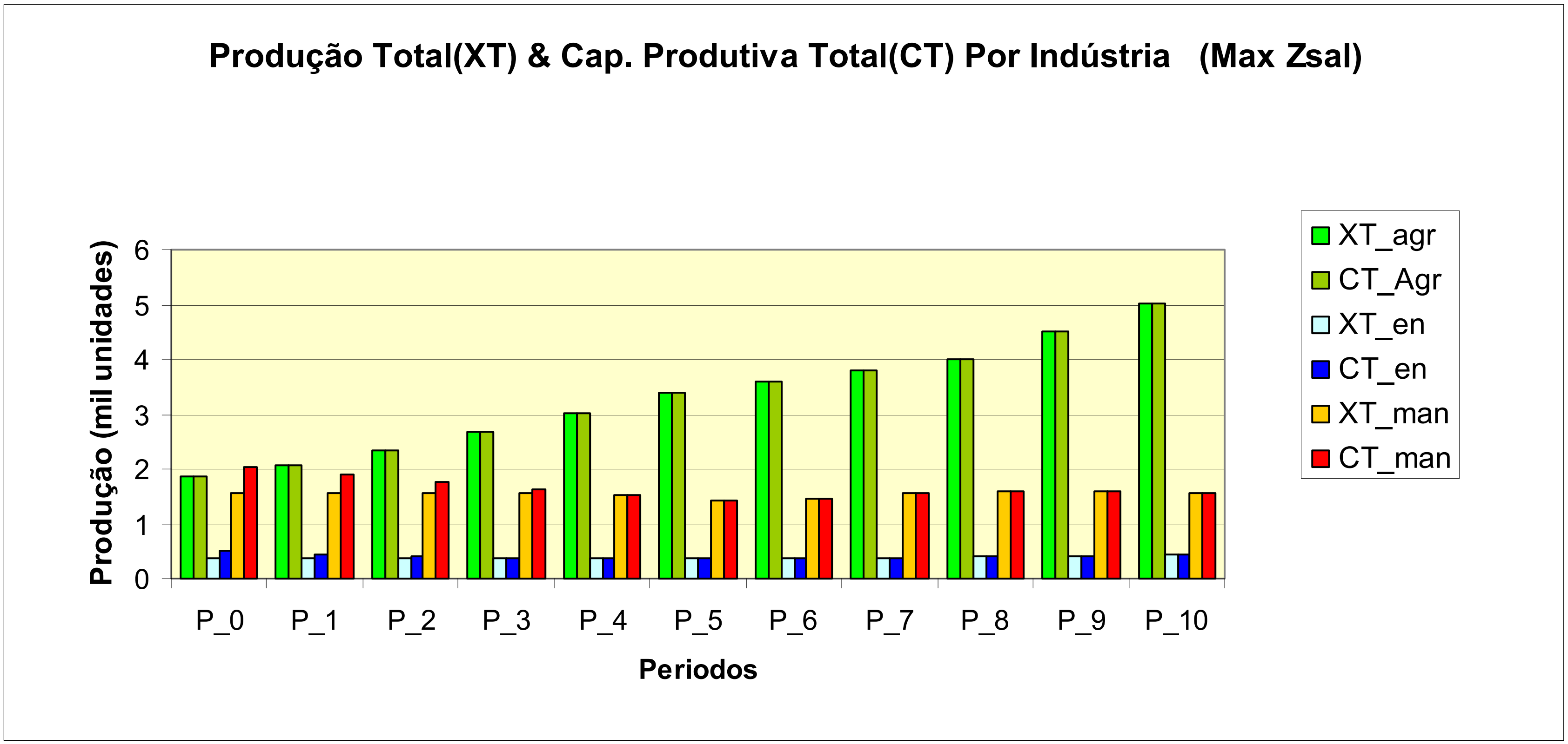


Gráfico 2.4: Velha Tecnologia - Evolução da Produção(Xo) e da Capacidade Produtiva(Co)

	Xo_agr	Co_agr	Xo_en	Co_en	Xo_man	Co_man
P_0	1400	1400	319	450	1068	1550
P_1	1260	1260	317	405	1075	1395
P_2	1134	1134	319	365	1076	1256
P_3	1021	1021	327	328	1060	1130
P_4	919	919	295	295	1017	1017
P_5	827	827	266	266	915	915
P_6	744	744	239	239	824	824
P_7	670	670	215	215	741	741
P_8	603	603	194	194	667	667
P_9	542	542	174	174	601	601
P_10	488	488	157	157	540	540

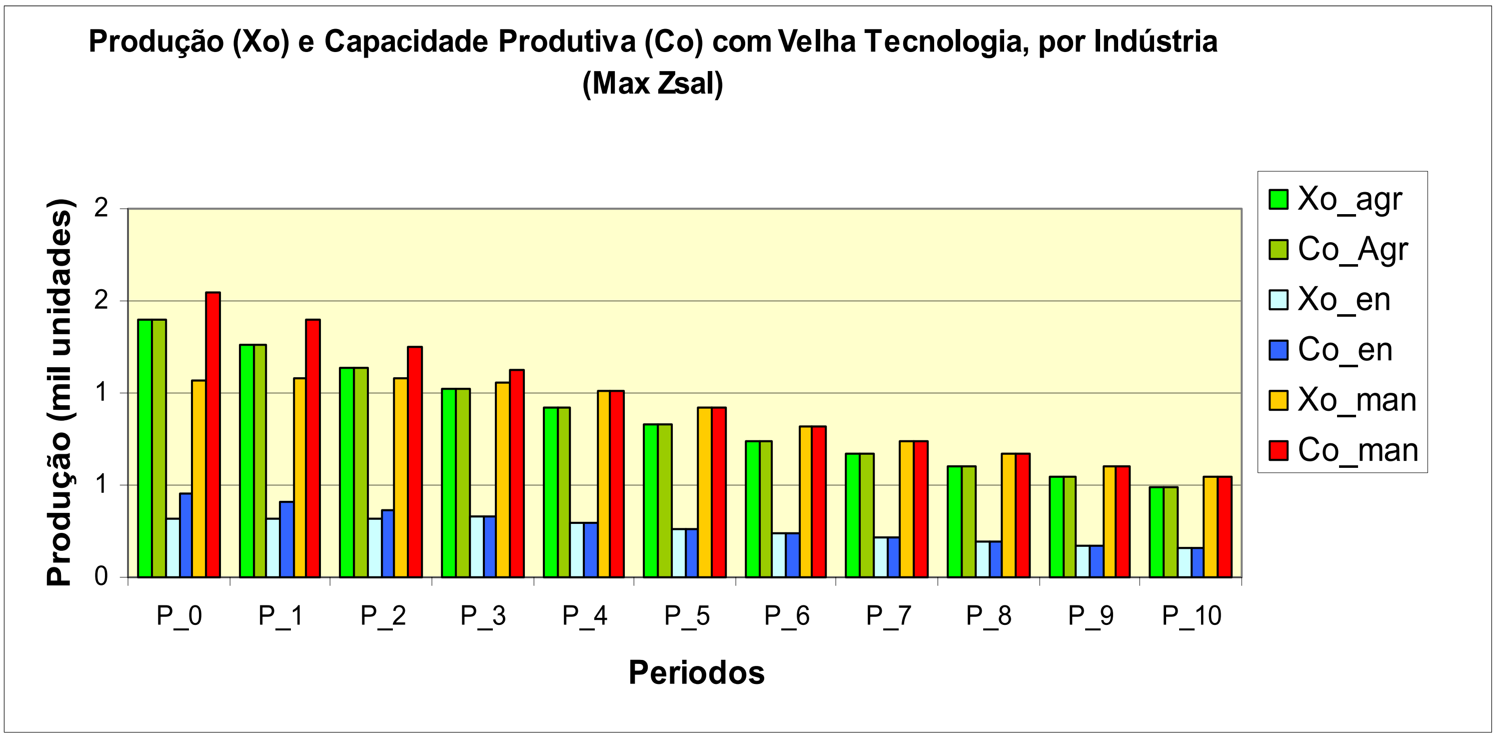
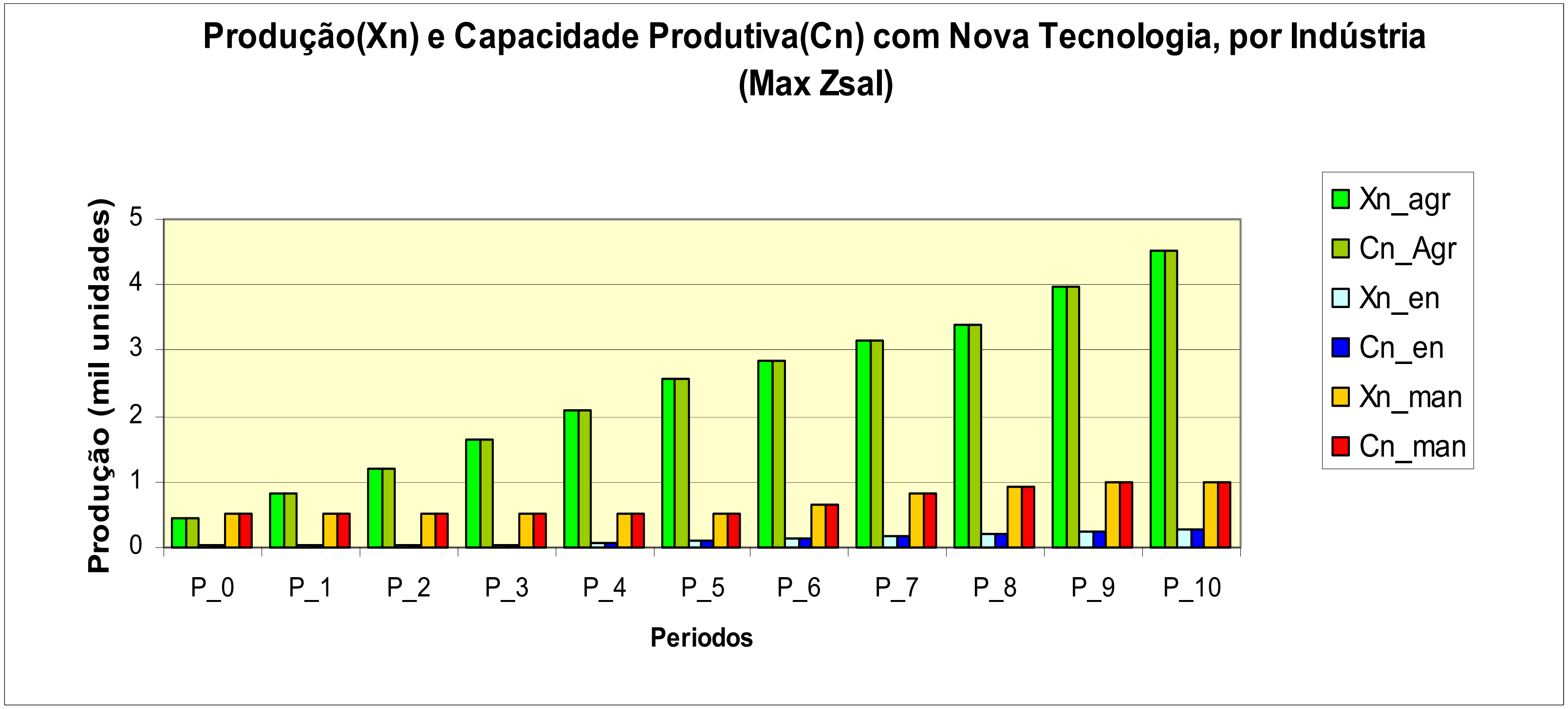


Gráfico 3.4: Nova Tecnologia - Evolução da Produção(Xn) e da Capacidade Produtiva(Cn)

	Xn_agr	Cn_agr	Xn_en	Cn_en	Xn_man	Cn_man
P_0	450	450	50	50	500	500
P_1	805	805	50	50	500	500
P_2	1211	1211	50	50	500	500
P_3	1661	1661	50	50	500	500
P_4	2089	2089	79	79	500	500
P_5	2579	2579	102	102	500	500
P_6	2843	2843	139	139	642	642
P_7	3139	3139	170	170	811	811
P_8	3397	3397	213	213	938	938
P_9	3982	3982	240	240	980	980
P_10	4530	4530	271	271	1003	1003



- A produção total do sistema evolui da forma apresentada no gráfico 1.4[138]. Esta produção total pode ser observada, para cada um dos setores, de forma desagregada, entre a originada por "velha" e por "nova" tecnologia (gráficos 2.4 e 3.4). A evolução leva em conta que, por restrições do modelo, é inexorável a queda de $\underline{c}_O$[139] pois só é permitido a acréscimo em $\underline{c}_N$. Neste caso, fica claro que com o objetivo de maximizar salários a ênfase dá-se na produção agrícola (que oferece mais oportunidades de emprego). Os vetores de produção e capacidade produtiva que se obtêm ao final dos dez períodos (em t=10), são transcritos abaixo:

$$\underline{x}_T^{10} = \underline{c}_T^{10} = \begin{bmatrix} 5018 \\ 428 \\ 1543 \end{bmatrix} \wedge \underline{x}_N^{10} = \underline{c}_N^{10} = \begin{bmatrix} 4530 \\ 271 \\ 1003 \end{bmatrix} \wedge \underline{x}_O^{10} = \underline{c}_O^{10} = \begin{bmatrix} 488 \\ 157 \\ 540 \end{bmatrix} \quad \text{........eq. (19.4)}$$

O crescimento da produção agrícola é claro, ao observar-se o gráfico 1.4. Ele se apóia no crescimento da capacidade produtiva agrícola, que é a que mais cresce como já visto. Por outro lado, esse crescimento permite uma observação sobre o que estamos designando como “nova tecnologia”, ao comparar-se os elementos dos vetores de capacidade produtiva total, com os de nova e velha tecnologia, entre o período t=0 e t=10, como indicado nas equações (18.4) e (19.4). Tomando-se o período 0 como referência , as participações relativas evoluem na forma apresentada na Tabela 1.4, a seguir:

---

138 Este gráfico – e muitos dos demais – que mostram simultaneamente "agricultura", "energia" e "manufaturados" apresenta o eixo Y com a designação "unidades produzidas". Vale a pena alertar que sob o nome genérico de "unidades" denota-se a quantificação de mercadorias dimensionalmente distintas e que trabalhar com as três grandezas simultaneamente tem apenas o objetivo de facilitar a exposição da análise.

139 A taxa de depreciação de 10% a.a. foi dimensionada com a premissa de que após 10 anos só estivesse em uso cerca de 30% da tecnologia antiga

Tabela 1.4 – Evolução das Capacidades Produtivas (Max Z_{sal})

Setor	Período Inicial (t=0)			Período Final (t=10)		
	C_{total}	$C_{nova\ tecnol.}$	$C_{velha\ tecnol.}$	C_{total}	$C_{nova\ tecnol.}$	$C_{velha\ tecnol.}$
Agric.	100	24%	76%	271	90%	10%
Energia	100	10%	90%	86	63%	37%
Manufat.	100	24%	76%	75	65%	35%

A "nova tecnologia" agrícola, que inicialmente era menos de um quarto da capacidade, passa a ser responsável por 90% da produção ao final, o que chama a atenção para o fato de que ela deixou de ser "nova" e passou a ser hegemônica, ou, de outro modo, passou a ser "tecnologia convencional" – abrindo caminho para um novo surto de substituição por uma "novissima tecnologia". Chama também a atenção a redução tanto da produção total de energia (da ordem de 14%) como da produção total de manufaturados (da ordem de 25%), entre o início e o fim do período de planejamento. Como explicar esse decréscimo, simultâneo ao crescimento da produção agrícola?

Os dados desagregados para ajudar a explicar esta evolução podem ser vistos nos gráficos 4.4 e 5.4 e 6.4, também a seguir. Observa-se que a capacidade de produção de manufaturados (gráfico 4.4) nos períodos iniciais já era suficiente para viabilizar o acréscimo de produção agrícola, mantendo-se um "mix" de velha tecnologia declinante e de produção com a nova tecnologia. Novos investimentos em capacidade produtiva só são necessários a partir do 5º período. Algo análogo ocorre com "energia" (gráfico 5.4), que exige novos investimentos a partir do 4º período. Assim, embora haja "redução na produção total" destes dois setores, há um significativo aumento da produção de manufaturados com tecnologia nova , nos dez períodos de otimização (cerca de 100%), e da produção de energia (cerca de 440%). Ao mesmo tempo, crescem desde o primeiro período a produção e o investimento "agrícola" (gráfico 6.4), visando a maximização do "macro-objetivo massa de salários". Isso leva a um crescimento da produção agrícola total de 170 % e da sua produção com nova tecnologia da ordem de 907%. Ou seja, é a nova tecnologia quem está viabilizando produção agrícola muito maior com utilização de insumos menor. Este exemplo evidencia, entre outras coisas, como a ênfase de crescimento de acordo com um macro-objetivo exige alterações na lógica de produção das diversas indústrias em proporções totalmente distintas, e, também, como a nova tecnologia viabiliza acréscimo de produção com utilização mais racional de insumos, ou seja, uma "quantidade" igual ou decrescente de manufaturados e de energia viabiliza volumes de produção agrícola crescentes.

Gráfico 4.4 : Manufaturados - Acréscimos de Capacidade Produtiva(O_Man) e Evolução das Capacidades Produtivas com Nova e com Velha Tecnologias, e Total

	O_Man	Cn_Man	Co_Man	C_Man
P_0	0	500	1550	2050
P_1	0	500	1395	1895
P_2	0	500	1256	1756
P_3	0	500	1130	1630
P_4	0	500	1017	1517
P_5	142	500	915	1415
P_6	168	642	824	1466
P_7	128	811	741	1552
P_8	41	938	667	1606
P_9	23	980	601	1580
P_10	0	1003	540	1543

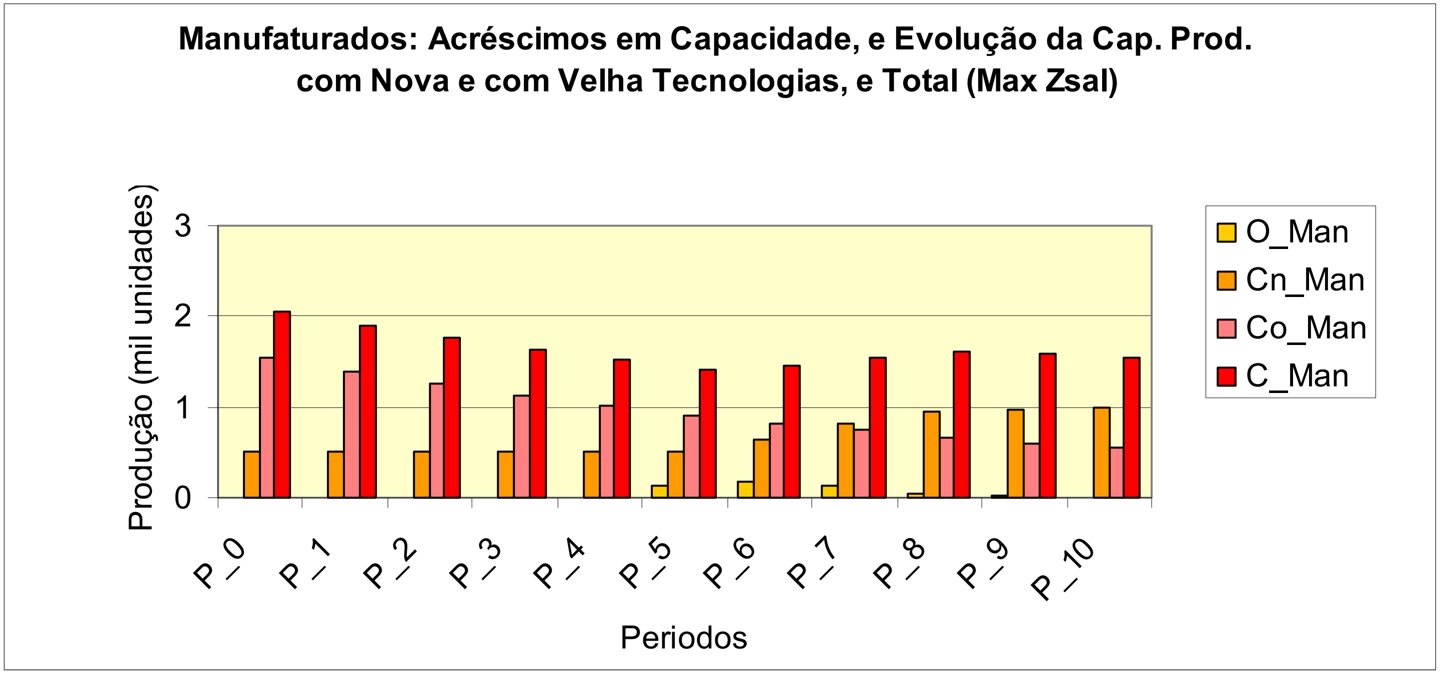


Gráfico 5.4 : Energia - Acréscimos de Capacidade Produtiva(O_En) e Evolução das Capacidades Produtivas Total, com Nova e com Velha Tecnologias

	O_En	Cn_En	Co_En	C_En
P_0	0	50	450	500
P_1	0	50	405	455
P_2	0	50	365	415
P_3	29	50	328	378
P_4	23	79	295	374
P_5	37	102	266	367
P_6	32	139	239	378
P_7	43	170	215	386
P_8	27	213	194	407
P_9	31	240	174	415
P_10	0	271	157	428

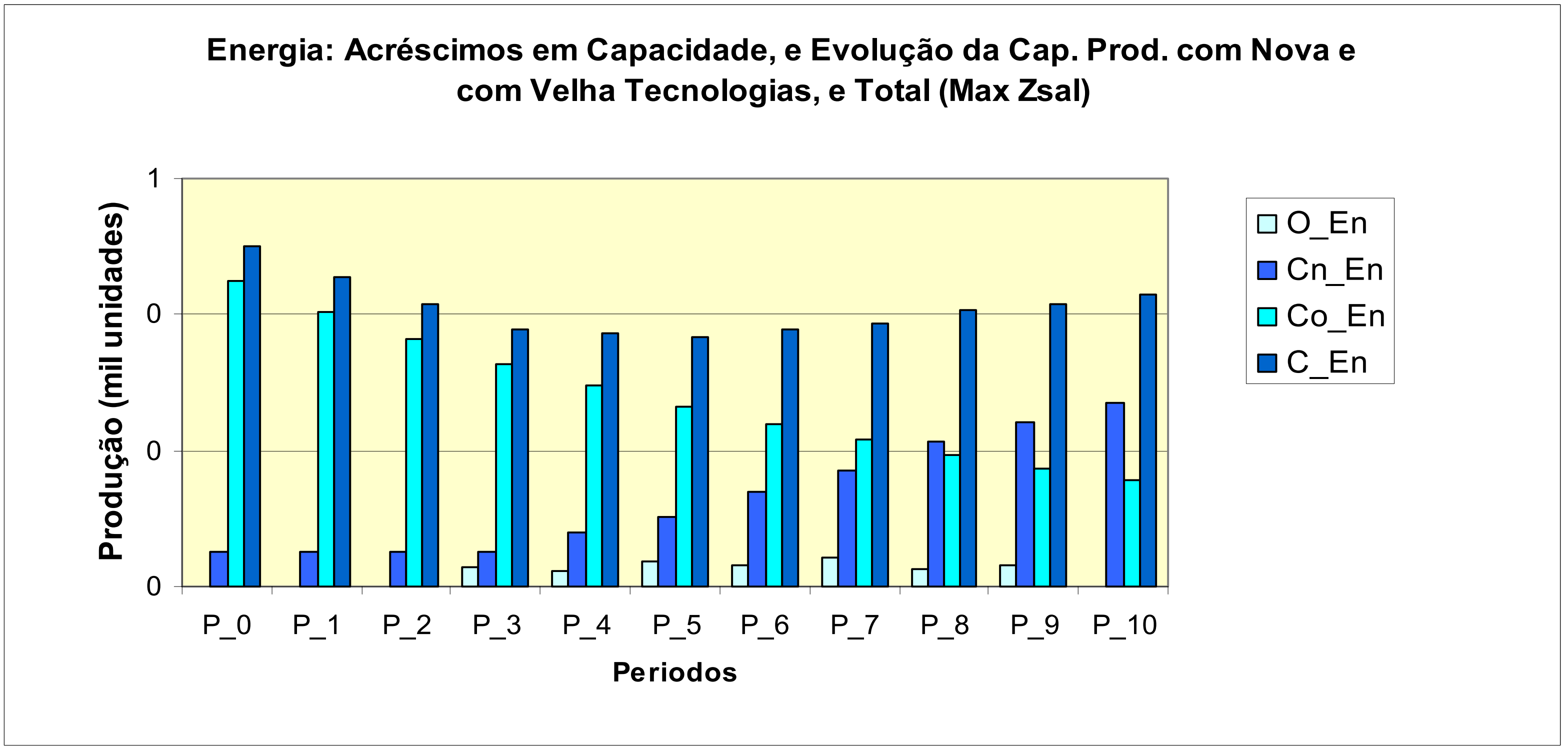
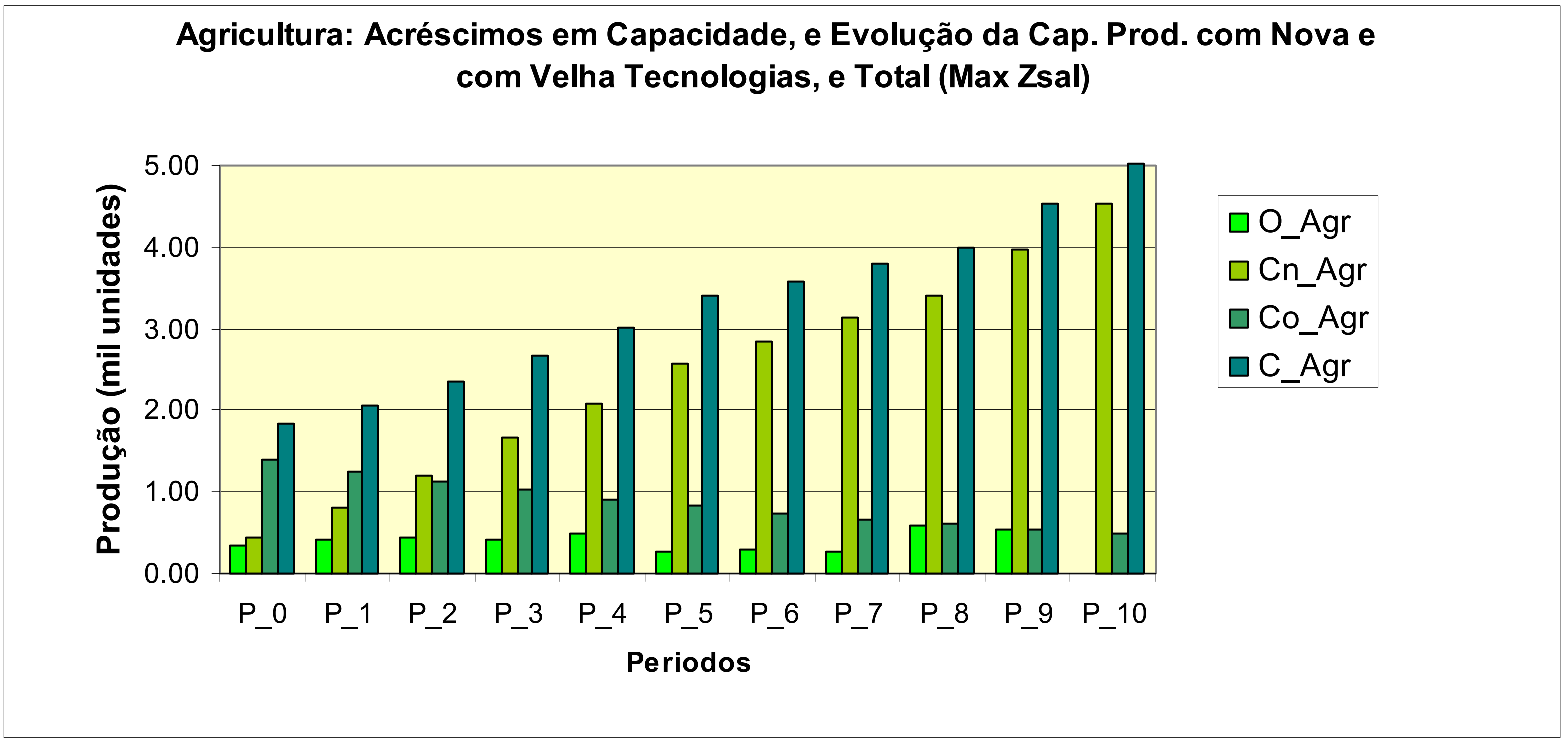


Gráfico 6.4 : Agricultura - Acréscimos de Capacidade Produtiva(O_En) e Evolução das Capacidades Produtivas com Nova e com Velha Tecnologias, e Total

	O_Agr	Cn_Agr	Co_Agr	C_Agr
P_0	354.99	450.00	1400.00	1850.00
P_1	405.63	804.99	1260.00	2064.99
P_2	450.06	1210.62	1134.00	2344.62
P_3	428.76	1660.68	1020.60	2681.28
P_4	489.30	2089.44	918.54	3007.98
P_5	264.71	2578.74	826.69	3405.42
P_6	295.13	2843.45	744.02	3587.47
P_7	257.93	3138.58	669.62	3808.19
P_8	585.36	3396.51	602.65	3999.16
P_9	548.44	3981.87	542.39	4524.26
P_10	0.00	4530.31	488.15	5018.46



O destino da produção de cada setor também é distinto, o que pode ser visto a seguir nos gráficos 7.4, 8.4 e 9.4. Recorde-se que a produção tem três destinações possíveis: a) o Consumo Intermediário; b) o Investimento e c) o Consumo final. O consumo intermediário é o consumo diretamente produtivo, definido pelas matrizes (A) de nova e velha tecnologia. O investimento é o sub-conjunto da produção de mercadorias que é utilizado para viabilizar acréscimos na capacidade produtiva, e na capacidade de ensino, quantidades essas definidas pelas matrizes B e H, e o Consumo Final tem dois componentes: o "Consumo Mínimo", que garante sejam satisfeitas, por uma "cesta básica", as necessidades de sobrevivência dos trabalhadores, e o "Surplus de Consumo Mínimo", que é um excedente utilizado em bens adicionais . Este excedente é a parte do consumo final que se pode utilizar como uma "*proxy*" do nível de bem estar da sociedade, na medida que definiria os "bens de consumo duráveis e não duráveis" além dos da cesta básica à disposição dos trabalhadores.[(140)] Para definir estes dois sub-conjuntos em separado, utilizam-se as variáveis definidas pelas equações do "módulo de sobrevivência de força de trabalho", apresentadas no capítulo 3 (respectivamente as de número 41.3, 42.3 e 43.3).

Analisando em detalhes o destino da produção para cada um dos setores, observa-se que a produção agrícola, ao longo dos dez períodos, ampliou-se constantemente. No gráfico 7.4 nota-se que uma parte vai para consumo mínimo (coluna 1) e uma parte crescente vai para excedente (coluna 2), perfazendo um Consumo Final (coluna 3). Tomando os dados da coluna de Consumo Final observa-se que este cresceu a taxas anuais de 19%. Tomando a Produção Total da Agricultura (coluna 6), vê-se que esta evoluiu a 10% a.a. Portanto, as mercadorias disponíveis para consumo crescem a taxas muito mais altas que a produção. A pergunta seria então: como são geradas as condições para a ocorrência desse "surplus" específico? Em linhas gerais, já se observou que, com nova tecnologia, "manufaturados" e "energia" não precisam aumentar sua produção para viabilizar crescimento da produção

[140] Este “bem estar” está, nesta versão do modelo MAT em que ainda não se incorporou um módulo demográfico, com a conseqüente explicitação das necessidades de toda a população, restrito aos trabalhadores empregados. Por outro lado, poder-se-ia também dividir o consumo em dois componentes clássicos, os bens de consumo operário e os bens de consumo capitalista, estes últimos ligados ao consumo

agrícola. Portanto, a agricultura não precisa fornecer mais produto agrícola para aumentar a produção dos outros setores. Ao mesmo tempo, a produção agrícola não é utilizada para aumentar a sua própria capacidade produtiva instalada – de acordo com os coeficientes da matriz B. Portanto, todo o acréscimo de produção pode ser transformado em produto líquido disponível para consumo.

A observação, no gráfico 7.4, da "coluna 6-Produção Total" comparada à "coluna 5 – Demanda Final", define que ambas crescem mantendo uma diferença, em cada período, em torno de mil unidades. Esta diferença é o Consumo Intermediário, ou Consumo Produtivo, que, como vimos, mantem-se quase constante (de fato, ligeiramente declinante, graças à nova tecnologia). Essa constância, aliada à ausência de Investimentos em capacidade produtiva que utilizem a agricultura como insumo (ver a posição “vazia” da coluna 4 no gráfico 7.4), gera, sob essa ótica, o excedente de consumo. Finalmente, uma última observação sobre a agricultura: embora não perceptíveis na escala utilizada, existe uma pequena contribuição agrícola para “investimentos” apenas para a geração de força de trabalho qualificada, ou seja, no Sistema de Ensino. Sua dimensão numérica é tão pequena que, embora presentes na planilha de dados, não são perceptíveis na escala do gráfico. De todo modo, esta questão vai ressurgir ao analisarmos este Sistema no item 4.3.2.

Fazendo análise análoga do destino da produção, tomando como referência o gráfico 8.4, pode-se também discutir a utilização de manufaturados. A existência de um "surplus" de consumo de manufaturados é decrescente, e na situação "de regime" – pós-período 4 – ele permanece nulo, ou seja, mantem-se o Consumo Final apenas para atender a "cesta básica". Por outro lado, a utilização da produção de manufaturados como “Investimento” ocorre em proporções significativamente maiores que na Agricultura, como também seria esperado a partir da matriz B. A diferença entre as colunas "5" e "6", que é o Consumo Intermediário (Produtivo), mantém-se em torno de 50% da produção total ao longo dos dez períodos. Ou seja, os manufaturados são utilizados essencialmente para manter o sistema produtivo operando e para ampliar a capacidade produtiva da agricultura.

---

dos empresários (os detentores de decisão sobre os lucros). Todas estas são possibilidades para extensão deste modelo.

O gráfico 9.4, que diz respeito à utilização da produção do setor de "energia" indica um terceiro tipo de comportamento. Desde o primeiro período este setor não produz "excedente para consumo", observando-se que sua produção vai para o Consumo Mínimo (cesta básica) que é praticamente igual à sua Demanda Final. A produção de energia, como visto na matriz B, não é necessária para ampliar a capacidade produtiva (ela é utilizada essencialmente como insumo intermediário para viabilizar a produção de si mesmo e dos demais setores) e a energia como investimento é necessária apenas para ampliar o sistema de ensino, de forma análoga à agricultura. Dada a sua ordem de grandeza significativa, do ponto de vista da escala utilizada, esta utilização de energia para investimento aparece com algum destaque no gráfico 9.4.

Uma última observação cabe na análise deste item, ao tomar-se a coluna 2, que indica a parcela para consumo final excedente em cada um destes três gráficos: o excedente disponível está todo concentrado na produção agrícola. Ou seja tem-se apenas bens agrícolas para caracterizar o usufruto do “bem estar” neste sistema econômico (e caso houvesse exportações, estariam também disponíveis para tal) e este “bem estar” não utiliza manufaturados nem energia – o que caracteriza uma sociedade eminentemente agrícola, e um conceito de “bem estar” que seria politicamente insustentável nos dias de hoje.

Gráfico 7.4: Utilização da Demanda Final na Produção Total da Agricultura: Consumo Mínimo(Ymin), Consumo Total e Investimento

	Ymin_Agr	Sycons_Agr	Y_ConsAgr	Agr_IF	DF_Agr	Xt_Agr
P_0	244	459	704	18	722	1850
P_1	241	680	921	16	937	2065
P_2	240	961	1201	17	1218	2345
P_3	242	1300	1542	22	1563	2681
P_4	242	1653	1895	22	1917	3008
P_5	241	2112	2353	23	2376	3405
P_6	240	2295	2535	29	2564	3587
P_7	242	2500	2742	30	2772	3808
P_8	243	2672	2915	46	2961	3999
P_9	253	3201	3454	46	3500	4524
P_10	262	3704	3966	46	4012	5018

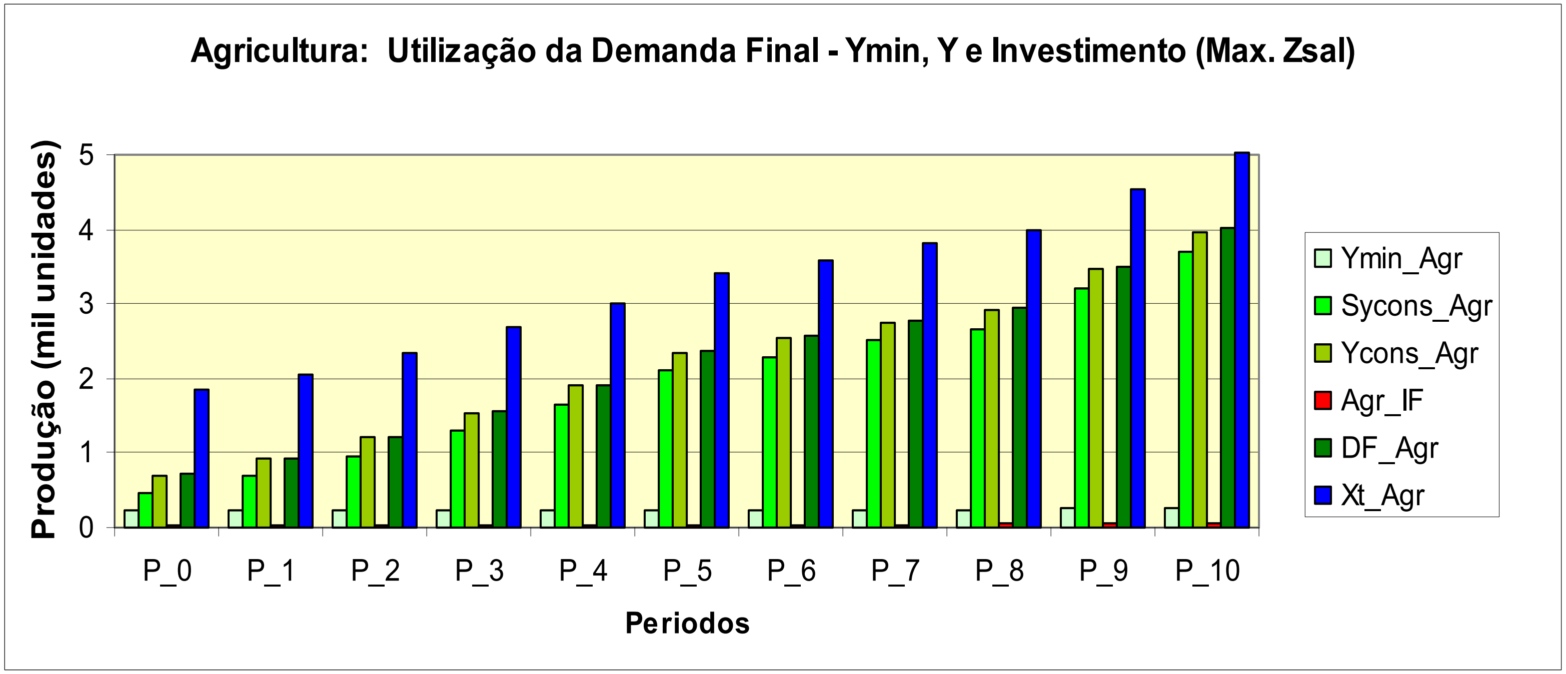


Gráfico 8.4: Utilização da Demanda Final na Produção Total de Manufaturados: Consumo Mínimo(Ymin), Consumo Total e Investimento

	Ymin_Man	Sycons_Man	Y_Cons_Man	IF_Man	DF_Man	XT_Man
P_0	245	316	560	300	861	1568
P_1	241	285	527	333	859	1575
P_2	241	241	483	369	852	1576
P_3	243	182	426	404	830	1560
P_4	243	112	355	440	795	1517
P_5	243	4	247	474	721	1415
P_6	242	0	242	507	749	1466
P_7	244	0	244	554	799	1552
P_8	246	0	246	580	826	1606
P_9	255	0	255	539	794	1580
P_10	264	0	264	490	755	1543

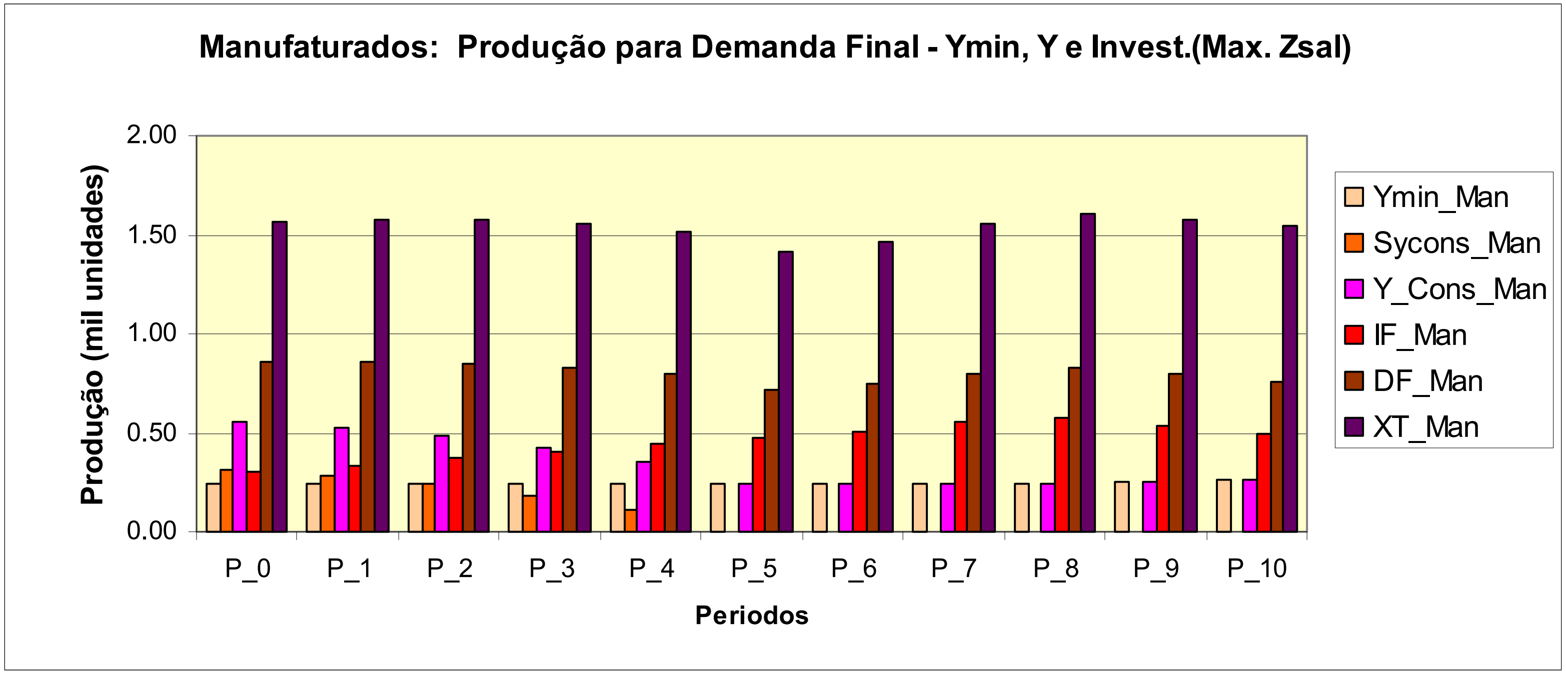
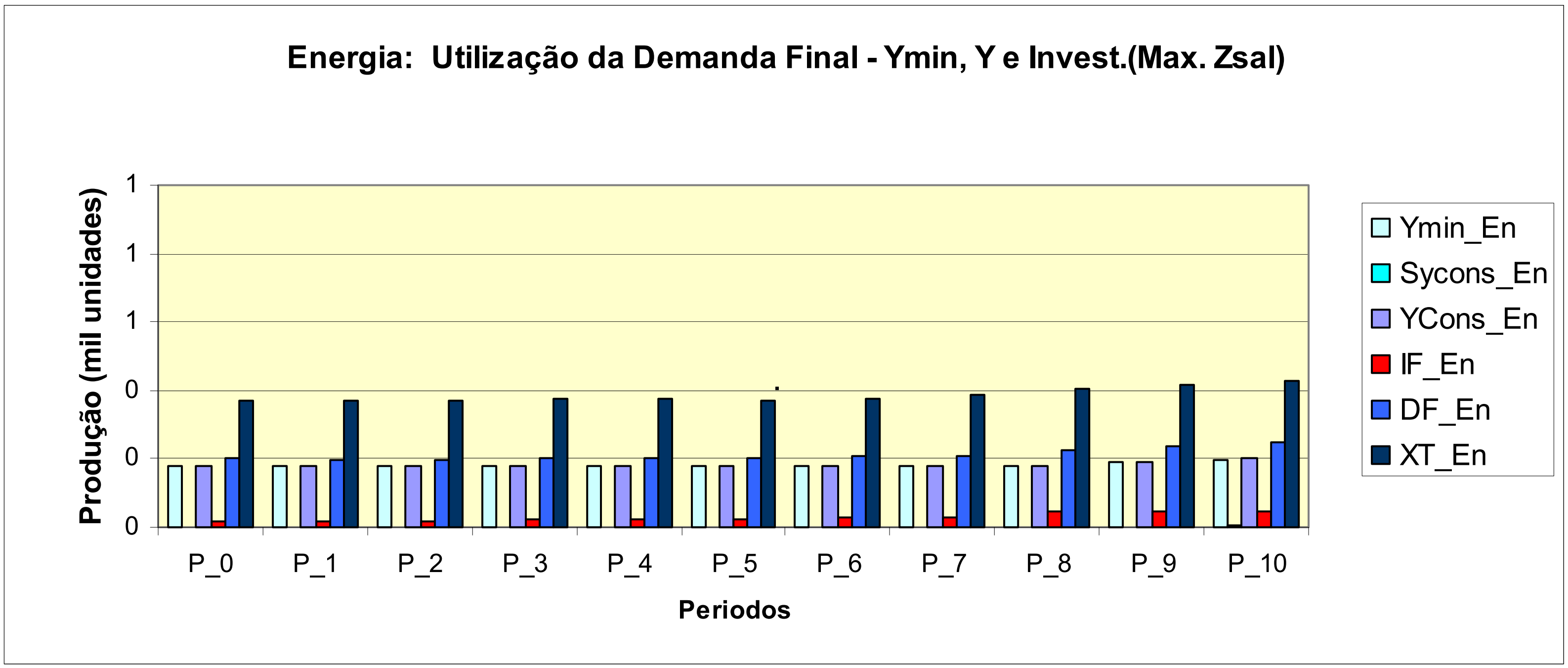


Gráfico 9.4: Utilização da Demanda Final na Produção Total de Energia: Consumo Mínimo(Ymin), Consumo Total e Investimento

	Ymin_En	Sycons_En	Y_Cons_En	IF_En	DF_En	XT_En
P_0	181	0	181	19	200	369
P_1	179	0	179	17	196	367
P_2	179	0	179	16	195	369
P_3	180	0	180	22	202	377
P_4	180	0	180	21	201	374
P_5	180	0	180	22	202	367
P_6	179	0	179	30	209	378
P_7	180	0	180	30	211	386
P_8	182	0	182	46	228	407
P_9	189	0	189	46	235	415
P_10	195	7	203	46	249	428



4.3.2 O Emprego e a Formação de Força de Trabalho

Observados alguns aspectos da evolução da produção subordinada ao objetivo de maximizar salários, analisa-se, neste item, como evolui a utilização e a produção de força de trabalho com o objetivo de maximizar a massa de salários. Para tal, utiliza-se um esquema análogo ao do item anterior: discutem-se as matrizes estruturais de emprego, as condições iniciais do Sistema de Ensino, e após, apresentam-se tabelas e gráficos sobre a evolução destas variáveis.

O cálculo das matrizes estruturais também está definido no Anexo 4.1; são três as matrizes que definem as condições de emprego: as de produção de mercadorias com nova tecnologia, aquelas com velha tecnologia, e a de formação de força de trabalho, que faz parte do sistema de ensino:

$$L_O = \begin{bmatrix} .6896 & .1055 & .2392 \\ .1077 & .1582 & .0942 \\ .0215 & .1055 & .0695 \end{bmatrix} \qquad \text{..........................eq.(20.4)}$$

onde:
L_O: Matriz de coeficientes técnicos de emprego por produção de uma unidade de mercadoria com Velha Tecnologia, onde linhas representam i_1 – f.t. de nível básico; i_2 – f.t de nível médio; i_3 – f.t. de nível superior e as colunas referem-se às industrias produtoras das mercadorias: j_1- agricultura; j_2 – energia; j_3 - manufaturados.

$$L_N = \begin{bmatrix} .1737 & .0611 & .1211 \\ .0579 & .0916 & .0519 \\ .0116 & .0611 & .0415 \end{bmatrix} \qquad \text{..........................eq.(21.4)}$$

onde:
L_N: Matriz de coeficientes técnicos de emprego por produção de uma unidade de mercadoria com Nova Tecnologia, onde linhas representam i_1 – f.t. de nível básico ; i_2 – f.t de nível médio; i_3 – f.t. de nível superior e as colunas referem-se às industrias produtoras das mercadorias: j1- agricultura; j2 – energia; j3 - manufaturados.

$$N = \begin{bmatrix} .0524 & .0833 & .1667 \\ .0429 & .1000 & .1000 \\ .0095 & .0333 & .2000 \end{bmatrix} \qquad \text{..........................eq.(22.4)}$$

onde:
N: Matriz de coeficientes técnicos de emprego por formação de um trabalhador de nível de qualificação i, em escolas de formação básica, técnica e superior, onde linhas representam i_1 – f.t. de nível básico ; i_2 – f.t de nível médio; i_3 – f.t. de nível superior e as colunas referem-se às escolas de ensino básico (j_1); escolas de ensino técnico(j_2) e escolas de ensino superior (j_3).

Sobre os coeficientes destas matrizes pode-se fazer desde logo dois comentários: um mais evidente, de que a "nova tecnologia" (L_N) emprega menos mão de obra por unidade de produto do que a “velha tecnologia” (L_O), em cada uma das "indústrias", mas a estrutura interna de "força de trabalho", ou seja, a estrutura do emprego exigido por cada uma das indústrias, com nova tecnologia, utiliza proporcionalmente mais trabalho de maior qualificação (engenheiros) por unidade produzida; um segundo, que decorre de uma observação de trabalhos anteriores, diz respeito à diferença entre os coeficientes das matrizes de emprego com nova tecnologia “versus” os coeficientes de mesma característica nas de velha tecnologia: esta diferença é significativamente maior entre a nova e a velha tecnologia de emprego (***Ln x Lo***) do que entre a nova e a velha tecnologias de produção (***An x Ao***). Tal diferença tenta reproduzir constatações empíricas de Anne Carter, que observa que as diferenças das estruturas produtivas no sentido da modernidade, ao longo do tempo, mudam muito mais radicalmente os coeficientes da matrizes de emprego do que os coeficientes de insumos intermediários(141).

Sobre a matriz de emprego no Sistema de Ensino (***N***), observe-se que os níveis de ensino exigem proporcionalmente mais força de trabalho à medida que a complexidade da formação cresce, e em particular mais força de trabalho qualificada em nível superior.

As condições iniciais do modelo para este módulo exigem definição da disponibilidade de mão de obra nos três níveis de qualificação no "período 0" ($\underline{d}^0$) – disponibilidade que pode ser designada como a P.E.A. (População Economicamente Ativa) da "economia nacional". Esta disponibilidade constitui uma restrição à capacidade de produção, sob a perspectiva da força de trabalho que pode ser utilizada no sistema econômico. Para superar esta restrição, a economia nacional inicia sua evolução com um Sistema de Ensino já em vigor, que é descrito pelas capacidades definidas em ($\underline{\boldsymbol{m}}^{0}$), e pelo número de "formandos" no período anterior ao do início do processo de planejamento ($\underline{\boldsymbol{q}}^{prev}$). Os valores são os seguintes:

$$\underline{d}^{0} = \begin{bmatrix} 1520 \\ 395 \\ 170 \end{bmatrix} \qquad \text{.............................eq.(23.4)}$$

$$\underline{m}^{0} = \begin{bmatrix} 45 \\ 24 \\ 10 \end{bmatrix} \qquad \text{.............................eq.(24.4)}$$

$$\underline{q}^{prev} = \begin{bmatrix} 36 \\ 19 \\ 10 \end{bmatrix} \qquad \text{.............................eq.(25.4)}$$

Os níveis iniciais de formação de trabalhadores merecem um comentário: recorde-se que na formulação matemática do módulo de formação de trabalhadores (cap. 3), a quantidade de recursos humanos formados no período (t) tem de levar em conta o que foi formado no período (t-1), daí a necessidade de definir-se $\underline{\boldsymbol{q}}_{prev}$ para calcular-se $\underline{\boldsymbol{q}}_{0}$. [(142)] Cabe

---

141 Carter, Anne, Structural Change in the American Economy , Harvard University Press, Cambridge, 1970, p. 5.

142 Essa quantidade de "formados" no período anterior a $\underline{\boldsymbol{q}}^{1}$ (recorde-se que $\underline{\boldsymbol{q}}^{1}$ é calculado no período t=0, pois por convenção do MAT, os índices de tempo das variáveis definem o período em que eles são utilizados, e sua posição nas equações o período em que são produzidos..) reflete o número de pessoas que já estavam no sistema de ensino em períodos anteriores, e que se objetivou pela formação de $\underline{\boldsymbol{q}}^{prev}$. Ainda chamando a atenção para a analogia com o mundo real, há uma enorme "inércia" em reduzir quantidades de $\underline{\boldsymbol{q}}^{t}$, seja porque é necessário oferecer formação aos jovens que entram em "idade escolar", seja porque mesmo impedindo ingresso de novos o sistema de ensino continua formando os que já estavam no sistema. Assim, ampliação de $\underline{\boldsymbol{d}}$, ou seja $\underline{\boldsymbol{d}}^{t+1} > \underline{\boldsymbol{d}}^{t}$ pode ocorrer mesmo em situações em que haja desemprego, ou seja, em que não haveria de imediato necessidades de acréscimo da População Economicamente Ativa. Para tal, basta que $\underline{\boldsymbol{q}}^{t}$ seja maior que a redução de trabalhadores definida pela taxa de mortalidade da P.E.A.(ver equação m9, do anexo 3.1).

lembrar que a P.E.A. tem, neste exemplo, uma "taxa de mortalidade" de 5% ao ano Assim, o "vetor de mortalidade" ($\underline{vm}$) é, no período 0, alguma coisa como:

$$\underline{vm}^{0} = \begin{bmatrix} 76 \\ 19 \\ 9 \end{bmatrix} \qquad \text{..........................eq.(26.4)}$$

Comparando-se $\underline{vm}^{0}$ com $\underline{m}^{0}$, vê-se que o sistema de ensino ($\underline{m}^{0}$), tem condições, já no instante inicial, de repor, por meio da formação anual $\underline{q}^{0}$, os "engenheiros" e os "técnicos" que deixam a P.E.A. sem necessidade imediata de novos investimentos em capacidade de ensino. Não tem, no entanto, condições de repor integralmente os trabalhadores de capacitação mais simples na quantidade estruturalmente definida pela “mortalidade”, caso venham a ser necessários para a lógica de crescimento da economia.

Apresenta-se, inicialmente, a evolução do emprego nos três setores produtivos e da PEA disponível, para cada um dos três níveis de qualificação. Pode-se afirmar, pelos dados agregados, que, de modo análogo ao da evolução da produção, as condições iniciais do “teste de operação” da economia que se está apresentando estão bastante "folgadas". Ocorre uma re-alocação da força de trabalho entre indústrias, utilizando-se tanto a folga de P.E.A. como a capacidade de formação de RH já existente, dispensando-se a necessidade de investimentos expressivos na ampliação do sistema de ensino. A variação da P.E.A. entre os períodos inicial e final pode ser vista abaixo na eq. 27.4:

$$\underline{d}^{0} = \begin{bmatrix} 1520 \\ 395 \\ 170 \end{bmatrix} \quad \wedge \quad \underline{d}^{10} = \begin{bmatrix} 1419 \\ 478 \\ 180 \end{bmatrix} \qquad \text{........................eq.(27.4)}$$

A PEA necessária à operação do sistema exigiu ampliação significativa de técnicos (30%) e um pouco menor do número de engenheiros (6%) e reduziu o numero de trabalhadores de formação básica, simultaneamente a um enorme aumento da produção, graças à introdução de novas tecnologias e à eliminação das antigas. Os valores inicial e final de emprego estão indicados a seguir, na eq. 28.4, onde fica clara a pequena pressão das novas tecnologias sobre o emprego, e a inexistência de desemprego ao final (comparando-se emprego e disponibilidade no período 10, nas equações 27.4 e 28.4). Em síntese, após dez anos de economia planejada, não há mais desemprego, mas, ao mesmo tempo, a massa total de empregados permanece praticamente constante (com uma mudança na participação relativa das qualificações, na direção da utilização do trabalho mais qualificado). Este resultado chama a atenção porque isso ocorre com uma possível evolução da economia nacional, definida por um objetivo que é o de maximizar a massa de salários, o que exigiria em tese mais empregos [(143)]!

$$\underline{e}^{0} = \begin{bmatrix} 1401 \\ 363 \\ 170 \end{bmatrix} \wedge \quad \underline{e}^{10} = \begin{bmatrix} 1419 \\ 478 \\ 180 \end{bmatrix} \qquad \text{...........................eq.(28.4)}$$

O gráfico 10.4 a seguir permite observar o movimento de re-alocação de trabalhadores: eles "rumam" para a nova tecnologia, aumentando-se muito a produtividade dos que mudam de emprego, passando a produzir muito mais mercadorias – como visto no item anterior – sem que a quantidade total de trabalhadores cresça proporcionalmente. O gráfico 10.4 aponta também a tendência firme de crescimento do emprego para técnicos de nível médio, algum emprego adicional para engenheiros e redução do emprego dos técnicos de menor qualificação – à exceção dos dois anos finais, que refletem um nítido "efeito de fim de mundo"[(144)].

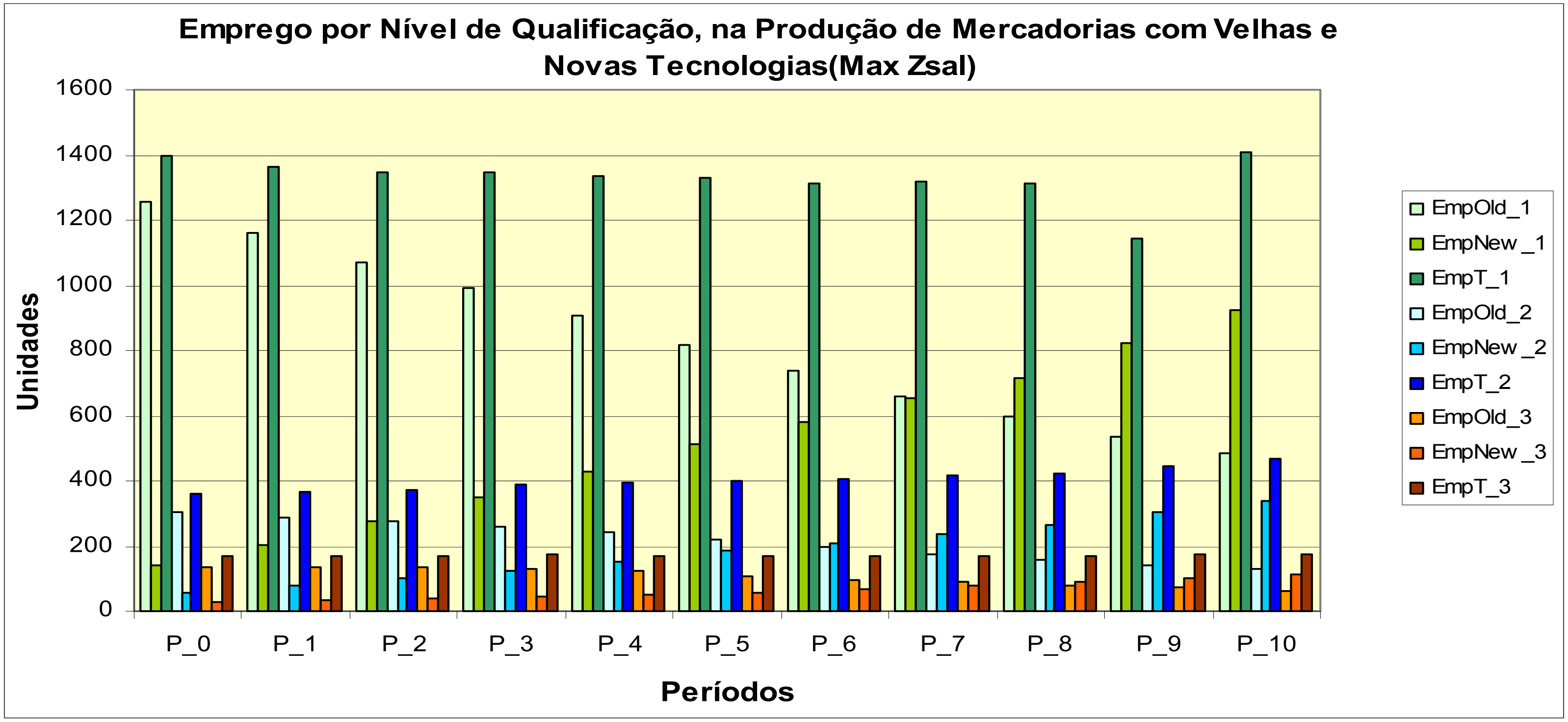
---

143 A função objetivo sob análise (Max Z_{sal}) representa uma agregação do numero de empregos onde cada emprego é ponderado pelo seu salário – ou seja, dá-se mais "peso" aos empregos de maior nível de qualificação. Testes feitos com uma função objetivo "Maximizar Postos de Trabalho" (isto é, maximizar a soma dos empregos sem ponderação pelo salário) levou a resultados muito parecidos, com diferença de apenas 0.7 % nos níveis de emprego, como indicado na tabela 7 – Anexo 4.3 – Tabelas Complementares..

144 Este efeito é característico de modelos de otimização com horizonte finito, em que a função objetivo tende a dar maior ênfase aos valores finais do período. Esta questão é discutida na nota 148, a seguir.

Gráfico 10.4: Emprego Industrial em Velha Tecnologia, Nova Tecnologia, e Total, por Nível de Qualificação (1-Básico; 2-Técnico; 3-Superior)

	empOld_1	empNew_1	empTot_1	empOld_2	empNew_2	empTot_2	empOld_3	empNew_3	empTot_3
P_0	1255	142	1396	302	57	358	138	29	167
P_1	1160	203	1363	287	77	364	135	33	168
P_2	1073	274	1347	274	101	375	133	38	171
P_3	992	352	1344	261	127	388	130	43	173
P_4	908	428	1336	241	154	396	122	50	171
P_5	817	515	1332	217	185	402	109	57	166
P_6	735	580	1315	196	211	406	98	68	167
P_7	662	654	1316	176	239	415	89	80	169
P_8	596	717	1312	158	265	423	80	91	171
P_9	536	825	1144	143	303	446	72	102	173
P_10	482	925	1407	128	339	468	65	111	175



Por outro lado, este efeito de não ampliar o numero total de empregos – que reflete a nova estrutura produtiva – levanta uma preocupação de cunho social imediato: mesmo visando maximizar empregos, o sistema econômico não consegue mais do que mantê-los[(145)]: como tratar a questão do desemprego que será gerado pelo crescimento demográfico e subseqüente ingresso de mais força de trabalho na PEA? Há duas possibilidades imediatas: o de redução de jornada de trabalho – com o subseqüente aumento de coeficientes das matrizes $\boldsymbol{L}$ – e o de criação de novas indústrias. Além de novas indústrias "*strictu sensu*", isso pode implicar em dar "*status*" de "*locus* produtivo" a novos setores – como turismo, cultura.. – que permitirão utilizar, de forma integrada ao sistema econômico o "tempo livre" gerado pela primeira possibilidade.

Para entender melhor as possibilidades apresentadas pelo modelo MAT, observam-se a seguir alguns gráficos e respectivas tabelas, que apresentam em detalhes algumas variáveis relativas à evolução do emprego e ao comportamento do sistema de ensino:

---

[145] Essa tendência fica ainda mais clara ao se efetuar a simulação da proposta de "maximizar a modernidade" da economia, em que o emprego total no nível básico cai radicalmente. Essa e outras alternativas serão analisadas, por meio de um conjunto de funções objetivo alternativas, no item 4.4.

Gráfico 11.4: Nível Básico (indice_1): Emprego, Desemprego, P.E.A., Qualificação(q) e Evolução do Sistema de Ensino (m e h)

	Emp_1	Desemp_1	PEA_1	q_1	m_1	h_1
P_0	1401	119	1520	36	45	0
P_1	1368	112	1480	29	45	0
P_2	1352	83	1435	23	45	0
P_3	1350	36	1386	45	45	0
P_4	1342	20	1362	45	45	7
P_5	1338	1	1339	52	52	15
P_6	1323	0	1323	66	66	0
P_7	1324	0	1324	66	66	49
P_8	1324	0	1324	115	115	0
P_9	1373	0	1373	115	115	0
P_10	1419	0	1419	115	115	288

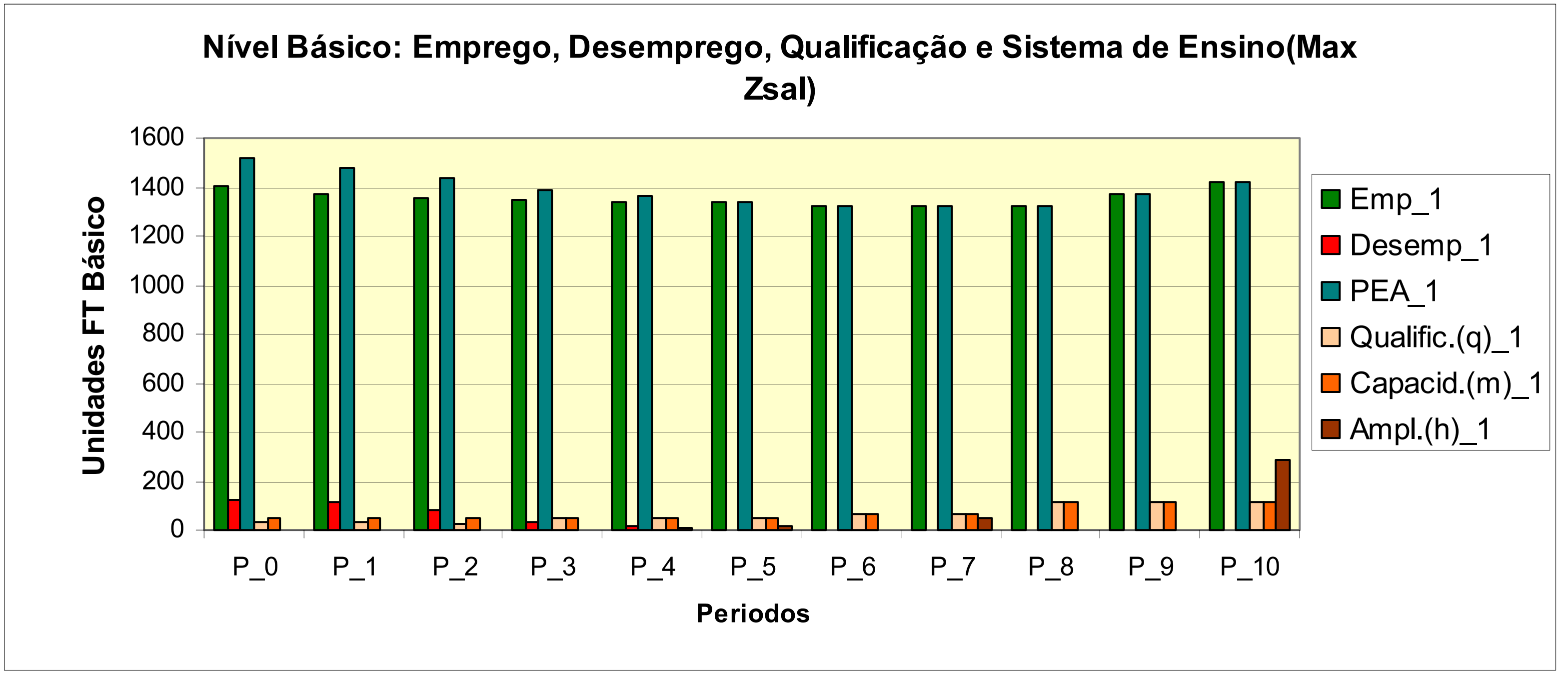


Gráfico 12.4: Nível Técnico (indice_2): Emprego, Desemprego, P.E.A., Qualificação(q) e Evolução do Sistema de Ensino (m e h)

	Emp_2	Desemp_2	PEA_2	q_2	m_2	h_2
P_0	363	32	395	19	24	0
P_1	368	26	394	18	24	0
P_2	379	13	392	24	24	0
P_3	393	3	397	24	24	2
P_4	401	0	401	26	26	0
P_5	407	0	407	26	26	3
P_6	413	0	413	30	30	2
P_7	423	0	423	32	32	12
P_8	434	0	434	44	44	0
P_9	456	0	456	44	44	0
P_10	478	0	478	44	44	0

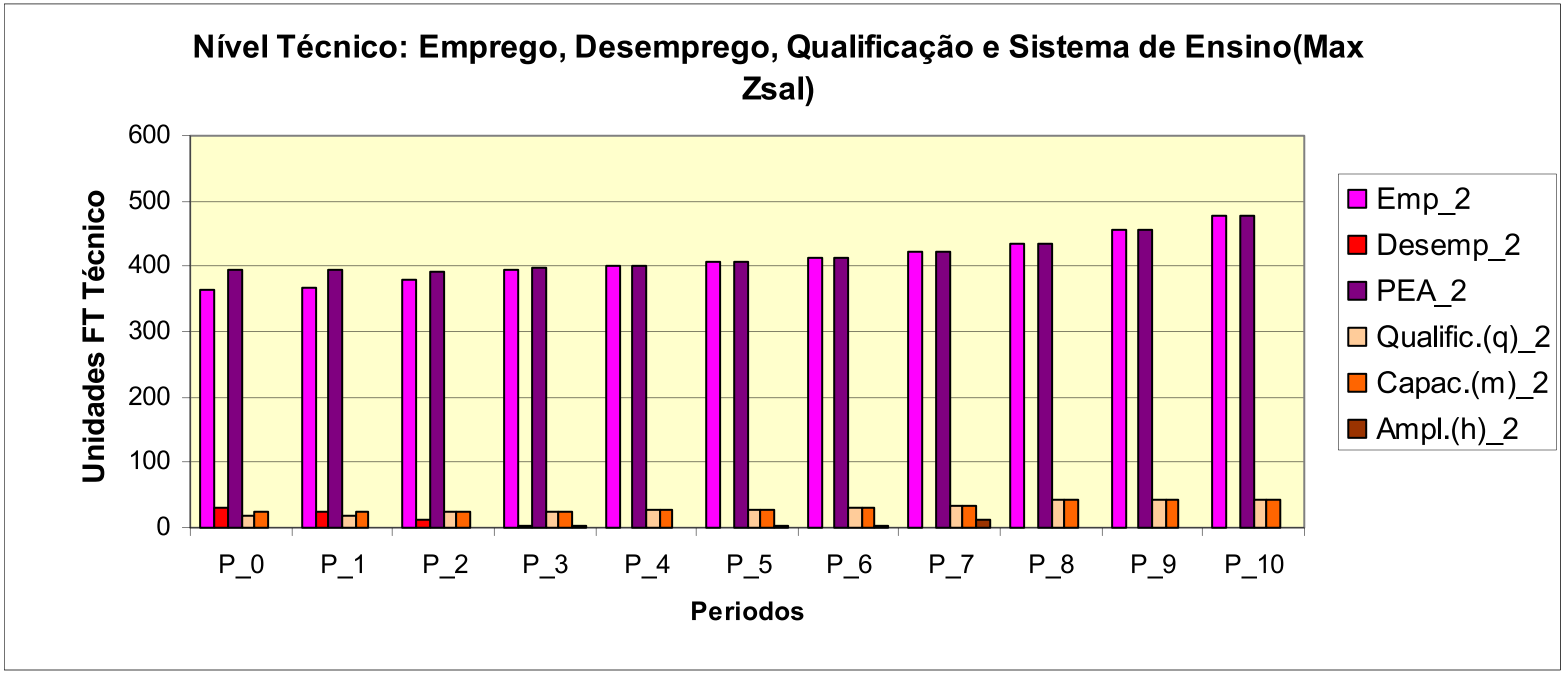
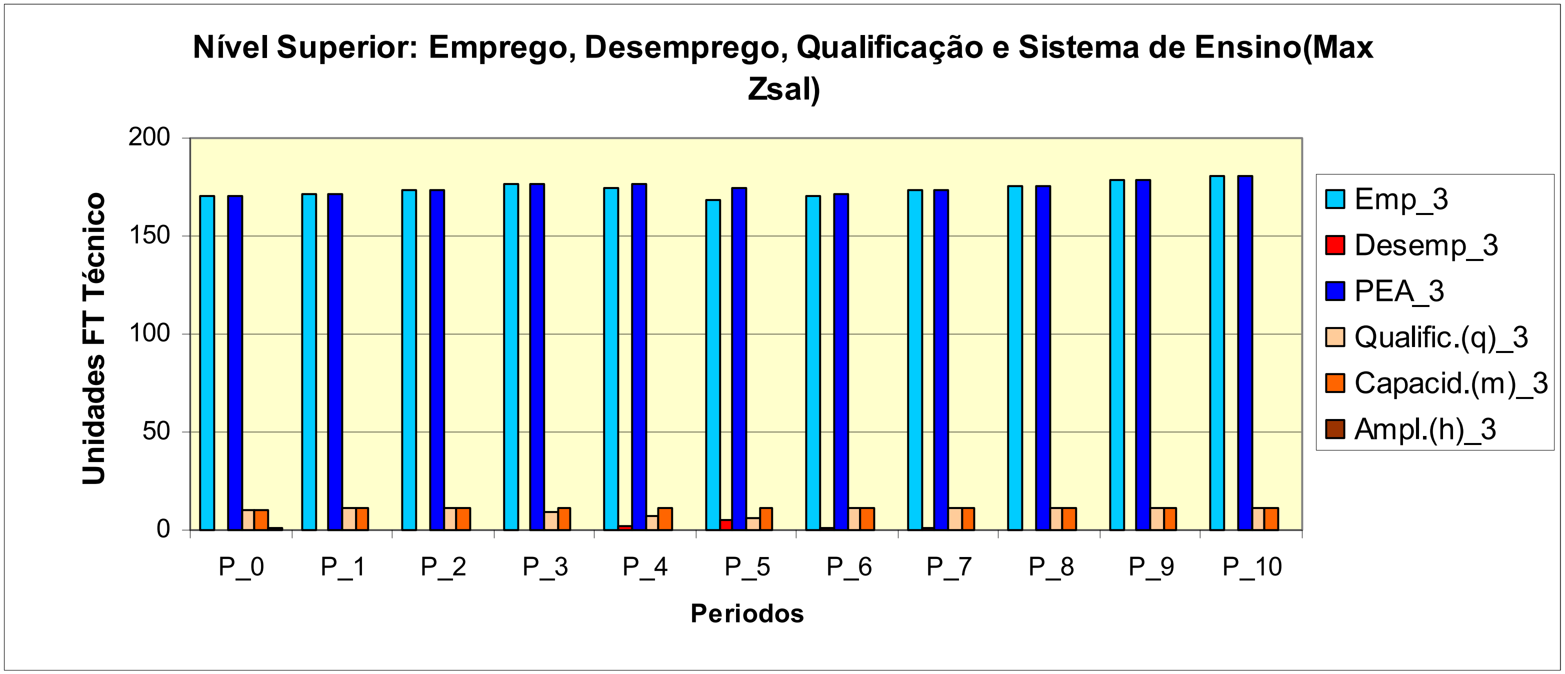


Gráfico 13.4: Nível Superior (indice_3): Emprego, Desemprego, P.E.A., Qualificação(q) e Evolução do Sistema de Ensino (m e h)

	Emp_3	Desemp_3	PEA_3	q_3	m_3	h_3
P_0	170	0	170	10	10	1
P_1	172	0	172	11	11	0
P_2	174	0	174	11	11	0
P_3	176	0	176	9	11	0
P_4	174	2	176	7	11	0
P_5	169	6	174	6	11	0
P_6	170	1	171	11	11	0
P_7	173	1	174	11	11	0
P_8	176	0	176	11	11	0
P_9	178	0	178	11	11	0
P_10	180	0	180	11	11	0



Os gráficos 11.4, 12.4 e 13.4 apresentados nas páginas anteriores analisam a evolução de cada nível de qualificação da força de trabalho, apresentando o emprego, o desemprego e a estrutura de ensino em cada período. Logo de início cabe lembrar a já definida “taxa de mortalidade” da PEA, que utiliza o sistema de ensino mesmo que apenas para repor força de trabalho, caso necessário. Observando em separado cada um dos níveis de qualificação, tem-se, quanto à formação em nível superior (gráfico 13.4), que não há necessidade de novos investimentos em ampliação de capacidade de "universidades": a formação anual ampliada em apenas 10% no período inicial é capaz de suprir as necessidades do sistema produtivo ao longo dos dez anos de planejamento. No nível médio (gráfico 12.4), o sistema de ensino é ampliado em 10% no 3º, no 5º e no 6º períodos, ocorrendo um salto de 30% no 7º período – premonitório do já mencionado efeito de "fim de mundo". No nível básico (gráfico 11.4), as necessidades de crescimento do sistema de ensino ocorrem no 4º e 5º períodos, reforçadas pela necessidade de reposição da já mencionada “mortalidade”, com um salto de 60% também no 7º período[146].

Essa "folga" de oferta de força de trabalho reflete-se nas taxas de desemprego para cada um dos estratos de qualificação da P.E.A.: começa com 8% para a força de trabalho de nível básico e atinge 0 apenas no 5º período; alcança também os de nível superior, em 3% no 5º período, caindo para 0 nos dois seguintes – o aparente paradoxo de "desemprego" no meio do período de planejamento resulta de um número de profissionais de grau superior, formados pelo sistema de ensino, nos anos iniciais de planejamento, acima do "ótimo"; e existe também para os de nível médio, começando em 8% mas caindo a quase 0 já no período 3. Como o "nível médio" é o mais necessário, de maior crescimento relativo para a lógica de investimentos na produção seguida pelo modelo, é o que apresentará as maiores taxas de investimento em ensino.

Como síntese, pode-se chamar a atenção para "condições iniciais" caracterizando um sistema maduro, ou, como mencionado, com “folga”, do ponto de vista de qualificação de

---

[146] As descontinuidades na ampliação do Sistema de Ensino refletem uma “flexibilidade” de tomada de decisões do modelo em que está implícita a possibilidade de ampliar capacidades em níveis relativos que certamente seriam problemáticos em uma “economia real”.

força de trabalho. Assim, não só ocorre o deslocamento da velha para a nova tecnologia, como não são necessários investimentos adicionais permanentes na capacidade do sistema de ensino.

Ao terminar esta breve análise, faz-se uma última observação, sobre a "garantia de sobrevivência" dos trabalhadores empregados definida pelo modelo. Para tal, vai-se retomar a primeira coluna dos dados utilizados nos gráficos 7.4, 8.4 e 9.4, aonde se define o "consumo mínimo" em cada um dos períodos:

$$\boldsymbol{y}_{\min}^{\mathbf{0}} = \begin{bmatrix} \mathbf{244} \\ \mathbf{181} \\ \mathbf{245} \end{bmatrix} \wedge \boldsymbol{y}_{\min}^{\mathbf{10}} = \begin{bmatrix} \mathbf{253} \\ \mathbf{195} \\ \mathbf{264} \end{bmatrix} \qquad \text{............................eq. (29.4)}$$

Na medida em que o emprego varia pouco, como já se observou, é de se esperar que o consumo mínimo garantido também varie pouco. Mas pode-se notar uma diferença na evolução relativa desse consumo: cerca de 4% a mais em produtos agrícolas e 8% adicionais em produtos manufaturados e energia. Por quê a diferença? Porque o Consumo Mínimo é distinto de acordo com o nível de qualificação dos trabalhadores (de acordo com a matriz Ω apresentada na equação 37.3) e o aumento relativo maior do número de técnicos de nível médio e de engenheiros leva a uma mudança na estrutura desta "garantia de consumo" viabilizada pelo modelo(147).

---

147 Os valores numéricos da matriz Ω são apresentados no Anexo 4.1 deste capítulo.

4.3.3 A Evolução das Grandezas Monetárias do MAT

Até aqui a análise concentrou-se em grandezas físicas. Neste item avalia-se o comportamento do PIB-Produto Interno Bruto, DF-Demanda Final (desagregada em Consumo e Investimentos), e RN- Renda Nacional (composta de Salários e Lucros) [(148)], sob condições de disponibilidade de recursos para investimento da ordem de 30% do PIB (ou seja, ε=0.3 na equação 64.3).

O gráfico 14.4 apresenta a evolução dos principais componentes da Demanda Final. Observam-se esforços de investimento na economia da ordem de 25% a 30% do PIB, um Consumo Mínimo quase constante – embora crescente – e, portanto, com participação decrescente no PI. Amplia-se a “folga” que permite viabilizar Consumo Final crescente adicional ao Consumo Mínimo. Entre o primeiro e último período ela se amplia em 270 %. Ou seja, a sociedade tem à sua disposição mais bens de consumo, o que poderia ser lido como mais “bem estar”, de um modo geral, com o acréscimo de bens de consumo disponíveis. Mas este gráfico permite também chamar a atenção para a importância da análise desagregada, que explicita o que está oculto sob a homogeneidade monetária: a crescente folga oculta uma especialização em bens agrícolas, cujo valor monetário é evidentemente crescente, mas que circunscreve o “bem estar” apenas à disponibilidade deste setor. Posteriormente, neste trabalho, vai-se notar, ao analisar casos em que o PIB é a variável a maximizar, que também ocorre crescimento monetário da “folga” para Consumo Final adicional, mas distribuído entre manufaturados e bens agrícolas. Ou seja, a evolução análoga de grandezas monetárias oculta estratégias de crescimento de setores muito diferentes.

O gráfico 15.4 mostra as transformações na proporção Salários x Lucros como componentes da Renda Nacional. O discreto aumento da massa de trabalhadores leva a um

---

[148] Os dois conceitos (salários e lucros) utilizam a mesma base de definição do Sistema de Contas Nacionais do Brasil (utilizado nas mencionadas matrizes de 90 a 97).Nele, Salários inclui: Salários, Encargos Sociais e demais rendimentos do trabalho; e Lucros: Excedente Operacional Bruto das Atividades Econômicas, Impostos e Subsídios sobre as Atividades Econômicas. Em futuras aplicações do MAT em que o Estado venha a ser tratado como um agente econômico com atividades mais detalhadas, os "Lucros" poderão ser divididos em "Lucros Brutos" e "Impostos", adequando-se à desagregação utilizada na contabilidade nacional brasileira.

também discreto aumento dos salários, e um conseqüente crescimento na participação percentual dos lucros na Renda Nacional - lucros que terão parte deles dedicados ao Consumo, ampliando aquele viabilizado pelos salários. Este aumento percentual tão radical aponta para uma outra possibilidade de melhora do modelo: seria razoável supor que trabalhadores empregados em indústrias que utilizam nova tecnologia recebam melhores salários, o que levaria a uma melhora na participação dos salários na Renda Nacional. De todo modo, fica claro que a nova tecnologia, como estratégia de aumento da capacidade de geração de lucros encontra aqui um indicador(149). E que é possível acompanhar os resultados de diferentes estratégias de desenvolvimento na distribuição da Renda Nacional como decorrência das variáveis utilizadas no modelo MAT.

149 Neste modelo a massa de lucros é uma variável deduzida a partir do montante pago em salários. Em um modelo mais sofisticado seria possível definir os lucros também como viabilizadores de crescimento, ou seja, seriam não apenas deduzidos como parte da Renda Nacional, mas poderiam ser equacionados de modo a que, a partir do "fluxo"de lucros gerados em um período ***t*** seria possível a sua utilização em "poupança na forma monetária" ou em "poupança na forma de infra-estrutura para viabilizar a capacidade produtiva", de acordo com a abordagem sugerida por Keynes – incluindo-se aí pagamento de juros pela "poupança monetária". De todo modo, este é um desdobramento possível para trabalhos futuros.

Gráfico 14.4: Evolução da Demanda Final

	Cmin	Ctot	INVt	DF=PIB
P_0	1912	4015	1402	5417
P_1	1888	4195	1539	5734
P_2	1886	4433	1698	6130
P_3	1902	4711	1873	6584
P_4	1900	4943	2029	6971
P_5	1897	5173	2184	7357
P_6	1891	5429	2359	7788
P_7	1904	5761	2571	8332
P_8	1919	6039	2746	8785
P_9	1992	6929	2566	9495
P_10	2062	7791	2352	10144

Valores em %

	Cmin	Ctot	INVt	DF=PIB
P_0	35.30	74.12	25.88	100.00
P_1	32.92	73.17	26.83	100.00
P_2	30.77	72.31	27.69	100.00
P_3	28.89	71.55	28.45	100.00
P_4	27.25	70.90	29.10	100.00
P_5	25.78	70.31	29.69	100.00
P_6	24.28	69.71	30.29	100.00
P_7	22.85	69.14	30.86	100.00
P_8	21.85	68.74	31.26	100.00
P_9	20.98	72.97	27.03	100.00
P_10	20.32	76.81	23.19	100.00

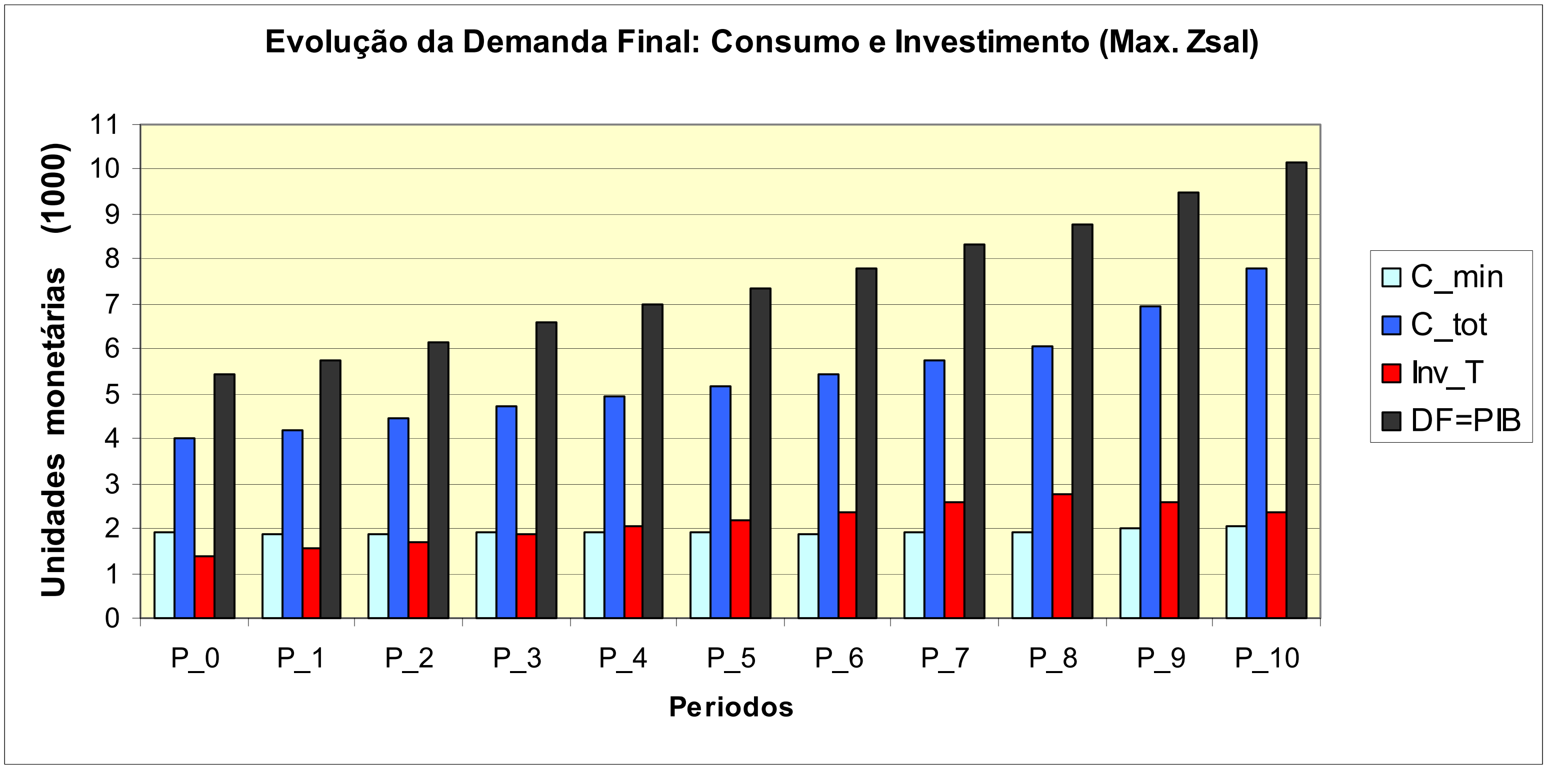


Gráfico 15.4: Evolução da Renda Nacional

	Sal	Lucros	RN =PIB
P_0	3019	2398	5417
P_1	3006	2728	5734
P_2	3028	3103	6130
P_3	3072	3511	6584
P_4	3077	3894	6971
P_5	3070	4287	7357
P_6	3078	4710	7788
P_7	3113	5219	8332
P_8	3155	5631	8785
P_9	3273	6222	9495
P_10	3385	6759	10144

Valores em %

	Sal	Lucros	RN=PIB
P_0	55.73	44.27	100.00
P_1	52.42	47.58	100.00
P_2	49.39	50.61	100.00
P_3	46.67	53.33	100.00
P_4	44.14	55.86	100.00
P_5	41.73	58.27	100.00
P_6	39.52	60.48	100.00
P_7	37.37	62.63	100.00
P_8	35.91	64.09	100.00
P_9	34.47	65.53	100.00
P_10	33.37	66.63	100.00

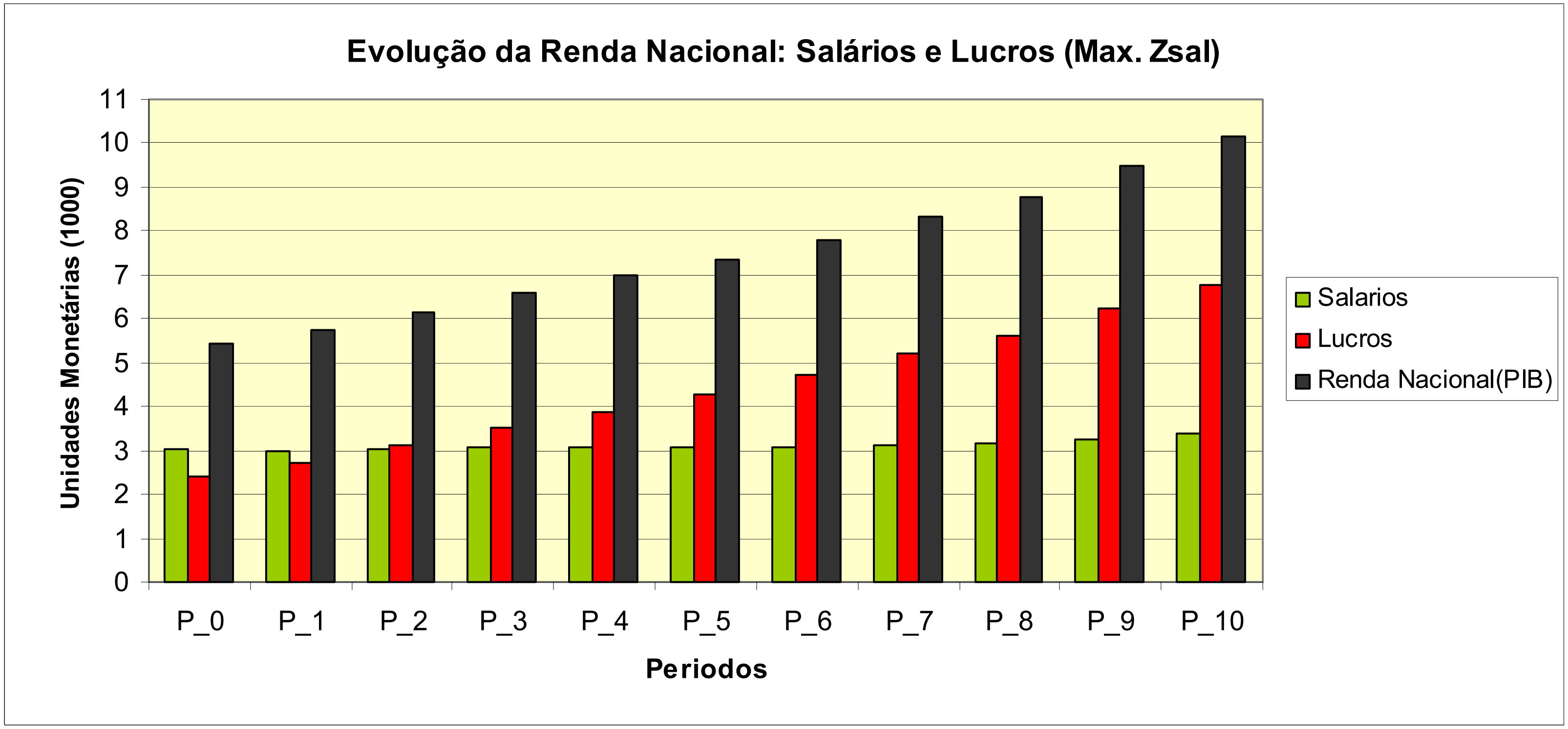
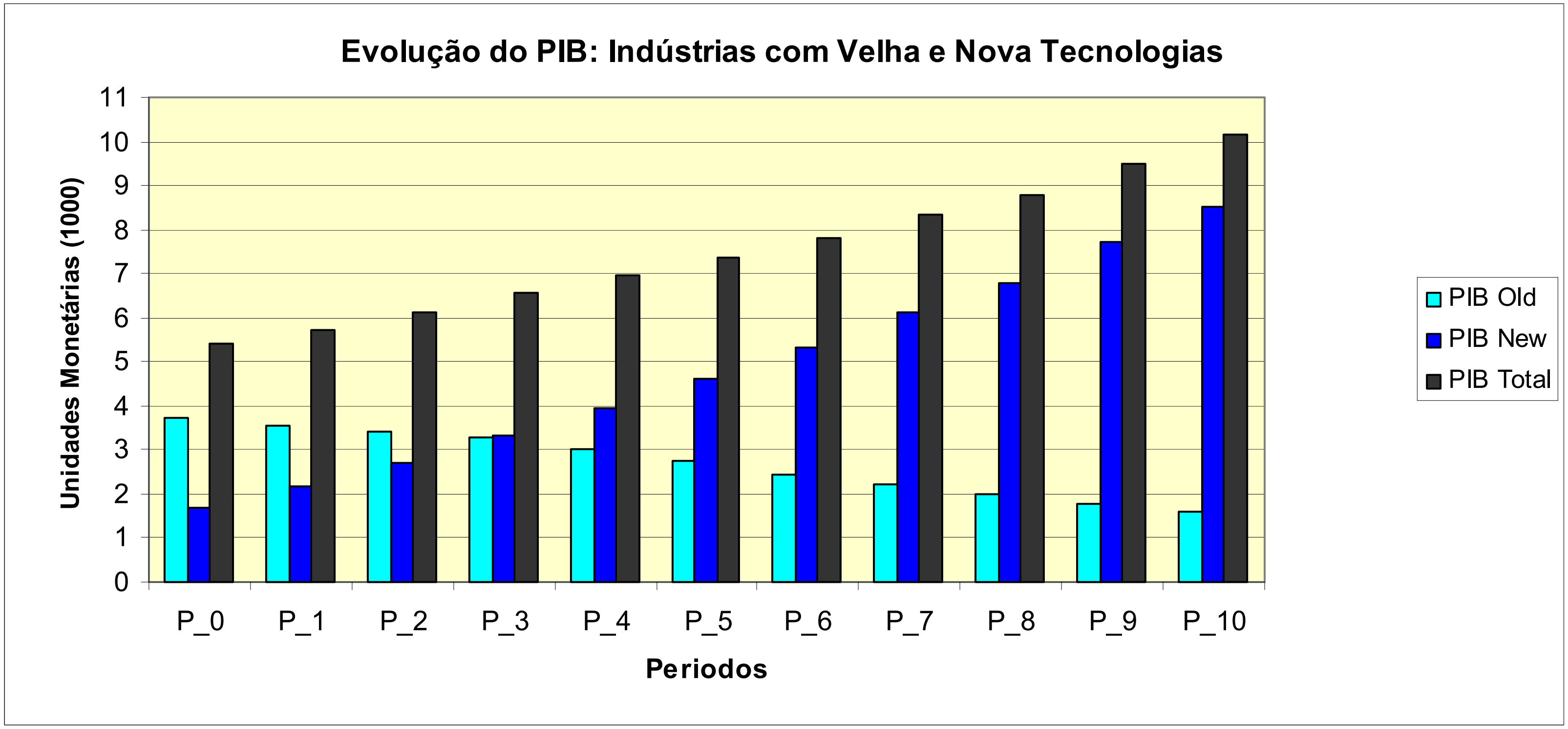


Gráfico 16.4: Evolução do PIB

	PIB Old	PIB New	PIB Total
P_0	3711	1706	5417
P_1	3554	2180	5734
P_2	3409	2721	6130
P_3	3262	3322	6584
P_4	3032	3939	6971
P_5	2729	4628	7357
P_6	2456	5332	7787
P_7	2210	6122	8332
P_8	1989	6796	8785
P_9	1790	7705	9495
P_10	1611	8532	10144

Valores em %

	PIB Old	PIB New	PIB Total
P_0	68.51	31.49	100.00
P_1	61.99	38.01	100.00
P_2	55.61	44.39	100.00
P_3	49.54	50.46	100.00
P_4	43.49	56.51	100.00
P_5	37.09	62.91	100.00
P_6	31.54	68.46	100.00
P_7	26.53	73.47	100.00
P_8	22.64	77.36	100.00
P_9	18.86	81.14	100.00
P_10	15.88	84.12	100.00



Um terceiro tipo de análise advém da construção de gráficos como o 16.4. Ele permite avaliar a evolução do PIB e os aportes das indústrias com velha e nova tecnologia. Sob a primeira perspectiva, o PIB cresce em média 6% ao ano ao longo do período de planejamento. Sob a segunda, este crescimento homogêneo oculta duas lógicas distintas: a redução de aporte ao PIB das que operam com velha tecnologia e o crescimento das que operam com nova tecnologia. Ao mesmo tempo, impressiona saber que, mesmo com esse dinamismo, o crescimento do emprego é pífio, como já se observou na análise anterior.

Por outro lado, uma vez mais as possibilidades de desagregação setorial permitem ainda outro tipo de análise: ao utilizar-se a divisão do PIB por setor (observar a Tabela 22 – Anexo 4.3 – Tabelas Complementares) fica evidente que, no caso em pauta de maximização de salários, o PIB cresce apoiado no setor Agrícola. Por outro lado, caso se deseje maximizar o próprio PIB, ele cresce apoiado no setor de Manufaturados – preservando, embora com menor crescimento, também o setor Agrícola. Esta desagregação do PIB por indústria de origem permite observar o aporte trazido por cada um dos setores produtivos e avaliar a evolução da dinâmica produtiva submetida a diferentes políticas sob uma perspectiva mais próxima do movimento real da economia.

4.3.4 Efeitos do Nível de Investimento em trajetórias de Maximização de Salários.

No item anterior avaliou-se a evolução do sistema econômico sob a perspectiva da maximização dos salários, em um procedimento que tomou como referência a análise de várias trajetórias das variáveis que o caracterizam. Neste item vai-se fazer comparações entre estas trajetórias, sob a perspectiva de mudanças nos níveis possíveis de investimento, mantendo este mesmo objetivo (que, como já visto, é equivalente maximizar postos de trabalho). Cabe neste ponto chamar a atenção para o fato de que, a partir de agora, neste e nos itens subseqüentes, toma-se como referência para análise da evolução do sistema econômico o conjunto de situações que ocorrem entre o período 1 e o período 8, evitando-se tanto o efeito de ajuste inicial do modelo (entre os períodos 0 e 1) como o chamado “efeito de fim de mundo” que se nota nos períodos 9 e 10[(150)].

O parâmetro que define a “capacidade de investimento”, ou seja, a parcela do PIB que se considera como passível de utilização em investimentos, foi definido pelo símbolo ε e é utilizado na equação 73.3, na forma definida abaixo:

$$I^t \leq \varepsilon \,.\, (PIB^t - C^t_{min}) \qquad \text{.......................eq. (73.3)}$$

com $\varepsilon = 0.4$

A questão que se pretende avaliar é: como evoluiriam o PIB, o Emprego e a Demanda Final disponível para Consumo com distintas capacidade de investimento? Para respondê-la simulou-se o comportamento da economia, submetida à função objetivo de maximizar salários, para outros valores de ε (a saber, ε =0,3 e ε =0,5), e os resultados são apresentados na tabela seguinte[(151)]:

[150]Essa característica é típica de modelos de otimização com horizonte finito e leva a uma variação mais intensa das variáveis que compõem a função objetivo nos períodos finais do exercício de otimização, visando o seu atendimento, na medida em que ela não leva em conta - por construção - os períodos subseqüentes. Poder-se-ia arbitrar restrições adicionais para impedir mudanças drásticas nos dois períodos finais – o que implicaria em algum tipo de distorção nos períodos imediatamente anteriores – mas optou-se por não levá-los em conta e considerar como mais confiáveis os resultados até o período 8 (em uma simulação que avance até o período 10).

[151] As novas evoluções das variáveis, obtida sob as restrições de investimento mencionadas, permitiriam a construção de tabelas análogas às apresentadas para a construção dos gráficos 10.4 e 14.4. Para não sobrecarregar o texto decidiu-se apresentá-las por meio de uma “tabela resumo”, apresentando-se o conjunto dos dados originais no Anexo 4.3 – Tabelas Complementares.

Tabela 2.4 – Variáveis Agregadas do Sistema Econômico e Níveis de Investimento, para trajetórias com o objetivo Max Zsal[(152)]

	ε=0.3			ε=0.4			ε=0.5		
Variável / Periodo	**PIB**	**Emp**	**C T**	**PIB**	**Emp**	**C T**	**PIB**	**Emp**	**C T**
t= 1	5630	1891	4502	5734	1908	4195	5774	1916	3835
t=8	7363	1733	5669	8785	1934	6039	10368	2146	6250
r % a.a.	3.9	-1.2	3.4	6.3	0.2	5.3	8.7	1.6	7.2

Observação: PIB: Produto Interno Bruto; Emp: Total de Trabalhadores nos Setores Produtivos; CT: Consumo Total do Sistema Econômico; r: taxa de crescimento anual entre os períodos 1 e 8.

A Tabela 2.4 mostra a evolução de algumas macro variáveis caso haja maior ou menor disponibilidade para investimentos, disponibilidade esta que reflete de algum modo uma “decisão política” tomada pela “sociedade” cujo sistema econômico está sob análise. Observe-se que as análises são feitas sempre entre o período 1 e 8, de modo a minimizar o “efeito de fim de mundo”, como já observado.

Para o caso de ε=0.3, ou seja, uma sociedade que investe menos do que aquela que já se estudou em detalhes no item anterior, conseguem-se proporções da ordem de 20% a 23% do PIB para investir ao longo do conjunto de períodos destacados (ver Tabela 1, Anexo 4.3 – Gráficos e Tabelas Complementares). Esse esforço de investimentos viabiliza um crescimento econômico de 3.9% ao ano, o que é muito pouco sob a perspectiva de manutenção dos níveis de emprego, que acabam sendo reduzidos no total em 1.2% ao ano, embora os trabalhadores empregados disponham de mais bens para consumo.

O segundo conjunto de colunas, com ε=0.4, apresenta valores já conhecidos, mas agora analisados simultaneamente: com a propensão a investir definida em torno de 40% consegue-se um aumento de PIB da ordem de 6.3 % ao ano, mas o emprego, como já observado, cresce a apenas 0.2% ao ano; e o Consumo Total disponível cresce a 5.3%

---

[152] Dados originais nas Tabelas de 1 a 6 do Anexo 4.3 – Tabelas Complementares.

(portanto, consumo per capita potencial crescendo fortemente, pois está disponível para um conjunto praticamente estável de trabalhadores empregados).

Se for possível maior capacidade de alocação de recursos para investimento, como no terceiro conjunto de colunas, caso em que ε=0.5, tem-se 50% do PIB “líquido” (ou seja, PIB menos a parcela de Consumo Mínimo) disponível para investimentos – esforço considerável que leva a que os investimentos totais se situem entre 34% e 40% do PIB (ver Tabela 3, Anexo 4.3 – Gráficos e Tabelas Complementares) – e com isso consegue-se um forte crescimento do PIB, de 8.7% ao ano (poder-se-ia pensar no caso chinês..), mas esse crescimento, por se apoiar em novas tecnologias, viabiliza um crescimento do emprego de apenas 1.6 % ao ano. Com isso, nota-se que as altas taxas de crescimento econômico acelerado são insuficientes para manter o crescimento do emprego nos mesmos níveis. Ao mesmo tempo, e como contraponto a esse aspecto negativo sob a perspectiva social, não há desemprego ao final dos períodos analisados, e os bens de consumo total disponíveis crescem de maneira muito mais acelerada que o emprego, o que permite inferir uma possibilidade de “qualidade de vida” melhor para os trabalhadores formais.

Em síntese, o que esta breve discussão nos mostra é que reduzir a “propensão a consumir” para manter um esforço de investimentos característico de uma “economia em marcha forçada” (segundo nossos dados, passando o esforço de investimento médio ao longo dos 8 períodos, de 22% para 37% do PIB ao ano) leva a crescimentos sustentados do PIB e dos bens disponíveis para Consumo Final mas a acréscimos reduzidos nos empregos formais. Por outro lado, investir apenas 21% ao ano (a taxa média brasileira, por exemplo..) não permite sequer manter-se o nível de emprego. Antecipando conclusões do trabalho, mas já adiantando uma observação ao debate de políticas econômicas atuais, o emprego formal necessitaria – para absorver as taxas de crescimento demográfico reais – de novas políticas, tais como a redução de jornadas de trabalho e a criação de novos setores produtivos ligados, por exemplo, ao tempo de lazer e à disponibilidade de bens criados pelos acréscimos globais de produtividade..

4.4 – COMPARAÇÃO COM OUTRAS SITUAÇÕES DE FUNCIONAMENTO DA ECONOMIA NACIONAL[153]

Neste último item do capítulo 4 vai-se seguir explorando trajetórias alternativas, mas agora testando a evolução caso se tente seguir outras "funções objetivo", mantidas as condições iniciais; e, ainda, caso se tomem sistemas econômicos partindo de condições iniciais distintos, submetidos a distintas "funções objetivo".

4.4.1 – Evolução do Sistema Econômico sob distintas funções objetivo

As funções objetivo que definem respectivamente, o PIB (Z_{PIB}), a modernidade da economia medida pela produção com novas tecnologias (Z_{Xn}), e a massa de salários ($\boldsymbol{Z_{Sal}}$), já foram definidas pelas equações (12.4), (13.4) e (14.4). O comportamento de cada uma delas sob condições de maximização das demais dá uma idéia do "custo" da opção por um objetivo em relação aos outros e amplia nossa sensibilidade sobre o comportamento do sistema.

Tomando os resultados deste exercício comparativo (fixado o nível do PIB para investimento em ε =0.4), construiu-se a tabela 3.4, a seguir:

Tabela 3.4: Valores das Funções Objetivo sob Distintas Estratégias

Função Objetivo	Valores Absolutos das Funções			Valor Inv	Valores Relativos das Funções*		
	Z_{SAL}	**Z_{MOD}**	**Z_{PIB}**	**$Inv^{**}_{médio}$**	**Z_{SAL}**	**Z_{MOD}**	**Z_{PIB}**
Max Z_{SAL}	34 275	77 274	82 736	29.3%	100	71	98
Max Z_{MOD}	27 913	109 403	77 285	30.6%	81	100	92
Max Z_{PIB}	32 959	96 029	84 229	29.8%	96	88	100

153 Reforçando o anteriormente afirmado, os testes com várias funções objetivo deixam claro que não se deve tomar em conta os valores definidos no "período 0" – efeito de "ajuste inicial" - nem dos "períodos 9 e 10" – efeito de "fim de mundo". Portanto, vai-se levar em conta comparações entre os períodos 1 e 8.

OBS: Dados originais da Tabela 7 – Anexo 4.3
** : Valor Máximo da Função Objetivo = 100*
***: Investimento Médio calculado entre o período 1 e 8.*

A Tabela 3.4 apresenta resultados interessantes. O primeiro deles, e de caráter mais geral, é o de que todos os objetivos são desenvolvimentistas[(154)]: em todos os casos as taxas de investimento são altas (entre 29% e 31% do PIB). O segundo permite diferenciar as estratégias sob a perspectiva do comportamento das três variáveis que se utilizaram como referência para funções objetivo:

a) sob condições de maximização de modernidade os investimentos em nova tecnologia levam a abdicar-se em 19% da "massa salarial" – ou seja, de percentagem análoga em postos de trabalho – e a concentração de investimentos apenas em capacidade produtiva nova (mantendo o consumo em níveis mínimos) leva também o PIB a reduzir-se em 8% em relação ao que seria seu máximo possível.

b) O objetivo de maximizar salários leva a que a modernidade seja sacrificada em 29% (ainda mais do que a modernidade sacrifica salários) pois tenta manter o máximo da capacidade produtiva antiga em operação (tecnologia antiga mantém mais empregos) e permite recursos ampliados também para consumo. Com isso, o PIB cai apenas 2%. Observa-se um claro antagonismo entre as duas políticas: a modernização a qualquer custo

---

[154] Desenvolvimento pensado em uma perspectiva aplicada remete-nos a Celso Furtado, falecido neste ano de 2004, que desde 1950 escreveu sobre estas questões, tanto sob uma perspectiva teórica, quanto sob a perspectiva dos países subdesenvolvidos, em particular do Brasil. Nascido em Pombal, na Paraíba, em 1920, foi autor de muitos livros e artigos sobre o tema, figura de referencia para a CEPAL (a agência de desenvolvimento da ONU que criou uma escola de pensamento latino-americana capaz de influenciar o pensamento econômico mundial), planejador que criou a SUDENE e que foi ministro de Estado no Brasil por duas vezes, é lembrado aqui por dois de seus trabalhos: Formação Econômica do Brasil, São Paulo, Cia. Editora Nacional, 1987 (22ª edição, sendo a primeira de 1959) que lança bases para os debates da segunda metade do século XX sobre desenvolvimento econômico brasileiro e Teoria e Política do Desenvolvimento Econômico, São Paulo, Cia. Editora Nacional, 1971(4ª ed., revista e ampliada), que sistematiza seus textos e conferências entre os anos de 1950 e 1970. Sua presença no debate econômico e político brasileiro foi permanente até seu falecimento em Novembro de 2004, e, por coincidência, teve sua última entrevista sobre o tema publicada em outubro de 2004, no nº 276 do Jornal da UNICAMP, intitulada jornalisticamente por: "Receita para o Desenvolvimento".

leva ao desemprego radical; tentar apenas manter empregos e salários leva a reduzir a modernidade a níveis muito distantes do ótimo possível.

c) O objetivo de maximizar o PIB parece ser o mais "harmônico": a modernidade é sacrificada em 12% e o emprego em apenas 4%, ou seja, mantem-se uma estratégia de crescimento em que a modernidade e os salários não ficam tão distantes dos respectivos pontos de ótimo, e não se anulam de forma tão "predatória"[(155)].

Uma terceira observação envolve as diferenças de estratégia internas a cada uma das opções. Vale a pena analisar com mais detalhe as diferenças entre cada uma delas, recorrendo aos gráficos 17.4 e 18.4, que detalham trajetórias de produção e emprego sob maximização de salários; 19.4 e 20.4 que se referem à produção e emprego sujeitas à maximização da produção moderna; e os gráficos 21.4 e 22.4 que descrevem a evolução subordinada à maximização do PIB.

- No gráfico 17.4 observa-se a evolução da produção sob condições de maximização de salário. Neste caso, privilegia-se a produção agrícola (que é a maior geradora de emprego) e a área de manufaturados e de produção de energia são meras coadjuvantes. Note-se que o objetivo de maximizar salários leva a que a produção utilize toda a capacidade produtiva, tanto a velha como a nova, visando gerar a maior massa salarial (e o maior número de postos de trabalho) possível.

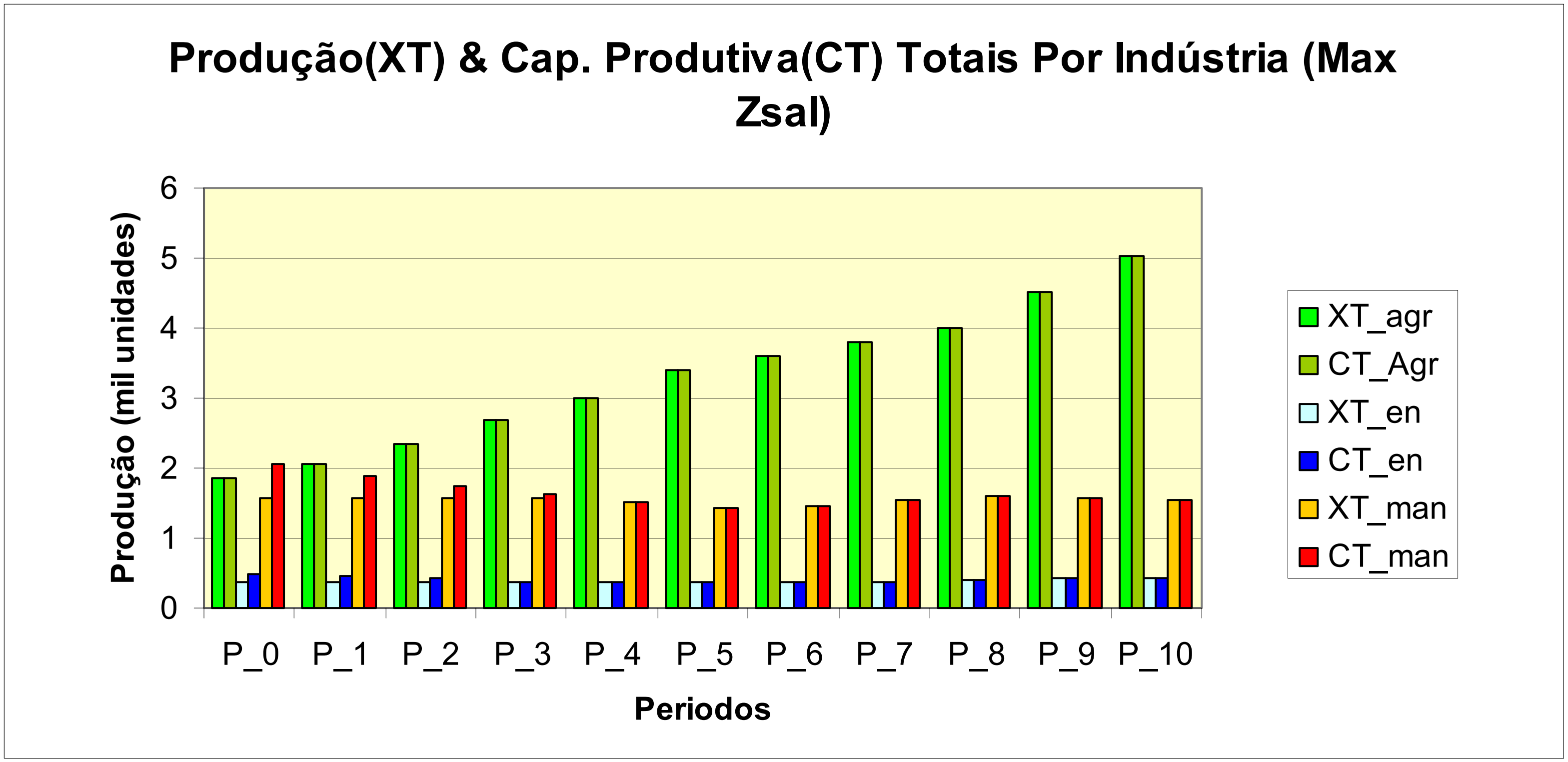
---

[155] A maior "harmonia" do objetivo PIB poderia ter um indicador: a soma dos "valores relativos" das outras variáveis no caso de maximizar PIB é 184, contra 173 no caso de maximizar a modernidade e contra 169 no caso de maximizar a massa de salários.

Gráfico 17.4 - Evolução da Produção(XT) e da Capacidade Produtiva(CT) (Max Zsal)

Epsilon=0,4

	XT_agr	CT_agr	XT_en	CT_en	XT_man	CT_man
P_0	1850	1850	369	500	1568	2050
P_1	2065	2065	367	455	1575	1895
P_2	2345	2345	369	415	1576	1756
P_3	2681	2681	377	378	1560	1630
P_4	3008	3008	374	374	1517	1517
P_5	3405	3405	367	367	1415	1415
P_6	3588	3588	378	378	1466	1466
P_7	3808	3808	386	386	1552	1552
P_8	3999	3999	407	407	1606	1606
P_9	4524	4524	415	415	1580	1580
P_10	5019	5019	428	428	1543	1543

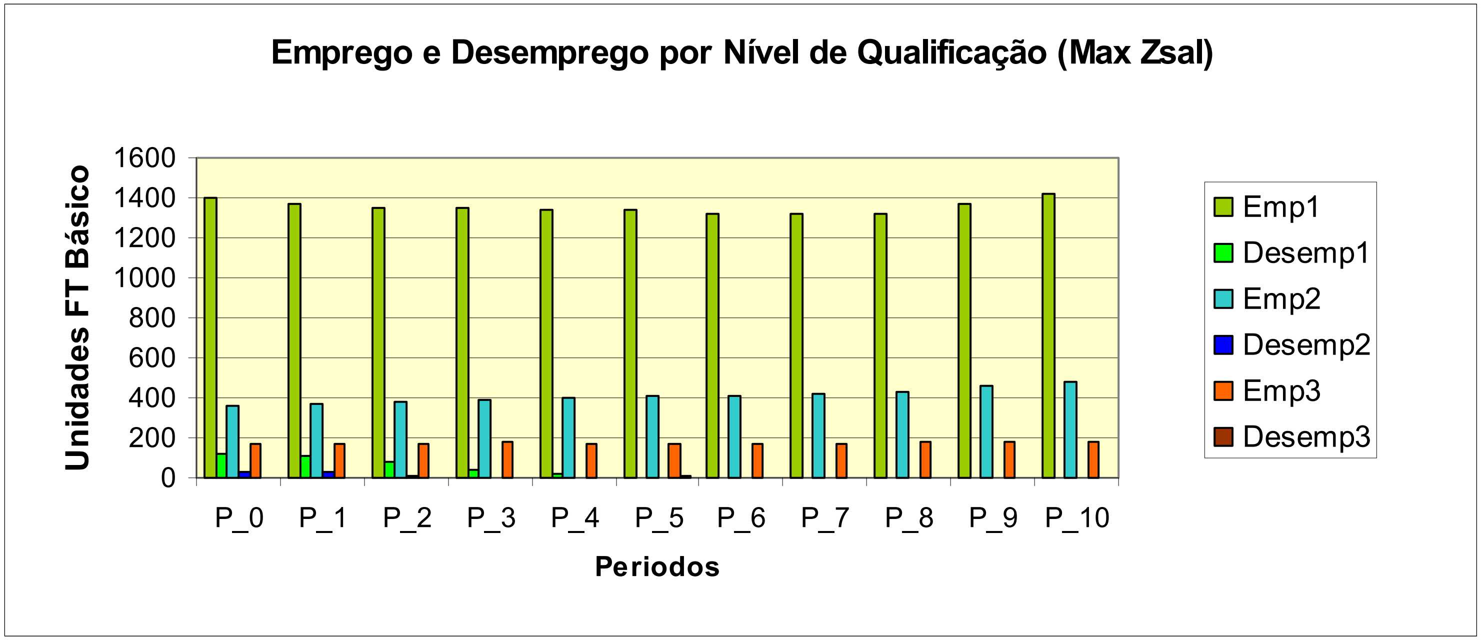


O gráfico 18.4, a seguir, apresenta em detalhes a evolução de emprego e de desemprego – por cada um dos níveis de qualificação: mesmo tentando manter o máximo de capacidade em uso, os trabalhadores menos qualificados perdem 2.6 % dos postos de trabalho no intervalo sob análise (chegam a subir, por causa do “efeito de fim de mundo”), mas os de nível médio ganham 18 % e os engenheiros 3 %. Simultaneamente à evolução do número de empregos, o desemprego cai a zero já a partir do 5º período de planejamento – ou seja, há uma combinação entre a função objetivo e o sistema de qualificação de força de trabalho que organiza a PEA de modo a crescer nos cargos de nível técnico – os mais necessários para esta estratégia.

Gráfico 18.4 - Emprego/Desemprego, por Nível de Qualificação, na Produção de Mercadorias (Max Zsal)

epsilon=0.4

	emp_1	desemp_1	emp_2	desemp_2	emp_3	desemp_3
P_0	1401	119	363	32	170	0
P_1	1368	112	368	26	172	0
P_2	1352	83	379	13	174	0
P_3	1350	36	393	3	176	0
P_4	1342	20	401	0	174	2
P_5	1338	1	407	0	169	6
P_6	1323	0	413	0	170	1
P_7	1324	0	423	0	173	1
P_8	1324	0	434	0	176	0
P_9	1373	0	456	0	178	0
P_10	1419	0	478	0	180	0

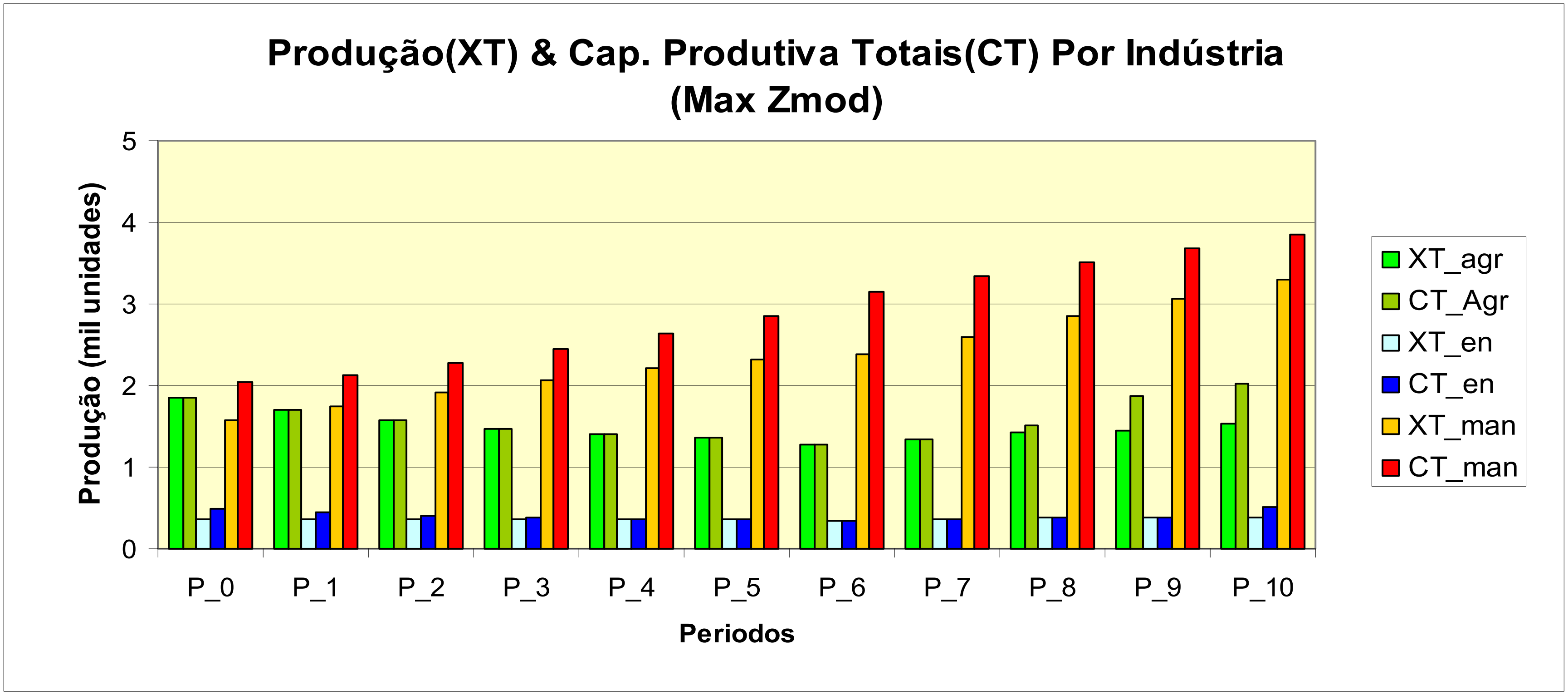


- No gráfico 19.4 nota-se a evolução da produção sob condições de maximizar a modernidade: como a nova tecnologia é gerada essencialmente pelo setor de manufaturados, e como, ao mesmo tempo, a produção de manufaturados é a de maior peso relativo na função objetivo, é este setor quem mais cresce. A ênfase na modernidade leva o sistema econômico agora a utilizar os demais setores - agricultura e energia - como coadjuvantes. e, neste caso, não é necessário utilizar totalmente as capacidades produtivas de energia e agricultura nos períodos iniciais. A trajetória sob este objetivo, apresentada a seguir, é claramente diferente da observada no caso anterior de maximização de salários:

Gráfico 19.4 - Evolução da Produção(XT) e da Capacidade Produtiva(CT) (Max ZMod)

epsilon=0.4

	XT_agr	CT_agr	XT_en	CT_en	XT_man	CT_man
P_0	1850	1850	369	500	1568	2050
P_1	1710	1710	368	455	1734	2136
P_2	1584	1584	368	415	1912	2268
P_3	1471	1471	365	378	2072	2452
P_4	1395	1395	362	362	2211	2643
P_5	1360	1360	359	359	2314	2848
P_6	1278	1278	345	345	2387	3142
P_7	1336	1336	361	361	2593	3334
P_8	1425	1508	380	380	2850	3517
P_9	1449	1877	379	379	3071	3672
P_10	1530	2018	392	521	3308	3848



Como seria de se esperar do papel “coadjuvante”, as produções e capacidades produtivas totais em agricultura e em energia decrescem, refletindo uma “folgada” capacidade inicial – que pode decrescer de acordo com a “mortalidade natural” da tecnologia antiga e receber investimentos em capacidade nova em volumes menores do que a capacidade antiga extinta - e no caso da energia, e chega a manter-se ociosa, nos três períodos iniciais, para a energia. Por seu lado, a capacidade produtiva e a produção em manufaturados crescem, mas chama a atenção a prevalência de capacidade ociosa mesmo para a produção de manufaturados, cuja produção é preferencial neste caso. Para compreender melhor esta trajetória, desagrega-se a evolução das capacidades produtivas de cada setor apresentado no mencionado gráfico 19.4, a seguir, na tabela 4.4:

Tabela 4.4 - Evolução da Capacidade Produtiva Desagregada (Max ZXn)

	CoAg	CnAg	**CtotAg**	CoEn	CnEn	**CtotEn**	CoMan	CnMan	**CtotMan**
P_ 1	1260	450	**1710**	405	50	**455**	1395	741	**2136**
P_ 2	1134	450	**1584**	365	50	**415**	1256	1013	**2268**
P_ 3	1021	450	**1471**	328	50	**378**	1130	1322	**2452**
P_ 4	919	477	**1395**	295	67	**362**	1017	1626	**2643**
P_ 5	827	533	**1360**	266	93	**359**	915	1933	**2848**
P_ 6	744	533	**1277**	239	106	**345**	824	2319	**3142**
P_ 7	670	666	**1336**	215	146	**361**	741	2593	**3334**
P_ 8	603	905	**1508**	194	187	**380**	667	2849	**3517**

Desagregação da Evolução da Produção e da Capacidade de Manufaturados

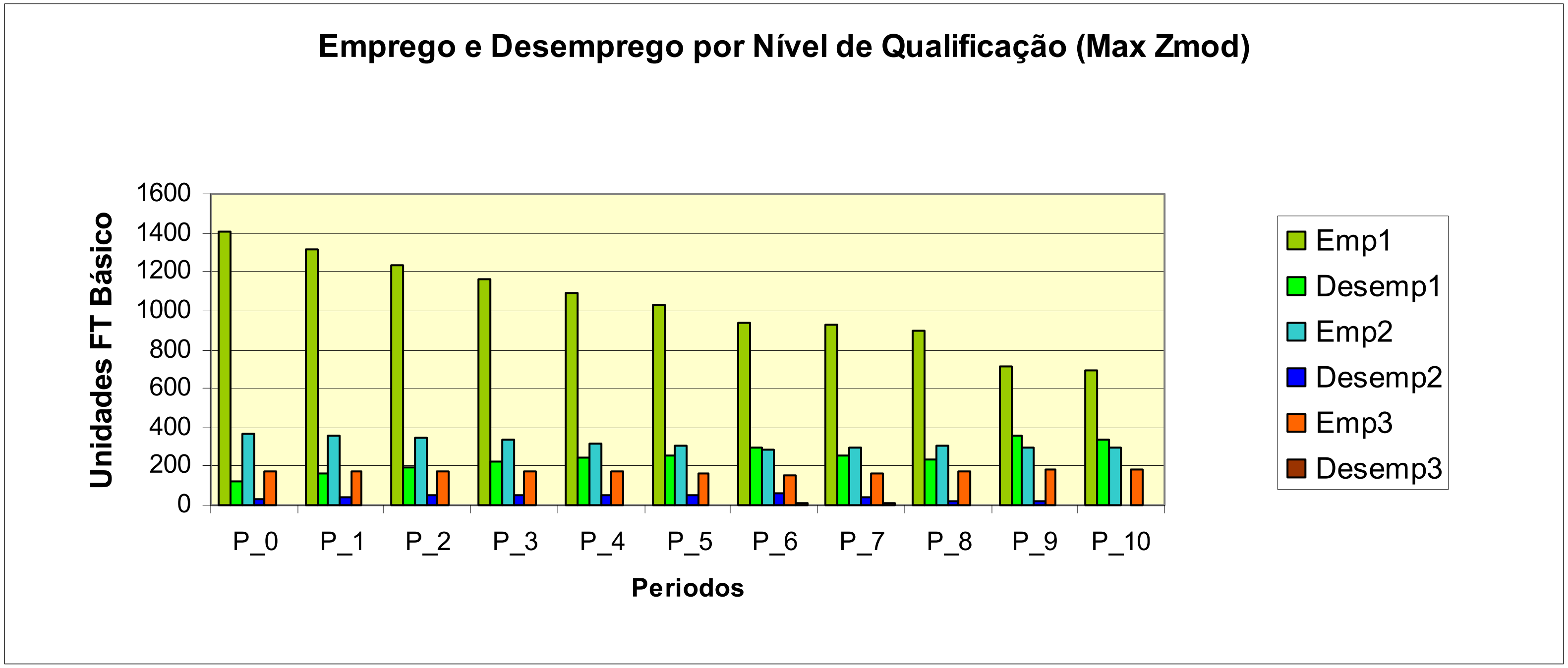
	Xo man	**CoMan**	Xn man	**CnMan**	X tot man	**CtotMan**
P_ 1	994	1395	741	741	1735	**2136**
P_ 2	899	1256	1013	1013	1912	**2268**
P_ 3	750	1130	1322	1322	2072	**2452**
P_ 4	585	1017	1626	1626	2211	**2643**
P_ 5	381	915	1933	1933	2314	**2848**
P_ 6	69	824	2319	2319	2388	**3142**
P_ 7	0	741	2593	2593	2593	**3334**
P_ 8	0	667	2849	2849	2849	**3517**

Pela tabela 4.4 fica claro que não se trata apenas de produzir manufaturados, mas de enfatizar manufaturados com nova tecnologia, ao ponto de deixar ociosa capacidade produtiva deste setor disponível na velha tecnologia. Ou seja, a produção total de manufaturados cresce 64% no intervalo entre o primeiro e oitavo períodos, mas de modo simultâneo à redução de 100% da produção com velha tecnologia! Este objetivo deixa paulatinamente ociosas as indústrias com velha tecnologia (cuja capacidade produtiva “antiga” decai “naturalmente” nesse intervalo, mas ainda é significativa em todos os períodos de planejamento, como se vê na Tabela 4.4) até levar a produção a zero no período de número 7, e induz o crescimento de 284% na capacidade(e na produção) com nova tecnologia. O impacto desastroso desta estratégia no emprego é observado na Figura 20.4, a seguir. Ao abandonar-se a tecnologia antiga, levando à capacidade ociosa também as plantas antigas deste setor, os postos de trabalho caem radicalmente. Como a PEA não desaparece de um período para outro (e o sistema de ensino, mesmo passando por reajustes em cada período, em cada um dos níveis de qualificação, tem de continuar funcionando), reduz-se a disponibilidade de posições para a força de trabalho. A maior redução dá-se no nível básico, – e constata-se o crescimento do desemprego nesse nível. Este só diminui nos níveis técnicos e superior, mas em percentuais que não disfarçam a queda no número total dos postos de trabalho. Esta é sem dúvida uma estratégia radical, que leva a base produtiva a preparar-se para um futuro competitivo – modernidade máxima – mas cria uma situação de crise de emprego muito forte.

Gráf. 20.4 - Emprego/Desemprego, por Nível de Qualificação, na Produção de Mercadorias (Max Zmod)

epsilon=0.4

	emp_1	desemp_1	emp_2	desemp_2	emp_3	desemp_3
P_0	1401	119	363	32	170	0
P_1	1316	164	352	42	172	0
P_2	1238	197	343	47	173	0
P_3	1161	225	332	51	172	0
P_4	1091	245	321	53	170	0
P_5	1024	259	309	54	167	0
P_6	937	294	287	64	157	11
P_7	926	253	295	44	164	6
P_8	895	232	306	20	175	0
P_9	716	361	297	15	179	0
P_10	694	334	299	0	182	0



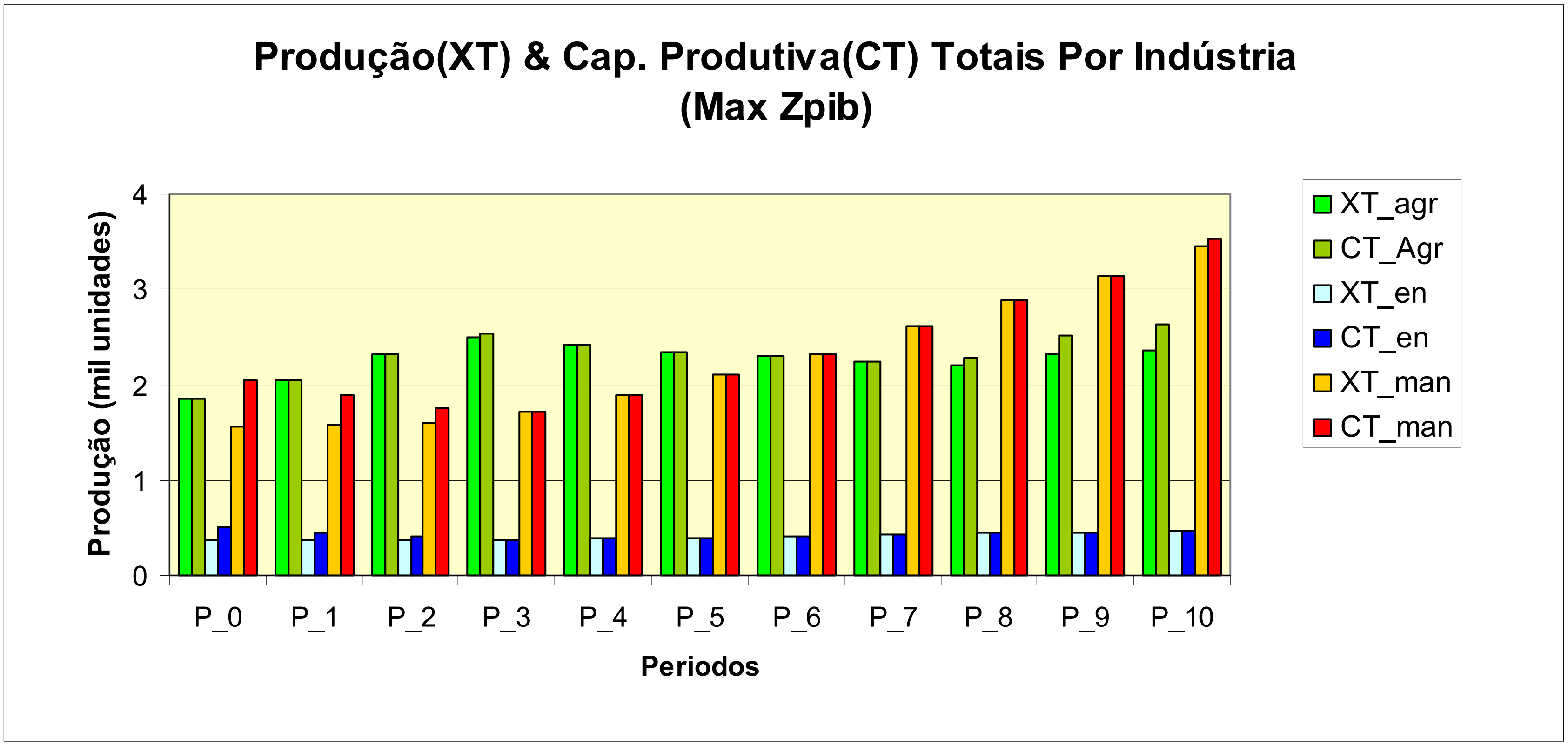
No gráfico 21.4, a seguir, observa-se a evolução sob condições de maximização do PIB. A “pista” indicada pela Tabela 3.4, mencionando uma possível maior “harmonia” do PIB, é confirmada: a produção agrícola e industrial crescem de modo mais gradual, com as respectivas capacidades produtivas plenamente utilizadas e com o setor de manufaturados sendo claramente a prioridade.

Ao mesmo tempo, o desemprego é declinante (gráfico 22.4), e o emprego para técnicos de nível médio e de nível superior é crescente. Sob a perspectiva dos empregos de nível básico, embora não se aumente o numero de postos de trabalho – como ocorre no caso da maximização de salários - consegue-se uma utilização da PEA melhor do que a obtida ao maximizar-se a “produção moderna”, pois o desemprego cai a zero a partir do sexto período: o número de empregados, mesmo no nível básico, é cerca de 20% maior ao fim do oitavo período; no nível técnico é 22% maior; e no nível de superior é 17%.

Graf. 21.4 -Evolução da Produção(XT) e da Capacidade Produtiva(CT) (Max Zpib)

epsilon=0.4

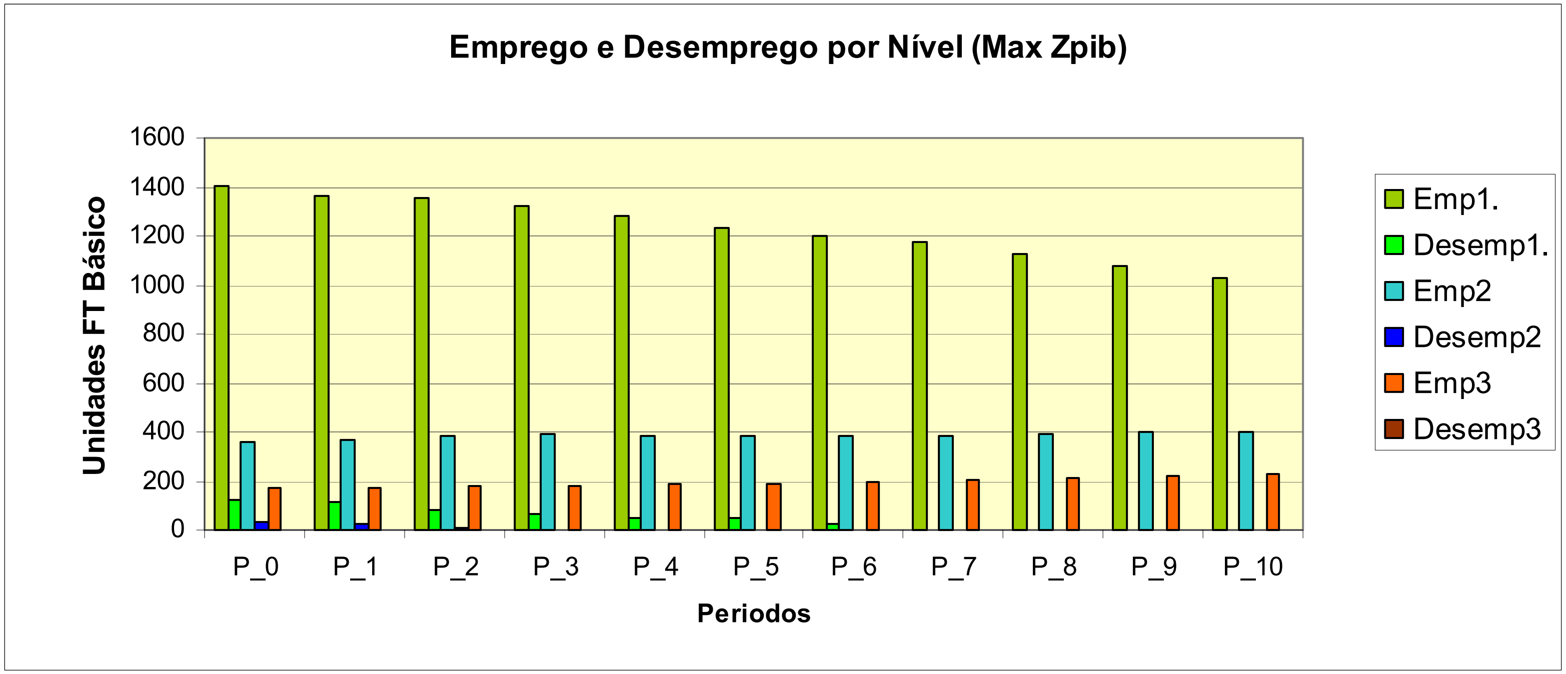
	XT_agr	CT_agr	XT_en	CT_en	XT_man	CT_man
P_0	1850	1850	369	500	1568	2050
P_1	2047	2047	367	455	1571	1895
P_2	2316	2316	374	415	1610	1756
P_3	2495	2531	378	378	1709	1709
P_4	2429	2429	386	386	1886	1886
P_5	2337	2337	395	395	2105	2105
P_6	2311	2311	408	408	2312	2312
P_7	2237	2237	427	427	2610	2610
P_8	2215	2290	444	444	2896	2896
P_9	2329	2521	458	458	3136	3136
P_10	2352	2634	473	473	3453	3532



Graf. 22.4 - Emprego/Desemprego, por Nível de Qualificação, na Produção de Mercadorias (Max ZPib)

epsilon=0.4

	emp_1	desemp_1	emp_2	desemp_2	emp_3	desemp_3
P_0	1401	119	363	32	170	0
P_1	1364	116	367	27	172	0
P_2	1356	79	381	9	177	0
P_3	1323	63	390	0	182	0
P_4	1285	50	386	0	184	0
P_5	1236	47	382	0	188	1
P_6	1204	27	384	1	193	0
P_7	1179	0	388	2	202	0
P_8	1127	0	391	3	210	0
P_9	1077	0	398	0	218	0
P_10	1028	0	403	0	225	0



Os gráficos de 17.4 a 22.4, anteriormente apresentados, permitiram observar cada uma das trajetórias das variáveis *Produção, Capacidade Produtiva* e *Emprego* adequadas a três distintas funções objetivo. Retomando os dados de *Produção* e *Capacidade* pode-se desenvolver um conjunto de observações integrando as três estratégias, sintetizadas na tabela 5.4, a seguir:

Tabela 5.4: Distintas Funções Objetivo e Evolução da Produção

Objetivo	Período	X_{agric}	C_{agric}	X_{en}	C_{en}	X_{man}	C_{man}
Max Sal	t=1	2065	2065	367	455	1575	1895
	t=8	3999	3999	407	407	1606	1606
	r (a.a.)	9.9 %	9.9 %	1.5 %	(-1.6 %)	0.3 %	(-2.3 %)
Max Mod	t=1	1710	1710	368	455	1734	2136
	t=8	1425	1508	380	380	2850	3517
	r (a.a.)	(-2.6 %)	(-1.3 %)	0.5 %	(-2.6 %)	7.4 %	7.4%
Max PIB	t=1	2047	2047	367	455	1571	1895
	t=8	2215	2290	444	444	2896	2896
	r (a.a.)	1.0 %	1.6 %	2.8 %	(-0.4 %)	9.1 %	6.3%

Avaliando a evolução dos macro objetivos sob a perspectiva das taxas de variação da produção e da capacidade, a maximização da massa salarial leva a um crescimento de cerca de 10% ao ano da produção e capacidade agrícolas, e à manutenção da produção de energia e de manufaturados apenas em níveis que elas contribuam à produção agrícola – permite-se com isso um decréscimo da capacidade instalada[156]. Há investimento

[156] Decréscimo, cabe enfatizar, que não quer dizer ausência de investimentos em capacidade produtiva nestes dois setores, mas sim investimento em níveis menores do que a perda por obsolescência de capacidade produtiva antiga. Observe-se que um dos parâmetros do modelo leva que a capacidade produtiva com tecnologia antiga de todos os setores seja reduzida por meio de uma taxa de obsolescência

“obrigatório” nestes dois setores – para substituição de parte da capacidade produtiva antiga de energia e manufaturados – e a produção utiliza-se do limite da capacidade existente em todos os setores, mantendo os postos de trabalho nos níveis máximos de ocupação viabilizados pelas respectivas capacidades.

Por outro lado, a maximização da modernidade leva ao crescimento da produção e da capacidade produtiva total do setor de manufaturados em 7.4% ao ano, simultâneos a decréscimos anuais da produção e capacidade agrícolas e de energia. Esse decréscimo é possível pela paulatina substituição de parcelas da tecnologia velha pela nova nesses dois setores ao mesmo tempo em que a nova tecnologia de manufaturados tem maior produtividade, necessitando proporcionalmente menos insumos dos dois outros setores. As colunas que indicam a evolução das produções e capacidades com o objetivo de maximização da modernidade permitem observar a permanência já mencionada de capacidade produtiva ociosa, para a agricultura e mesmo para manufaturados (o que reflete a opção radical pela nova tecnologia), e taxas de evolução da produção claramente diferenciadas entre setores.

Por fim, a maximização do PIB induz, simultaneamente, crescimento positivo da produção de todos os setores, produção, por seu lado, convergindo para a utilização de toda a capacidade produtiva. Chama a atenção um aparente paradoxo: obtém-se maior produção total de manufaturados do que com o objetivo de maximizar a modernidade, o que se explica pela ênfase no acréscimo da produção total, sem a preocupação com a produção apenas com tecnologia moderna.

Em síntese, este conjunto de análises reforça a afirmação já apresentada de que os três tipos de macro-objetivos são desenvolvimentistas, e, ao mesmo tempo, mostra que as estratégias seguidas para alcançá-los são radicalmente distintas. Abre-se também a perspectiva de explorar um leque infinito de possibilidades analíticas por meio de variações

---

forçada de 10% a.a. ao longo de todo o período, com o que a queda de capacidade total em energia e manufaturados da ordem de apenas (-2.8% a. a.) e de (-2.2% a.a.) reflete a ocorrência simultânea de acréscimos em capacidade produtiva nova.

nos parâmetros, e nas “funções objetivo”. O mesmo se aplica ao analisar a evolução do sistema a partir de distintas condições iniciais, o que se vai fazer no item seguinte.

4.4.2 – A evolução do Sistema a partir de distintas Condições Iniciais (C.I.).

As condições iniciais do modelo MAT estão organizadas em três blocos: o primeiro diz respeito à capacidade produtiva instalada em cada um dos setores, o segundo define as características do sistema de ensino em cada nível de formação, e o terceiro define a dimensão da PEA em seus vários níveis de especialidade. A situação destas condições iniciais é designada, de forma agregada, por três índices relativos, respectivamente a cada um dos blocos, aonde o índice A reflete situação inicial “não restritiva” e o índice B uma situação de “disponibilidade restrita”. Todos os exemplos com que se trabalhou até agora partem de uma situação inicial de “ alta disponibilidade” tanto de capacidade produtiva, como do sistema de ensino e de PEA. A qualificação das C.I. até aqui utilizadas seria, portanto, do tipo “AAA”, referindo-se à “alta disponibilidade inicial” tanto da capacidade de produção de mercadorias, como da capacidade instalada do sistema de qualificação de força de trabalho e da força de trabalho que compõe a PEA. A idéia deste item, é então, criar condições do tipo “B”, ou seja, situações iniciais de maior restrição em cada um dos “blocos”.

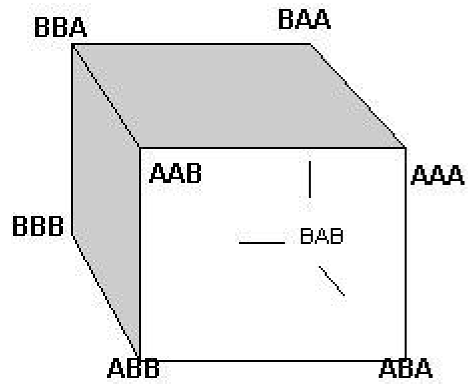
Os valores quantitativos dos níveis AAA utilizados até agora foram definidos a partir de observações feitas ao se analisar um amplo conjunto de testes de funções objetivo, e permitem avaliar como o modelo evolui sem obstáculos a superar no instante inicial. De modo análogo, as situações iniciais do tipo “B” permitem comparar essa evolução com casos em que se definam sucessivamente condições iniciais da ordem da metade, a um quarto, do que se considera não “restritivo”. Ambas são apresentadas a seguir na tabela 6.4.

Tabela 6.4: Distintas Condições Iniciais para o Modelo MAT

<table>
<tr><th colspan="2">Grupo</th><th>Variável</th><th>Nível A</th><th>Nível B</th></tr>
<tr><td rowspan="6">Capacidade Produtiva (t= 0)</td><td rowspan="3">Velha</td><td>$c_{o,\ agr}$</td><td>1400</td><td>700</td></tr>
<tr><td>$c_{o,\ en}$</td><td>450</td><td>225</td></tr>
<tr><td>$c_{o,\ man}$</td><td>1550</td><td>775</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Nova</td><td>$c_{n,\ agr}$</td><td>450</td><td>225</td></tr>
<tr><td>$c_{n,\ en}$</td><td>50</td><td>25</td></tr>
<tr><td>$c_{n,\ man}$</td><td>500</td><td>250</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="6">Capacidade de Ensino e Formação de Força de Trabalho (t= 0)</td><td>$m_{1\ (\text{básico})}$</td><td>45</td><td>11</td></tr>
<tr><td>$m_{2\ (\text{técnico})}$</td><td>24</td><td>6</td></tr>
<tr><td>$m_{3\ (\text{superior})}$</td><td>10</td><td>2</td></tr>
<tr><td>$q_{1\ (\text{básico})}$</td><td>45</td><td>11</td></tr>
<tr><td>$q_{2\ (\text{técnico})}$</td><td>24</td><td>6</td></tr>
<tr><td>$q_{3\ (\text{superior})}$</td><td>10</td><td>2</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">Disponibilidade de PEA (t=0)</td><td>$d_{1(\text{básico})}$</td><td>1520</td><td>380</td></tr>
<tr><td>$d_{2\ (\text{técnico})}$</td><td>395</td><td>100</td></tr>
<tr><td>$d_{3\ (\text{superior})}$</td><td>170</td><td>45</td></tr>
</table>

O teste destas “situações iniciais de crise” é feito mantendo constante a disponibilidade máxima de recursos para investimento em cerca de 40 % do PIB (ε=0.4). Os três grupos de condições iniciais associados às situações A (início com folga) e os três grupos associados à situação B (início com recursos escassos) permitem viabilizar oito estruturas de condições iniciais possíveis (ou seja, 2^3), o que nos leva à imagem didática dos “vértices de um cubo de possibilidades” como se pode observar na Figura 1.4 seguinte:

Figura 1.4 – Cubo de Condições Iniciais para o Modelo MAT



Os oito vértices do cubo da Figura 1.4 representam, portanto, possíveis situações a partir das quais se iniciam diferentes trajetórias de evolução do sistema econômico. O vértice BBB define, por meio do primeiro índice B, as condições iniciais de reduzida capacidade produtiva (valores das seis primeiras linhas da coluna B na tabela 6.4), no segundo índice B a reduzida capacidade de ensino (nas seis linhas subseqüentes da coluna B na mesma tabela) e, de modo análogo, o terceiro índice B reflete a pouca disponibilidade inicial de força de trabalho (três últimas linhas da coluna B da tabela 6.4). O vértice do cubo que lhe é simétrico define o conjunto de condições iniciais com bastante "folga" na situação AAA (o conjunto de linhas da coluna Nível A da tabela 6.4).

A proposta dos testes cujos resultados são apresentados a seguir é a de partir de cada um dos três vértices adjacentes ao vértice AAA – já bastante estudado – avaliando os resultados do modelo quando se restringe especificamente apenas a capacidade produtiva, ou a capacidade de ensino, ou a disponibilidade de mão de obra. Além disso, pode-se também indicar o comportamento do "sistema econômico" para cada uma das três "funções objetivo” já estudadas, partindo das situações iniciais apresentadas nos mencionados vértices adjacentes, e comparando-as com a situação “ideal” AAA[157].

Resumidamente, as condições iniciais qualificadas como “folgadas” ou “críticas” a partir da tabela 6.4, podem ser observadas como índices relativos na forma de “percentuais” na tabela 7.4 a seguir:

Tabela 7.4: Condições Iniciais Relativas – Teste do Modelo MAT

Variável	Situação A	Situação B
Produção	100	50
Educação	100	≅ 25
População	100	≅ 25

A função objetivo de referência para análise do conjunto de alternativas é a maximização do PIB, e a questão geral que se propõe responder neste item é: sob esta perspectiva, que já se observou ser a da maximização mais “harmônica” da riqueza nacional, como evoluem a produção de mercadorias, o emprego, o consumo e investimentos a partir de distintas condições iniciais? A resposta a esta questão inicia-se pela análise das C.I. AAA[158] e a evolução das variáveis é apresentada de forma sintética a seguir, na Tabela 8.4 , e de forma detalhada, nas tabelas 8, 9 e 10 do Anexo 4.3 – Tabelas Complementares.

Antes de apresentar esta tabela 8.4, cabe mencionar que nela, e nas tabelas seguintes, apresenta-se uma nova variável para ajudar a comparação entre distintas

157 Poder-se-ia fazer exercício análogo partindo da “pior situação inicial”, ou seja, BBB, e as possibilidades de avaliação seriam também múltiplas, orientadas para o comportamento caso as condições iniciais “melhorassem”, ou seja, caso se caminhasse rumo aos seus adjacentes, mas para efeito didático decidiu-se partir do caso mais estudado ao longo da tese, ou seja, AAA.

158 A situação da produção de mercadorias, de emprego no caso AAA foram analisadas no item 4.4.1 ao serem comparadas com outras funções objetivo, e voltam a ser apresentadas na tabela 8.4, sob a perspectiva de sua análise integrada com a evolução do Consumo, dos Investimentos, e do PIB, para facilitar comparações com outras situações iniciais.

condições iniciais, que diz respeito ao "bem estar" dos trabalhadores empregados nos respectivos sistemas econômicos, definido por meio de uma "proxy", a saber, o valor total das mercadorias disponíveis para consumo final "per capita". Ou seja:

$$\Phi^t = \frac{C^t - C^t_{\min}}{e^t_T} \qquad \text{.................... eq. (40.4)}$$

onde:

ϕ^t*: Bem Estar no período t.*

A tabela 8.4 resume, portanto, algumas características de um sistema econômico que designamos, de forma simplificada, como "nação AAA":

Tabela 8.4: Evolução do Sistema Econômico maximizando o PIB (c.i. AAA)

	Período	X_{agric}	C_{agric}	X_{en}	C_{en}	X_{man}	C_{man}
Produção e Capacidade	t=1	2047	2047	367	455	1571	1895
	t=8	2215	2290	444	444	2896	2896
	r (a.a.)	1.1 %	*	2.8 %	*	9.1 %	*
	Período	$Emp_{básico}$	$Emp_{técnico}$	$Emp_{superior}$	Emp_{total}	PEA	
Emprego e PEA	t=1	1364	367	172	1903	2046	
	t=8	1127	391	210	1728	1731	
	r (a.a.)	(-2.7) %	0.9 %	2.9 %	(-1.4%)	*	
	Período	C_{min}	C_{total}	$Merc_{disp}$	Bem Estar	Inv_{total}	PIB
Consumo, Investimento e PIB	t=1	1882	4175	2293	1.20	1528	5703
	t=8	1724	6162	4438	2.57	2959	9120
	r (a.a.)	*	5.7 %	9.9 %	11.4 %	9.9 %	6.9 %

Esta "nação" AAA tem uma capacidade produtiva instalada, dispõe de competência para investir, tem uma população que se capacita e se insere em um dado mercado de trabalho. Seu desenvolvimento, ao longo de oito anos, apoia-se no crescimento do setor de manufaturas (altamente saudável, por fortalecer um setor que é viabilizador dos crescimentos da capacidade produtiva futura). Os índices setoriais de crescimento anual são de 1.1 % para a agricultura, 2.8% para energia e 9.1% para manufaturados – agricultura e energia crescem para viabilizar o crescimento de manufaturas. A taxa de investimentos fica entre 27% e 32% do PIB – aplicados na substituição estritamente necessária da capacidade velha por nova em agricultura e energia e na expansão da produção de manufaturas.

Estes investimentos levam uma evolução de PIB de 6.9 % a.a., que é, contudo, insuficiente para um crescimento do emprego total. A estratégia de desenvolvimento, coordenada por um "decisor único", permite apenas que haja eliminação quase total do desemprego, mas às custas da redução da parcela de trabalhadores de nível básico e da PEA como um todo. Ou seja, as novas tecnologias cobram um preço: o emprego é levemente crescente para os níveis superiores de qualificação (1% e 3% ao ano para técnicos e trabalhadores com nível superior), mas decrescente (com redução de quase 3% ao ano) para o nível de menor qualificação. Com isso o emprego total cai em 1.4 % a.a. Sob a diretriz de maximização do PIB, a "nação AAA" reduz a parcela de trabalhadores no nível básico, a PEA total é declinante, mas não há desemprego. Além disso, um outro aspecto positivo sob a perspectiva dos beneficiários: o índice de "bem estar social" passa de 1.2 unidades por trabalhador empregado para 2.6 unidades, um "crescimento do bem estar" de cerca de 11.4 % ao ano! Ou seja, menos gente empregada, mas situação crescentemente melhor para os empregados. Ao mesmo tempo, a melhoria do bem estar obtido com esta diretriz de maximizar o PIB é relativamente "homogênea", sob a perspectiva de bens excedentes disponíveis: o "*surplus*" que serve como *proxy* do "Bem Estar" é composto de um *mix* de produtos agrícolas e de manufaturados (com crescimento maior da disponibilidade de manufaturados ao longo dos 8 períodos sob análise)(159).

---

159 Esta situação é distinta da já comentada quando se analisou o objetivo de maximizar emprego, em que se observou que os bens disponíveis para o consumo excedente eram todos resultantes da produção

A pergunta que se pode fazer agora é: qual seria a trajetória da economia nacional caso se partisse de uma situação restritiva do ponto de vista da capacidade produtiva? A evolução da "nação BAA" é apresentada a seguir, de forma sintética, na tabela 9.4 (e, de forma detalhada, nas Tabelas 12, 13 e 14 do Anexo 4.3 – Tabelas Complementares):

Tabela 9.4: Evolução do Sistema Econômico maximizando o PIB (C.I. BAA)

	Período	X_{agric}	C_{agric}	X_{en}	C_{en}	X_{man}	C_{man}
Produção e Capacidade	t=1	858	858	228	228	1073	1073
	t=8	960	960	241	241	1719	1719
	r (a.a.)	1.6 %	*	0.8 %	*	6.9 %	*

	Período	$Emp_{básico}$	$Emp_{técnico}$	$Emp_{superior}$	Emp_{total}	PEA
Emprego e PEA	t=1	713	204	105	1022	2044
	t=8	590	203	114	907	1592
	r (a.a.)	(-2.7%)	≅ 0	1.2 %	(-1.7%)	*

	Período	C_{min}	C_{total}	$Merc_{disp}$	Bem Estar	Inv_{total}	PIB
Consumo, Investimento e PIB	t=1	1014	2322	1308	1.28	872	3194
	t=8	905	3329	2424	2.67	1616	4945
	r (a.a.)	*	5.3 %	9.2 %	11.1 %	9.2 %	6.4 %

A "nação BAA" pode ser imaginada, como analogia simplificada, com a situação de um "país em imediato pós-guerra", em que se tenha destruído a infra-estrutura mas de alguma forma preservado a força de trabalho. População disponível, sistema de qualificação de força

---

agrícola. Uma descrição detalhada do Consumo Mínimo, Consumo Total e Excedente em unidades físicas, para cada setor, nos 8 períodos, é apresentado na Tabela 11 – Anexo 4.3

de trabalho operando, conhecimento e competência para implantar um sistema produtivo com novas tecnologias, mas uma situação inicial do parque produtivo em “crise”: apenas metade da capacidade da “nação AAA”. A evolução da “nação BAA” é bastante mais difícil: também apoiada em manufaturas, também contando com a agricultura e energia como coadjuvantes, não consegue, após sete anos de evolução rigorosamente orientada, eliminar o desemprego. As taxas de crescimento setorial são análogas (embora ligeiramente inferiores) aos da “nação AAA”, mas consegue apenas ampliar o nível de emprego total de 50% para 57%. O desemprego é estratificado: 18% no nível superior, 38% no nível técnico, e 48% no nível básico. Não se altera significativamente a situação dramática de desempregados no nível básico e o “esforço pós guerra” – apoiado nas tecnologias modernas – cria uma situação de crise social insustentável. De modo análogo ao exemplo anteriormente estudado, os trabalhadores empregados têm melhor qualidade de vida, mas são apenas 57 % da PEA, contra quase 100 % no caso anterior.

A terceira situação a ser acompanhada é a da “nação AAB”: infra-estrutura abundante e uma população reduzida (cerca de 25% da disponibilidade dos exemplos anteriores). Sua evolução é apresentada de forma sintética na Tabela 10.4 (de modo análogo aos casos anteriores, alguns gráficos detalhados relativos a este caso estão disponíveis no Anexo 4.3 – Tabelas Complementares 15, 16 e 17):

Tabela 10.4: Evolução do Sistema Econômico maximizando o PIB (c.i. AAB)

	Período	X_{agric}	C_{agric}	X_{en}	C_{en}	X_{man}	C_{man}
Produção e Capacidade	t=1	806	1736	131	455	529	1895
	t=8	1109	1692	284	284	1870	1870
	r (a.a.)	4.7%	*	11.7%	*	19.8%	*

	Período	$Emp_{básico}$	$Emp_{técnico}$	$Emp_{superior}$	Emp_{total}	PEA
Emprego e PEA	t=1	397	116	53	566	569
	t=8	540	235	139	914	914
	r (a.a.)	4.5%	10.6%	14.8%	7.1%	*

	Período	C_{min}	C_{total}	$Merc_{disp}$	Bem Estar	Inv_{total}	PIB
Consumo, Investimento e PIB	t=1	560	1596	1036	1.83	691	2287
	t=8	918	3587	2669	2.92	1779	5366
	r (a.a.)	*	12.3%	14.5%	6.9%	14.5%	13.0 %

As taxas de crescimento da “nação AAB” são muito altas: beneficiadas por uma existência de capacidade produtiva não utilizada, o emprego e a população economicamente ativa qualificada crescem a mais de 7% ao ano. Em uma situação real, é impossível supor crescimentos populacionais nesse nível – tratar-se-ia de um “Canadá”, ou de uma “Austrália”, atraindo fortes correntes imigratórias – com emprego impulsionado pelo aproveitamento da “capacidade ociosa” definida pela falta inicial de trabalhadores para operar o sistema produtivo. Uma vez mais, os crescimentos de empregos são diferenciados: 162% para o nível superior, 103% para os técnicos e 36% mesmo para os trabalhadores de nível básico. Evolução ideal: crescimento da produção, crescimento do emprego em todos os níveis de especialização e crescimento do bem estar social a altas taxas.

A variação do PIB é recorde, 13% ao ano, impulsionada pela possibilidade de crescimento da produção a altas taxas sem necessidade de ampliar a capacidade produtiva total – de fato, a tabela 15 – Anexo 4.3, mostra leve redução nessas capacidades totais entre os períodos 1 e 8, o que indica ter havido investimentos em substituição de velha tecnologia por nova. Nesse sentido, os altos índices de investimento são ilusórios, se avaliados apenas pelo seu crescimento, pois partem de uma base muito baixa em relação aos demais casos. Ao mesmo tempo, a estrutura destes investimentos é distinta da situação AAA. Embora se mantenha em torno de 1/3 de participação no PIB (de 30% a 33%) – no caso AAA variou de 27% a 31% - sua alocação é orientada para formação de recursos humanos[160], como seria de se esperar em uma situação de carência nessa área (nos períodos de 1 a 4, investe-se de 59% a 32% do total de investimentos em qualificação de recursos humanos, contra de 17% a 11% no caso AAA). De todo modo, a baixa disponibilidade de recursos humanos funciona como um fator restritivo ao volume de investimentos em capacidade produtiva: embora os níveis iniciais desta capacidade sejam os mesmos neste caso investe-se nos 4 períodos iniciais de análise (de 1 a 5) recursos da ordem de 290 a 780 unidades monetárias, contra 1270 a 1280 no caso AAA. Por fim, cabe mencionar que mesmo sendo esta uma situação de restrições na PEA, não se exigem investimentos na ampliação do sistema de ensino entre os períodos 1 e 8, o que ratifica o comentário sobre a "situação folgada" que o parâmetro A indica também para a área de educação – e nos leva a sugerir um teste sobre a evolução do sistema econômico em situação de restrições na infra-estrutura da área de educação.

Este quarto caso completa a análise dos quatro vértices do "cubo de possibilidades" mostrado na Figura 1.4 (o vértice AAA e os três adjacentes). Ele pode então ser citado como o de uma nação hipotética em que se tem capacidade produtiva e disponibilidade de força de trabalho, mas com um sistema de ensino em crise muito forte. A evolução desta possível situação ABA é apresentada na tabela 11.4, a seguir (gráficos detalhados apresentados no Anexo 4.3 – Tabelas Complementares de números 19, 20 e 21):

---

[160] A apresentação dos dados desagregados de investimentos encontra-se na tabela 18 –Anexo 4.3.

Tabela 11.4: Evolução do Sistema Econômico maximizando o PIB (c.i. ABA)

	Período	X_{agric}	C_{agric}	X_{en}	C_{en}	X_{man}	C_{man}
Produção e Capacidade	t=1	2030	2030	348	455	1486	1895
	t=8	1752	1855	446	446	3087	3087
	r (a.a.)	(-2.1%)	*	3.6%	*	11.0%	*

	Período	$Emp_{\text{básico}}$	$Emp_{\text{técnico}}$	$Emp_{superior}$	Emp_{total}	PEA
Emprego e PEA	t=1	1338	354	164	1856	1998
	t=8	1056	373	212	1641	1643
	r (a.a.)	(-3.3%)	0.7%	3.7%	(-1.7%)	*

	Período	C_{min}	C_{total}	$Merc_{disp}$	Bem Estar	Inv_{total}	PIB
Consumo, Investimento e PIB	t=1	1834	4050	2216	1.19	1477	5526
	t=8	1639	5998	4359	2.66	2906	8903
	r (a.a.)	*	5.7%	10.1%	12.1%	10.2%	7.1%

A C.I. de um Sistema de Ensino com baixa capacidade, que é a única diferença entre esta situação ABA e a da “nação AAA” (tomada como referência de melhores disponibilidades iniciais) cria um paradoxo ao comparar-se as duas evoluções: o setor de manufaturados e o PIB crescem a taxas mais altas em ABA do que em AAA, e o desemprego desaparece mais rapidamente também em ABA do que em AAA (ver Tabelas 9 e 20 do anexo 4.3). Como explicar que um sistema em que a infra-estrutura de ensino é “menor” (de fato, cerca de 75% menor) tenha crescimento mais rápido do que em uma nação com infra-estrutura “maior”? A resposta é interessante: considerando que o Sistema de Ensino parte de uma situação de menor capacidade, e lembrando que esse sistema tem uma inércia à mudança, o “decisor único” que gerencia este sistema econômico tem mais flexibilidade para alocar recursos de maneira mais “racional”, partindo dessa situação de menor “inércia”: formam-se menos recursos humanos no nível básico – portanto o pleno emprego é alcançado já no início no período 5 (e não em t=7, como no caso AAA), e a formação em nível superior é mais intensa (3.7% aqui contra 2.9% em AAA), facilitando a produção de manufaturados. A função objetivo PIB, embora cresça a taxas maiores aqui, não chega a superar a situação AAA ao final do oitavo período (o valor do PIB da nação AAA neste período é apenas 2.4% maior que a de ABA), mas a capacidade de construir uma PEA de modo mais racional leva a um "coeficiente de bem estar" maior na nação ABA do que em AAA. Além disso chega-se ao oitavo período com a PEA. quase totalmente empregada mesmo tendo partido de situações idênticas quanto ao desemprego inicial . Pode-se por fim observar que a capacidade de ensino é fácil de construir de forma mais "racional", dado que os investimentos para tal são relativamente mais baratos que os necessários para ampliar capacidade produtiva. e a evolução da nação ABA tem comportamento parecido ao da nação AAA.

Para encerrar este último item desta tese, que apresentou mais um conjunto de possibilidades de análise a partir de estratégias de desenvolvimento indicadas pelo modelo MAT, é possível apresentar uma análise conjunta da evolução das "4 nações", sob a perspectiva das transformações no Emprego e PIB:

Tabela 12.4 : Distintas Condições Iniciais e evolução do Emprego e PIB.

	Nação AAA			Nação BAA			Nação AAB			Nação ABA		
	EmpT	PEA	PIB	EmpT	PEA	PIB	EmpT	PEA	PIB	EmpT	PEA	PIB
T=1	1903	2046	5703	1022	2044	3194	566	569	2287	1856	1998	5526
T=8	1728	1731	9120	907	1592	4945	914	914	5366	1641	1643	8903
Δ %	- 9.1	*	59.9	-11.3	*	54.8	61.5	*	134.6	-11.6	*	61.1

Em síntese, mesmo "nações" que disponham de situações iniciais muito favoráveis (AAA) quando submetidas a estratégias de maximização do PIB que exigem investimentos em novas tecnologias, conseguem crescimentos expressivos e reorganizam a PEA e o emprego de modo a que não haja desemprego ao final do período de planejamento, mas às custas de redução de postos do número de postos de trabalho; dentre as situações de outras nações as que teriam estratégias mais simulares seriam aquelas em a deficiência ocorresse apenas no sistema de ensino(ABA), o de mais fácil recuperação. A situação mais dramática é a das nações em que falte capacidade produtiva instalada mas em que exista população “em idade de trabalhar” (BAA): ao fim de oito períodos de economia planejada, consegue-se um crescimento relativo do PIB em percentagem análoga ao do caso de referência AAA, mas com uma situação de emprego total que é incapaz de reduzir significativamente o desemprego, que apenas passa de 50% para 43%. Situação curiosa é das nações com reduzida PEA e com capacidade produtiva disponível (tipo AAB): conseguem atingir apenas 60% do PIB e empregam, ao final do período de planejamento, apenas 54% dos trabalhadores do caso de referência (AAA), mas organizam o crescimento de emprego de modo que atendem uma PEA crescente com desemprego zero, e têm o maior crescimento de PIB dentre todos os casos (resultado dos baixos valores de referência para o período inicial).

O jogo de possibilidades analíticas aberto pelo modelo é, portanto, muito amplo. Apresenta-se a seguir, nas conclusões, outros caminhos que podem ser trilhados para sua utilização.

5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE AMPLIAÇÃO

Uma primeira avaliação das experiências desenvolvidas com a aplicação do modelo permite algumas conclusões: a primeira é a de que a metodologia I/O por nós utilizada, com incorporação das possibilidades de inovação, que se pode resumir na equação:

$$\underline{x}^t = A_O \,.\, \underline{x}_O^t + A_N \,.\, \underline{x}_N^t + B^{t+1} \,.\, \underline{o}^{t+1} + \underline{y}^t \qquad \text{....................eq.(12.3)}$$

constitui-se em um avanço em relação à análise de impactos intersetoriais permitida pela equação clássica:

$$\underline{x} = A \,.\, \underline{x} + \underline{y} \qquad \text{..................... eq. (1.3)}$$

Pode-se representar a evolução da economia e dos impactos de estratégias políticas de uma forma dinâmica, sem os conhecidos problemas de instabilidade e de afastamento do real apresentados por modelos dinâmicos anteriores de Leontief.

A segunda conclusão é a que diz respeito à possibilidade de representar de forma diferenciada a produção $\underline{x}$ e a capacidade $\underline{c}$. Diferenciar uma da outra permite, por um lado, caracterizar de forma clara como evolui a capacidade ociosa, e, por outro, dimensionar as necessidades de investimento em acréscimo de capacidade produtiva que satisfaçam determinadas políticas.

Uma terceira conclusão diz respeito à possibilidade de representar o emprego “comandado” pela produção e as “capacidades instaladas” de população economicamente ativa por nível de qualificação, bem como as possibilidades de investimento no aumento dessas capacidades. *Capacidade ociosa* na produção de mercadorias encontra seu “simétrico” no *desemprego* desta população.

A análise prospectiva passa a poder ser utilizada para sugerir possíveis matrizes de coeficientes técnicos gerados pelas inovações (A_N) e pelas matrizes de emprego que lhes são típicas (L_N) e permite construir cenários e avaliar possíveis impactos desses cenários. Com isso, a formulação de políticas adequadas - até mesmo, compensatórias, se for o caso -

aos impactos decorrentes das possíveis estratégias de desenvolvimento pode ser antecipada.

O que se pode concluir como elementos comuns do conjunto de “funções objetivo” testadas? Inicialmente, está subjacente a todos os casos a idéia de decisor único com racionalidade completa: todos os elementos são conhecidos - e deduzidos - ao longo das trajetórias de otimização. Em segundo lugar, todos os modelos são desenvolvimentistas e, na medida em que utilizam nova tecnologia não são “ampliadores de emprego”. Em terceiro lugar, permitem comparações de políticas exercidas sob distintas condições de disponibilidades de recursos.

Além destas conclusões, uma outra abordagem permite apontar desde já possíveis desdobramentos que, nos parece, auxiliariam a capacidade de representação do modelo. Dois deles têm um caráter “estrutural”, na medida em que exigem a construção de módulos adicionais ao Modelo. São eles:

1º) A construção de um “módulo demográfico”: nesta versão do modelo, a evolução da PEA depende apenas das “taxas de mortalidade” e da capacidade do sistema de ensino de formar força de trabalho qualificada. Ora, sabe-se que a PEA depende, como fator primeiro, das características de *evolução demográfica* da população em geral, e que ela varia como função da pirâmide etária característica de cada “nação” e da respectiva taxa de fecundidade. Esta taxa de fecundidade, por sua vez, depende do nível de renda. Ou seja, a representação do “modus operandi” da economia nacional seria muito enriquecida se a evolução da população pudesse ser tratada simultaneamente à evolução econômica, com todas as exigências de interação recíproca daí decorrentes: evolução da população, evolução do sistema de ensino, transformações da PEA e evolução da economia como componentes de um mesmo sistema.

2º) A construção de um “módulo de operação do sistema financeiro”. A sociedade econômica moderna caracteriza-se pela dominância do Sistema Financeiro no processo de tomada de decisões e seria importante superar limitações do atual modelo: nesta versão o volume de investimentos é limitado, de forma agregada, por uma “parcela do PIB” dedicada a investimentos, variável macro-econômica que é muito utilizada em análises de economias nacionais. Ao introduzir-se a representação de um sistema financeiro pode-se operar, de imediato, com a explicitação de taxas de juros, que remunerariam o capital investido a passariam a ser uma parte explícita da "renda nacional", poder-se-ia "tomar capital emprestado" para financiar ampliações de capacidade produtiva e avaliar em que situações (e a quais taxas) essa opção seria factível. Seria possível, também, introduzir variáveis que de algum modo refletissem *expectativas* e *risco* que os "decisores" teriam de enfrentar para definir estratégias.

Estes desdobramentos, que exigiriam alterações na estrutura do modelo poderiam ser compostos com outros, que ampliariam a capacidade de representação de situações alternativas dos módulos já existentes. Assim, sugere-se também:

a) Ampliar o sistema de ensino de modo que possa representar "formação continuada" de toda a força de trabalho, ao longo de seu período de vida produtiva. Para isso, deve-se definir que só quem seja recém-formado (ou recém qualificado) tenha condições de trabalhar com "nova tecnologia", possibilitar o "aperfeiçoamento" (com custos e prazos menores de treinamento) dos trabalhadores já empregados em "tecnologia antiga" e definir estratégias de atualização permanente, mesmo para os desempregados, com os respectivos custos, para toda a PEA.

b) Diferenciar o salário dos que trabalham com nova tecnologia (maior salário, refletindo a maior qualificação) daqueles que são empregados dos setores que operam com a velha tecnologia.

c) Representar políticas de "redução" da jornada de trabalho, supondo, por exemplo, que se passe da semana de *40 horas* para a semana de *32 horas*. Essa nova política causaria uma mudança nos coeficientes das matrizes de coeficientes de emprego, e no comportamento da evolução dos postos de trabalho poderia ser avaliado.

d) Representar, no módulo 1, de evolução da produção no sistema econômico, que os aumentos de capacidade produtiva possam depender de decisões tomadas "n" períodos antes, ou seja, definir "períodos de maturação" para que os investimentos produzam resultados, períodos que variariam de acordo com o tipo ou setor. Por exemplo, um investimento em energia que amplie capacidade no período “k”, teria de utilizar mercadorias geradas a partir do período “k-4”.

Por fim, mas não menos importante sob a perspectiva de sua representação empírica, um terceiro conjunto de possíveis melhoras na capacidade do Modelo diz respeito à desagregação da representação do sistema econômico. Esta desagregação pode ser implementada em vários níveis:

a) Sem ambicionar chegar à desagregação da matriz brasileira de 1970 com seus 88 setores e 150 produtos, mas tomando um compromisso de “bom senso” entre “fidelidade dos coeficientes”, “capacidade de análise multi-setorial” e “tempo de trabalho necessário ao levantamento de informações” para cálculo dos parâmetros do modelo, seria interessante representar um maior número de setores econômicos. Nesta perspectiva, poder-se-ia introduzir desde logo um setor de “Serviços” no modelo econômico que fosse capaz de representar as novas possibilidades de produção e de emprego, típicas daquelas que compõem a chamada “sociedade da informação” e das possibilidades abertas por setores como “cultura” e “turismo”, que não encontram lugar nas indústrias convencionais.

b) Representar, matrizes de “consumo intermediário de insumos importados” e vetores de “demanda final para exportações”, cuja quantificação em preços teria influencia nas representações do módulo financeiro, na medida em que se poderia explicitar uma “balança comercial” como componente de uma “balança de pagamentos”

c) Definir matrizes que pudessem representar “impacto ambiental” gerado pelos vários tipos de produção permitindo sua quantificação simultânea às diversas estratégias seguidas – e possivelmente introduzindo-o como variável a tomar em conta em funções objetivo.

d) Explicitar o Estado como Setor que participa na Demanda Final, com representação simultânea na composição da Renda Nacional na forma de impostos, e conseqüentes representações no módulo de representação financeira/monetária

Todo este conjunto de sugestões indica várias possibilidades de trabalhos acadêmicos posteriores, e uma multiplicidade de análises de resultados de distintas estratégias de desenvolvimento. Lançando, deste ponto de encerramento, um olhar sobre todos os aspectos que se apontaram neste trabalho, acreditamos que essa possa ser uma medida de sua relevância: que seja avaliado não apenas pela proposta que apresentou, mas, também, pelos desafios que está sugerindo.

BIBLIOGRAFIA

AMENDOLA M. e GAFFARD, J. L., "Innovation as Creation of Technology: a Sequential Model", paper presented at the Conference on Innovation Diffusion, Venice, 18-22 march 1986 .

ARAÚJO Jr., J.T., "Os mercados inter-setoriais da economia brasileira nos anos 70" in **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, vol.19, n1 3, dezembro de 1989.

ARCANGELI, E. F., "Paradigm Lost: Economics and Geography of innovation Diffusion", Veneza - Itália, D.A.E.S.T Instituto Universitário de Arquitetura de Veneza, mimeo., 1985

ARROUS, J., "Le Modele de Pollution de Leontief: une presentation systematique", BETA - Université Strasbourg III, mimeo, 1993.

BLITZER, C.R.;CLARK, P.B. and TAYLOR, L. (Eds.), **Economic - Wide Models and Development Planning**, New York, Oxford University Press - World Bank, 1975.

BRÓDY, A.; CARTER, A.P., **Applications of Input-Output Analysis - Proceedings of the Fifth International Conference on Input-Output Techniques**, vol.2, Geneva,1968, Amsterdam, North Holland Publishing Company, 1970.

BRÓDY, A.; CARTER, A.P., **Contributions to Input-Output Analysis - Proceedings of the Fifth International Conference on Input-Output Techniques**, vol.1, Geneva, 1968, Amsterdam, North Holland Publishing Company, 1970.

BRÓDY, A.; CARTER, A.P., **Input-Output Techniques - Proceedings of the Fifth International Conference on Input-Output Techniques**, Geneva, 1971, Amsterdam, North Holland Publishing Company, 1972.

BULMER-THOMAS, V., **Input-Output Tables for Developing Countries: Sources, Methods and Applications**, New York, John Wiley & Sons, 1982.

CANUTO, Otaviano, **Mudança Técnica e Concorrência: um arcabouço evolucionista**, Texto para Discussão nº 6, Instituto de Economia / UNICAMP, abril - 92.

CARTER, ANNE P., "Diffusion from an Input-Output perspective", paper presented at the Conference on Inovation Diffusion, Venice, 18-22 March, 1986.

CARTER, ANNE P., "The Economics of Technological Change",in **Scientific American**, vol. 214, n1 4, p. 3-9, april 1966.

CARTER, ANNE P., **Structural Change in the American Economy**, Cambridge - Ma, Harvard University Press, 1970

CELLA, G., "The Input-Output Measurement of Interindustry Linkages", **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, vol.46, n11, p. 72-84, 1984.

CHAKRAVARTY, S., **Capital and Development Planning**, Cambridge-Massachussets, The MIT Press, 1969.

CHENERY, H. B. & CLARK, P. G., **Interindustry Economics**, New York, John Wiley & Sons, 1967.

CHENERY, H.; ROBINSON, S.; SYRQUIN, M., **Industrialization and Growth**, Oxford, Oxford University Press - The World Bank, 1986.

CLEMENTS, B. J. e ROSSI, J. N., "Ligações industriais e setores-chave na economia brasileira ", in **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, vol.19, nº 22, abril 1992.

DAVIS, H. C. and LOFTING, E. M., **Development of interindustry transactions data on the structure of United States Mining Industries for 1967 and a comparison of techiques for updating related Input-Output Coeficients**, University of California - Riverside, Final Reported edited by the Dry Lands Research Institute, april, 1979.

DAVIS, H. C., "Accouting for Technical Substitution in the Input-Output Model", in **Technological Forecasting and Social Change**,vol.32, p. 361-371, 1987.

DeBRESSON, C. "L' Analise Inter-Industrielle et le Changement Technologique" in **Revue d'Economie Politique**, 100e année, nº6, 1990.

DIEDEREN, Paul, **Technological Progress in Enterprises and Difusion of Innovations - Theoretical Reflextions and Empirical Evidence**, Ed. UPM - Universitaire Presse Maastricht, University of Limburg, Maastricht, the Netherlands, 1993 (200p.)

DORFMAN, R.; SAMUELSON, P. A. E SOLOW, R. M., **Linear Programming and Econmic Analysis**, New York, Mc Graw Hill, 1958, reprinted by New York: Dover Publications (unabridged and unaltered republication),1987.

DOSI, G., "Sources, Procedures and Microeconomics Effects of Innovation" in **Journal of Economic Literature**, vol.37, n1 3, September, 1988.

DOSI, G. et alii, **Technical Change and Economic Theory,** Pinter Publishers, London, 1988

DUCHIN, F., "The Conversion of Biological Materials and Wastes to Useful Products" in **Structural Change and Economic Dynamics**, vol.1, nº12, 1990.

DUCHIN, F.; SZYLD, D.B., "A Dynamic Input-Output Model with Assured Positive Output", in **METROECONOMICA**, vol. 37, 1985.

DUCHIN, F.; GLENN-MARIE Lange, **The future of the Environment - Ecological Economics & Technological Change**, New York, Oxford University Press,1994.

FLEISSNER, P., "Dynamic Leontief Models on the Test Bed", in **Structural Change and Economic Dynamics**, vol.1, nº12, 1990.

FONSECA, M. A. R., **Uma Análise Comparativa dos Modelos de Insumo-Produto e de Pogramação Linear**, Rio de Janeiro, Tese de mestrado defendida junto ao I.E.I.- UFRJ, agosto 1981.

FURTADO, CELSO **Formação Econômica do Brasil**, São Paulo, Cia. Editora Nacional, 1987 (22ª edição, 1ª ed. 1959)

FURTADO, CELSO **Teoria e Política do Desenvolvimento Econômico**, São Paulo, Cia. Editora Nacional, 1971 (4ª ed. rev.)

GOLD, Bela, "Technological Diffusion in Industry: Research Needs and Shortcomings" in **The Journal of Industrial Economics**, vol XXIX, nº13. March 1981.

GOODWIN, R. M., "The Complex Dynamics of Innovation, Output and Employment", in **Structural Change and Economic Dynamics**, Oxford University Press, vol. 1, nº12, 1990.

GOSSLING, W. F., (ed.), **Capital Coefficients and Dynamic Input-Output Models**, London, Input Output Publishing Company, 1975.

GOSSLING, W. F., (ed.), **Dynamic Input-Output and Throughput**, London, Input Output Publishing Company, 1975.

GOSSLING, W., **Estimating and Projecting Input-Output Coefficients**, London, Input-Output Publishing Company, 1975.

GOSSLING, W.F., **Productivity Trends in a Sectoral MacroEconomic Model: a Study of American Agriculture and Supporting Industries: 1919-64**, London, Input Output Publishing Company, 1972.

GUILHOTO, J. J. M. & FONSECA, Manuel A. R. da. " As Principais Correntes da Modelagem Econômica e o Caso Brasileiro", in **Anais do XII Encontro Brasileiro de Econometria**, Brasília, 3 a 6 de Dezembro, 1990

HOLZMAN, M., "¨Problems of Classification and Aggregation" in Leontief, W. (Ed.), **Studies in the Structure of the American Economy**, New York, Oxford University Press, 1953.

IPEA-CENDEC, **Problemas que Plantean los Quadros y el Analisis Insumo-Produto (Informe del Secretario General)**, Brasília, DF., ed. CENDEC - II Curso de Planejamento do Desenvolvimento (mimeo), 1973.

KALECKI, M. **Selected Essays on the Dynamics of the Capitalist Economy,** Cambridge, Cambridge University Press, 1970

KANTOROVITCH, L. V., "Mathematical Formulation of the Problem of Optimal Planning", in NOVE, A. & NUTI, D.M. (eds.), **Socialist Economics**, Middlesex, England, Penguin Books, 1972.

KEYNES, J. M., **A Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda**, São Paulo, Ed. Atlas, 1982 (trad. brasileira).

KORNAI, J., "Mathematical Programming as a Tool of Socialist Economic Planning" in NOVE, A. & NUTI, D.M. (eds.), **Socialist Economics**, Middlesex, England, Penguin Books, 1972.

LANGE, O., "The Computer and the Market" in NOVE, A. & NUTI, D.M.(eds.), **Socialist Economics**, Middlesex, England,Penguin Books, 1972.

LANGE, O., **Essays on Economic Planning**, London - Calcutta, Asia Publishing House-Statistical Publishing Society, 1960.

LANGE, O., **Introducción a la Econometria**, Mexico, Fondo de Cultura Economica, 1964.

LANGE, O., **Lange - Ensaios sobre Planificação Economica**, São Paulo, Ed. Nova Cultural - Série "Os Economistas", 1986, (trad. em português).

LANGE, O., **Papers in Economics and Sociology**, Oxford, Pergamon Press, 1970.

LANGE, O., **Political Economy - vol. 2**, Varsóvia, Ed. Pergamon Press - Polish Scientific Publishers, 1971.

LANGE, O., **Teoria General de la Programación /Decisiones Optimas**, Barcelona, Ed. Ariel, 1971.

LANGE, O., **Theory of Reproduction and Accumulation**, Oxford, Ed. Pergamon Press - Polish Scientific Publishers, 1969.

LEONTIEF, W. **The Structure of American Economy 1919-1939: An Empirical Application of Equilibrium Analysis**, Oxford University Press, First Edition 1941, Second Edition Enlarged 1951.

LEONTIEF, W. (Ed.), **Essays in Economics - Volume One**, Oxford, Basil Blackwell, 1977.

LEONTIEF, W. (Ed.), **Essays in Economics - Volume Two**, Oxford, Basil Blackwell, 1977.

LEONTIEF, W. (Ed.), **Studies in the Structure of the American Economy**, New York, Oxford University Press, 1953.

LEONTIEF, W. e DUCHIN, F., **The Future Impact of Automation on Workers**, New York, Oxford University Press, 1985.

LEONTIEF, W. y otros**, El Futuro de la Economia Mundial - un estudio de Naciones Unidas**, Mexico, Ed. Siglo Veintiuno, 1977.

LEONTIEF, W., "Foreword" in **Economic Systems Reserch: Journal of the International Input-Output Association**, Carfax Publishing Company, vol. 1, n1 1, 1989.

LEONTIEF, W., **Input Output Economics**, 2nd Edition, New York - New York, Oxford University Press, 1966.

LEONTIEF, W., **Input Output Economics**, New York - New York, Oxford University Press, 1986.

LEONTIEF, W., Leontief - **A Economia de Insumo Produto**, São Paulo, Ed. Abril, 1983 (trad. em português).

LEONTIEF, W.; DUCHIN, F.; SZYLD, D.B., "New Approaches in Economic Analysis", **Science**, vol. 228, p. 419-422, 26 april 1985.

LYNCH, R.G. “An assessment of the RAS method for updating input-output tables”, in UNIDO**, Proceedings of the Seventh International Conference on Input-Output Techniques**, New York, United Nations Publication No. E. 84,II.B.9, 1984.

MEIJERS, H. M. HUUB, “The impact of Difusion on the Productivity Growth: A putty-clay Vintage Model Approach”, paper presented at the “MERIT Conference on Convergence and Divergence in **Economic Growth and Technical Change**", Maastricht, Dec. 1992.

MENEZES,A.C. e ORTEGA,J.A., **Matrizes Insumo-Produto Brasileiras: 1970, 1975, e 1980**/ Compatibilização de Atividades e Produtos/ Metodologia e Resultados, Rio de janeiro, I.E.I.- UFRJ série documentos n1 5, 1991.

MENSHIKOV, S., **The Economic Cycle: Postwar Developments**, Moscou, Progress Publishers, 1975.

METCALFE, J. “The diffusion of Innovation: an Interpretative Survey”, in Dosi, G. et alii, **Technical Change and Economic Theory,** Pinter Publishers, London, 1988 (pp. 560-589)

MIERNYCK, W.H., **Input-Output Analysis**, Ed. Random House, New York, 1965

MIGLIOLI, J., **Técnicas Quantitativas de Planejamento**, Petrópolis, RJ, Ed. Vozes, 1975.

MILLER, R. E. & BLAIR, P. D**., Input-Output Analisys: Foundations and Extensions**, New Jersey, Prentice-Hall, 1985.

MILLER, R.; POLENSKE, K.; ROSE A. (eds**.), Frontiers of Input- Output Analysis**, New York, Oxford University Press, 1989.

MORGENSTERN, Oskar (ed.), **Economic Activity Analysis**, New York, NY, John Wiley & Sons, 1954.

MORISHIMA, M., **Equilibrium Stability, and Growth: a Multi-sectoral Analysis**, London, Oxford University Press, 1964.

MORISHIMA, M., **Theory of Economic Growth**, London, Oxford University Press, 1970.

MORISHIMA, M., **Marx's Economics: a dual theory of value and growth**, London, Cambridge University Press, 1973.

MORISHIMA, M., **The Economic Theory of Modern Society**, London, Cambridge University Press, 1976.

NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESERCH**, Input-Output Analysis: An Appraisal - Studies in Income and Wealth**, Princenton, Princenton University Press, 1955.

NELSON, Richard R., "Capitalism as an engine of progres" in **Research Policy**, Elsevier Science Publisher B.V., vol. 19. 1989 (pp 193-214).

NEMCHINOV, V. S. (ed.), **The Use Mathematics in Economics**, London, Ed. Oliver and Boyd, 1964.

NEMCHINOV, V., "Basic elements of a Model of Planned Price Formation", in NOVE, A. & NUTI, D.M. (eds.), **Socialist Economics**, Middlesex, England, Penguin Books, 1972.

PASINETTI, L. L., "Structural Change and Unemployment" in **Structural Change and Economic Dynamics**, Oxford University Press, vol. 1, n 11, 1990 (pp 7-13).

PASINETTI, L. L., "The Notion of Vertical Integration in Economic Analysis" in PASINETTI, L. L. , (ed.) **Essays on the Theory of Joint Production**, London, Mac Pullan Press, 1980.

PASINETTI, L. L., **Lectures on the theory of Production**, New York, Columbia University Press, 1977.

PASINETTI, L. L., **Structural Change and Economic Growth: A Theoretical Essay on the Dynamics of the Wealth of Nations**, Cambridge, Mass., Cambridge University Press, 1981.

PAULANI, L. M. e BRAGA, M. B., **A Nova Contabilidade Social**, São Paulo, Ed. Saraiva, 2000.

PAVITT, Keith, "R&D, patenting and innovative activities - a statistical exploration" in **Research Policy**, Elsevier Science Publisher, vol. 11 1982 (pp. 33-51).

PAVITT, Keith, "Sectoral Patterns of tecnical change: towards a taxonomy and a theory", **Research Policy**, Elsevier Science Publisher vol. 13 1984 (pp. 343-373)

PEREIRA, E. A., **Complexos Industriais: Discussão Metodológica e Aplicação à Economia Brasileira (1970-1975)**, Campinas, Tese de Mestrado IEI/UFRJ, junho 1985.

PORTER, M. **Vantagem Competitiva**, Ed. Campus, Rio de Janeiro, 1985 (trad. em português)

POSSAS, M. L. e TAUILE, J. R., **Matriz Tecnológica para a Produção de Sistemas Eletrônicos de Dados no Bra**sil, I.E.I./UFRJ, Texto para Discussão n1 167, Junho 1988.

POSSAS, M. L., "Complexos Industriais na Economia Brasileira: uma proposta metodológica", Campinas - Instituto de Economia/UNICAMP, mimeo, outubro/1987.

PRADO, E. F. S., **Estrutura Tecnológica e Desenvolvimento Regional**, São Paulo, IPEA-USP - Série Ensaios Economicos vol. 10, 1981.

ROSE, A. "Technological Change and Input-Output Analysis: an appraisal" in **Socio-Economic Planning Science**, vol. 18, nº 5, 1984

ROSIER, Bernard, **Wassily Leontief - Textes et itineráires**, Paris, Ed. la Decouverte, 1986.

SILVERBERG, G., Dosi G. e Orsenigo, L. - "Innovation, diversity and diffusion: A Self Organising Model", in **The Economic Journal**, University Press, Cambridge - U.K., vol. 98, n1 393, December, 1988 -(pp 1032-1054).

SOUZA, Nali de Jesus, "O método dos dígrafos: uma aplicação para a matriz de relações interindustriais do Brasil de 1975" in **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, vol.19, n13, dezembro de 1989.

STEINDL, J. **Pequeno e Grande Capital: problemas econômicos do tamanho das empresas**, (trad. brasileira) São Paulo, Ed. Hucitec, 1990, pp 44-45.

STONE, Richard, "Where are we now? A short account of the development of input-output studies and their present trends", in UNIDO**, Proceedings of the Seventh International Conference on Input-Output Techniques**, New York, United Nations Publication No. E. 84,II.B.9, 1984.

TAKAYAMA, A. **Mathematical Economics**, Illinois-USA, The Dryden Press-Purdue University, 1974.

UNIDO, **Input-Output Tables for Developing Countries**, VOl.I, New York, United Nations Publication n1 E. 84,II.B.6, 1985.

UNIDO, **Proceedings of the Seventh International Conference on Input-Output Techniques**, New York, United Nations Publication E. 84,II.B.9, 1984.

UNIDO**. Input-Output Tables for Developing Countries**, VOl.II, New York, United Nations Publication n1 E. 85,II.B.6, 1985.

VARGAS, José Israel, **Problemas do Desenvolvimento Tecnológico: Modelos de Difusão Tecnológica**, Rio de janeiro, mimeo CBPF - cs 002/92, 1992, (59pp.)

VEINSHTEIN, A. L., "Notes on Optimal Planning", in NOVE, A. & NUTI, D.M. (eds.), **Socialist Economics**, Middlesex, England, Penguin Books, 1972.

YAN, CHIOU-SHUANG, **Introdução à Economia de Insumo Produto**, São Paulo, DIFEL/FORUM, 1975.

ZON, A. H. VAN & MUYSKEN, J., MASTER **Technological Change: Some Comparative Model Simulations**, MERIT Research Memorandum n. 92-012, Maastricht - the Netherlands, 1992 (67p.)

ZON, A. H. VAN & MUYSKEN, J., MASTER, **A Model for the Analysis of Sectoral Technology and Employment Relations its Basic Features**, MERIT Research Memorandum n. 92-017, Maastricht - the Netherlands, 1992 (49p.)

ZON, A. H. VAN, **The Quasi-Putty - Putty Production Model: A Note on its Features and Uses**, MERIT Research Memorandum n.92-016, Maastricht. The Netherlands, 1993 (13p.p.)

ANEXOS

ANEXO 3.1: MODELO MAT- Estrutura Geral: Forma Canônica

As equações apresentadas a seguir apresentam o modelo MAT na forma computacional sendo numeradas de (m1) a (m24). Cada uma delas foi discutida no corpo da tese.

MÓDULO DE PRODUÇÃO DE MERCADORIAS

$$(A^t_0 - I). \underline{x}^t_0 + (A^t_N - I). \underline{x}^t_N + B^{t+1} . \underline{o}^{t+1} + F^t . \underline{q}^{t+1} + H^{t+1} . \underline{h}^{t+1} + \underline{y}^t = \underline{0} \quad \text{...(m1)}$$

$$\underline{x}^t_0 \leq \underline{c}^t_0 \quad \text{...(m2)}$$

$$\underline{x}^t_N \leq \underline{c}^t_N \quad \text{...(m3)}$$

(Evolução das capacidades produtivas do Módulo de Produção)

$$\underline{c}_0^{t+1} \leq (1 - diag \{\beta_i\}). \underline{c}^t_0 \quad \text{...(m4)}$$

$$\underline{c}_N^{t+1} = \underline{c}^t_N + \underline{o}^{t+1} \quad \text{...(m5)}$$

(Definição do total disponível de Capacidade Produtiva, dos totais de produção e de Folga da Capacidade Produtiva)

$$\underline{c}^t = \underline{c}_0^t + \underline{c}^t_N \quad \text{...(m6)}$$

$$\underline{x}^t = \underline{x}^t_0 + \underline{x}^t_N \quad \text{...(m7)}$$

$$\underline{fc}^t = \underline{c}^t - \underline{x}^t \quad \text{...(m8)}$$

MÓDULO DE UTILIZAÇÃO DA FORÇA DE TRABALHO

$$\underline{e}^t = L^t_0 . \underline{x}^t_0 + L^t_N . \underline{x}^t_N + N^t . \underline{q}^{t+1} \quad \text{...(m9)}$$

$$\underline{e}^t \leq \underline{d}^t \quad \text{...(m10)}$$

$$\underline{e}^t \geq (1 - diag \{\gamma_i\}) . \underline{e}^{t-1} \quad \text{...(m11)}$$

(Adicionalmente, para efeitos de análise de resultados, e sem implicações na evolução do modelo, definem-se dois tipos de desagregação da variável emprego $\underline{e}$):

a) $\underline{e}^t_k = L_k . x^t_k$, define um vetor coluna com (i) linhas, onde cada componente representa quantidade de emprego de nível i, gerado no instante t , pela produção - com tecnologia de características k, onde k=o ou k=n - de todos os tipos de mercadorias;

b) $\{ei\}^{t}_{j,\,k} = \sum_{i=1,n} (\{l_{i,j,k}\}.\ x_{j,k})$, define cada uma das variáveis {ei} representando o número total de trabalhadores - de todos os níveis de qualificação - "empregados na indústria", de tipo " j ", com tecnologia k, no instante t.

MÓDULO DE PRODUÇÃO E DE GARANTIA DE SOBREVIVÊNCIA DA FORÇA DE TRABALHO EMPREGADA

$$\underline{d}^{t+1} = (1 - diag\,\{\delta_{ij}\})\,.\,\underline{d}^{t} + \underline{q}^{t+1} \qquad \text{...........................(m12)}$$

$$\underline{q}^{t+1} \leq \underline{m}^{t} \qquad \text{...........................(m13)}$$

$$\underline{q}^{t+1} \geq (1 - diag\,\{\alpha_{1}\})\,.\,\underline{q}^{t} \qquad \text{..........................(m14)}$$

$$\underline{m}^{t+1} = \underline{m}^{t} + \underline{h}^{\,t+1} \qquad \text{..........................(m15)}$$

$$\underline{y}^{t}_{c\,min} = \Omega\,.\,L^{t}_{0}\,.\,\underline{x}^{t}_{0} + \Omega\,.\,L^{t}_{N}\,.\,\underline{x}^{t}_{N} + \Omega\,.\,N\,.\,\underline{q}^{t+1} \qquad \text{.....................(m16)}$$

$$\underline{y}^{\,t}_{c\,min} \leq \underline{y}^{\,t} \qquad \text{...........................(m17)}$$ [161]

MÓDULO DE EVOLUÇÃO DE PRODUÇÃO NA FORMA MONETÁRIA[162]

$$\underline{p}.(A^{t}_{0}-I).\underline{x}^{t}_{0} + \underline{p}.(A^{t}_{N}-I).\underline{x}^{t}_{N} + \underline{s}\,.L^{t}_{0}\,.\,\underline{x}^{t}_{0} + \lambda\,.\,\underline{s}.L^{t}_{N}\,.\underline{x}^{t}_{N} + \lambda_{1}\,.\,\underline{s}\,.N.\underline{q}^{t}_{N} + LB^{t} = 0 \;..\text{(m18)}$$

$$I_{c}^{\,t} = \underline{p}\,.B.\,\underline{o}^{t+1} \qquad \text{.....................................(m19)}$$

$$I_{m}^{\,t} = \underline{p}\,.\,H\,.\,\underline{h}^{t+1} \qquad \text{.....................................(m20)}$$

$$I_{q}^{\,t} = \underline{p}\,.\,F\,.\,\underline{q}^{t+1} \qquad \text{.....................................(m21)}$$

$$I_{T}^{\,t} = I_{c}^{\,t} + I_{m}^{\,t} + I_{q}^{\,t} \qquad \text{.....................................(m22)}$$

$$PIB^{t} = \underline{p}\,.\,(A^{t}_{0} - I)\,.\,\underline{x}^{t}_{0} + \underline{p}\,.\,(A^{t}_{N} - I)\,.\,\underline{x}^{t}_{N} \qquad \text{.....................................(m23)}$$

$$I^{t}_{T} \leq \varepsilon_{1}.\,PIB^{t} - \varepsilon_{1}\,.\,\underline{p}\,.\,\underline{y}^{\,t}_{c\,min} \qquad \text{.....................................(m24)}$$

---

161 Esta equação garante a existência, em cada período, de níveis mínimos de cada um dos componentes da demanda final que garantam mercadorias para consumo da força de trabalho com emprego, e define os limites mínimos do consumo dos trabalhadores.

162 Este Módulo indica como evoluem salários e lucros. e como podem evoluir os investimentos.

ANEXO 3.2: CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS - MODELO MAT

(Item **A** - Letras Romanas (Matrizes, Vetores e Índices); Item **B** - Símbolos Gregos)

A1 - LETRAS ROMANAS (MATRIZES E VETORES)

A^t, A^t_N , A^t_0 $\Rightarrow$Matrizes de Coeficientes Técnicos representativas do Sistema Econômico caracterizando, respectivamente:“Economia Nacional Total”, “Nova Tecnologia em uso na Economia Nacional”, “Velha Tecnologia em uso na Economia Nacional”, em vigor no período t. [Dimensão (m x m)]

B^{t+1} $\Rightarrow$ Matriz de “Coeficientes de Capital Fixo” necessários para viabilizar os acréscimos de uma unidade de capacidade produtiva em cada setor, produzidos em t, mas que só vão entrar em operação em (t+1). [Dimensão (mxm)].

$\underline{c}^t$, $\underline{c}^t_N$, $\underline{c}^t_0$ $\Rightarrow$ Vetores de capacidade produtiva característicos do Sistema Econômico, respectivamente total, em vigor com nova tecnologia, em vigor com tecnologia antiga, no período t.[Dimensão (mx1)].

$\underline{d}^t$ $\Rightarrow$ Vetor de disponibilidade de força de trabalho existente no período t. [Dimensão (nx1)]

$\underline{e}^t$ $\Rightarrow$ Vetor de emprego total utilizado pela produção de mercadorias e pela qualificação de força de trabalho. [Dimensão (nx1)]

$\underline{fc}^t$ $\Rightarrow$ Vetor de folga na capacidade produtiva instalada (capacidade ociosa em unidades físicas). [Dimensão (mx1)]

$\underline{fm}^t$ $\Rightarrow$ Vetor de folga na capacidade de qualificar mão de obra instalada (capacidade ociosa em unidades físicas).[Dimensão (nx1)]

F^t $\Rightarrow$ Matriz de “CoeficienteTécnicos” de Consumo Intermediário de Mercadorias para viabilizar a qualificação de força de trabalho, em vigor em t. [Dimensão (m x n)].

H^{t+1} $\Rightarrow$ Matriz de “Coeficientes de Capital Fixo” necessários para viabilizar acréscimos de uma unidade em cada nível de qualificação na capacidade de qualificar força de trabalho.[Dimensão (mxn)]

$\underline{h}^{t+1}$ $\Rightarrow$ Vetor de Acréscimo da Capacidade de Qualificar força de trabalho (m^t). [Dimensão (n x 1)]

L^t ,L^t_N ,L^t_0 $\Rightarrow$ Matrizes de “CoeficientesTécnicos” de utilização de força de trabalho, por qualificação, utilizada em cada indústria, caracterizando, respectivamente: o “mix” do Sistema Econômico medido, a “nova” e a “velha” tecnologia.[Dimensão (mxn)]

LB^t $\Rightarrow$ Lucro Bruto na forma monetária gerado pelo Sistema Econômico no período t.

$\underline{m}^t \Rightarrow$ Vetor de capacidade total de qualificar força de trabalho em vigor em t .[Dimensão (nx1)].

$N^t \Rightarrow$ Matriz de “Coeficientes Técnicos” de utilização de força de trabalho, por nível de qualificação, utilizada pelo Sistema de Ensino para qualificar a força de trabalho. [Dimensão (nxn)]

$\underline{o}^{t+1} \Rightarrow$ Vetor de Crescimento da Capacidade Produtiva (c^t) a ser colocada em operação em (t+1). [Dimensão (mx1)].

$\underline{p}^t \Rightarrow$ Vetor de “preços” das m mercadorias, em vigor no período t. [Dimensão (1 x m)]

$\underline{q}^{t+1} \Rightarrow$ Vetor de acréscimo de força de trabalho viabilizado pelo Sistema de Ensino que opera no interior do Sistema Econômico, desagregado em n categorias, no período t. Produzido em t, só se incorpora à disponibilidade de força de trabalho em (t+1).[Dimensão (nx1)].

$\underline{s}^t \Rightarrow$ Vetor de salários por unidade de força de trabalho qualificada empregada.[Dimensão (1xn)]

$\underline{w}^t$, $\underline{w}^t_n$, $\underline{w}^t_o \Rightarrow$Vetores de coeficientes de salário característicos de cada Indústria, por unidade de mercadoria produzida (recorde-se que $w^t = s^t. L^t$) [Dimensão (1xm)]

$\underline{x}^t$, $\underline{x}^t_N$, $\underline{x}^t_0 \Rightarrow$ Vetores de totais de mercadorias produzidas pelo Sistema Econômico em análise, respectivamente: total, produzido com nova tecnologia e produzido com tecnologia antiga, no período t. [Dimensão (mx1)]

$\underline{x}^t_{st} \Rightarrow$ Vetor de Mercadorias mantidas pelo Sistema Econômico na forma de estoques.

$\underline{y}^t \Rightarrow$ Vetor de Mercadorias utilizadas para Consumo Final (Por exemplo, consumo de trabalhadores por estrato de renda, exportação, consumo do Governo em itens como saúde, segurança, infra-estrutura - exceto educação, como se pôde observar no modelo - entre outros) , no período t. [Dimensão (mx1)]

$\underline{y}^t_{c\ min} \Rightarrow$ Vetor de Mercadorias necessárias para Consumo Mínimo que vai viabilizar a reprodução da Força de Trabalho.

A2 - LETRAS ROMANAS (ÍNDICES)

$I \Rightarrow$ Matriz Identidade. [Dimensão (mxm) ou (nxn)]

$m \Rightarrow$ Índice da dimensão da matriz de Leontief, indicativo do número de indústrias/ setores em que se classificou o sistema econômico. Define o numero de linhas e colunas da matriz de Leontief.

$n \Rightarrow$ Índice do número de especialidades em que se classificou a força de trabalho empregada pelo sistema econômico. Define o número de linhas da matriz de emprego, cujo índice de colunas é m.

B- SÍMBOLOS GREGOS

α_i ⇒ Coeficiente Percentual de Decréscimo Máximo da Produção de força de trabalho entre (t) e (t+1), de acordo com o nível de qualificação i.

β_i ⇒ Coeficiente Percentual de Redução de Capacidade Produtiva do setor i com tecnologia antiga, entre (t) e (t+1), ou seja, obsolescência da capacidade produtiva.

γ_i ⇒ Coeficiente de Decréscimo Máximo de Emprego de qualificação i entre o período (t) e (t+1)

δ_i ⇒ Coeficiente de Redução de Disponibilidade de Força de Trabalho de qualificação i, entre (t) e (t+1), por, por exemplo, desqualificação, aposentadoria ou morte.

μ , μ_o , μ_n ⇒ Vetor de coeficientes de "mark-up" característicos de cada indústria. Definido para a média do Sistema Econômico como um todo, é depois estimado para a tecnologia antiga e para a tecnologia nova, em cada indústria I.[Dimensão (mx1)]

Ω ⇒ Matriz de Coeficientes de Consumo Mínimo de cada uma das Mercadorias produzidas pelo Sistema Econômico, por unidade de força de trabalho empregada. É equivalente ao conceito de "Cesta de Consumo Mínima", podendo ser diferenciada por nível de qualificação. [Dimensão (mxn)]

ANEXO 3-3: FONTES DE DADOS - MODELO MAT

(Construção dos Valores Numéricos utilizados pelos testes do modelo MAT)

MÓDULO DE PRODUÇÃO DE MERCADORIAS

A_S - Calculada a partir dos dados do Sistema Econômico medido

A_N - Estimada a partir de conhecimento sobre as características da Nova Tecnologia já existente.

A_0 - Calculada a partir do conhecimento sobre "níveis de modernização" vigente no sistema A_S, e a partir de A_N.

F - Calculada a partir dos dados do Sistema Econômico Medido, que dispõe dos volumes de mercadorias necessárias à operação do Sistema Educacional. É tomada como constante ao longo do período de planejamento.

B - Calculada a partir dos dados do Sistema Econômico medido, que dispõe das necessidades de mercadorias para aumentar a capacidade produtiva de cada setor. Considera-se que B = B_N , isto é , B reflete necessidades de mercadorias para ampliar capacidade produtiva apenas com nova tecnologia.

H - Calculada a partir dos dados do Sistema Econômico medido, que dispõe das necessidades de mercadorias para aumentar a capacidade de produzir força de trabalho qualificada, em cada nível de qualificação.

β_i - Dados de operação do Sistema Econômico indicando obsolescência da Capacidade Produtiva antiga.

MÓDULO DE PRODUÇÃO DA FORÇA DE TRABALHO

d^t - Vetor de disponibilidade da força de trabalho. O sistema econômico medido fornece d^0 .

δ_i - Coeficiente de redução de disponibilidade da força de trabalho, entre (t) e (t+1), por nível de qualificação. Fornecido como um dado da forma de evolução da população de trabalhadores, característico do Sistema Econômico.

m^t - Capacidade de qualificar força de trabalho instalada em (t), característica do sitema de ensino

q^t - Quantidade de força de trabalho qualificada no período (t). O sistema econômico fornece o valor inicial q^0 .

α_i - Dados de operação do Sistema de Ensino, indicando a "capacidade de resposta" do sistema de qualificação da força de trabalho a possíveis necessidades de decréscimo de produção de f.t.q. São coeficientes que indicam o máxima de redução possível de um para outro período.

MÓDULO DE UTILIZAÇÃO DA FORÇA DE TRABALHO

L^t_S , L^t_0 e L^t_N - Matrizes de coeficientes técnicos de "utilização de força de trabalho" por unidade de mercadoria produzida. A matriz de emprego disponível a partir do Sistema Econômico medido é L^t_S , a matriz de emprego estimada a partir das características da nova tecnologia é L^t_N, e a matriz deduzida a partir do "nível de modernização da economia" é L^t_0 .

N - Matriz de emprego característica do sistema de ensino. É estimada a partir da composição da força de trabalho utilizada pelo sistema de qualificação de força de trabalho.

γ_i - Coeficiente de redução máxima de nível de emprego, entre (t) e (t+1), para cada nível de qualificação. Fornecido como um dado da forma de operar do Sistema Econômico.

MÓDULO DE GARANTIA DE SOBREVIVÊNCIA DA FORÇA DE TRABALHO

Ω - Matriz de Coeficientes de Consumo Mínimo de cada mercadoria produzida pelo Sistema Econômico por trabalhador empregado, de acordo com seu nível de qualificação. Essa matriz é calculada a partir da Cesta de Consumo Mínimo, que é um dado inicial fornecido pela forma de operação do Sistema Econômico, e que se supõe não variar ao longo do período de planejamento.

[Dimensão m x n]

MÓDULO DE GARANTIA DE SOBREVIVÊNCIA DA FORÇA DE TRABALHO

p^t - Preços em vigor para as mercadorias do Sistema Econômico, calculados para um dado conjunto de salários, insumos intermediários e taxas de mark-up setoriais que são dados básicos da forma de operar do Sistema Econômico. A metodologia de cálculo está indicado no item (* *)

$\mu_{i,j}$ -Taxa de mark-up em vigor, característica da estrutura de mercado do setor j, com a estrutura técnica i. Diferentes estruturas técnicas na forma de operar de empresas de uma mesma indústria, por exemplo, com "velha" e "nova" tecnologia, viabilizam diferentes taxas de mark-up. Ver item (* . *).

ANEXO 4-1: MEMÓRIA de CÁLCULO dos VALORES NUMÉRICOS de MATRIZES e VETORES UTILIZADOS

Modelo MAT: dados para testes

Apresenta-se a seguir um resumo "estilizado" - nem todos os comandos são indicados, para facilitar a apresentação - dos programas em MATLAB que foram utilizados para calcular todos os parâmetros em uso no modelo MAT:

Programa s0s3mknv.m

```
echo on
%File s0s3mknv.m
%
%           s0s3 - TRES SETORES PRODUTIVOS EM OPERAÇÃO
%
%   Este e' um sistema em atividade, com representações de 4 conjuntos,
%   de acordo com o já apresentado no item MAT:
%   a) Uma tabela de Valores Físicos-MS0S
%            -Insumos Intermediários
%            -Demanda Final e Quantidade Bruta da Produção
%            -Força de Trabalho Total Empregada
%            -Infra-estrutura Total de Capital Fixo
%
%   b) Uma matriz de Valores Monetários dos Salários – SFT,
%      para cada nível,  em cada indústria, ( de mesma dimensão da sub-matriz
%      de Emprego em grandezas físicas ).  A unidade
%      de trabalho mais simples é a de valor unitário.
%
%   c) Um "vetor linha" de "mark-up" – MKUP – Percentual que
%    define a capacidade, de cada setor,
%   de definir preços acima dos custos de produção
%
%   d) Um "vetor linha" de participação da nova tecnologia no "mix"
%      tecnológico característico desse sistema econômico medido- INOV
%
%   e) Um "vetor coluna" de capacidade ociosa em cada indústria - DCO
%
pause% toque qqer tecla para observar os valores numéricos a seguir
        a) MS0S =

         300     18   1440    800         2558
          20     40    220    860         1140
          75    242    897   1240         2454

        1500    100    500      *         2100
         250    150    200      *          600
          50    100    150      *          300

           0      0      0      *            0
           0      0      0      *            0
        1340   1440   2220      *         5000

pause%toque qqer tecla
        b) SFT0S =
        1.0000    1.0000    1.0000
```

```
            2.7000    2.7000    2.7000
            3.7500    3.7500    3.7500
pause%toque qqer tecla
            c) MKUP0S =
            0.2300    0.3800    0.3000
pause%toque qqer tecla
            d) INOV0S =
            0.2000    0.4000    0.3000
pause%toque qqer tecla
            e)DCO0S =
   0.0600
   0.0400
   0.1000
pause%toque qqer tecla
%  Além desses valores característicos do sistema, relativos à
%  produção de mercadorias, deve-se levar em conta a formação de
%  força de trabalho qualificada-ftq, caracterizada por:
%   f) Um vetor de capacidade de produção de ftq,
%    designado por "MFT"
            MFT =
            210
            60
            30
%    g) Uma tabela de valores físicos com a estrutura de consumo de
%    mercadorias das "indústrias de ensino" que produzem ftq, designada por "MF";
MF =
   50    20    10
   60    10    16
   24    40    60
%    g) Uma tabela com valores físicos característicos das mercadorias
%          definindo  a infra-estrutura necessária para
%          qualificar força de trabalho qualificada no total indicado por MFT,
%          designada por "MST";
MST =
    0     0     0
    0     0     0
  310   178   134
%     h) Uma tabela com a estrutura de emprego
%          que é utilizada pelo conjunto de "indústrias de ensino"
%          qualificadoras de força de trabalho), designada por "ML".
ML =
   11     5     5
    9     6     3
    2     2     6
pause%Continue chamando matgb.m
```

Programa matgb.m

```
echo on
%File matgb.m
%
%          Caracterizado o sistema com que se vai operar, o sub-programa
% MATGB calcula as grandezas básicas características do sistema eco-
% nômico sob a perspectiva do modelo MAT , transformando a TABELA
% com os dados de fluxos característicos do Sistema Econômico em Ma-
% trizes características do Sistema.
```

```
%           Pelo programa, a partir da tabela são definidos
% m= núm. total de linhas da tabela
% n= núm. total de colunas da tabela
%          Além disso, é necessário que se definam as seguintes dimensões:
% i= dimensao da sub-matriz quadrada de insumos intermediários
% l= num. de linhas da sub-matriz trabalho
% k= num. de linhas da sub-matriz de capital fixo
% d= num. de colunas da sub-matriz de demanda final
%          Esses parametros são solicitados pelo programa ao usuário:
pause% toque qqer. tecla p/ continuar
MS =
      300          181440       800          2558
       20            40     220     860     1140
       75           242     897    1240         2454
     1500           100     500       0         2100
      250           150     200       0      600
       50           100     150       0      300
        0             0       0       0        0
        0             0       0       0        0
     1340          1440    2220       0     5000
DIM =
    9     5
m =     9; n =     5
dim. matriz A=3
i =     3
 linhas matriz L=3
l =     3
 linhas matriz B=3
k =     3
 colunas matriz DF=1
d =     1
pause% toque qqer. tecla p/ continuar
%           O modelo apresenta a seguir as matrizes basicas do Sistema
% Econômico:
%  FI: matriz de fluxos intermediarios, em unidades físicas
FI =
      300        18       1440
       20        40        220
       75       242        897
pause%
%  MT: matriz de força de trabalho, em numero de trabalhadores
%  por especialização e por indústria onde é utilizada:
MT =
     1500       100       500
      250       150       200
       50       100       150
pause%
%  SFT:matriz de salarios de cada trabalhador,
%  por especialidade e por industria aonde estao alocados
SFT =
    1.0000    1.0000    1.0000
    2.7000    2.7000    2.7000
    3.7500    3.7500    3.7500
pause%
%  SFIXO: matriz de capital fixo, característica da capacidade
%  total instalada, em unidades fisicas, por setor de
```

```
% produção e por indústria de utilização:
SFIXO =
         0          0          0
         0          0          0
      1340       1440       2220
pause%
% O programa tambem seleciona a coluna de Quantidade Total Produzida,
% designando-a de PB (PRODUCAO BRUTA) e a de DEMANDA FINAL TOTAL(DF)
PB=MS(1:(m-k-l),n)
PB =
      2558
      1140
      2454
pause%tecle para seguir
DF=MS(1:(m-k-l),(n-d):(n-1))
DF =
      800
      860
      1240
pause%
clc
%
% O programa calcula a capacidade existente no sistema, CPT,
% a partir dos dados de produção e de capacidade ociosa
coef1=ones(3,1)-DCO
coef1 =
    0.9400
    0.9600
    0.9000
coef2=1 ./coef1
coef2 =
    1.0638
    1.0417
    1.1111
CPT=diag(coef2)*PB
CPT =
      2721.28
      1187.50
      2726.67
pause%
%
% Os Parametros relativos à qualificação de força de trabalho são:
%
MFT
MFT =
   210
    60
    30
pause%
MF =
    50    20    10
    60    10    16
    24    40    60
pause%
ML =
    11     5     5
```

```
    9    6    3
    2    2    6
pause%
MST =
    0    0    0
    0    0    0
  310  178  134
%      O PROGRAMA MATGB CALCULOU TODAS OS PARAMETROS QUE PARTICIPAM
%      DO MODELO DE SIMULACAO MAT, DEFININDO SUAS GRANDEZAS
%      (VETORES E MATRIZES) BÁSICAS.
%      ESTÃO ARMAZENADOS NO ESPAÇO DE TRABALHO DO MATLAB OS SEGUINTES
%      PARAMETROS:
%
%      MS=MS0: MATRIZ COMPLETA DO SISTEMA
%      SFT: MATRIZ DE SALARIOS DA FORÇA DE TRABALHO DO SISTEMA
%      MT: MATRIZ DE FORÇA DE TRABALHO DO SISTEMA
%      FI: MATRIZ DE FLUXOS INTERMEDIARIOS
%      SFIXO: MATRIZ DE ESTOQUE DE CAP. FIXO DO SISTEMA
%      PB: VETOR DA PRODUÇÃO BRUTA DO SISTEMA
%      DF: VETOR( ou VETORES) DE DEMANDA FINAL DO SISTEMA
%         CPT: VETOR DE CAPACIDADE PRODUTIVA TOTAL DO SISTEMA
%         MFT: Vetor de cap. de prod. de força de trabalho
%         MF: Matriz de fluxos intermediarios p/ prod. força de trabalho
%         ML: Matriz de emprego p/ produzir força de trabalho
%         MST: Matriz de estoque de cap. produtivo p/ prod. força de trabalho.
%      CALCULA-SE A SEGUIR PELO PROGRAMA
%              matmcb
%      O CONJUNTO DE MATRIZES DE COEFICIENTES
%      BÁSICOS CARACTERÍSTICOS DO SISTEMA
%
end
```

Programa matmcb.m

```
%File matmcb.m
%      Caracterizado, EM GRANDEZAS FÍSICAS,
% o sistema com que se vai operar, o sub-programa
% MATMCB define o conjunto de matrizes cujos coeficientes são essen-
% ciais para todos os cálculos posteriores do modelo MAT:
%
pause%
echo off
MSR =
       300      18      1440
        20      40       220
        75     242       897
      1500     100       500
       250     150       200
        50     100       150
         0       0         0
         0       0         0
      1340    1440      2220
Coef=1 ./PB
Coef =
  1.0e-003 *
    0.3909
    0.8772
```

```
   0.4075
AC=MSR*diag(Coef)
AC =
   0.1173    0.0158    0.5868
   0.0078    0.0351    0.0896
   0.0293    0.2123    0.3655
   0.5864    0.0877    0.2037
   0.0977    0.1316    0.0815
   0.0195    0.0877    0.0611
        0         0         0
        0         0         0
   0.5238    1.2632    0.9046
pause%
%
%       A é a matriz de coeficientes técnicos do sistema
%
A=AC(1:i,1:i)
A =
   0.1173    0.0158    0.5868
   0.0078    0.0351    0.0896
   0.0293    0.2123    0.3655
pause%
%       G =(I-A) , GN= (A-I)
G=eye(i,i)-A
G =
   0.8827   -0.0158   -0.5868
  -0.0078    0.9649   -0.0896
  -0.0293   -0.2123    0.6345
pause %
GN=-1*(G)
GN =
  -0.8827    0.0158    0.5868
   0.0078   -0.9649    0.0896
   0.0293    0.2123   -0.6345
pause%
%       AL e'a "matriz de Leontieff", ou seja, a matriz de multiplica-
% dores diretos e indiretos sobre a producao total por unidade de
% demanda final.
%
AL=inv(eye(i,i)-A)
AL =
   1.1725    0.2660    1.1220
   0.0150    1.0730    0.1655
   0.0592    0.3713    1.6833
pause%
%     L e'a matriz de coeficientes de forca de trabalho por unidade
%     de produto.
%
L=AC((i+1):(i+l),1:i)
L =
   0.5864    0.0877    0.2037
   0.0977    0.1316    0.0815
   0.0195    0.0877    0.0611
%
pause% tecle para prosseguir
% Sendo SFT uma matriz, pode-se definir salários distintos para
```

```
% cada indústria e nível de qualfcação. Dever-se-ia usar a
% rotina abaixo
% aux1=ones(l)
% aux1=aux1(1,1:l)
% MW=SFT.*MT
% MWP=SFT.*L
%     MW e' a matriz de "massa de salarios" pagos por cada industria,
%     para o conjunto de trabalhadores de cada especialidade.
%     MWP e' a matriz de coeficientes de participacao dos salarios de cada
%     categoria em cada unidade do produto fisico.
% W=aux1*MWP
% W é o vetor de coeficientes de "salários totais" de cada
% indústria por unidade de produto.
% Para simplificar cálculos posteriores, supõe-se igualdade de
% salários- para o mesmo nível de qualificação- entre indústrias
S=SFT(:,1)'
S =
   1.0000    2.7000    3.7500
W=S*L
W =
   0.9236    0.7719    0.6530
%       W= SUM coef(MWP)= SUM l.w, onde
%                     SUM:somatório em i,para cada j.
%                     l: coef. de força de trab. da matriz L
%                     w: salário da força de trabalho, por tipo i,
%                        e diferenciados para cada indústria j,
%                        definidos pela matriz SFT inicial.
pause%
pause% tecle para prosseguir
%
%      B e'a matriz de coeficientes de "capital por unidade de
%ATENÇÃO! Se apenas uma linha tem coeficientes diferentes
% de zero, isto quer dizer que apenas um setor ( usualmente, o de
% manufaturados) contribuiu para a infraestrutura de capital fixo!
% Esta premissa e'uma simplificação razoável e traduziu-se na sub-
% matriz inicial do Sistema Econômico que representa os estoques
% de capital ser composta por varias linhas zero!
%
coef3=1 ./CPT
coef3 =
  1.0e-003 *
   0.3675
   0.8421
   0.3667
B=SFIXO*diag(coef3)
B =
        0         0         0
        0         0         0
   0.4924    1.2126    0.8142
pause%
%
%       F é a matriz de coeficientes técnicos de produção  de
%           força de trabalho qualificada.
%
Coef1=1 ./MFT
Coef1 =
```

```
   0.0048
   0.0167
   0.0333
F=MF*diag(Coef1)
F =
   0.2381    0.3333    0.3333
   0.2857    0.1667    0.5333
   0.1143    0.6667    2.0000
pause%
%
%         LL é a matriz de coeficientes de força de trabalho utilizada
%         por unidade de produção de força de trabalho qualificada.
%
LL=ML*diag(Coef1)
LL =
   0.0524    0.0833    0.1667
   0.0429    0.1000    0.1000
   0.0095    0.0333    0.2000
pause%
%
%         WLL é o vetor de coeficientes de custos totais em salários
%         por unidade de produção de força de trabalho qualificada.
%
WLL=S*LL
WLL =
   0.2038    0.4783    1.1867
pause%
%
%         H é a matriz de coef. de investimentos para ampliar a
%         capacidade de formar força de trabalho qualificada.
%
H=MST*diag(Coef1)
H =
        0         0         0
        0         0         0
   1.4762    2.9667    4.4667
pause%
clc
%      -O PROGRAMA MATMCB CALCULOU TODAS AS MATRIZES QUE PARTICIPAM
%      DO MODELO DE SIMULACAO MAT.
%      -PRESERVE EM UM ARQUIVO ESPECIAL ESTES CÁLCULOS BÁSICOS!
%         (SUGERE-SE CHAMAR arq0s, ou   arq0n)
%      -CALCULA-SE A SEGUIR UMA ESTIMATIVA DOS "PRECOS VIGENTES NO
%         SISTEMA", SEGUNDO UMA ENTRE DUAS ABORDAGENS, a) ou b):
%      .Pela abordagem a), chamar pbls3
%
%      Utilizada por Leontief, exige definir r(a taxa de juros, em
%      valores percentuais, que remunera o capital fixo utilizado
%         na infraestrutura para produção). É apresentada no ítem (*.*).
%      .Pela abordagem b), chamar pmus3
%
%         Utilizada preferencialmente no decorrer desta tese, foi desen-
%         volvida no ítem (*.*), e apoia-se em Kalecki e Steindl.
pause%tecle para terminar. Prossiga calculando preços se necessário
```

Programa pmus3.m

```
%File pmus3.m
%       O PROGRAMA PMUS3 calcula os preços que são praticados pelo
% sistema econômico S3 MEDIDO e que dependem
% dos insumos intermediários, dos salários e do poder de "mark-up"
% médio das empresas de cada grupamento industrial. O "mark-up" é
% específico de cada estrutura de mercado e o programa solicita
% que os dados já armazenados sejam carregados:
pause% Tecle para ver o mark-up do setor 1, que é =
MKUP0S(1,1)
ans =    0.2300
pause% Tecle para ver o mark-up do setor 2, que é =
MKUP0S(1,2)
ans =    0.3800
pause% Tecle para ver o mark-up do setor 3, que é =
MKUP0S(1,3)
ans =    0.3000
pause% Tecle para continuar
M=diag(MKUP0S)
M =
   0.2300         0         0
        0    0.3800         0
        0         0    0.3000
% Os precos sao calculados pela equacao seguinte:
% p=inv(I-A'-M*A')*(I+M)*W'
%
dim=size(M)
dim =
     3     3
i=dim(1,1)
i =
     3
p=inv(eye(i,i)-AS3'-M*AS3')*(eye(i,i)+M)*WS3'
p =
   1.5419
   2.5146
   4.4172
%%%%%%%%%% - COMENTÁRIO AS3 É A MATRIZ A DO SISTEMA ECONOMICO AGREGADO
%%%%%%%%%
AS3 =
   0.1173    0.0158    0.5868
   0.0078    0.0351    0.0896
   0.0293    0.2123    0.3655
WS3
WS3 =
   0.9236    0.7719    0.6530
```

<u>Etapa 2: A partir desta etapa, inicia-se o processo de cálculo dos coeficientes de operação do sistema econômico desagregados em nova e velha tecnologia. Inicialmente calculam-se os coeficientes estimados para as indústrias que operam com tecnologia nova:</u>

Programa s0n3.m

```
%File s0n3.m
%
%              s0n3 - TRES SETORES PRODUTIVOS, com NOVA TECNOLOGIA
%               ( ESTIMATIVAS A PARTIR DE DADOS DE ENGENHARIA)
%   Este e' um sistema em atividade, com representações de 5 conjuntos
```

```
%   de dados, de acordo com o já apresentado no ítem ( **MAT) :
%   a) Uma tabela de Valores Físicos:
%             -Insumos Intermediários
%             -Demanda Final e Valor Bruto da Produção
%             -Força de Trabalho Empregada
%             -Infraestrutura de Capital Fixo
%   b) Uma matriz de Valores Monetários dos Salários-SFT definidos
%      para a força de trabalho ( de mesma dimensão da sub-matriz
%      de Emprego em grandezas físicas ), que servem como a unidade
%      de referência para medida dos preços do sistema. A unidade
%      de trabalho mais simples é a de menor valor.
%   c) Um "vetor linha" de "mark-up" - MKUP
%   d) Um "vetor linha" de participação da nova tecnologia no "mix"
%      tecnológico característico desse sistema econômico medido- INOV
%   e) Um "vetor coluna" de capacidade ociosa- DCO
pause% toque qqer tecla para observar os valores numéricos a seguir
MS0N =
    20     1   115   382   518
     4     3    22   102   131
    15    26   102   146   289
    90     8    35     0   133
    30    12    15     0    57
     6     8    12     0    26
     0     0     0     0     0
     0     0     0     0     0
   378   207   316     0   901
pause%toque qqer tecla
echo on
SFT0N =
    1.0000    1.0000    1.0000
    2.7000    2.7000    2.7000
    3.7500    3.7500    3.7500
pause%toque qqer tecla
MKUP0N =
    0.2300    0.3800    0.3000
INOV0N =
     1     1     1
DCO0N =
     0
     0
     0
pause%toque qqer tecla
%  Além desses valores característicos do sistema, relativos à
%  produção de mercadorias, deve-se levar em conta a formação de
%  força de trabalho qualificada, CUJA ESTRUTURA NÃO É DISTINTA
%  DAQUELA QUE ESTÁ EM VIGOR. Esta simplificação poderá ser supe-
%  rada caso seja desejável avaliar especificamente progresso
%  técnico na estrutura de produção de ftq - o que não é o obje-
%  tivo desta tese.
%
%    e) Um vetor de capacidade de produção de ftq,
%          designado por "MFT"
MFT =
   210
    60
    30
```

```
pause%toque qqer tecla
%    f) Uma tabela de valores físicos com a estrutura de consumo de
%    mercadorias das indústrias que produzem ftq, designada por "MF";
MF =
    50    20    10
    60    10    16
    24    40    60
pause%toque qqer tecla
%    g) Uma tabela com valores físicos característicos das mercadorias
%          utilizadas para construir a infraestrutura necessária para
%          qualificar ftq, designada por "MST";
MST =
     0     0     0
     0     0     0
   310   178   134
pause%toque qqer tecla
%    h) Uma tabela com a estrutura de emprego
%          que é utilizada pelo conjunto de indústrias qualificadoras de
%          força de trabalho), designada por "ML".
ML =
    11     5     5
     9     6     3
     2     2     6
pause%toque qqer tecla para terminar. Continue chamando matgb.m
matgb
clc
echo on
```

matgb.m

```
%File matgb.m
%
%          Caracterizado o sistema com que se vai operar, o sub-programa
% MATGB calcula as grandezas básicas características do sistema eco-
% nômico sob a perspectiva do modelo MAT , transformando a TABELA
% com os dados de fluxos característicos do Sistema Econômico em Ma-
% trizes características do Sistema.
%           Pelo programa, a partir da tabela são definidos
% m= núm. total de linhas da tabela
% n= núm. total de colunas da tabela
%          Além disso, é necessário que se definam as seguintes dimensões:
% i= dimensao da sub-matriz quadrada de insumos intermediários
% l= num. de linhas da sub-matriz trabalho
% k= num. de linhas da sub-matriz de capital fixo
% d= num. de colunas da sub-matriz de demanda final
%          Esses parametros são solicitados pelo programa ao usuário:
pause% toque qqer. tecla p/ continuar
MS
MS =
    20     1   115   382   518
     4     3    22   102   131
    15    26   102   146   289
    90     8    35     0   133
    30    12    15     0    57
     6     8    12     0    26
     0     0     0     0     0
     0     0     0     0     0
```

```
  378   207   316     0   901
echo off
DIM =
    9     5
m =
     9
n =
     5
 dim. matriz A=3
i =
     3
 linhas matriz L=3
l =
     3
 linhas matriz B=3
k =
     3
 colunas matriz DF=1
d =
     1
pause% toque qqer. tecla p/ continuar
echo off
MSR =
    20     1   115
     4     3    22
    15    26   102
    90     8    35
    30    12    15
     6     8    12
     0     0     0
     0     0     0
   378   207   316
clc
%          O modelo apresenta a seguir as matrizes basicas do Sistema
% Econômico:
%  FI: matriz de fluxos intermediarios, em unidades físicas
FI =
    20     1   115
     4     3    22
    15    26   102
pause%
clc
%  MT: matriz de força de trabalho, em numero de trabalhadores
%  por especialização e por indústria onde é utilizada:
MT =
    90     8    35
    30    12    15
     6     8    12
pause%
clc
%  SFT:matriz de salarios de cada trabalhador,
%  por especialidade e por industria aonde estao alocados
SFT =
    1.0000    1.0000    1.0000
    2.7000    2.7000    2.7000
    3.7500    3.7500    3.7500
```

```
pause%
clc
%  SFIXO: matriz de capital fixo, característica da capacidade
%  total instalada, em unidades fisicas, por setor de
%  produção e por indústria de utilização:
SFIXO =
     0     0     0
     0     0     0
   378   207   316
pause%
clc
%  O programa tambem seleciona a coluna de Quantidade Total Produzida,
%  designando-a de PB (PRODUCAO BRUTA) e a de DEMANDA FINAL TOTAL(DF)
PB=MS(1:(m-k-l),n)
PB =
   518
   131
   289
pause%tecle para seguir
clc
DF=MS(1:(m-k-l),(n-d):(n-1))
DF =
   382
   102
   146
pause%
clc
%
%  O programa calcula a capacidade existente no sistema, CPT,
%  a partir dos dados de produção e de capacidade ociosa
clc
CPT=diag(coef2)*PB
CPT =
        518.00
        131.00
        289.00
pause%
%
%  Os Parametros relativos à qualificação de força de trabalho são:
%
MFT =
   210
    60
    30
pause%
MF =
    50    20    10
    60    10    16
    24    40    60
pause%
ML =
    11     5     5
     9     6     3
     2     2     6
MST =
     0     0     0
```

```
    0     0     0
  310   178   134
clc
%      O PROGRAMA MAT1GB CALCULOU TODAS OS PARAMETROS QUE PARTICIPAM
%      DO MODELO DE SIMULACAO MAT1, DEFININDO SUAS GRANDEZAS
%      (VETORES E MATRIZES) BÁSICAS.
%      ESTÃO ARMAZENADOS NO ESPAÇO DE TRABALHO DO MATLAB OS SEGUINTES
%      PARAMETROS:
%
%      MS=MS0: MATRIZ COMPLETA DO SISTEMA
%      SFT: MATRIZ DE SALARIOS DA FORÇA DE TRABALHO DO SISTEMA
%      MT: MATRIZ DE FORÇA DE TRABALHO DO SISTEMA
%      FI: MATRIZ DE FLUXOS INTERMEDIARIOS
%      SFIXO: MATRIZ DE ESTOQUE DE CAP. FIXO DO SISTEMA
%      PB: VETOR DA PRODUÇÃO BRUTA DO SISTEMA
%      DF: VETOR( ou VETORES) DE DEMANDA FINAL DO SISTEMA
%         CPT: VETOR DE CAPACIDADE PRODUTIVA TOTAL DO SISTEMA
%         MFT: Vetor de cap. de prod. de força de trabalho
%         MF: Matriz de fluxos intermediarios p/ prod. força de trabalho
%         ML: Matriz de emprego p/ produzir força de trabalho
%         MST: Matriz de estoque de cap. produtivo p/ prod. força de trabalho.
%      CALCULA-SE A SEGUIR PELO PROGRAMA
%                matmcb
%      O CONJUNTO DE MATRIZES DE COEFICIENTES
%      BÁSICOS CARACTERÍSTICOS DO SISTEMA
%
end
```

matmcb

```
%File matmcb.m
%
%      Caracterizado, EM GRANDEZAS FÍSICAS,
% o sistema com que se vai operar, o sub-programa
% MATMCB define o conjunto de matrizes cujos coeficientes são essen-
% ciais para todos os cálculos posteriores do modelo MAT:
%
%      A é a matriz de coeficientes técnicos do sistema
%
%% - COMENTÁRIO A, a seguir, É A MATRIZ A DE NOVAS TECNOLOGIAS DO SISTEMA ECONOMICO %%%%
%%

A =
   0.0386   0.0076   0.3979
   0.0077   0.0229   0.0761
   0.0290   0.1985   0.3529
pause%
G =
   0.9614  -0.0076  -0.3979
  -0.0077   0.9771  -0.0761
  -0.0290  -0.1985   0.6471
pause %
GN=-1*(G)
GN =
  -0.9614   0.0076   0.3979
   0.0077  -0.9771   0.0761
   0.0290   0.1985  -0.6471
```

```
pause%
clc
%
%       AL e'a "matriz de Leontieff", ou seja, a matriz de multiplica-
% dores diretos e indiretos sobre a producao total por unidade de
% demanda final.
%
AL=inv(eye(i,i)-A)
AL =
    1.0615    0.1443    0.6698
    0.0124    1.0502    0.1312
    0.0513    0.3286    1.6157
pause%
clc
%
%     L e'a matriz de coeficientes de forca de trabalho por unidade
%     de produto.
%
L=AC((i+1):(i+l),1:i)
L =
    0.1737    0.0611    0.1211
    0.0579    0.0916    0.0519
    0.0116    0.0611    0.0415
pause% tecle para prosseguir
% Sendo SFT uma matriz, pode-se definir salários distintos para
% cada indústria e nível de qualfcação. Dever-se-ia usar a
% rotina abaixo
% aux1=ones(l)
% aux1=aux1(1,1:l)
% MW=SFT.*MT
% MWP=SFT.*L
%     MW e' a matriz de "massa de salarios" pagos por cada industria,
%     para o conjunto de trabalhadores de cada especialidade.
%     MWP e' a matriz de coeficientes de participacao dos salarios de cada
%     categoria em cada unidade do produto fisico.
pause% tecle para prosseguir
clc
% W=aux1*MWP
% W é o vetor de coeficientes de "salários totais" de cada
% indústria por unidade de produto, portanto calculado a partir de
% MWP.
%       W= SUM coef(MWP)= SUM l.w, onde
%                    SUM:somatório em i,para cada j.
%                    l: coef. de força de trab. da matriz L
%                    w: salário da força de trabalho, por tipo i,
%                       e diferenciados para cada indústria j,
%                       definidos pela matriz SFT inicial.
pause%
clc
% Para simplificar cálculos posteriores, supõe-se igualdade de
% salários- para o mesmo nível de qualificação- entre indústrias
S=SFT(:,1)'
S =
    1.0000    2.7000    3.7500
pause% tecle para prosseguir
clc
```

```
% W é o vetor de coeficientes de "salários totais" de cada
% indústria por unidade de produto
W=S*L
W =
   0.3736    0.5374    0.4170
pause% tecle para prosseguir
clc
coef3=1 ./CPT
coef3 =
   0.0019
   0.0076
   0.0035
B=SFIXO*diag(coef3)
B =
        0         0         0
        0         0         0
   0.7297    1.5802    1.0934
clc
%
%      B e'a matriz de coeficientes de "capital por unidade de
% produto". ATENCAO! Se apenas uma linha tem coeficientes diferentes
% de zero, isto quer dizer que apenas um setor ( usualmente, o de
% manufaturados) contribuiu para a infraestrutura de capital fixo!
% Esta premissa e'uma simplificação razoável e traduziu-se na sub-
% matriz inicial do Sistema Econômico que representa os estoques
% de capital ser composta por varias linhas zero!
%
B =
        0         0         0
        0         0         0
   0.7297    1.5802    1.0934
pause%
Coef1=1 ./MFT
Coef1 =
   0.0048
   0.0167
   0.0333
F=MF*diag(Coef1)
F =
   0.2381    0.3333    0.3333
   0.2857    0.1667    0.5333
   0.1143    0.6667    2.0000
clc
%       F é a matriz de coeficientes técnicos de produção  de
%           força de trabalho qualificada.
F=MF*diag(Coef1)
F =
   0.2381    0.3333    0.3333
   0.2857    0.1667    0.5333
   0.1143    0.6667    2.0000
pause%
%           LL é a matriz de coeficientes de força de trabalho utilizada
%           por unidade de produção de força de trabalho qualificada.
LL=ML*diag(Coef1)
LL =
   0.0524    0.0833    0.1667
```

```
   0.0429    0.1000    0.1000
   0.0095    0.0333    0.2000
pause%
clc
%          WLL é o vetor de coeficientes de custos totais em salários
%          por unidade de produção de força de trabalho qualificada.
%
WLL=S*LL
WLL =
   0.2038    0.4783    1.1867
pause%
           H é a matriz de coef. de investimentos para ampliar a
%          capacidade de formar força de trabalho qualificada.
%
H=MST*diag(Coef1)
H =
        0         0         0
        0         0         0
   1.4762    2.9667    4.4667
pause%
clc
%      -O PROGRAMA MATMCB CALCULOU TODAS AS MATRIZES QUE PARTICIPAM
%      DO MODELO DE SIMULACAO MAT.
%      -PRESERVE EM UM ARQUIVO ESPECIAL ESTES CÁLCULOS BÁSICOS!
```

Calcula-se a seguir, utilizando o conceito de "combinação convexa",os coeficientes que seriam característicos da velha tecnologia:

Programa calc0o

```
» calc0o
echo on
% file calc0o.m
% Este programa deve ser usado após o cálculo de coeficientes
% do sistema economico medido e do estimado com novas tecnologias
% e após seu armazenamento em arqse0s.mat e arqse0n.mat
% Este programa calcula o "modus operandi" do sistema econômico
% em vigor apenas com a velha(old) tecnologia.
% Após os cálculos do "modus operandi" da old tecnologia,
% os dados devem ser arquivados chamando arq0o.m
pause% tecle para continuar, carregando arqse0s e arqse0n
load arqse0s
load arqse0n
pause% tecle para continuar
format
INOV0S =
   0.2000    0.4000    0.3000
mi1=INOV0S(1,1)
mi1 =
   0.2000
mi2=INOV0S(1,2)
mi2 =
   0.4000
mi3=INOV0S(1,3)
mi3 =
   0.3000
```

```
echo on
pause% tecle para continuar
ao1=((AS3(:,1)-AN3(:,1)*mi1)/(1-mi1))
ao1 =
   0.1369
   0.0078
   0.0294
ao2=((AS3(:,2)-AN3(:,2)*mi2)/(1-mi2))
ao2 =
   0.0212
   0.0432
   0.2215
ao3=((AS3(:,3)-AN3(:,3)*mi3)/(1-mi3))
ao3 =
   0.6677
   0.0954
   0.3709
pause% qqer. tecla para verificar os valores AO3 e ALO3
%%
%% - COMENTÁRIO AO3, a seguir, É A MATRIZ A DE VELHAS TECNOLOGIAS DO SISTEMA ECONOMICO
%%%%
%%
AO3=[ao1 ao2 ao3]
AO3 =
   0.1369    0.0212    0.6677
   0.0078    0.0432    0.0954
   0.0294    0.2215    0.3709
ALO3=inv(eye(3,3)-AO3)
ALO3 =
   1.2071    0.3352    1.3322
   0.0161    1.0877    0.1821
   0.0621    0.3986    1.7160
pause% qqer. tecla para verificar os valores AIO3 e IAO3
AIO3=AO3-eye(3,3)
AIO3 =
  -0.8631    0.0212    0.6677
   0.0078   -0.9568    0.0954
   0.0294    0.2215   -0.6291
IAO3= eye(3,3)-AO3
IAO3 =
   0.8631   -0.0212   -0.6677
  -0.0078    0.9568   -0.0954
  -0.0294   -0.2215    0.6291
pause% tecle para continuar e testar se IAO3*AL03=I
teste1=IAO3*ALO3
teste1 =
   1.0000    0.0000    0.0000
   0.0000    1.0000    0.0000
   0.0000    0.0000    1.0000
pause% tecle para continuar
bo1=((BS3(:,1)-BN3(:,1)*mi1)/(1-mi1))
bo2=((BS3(:,2)-BN3(:,2)*mi2)/(1-mi2))
bo3=((BS3(:,3)-BN3(:,3)*mi3)/(1-mi3))
bo1 =
     0
     0
```

```
   0.4331
bo2 =
        0
        0
   0.9676
bo3 =
        0
        0
   0.6945
pause% qqer. tecla para verificar BO3
echo on
BO3
BO3 =
        0         0         0
        0         0         0
   0.4331    0.9676    0.6945
pause% tecle para continuar
echo offecho off
lo1=((LS3(:,1)-LN3(:,1)*mi1)/(1-mi1))
lo2=((LS3(:,2)-LN3(:,2)*mi2)/(1-mi2))
lo3=((LS3(:,3)-LN3(:,3)*mi3)/(1-mi3))
lo1 =
   0.6896
   0.1077
   0.0215
lo2 =
   0.1055
   0.1582
   0.1055
lo3 =
   0.2392
   0.0942
   0.0695
pause% qqer. tecla para verificar  LO3
clc
echo on
LO3
LO3 =
   0.6896    0.1055    0.2392
   0.1077    0.1582    0.0942
   0.0215    0.1055    0.0695
pause% tecle para continuar
echo off
wo1=((WS3(:,1)-WN3(:,1)*mi1)/(1-mi1))
wo2=((WS3(:,2)-WN3(:,2)*mi2)/(1-mi2))
wo3=((WS3(:,3)-WN3(:,3)*mi3)/(1-mi3))
wo1 =
   1.0611
wo2 =
   0.9283
wo3 =
   0.7542
pause% qqer. tecla para verificar WO3
clc
echo on
WO3 =
```

```
   1.0611    0.9283    0.7542
pause% tecle para continuar
echo on
% Simula-se a seguir o comportamento do sistema economico só com técni-
% cas "old" -calculadas anteriormente-, sem mix com as novas,
% calculando xo3, TO3 e SO3 para uma demanda dada, por exemplo,
% igual à do sistema medido DF0S
format bank
clc
echo off
yo3=DF0S
xo3=inv(eye(3,3)-AO3)*yo3
PBO3=diag(xo3)
FIO3=AO3*PBO3
MTO3=LO3*PBO3
SFIXO0O=BO3*PBO3
pause%tecle para ver Demanda Sugerida e Produção Bruta Necessária
DF0O=yo3
DF0O =
        800.00
        860.00
       1240.00
PB0O=xo3
PB0O =
       2905.81
       1174.08
       2520.35
pause%tecle para ver Matriz de uso de Insumos Intermediários
FIO3
FIO3 =
        397.94         24.92       1682.94
         22.79         50.73        240.56
         85.46        260.04        934.85
pause%tecle para ver Matriz de uso de Força de Trabalho
MTO3
MTO3 =
       2003.72        123.85        602.78
        312.92        185.77        237.38
         62.58        123.85        175.23
pause%tecle para ver Matriz de SALÁRIOS de Força de Trabalho
SFT0O=SFT0S
SFT0O =
          1.00          1.00          1.00
          2.70          2.70          2.70
          3.75          3.75          3.75
pause%tecle para ver Matriz de Capital Fixo
SFIXO0O
SFIXO0O =
             0             0             0
             0             0             0
       1258.47       1136.06       1750.39
pause%toque qqer tecla
MKUP0O=[0.23 0.38 0.30]
MKUP0O =
   0.2300    0.3800    0.3000
pause%tecle para ver VETOR DE INOVAÇÃO
```

```
INOV0O=[0 0 0]
INOV0O =
          0            0            0
% Prossiga armazenando os dados, após verificar, usando arq0o
end
```

Calcula-se a seguir os coeficientes que seriam característicos da cesta de consumo mínimo:

Programa cestabas.m

```
» cestabas
echo on
% cestabas.m
% Cálculo de Cesta Básica, de acordo com Coeficientes
% de Consumo das mercadorias de cada setor, por cada
% uma das categorias de emprego tanto na nova como na
% velha tecnologia.
%
% cestabas=sigma*emptotal
%
pause%Tecle para continuar
clc
load arqse0n
load arqse0o
%
sigma =
    0.1300    0.1200    0.1100
    0.0900    0.1000    0.1100
    0.1200    0.1400    0.1500
%emptotal=LO3*xo+LN3*xn+LLN3*q
cfcbxo=sigma*LO3
cfcbxo =
    0.1049    0.0443    0.0500
    0.0752    0.0369    0.0386
    0.1011    0.0506    0.0523
cfcbxn=sigma*LN3
cfcbxn =
    0.0308    0.0256    0.0265
    0.0227    0.0214    0.0207
    0.0307    0.0293    0.0280
cfcbq=sigma*LLN3
cfcbq =
    0.0130    0.0265    0.0557
    0.0100    0.0212    0.0470
    0.0137    0.0290    0.0640
```

Calcula-se no próximo passo, as taxas de lucro bruto, coeficientes proporcionais à produção com nova e velha tecnologia, que serão usados na equação monetária:

Programa coefxno.m

```
echo on
%File coefxno.m
%
%       O PROGRAMA COEFXNO.M calcula A PARTIR dos MARK-UPS
% praticados pelo setores do sistema econômico S3 COM TECNOLOGIA
% NOVA E ANTIGA ( função dos precos médios praticados pelos
% setores). e dos PREÇOS MÉDIOS DO SISTEMA ECONÔMICO, os
```

```
% coeficientes de lucro bruto ligados a x0n e de x0o  que compoem a equação de
% capital. Solicita-se dados já armazenados em markups.mat:
%
load markups
pause% Tecle para continuar
miO1=mO3(1,1)
miO1 =
   0.0682
miO2=mO3(1,2)
miO2 =
   0.2282
miO3=mO3(1,3)
miO3 =
   0.2121
pause% Tecle para continuar
miN1=mN3(1,1)
miN1 =
   1.6147
miN2=mN3(1,2)
miN2 =
   0.6953
miN3=mN3(1,3)
miN3 =
   0.5945
pause% tecle para continuar
piO=[(miO1/(1+miO1)) (miO2/(1+miO2)) (miO3/(1+miO3))]
piO =
   0.0639    0.1858    0.1750
piN=[(miN1/(1+miN1)) (miN2/(1+miN2)) (miN3/(1+miN3))]
piN =
   0.6176    0.4101    0.3729
****
***************Substituir os dados para p a seguir  por p =  1.5419    2.5146    4.4172  se vier a ser utilizado no
futuro***********************
****
p =    1.5149    2.5146    4.4172
********* Não usar o vetor p acima...
coefx0n=p*diag(piN)
coefx0n =
   0.9355    1.0313    1.6470
coefx0o=p*diag(piO)
coefx0o =
   0.0967    0.4672    0.7730
pause% tecle para arquivar coeficientes em coefxno.mat
save coefxno coefx0n coefx0o p
```

<u>Calcula-se a seguir, os coeficientes de custo dos investimentos para nova produção, com nova tecnologia, de custo de ampliação e de manutenção do sistema de ensino que serão usado na equação de capital:</u>

Programa coefbhq_novo.m

```
%File coefbhq.m
%
%      PROGRAMA DE CALCULO DE COEFICIENTES DE CUSTO DE
%      ACRESCIMO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DE MERCADORIAS E DE
%      FORÇA DE TRABALHO E DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE
%         ENSINO
```

```
%       (coeficientes aplicados `a restricao de capital,
%        validos para a matriz B, F e WWLN3, arquivados
%           em arqse0n, e para preços arquivados em markups)
load arqse0n
load markups
%
pause%tecle para ver osprecos das mercadorias em uso
p=
1.5419    2.5146    4.4172
pause%tecle para ver os coeficientes de o, onde (CFB)*o
CFB=p*BN3
CFB =
   3.2234    6.9799    4.8299
%
pause%tecle para ver os coeficientes de h, onde (CFH)*h
CFH=p*HN3
CFH =
   6.5206   13.1044   19.7302
%
pause%tecle para ver os coef. de cons. de mercadorias por q, onde (CFF)*q
CFF=p*FN3
CFF =
   1.5904    3.8779   10.6895
%
pause%tecle para ver os coef. de cons. de salários por q, onde (CFW)*q
CFW=WLLN3
CFW =
   0.2038    0.4783    1.1867
end
```

Calcula-se a seguir, os coeficientes de valor das mercadorias não utilizadas em consumo intermediário, com nova tecnologia, e com velha tecnologia, ou seja p.(A^N – I) , que multiplica x^N e p. (A^O -I)., que multiplica x^O

Coef x^{new}

AIN3 =

-0.9614	0.0076	0.3979
0.0077	-0.9771	0.0761
0.0290	0.1985	-0.6471

p=
1.5419   2.5146   4.4172

Coef x^{new} =

-1.3349   -1.5685   -2.0535

Coef x^{old}

AIO3=AO3-eye(3,3)

AIO3 =

-0.8631	0.0212	0.6677
0.0078	-0.9568	0.0954
0.0294	0.2215	-0.6291

p=
1.5419   2.5146   4.4172

Coef x^{old}=

-1.1813   -1.3949   -1.5094

ANEXO 4.2 – AS EQUAÇÕES DO MODELO MAT NO FORMATO CPLEX

```
/Padrao 5, Fevereiro de 2003, maximizar Emp, sem ponderacao ao
/longo do tempo na funcao objetivo, comparavel com Padrao 2,
/restricoes adicionais novas para IT, sem equacoes de capital
/com condicoes iniciais Tipo 3a
max
fobjemp1: emp01+2.70emp02+3.75emp03+emp11+2.70emp12+3.75emp13+
emp21+2.70emp22+3.75emp23+emp31+2.70emp32+3.75emp33+
emp41+2.70emp42+3.75emp43+emp51+2.70emp52+3.75emp53+
emp61+2.70emp62+3.75emp63+emp71+2.70emp72+3.75emp73+
emp81+2.70emp82+3.75emp83+emp91+2.70emp92+3.75emp93+
emp101+2.70emp102+3.75emp103
st
rp01:-0.8631x01o+0.0212x02o+0.6677x03o-0.9614x01n+0.0076x02n+0.3979x03n+y01+
0.2381q11+0.3333q12+0.3333q13+0o11+0o12+0o13+0h11+0h12+0h13=0
rp02:0.0078x01o-0.9568x02o+0.0954x03o+0.0077x01n-0.9771x02n+0.0761x03n+y02+
0.2857q11+0.1667q12+0.5333q13+0o11+0o12+0o13+0h11+0h12+0h13=0
rp03:0.0294x01o+0.2215x02o-0.6291x03o+0.0290x01n+0.1985x02n-0.6471x03n+y03+
0.1143q11+0.6667q12+2.0000q13+0.7297o11+1.5802o12+1.0934o13+
1.4762h11+2.9667h12+4.4667h13=0
rx01o:x01o+fc01o-c01o=0
rx02o:x02o+fc02o-c02o=0
rx03o:x03o+fc03o-c03o=0
rx01n:x01n+fc01n-c01n=0
rx02n:x02n+fc02n-c02n=0
rx03n:x03n+fc03n-c03n=0
gc11o:c11o-0.9c01o=0
gc12o:c12o-0.9c02o=0
gc13o:c13o-0.9c03o=0
gc11n:c11n-o11-c01n=0
gc12n:c12n-o12-c02n=0
gc13n:c13n-o13-c03n=0
gm11:m11-h11-m01=0
gm12:m12-h12-m02=0
gm13:m13-h13-m03=0
defc01:c01-c01o-c01n=0
defc02:c02-c02o-c02n=0
defc03:c03-c03o-c03n=0
defx01:x01-x01o-x01n=0
defx02:x02-x02o-x02n=0
defx03:x03-x03o-x03n=0
deffc01:x01+fc01-c01=0
deffc02:x02+fc02-c02=0
deffc03:x03+fc03-c03=0
defemp01:0.6896x01o+0.1055x02o+0.2392x03o+0.1737x01n+0.0611x02n+0.1211x03n+
0.0524q11+0.0833q12+0.1667q13-emp01=0
defemp02:0.1077x01o+0.1582x02o+0.0942x03o+0.0579x01n+0.0916x02n+0.0519x03n+
0.0429q11+0.1000q12+0.1000q13-emp02=0
defemp03:0.0215x01o+0.1055x02o+0.0695x03o+0.0116x01n+0.0611x02n+0.0415x03n+
0.0095q11+0.0333q12+0.2000q13-emp03=0
defemp01o:0.6896x01o+0.1055x02o+0.2392x03o-emp01o=0
defemp02o:0.1077x01o+0.1582x02o+0.0942x03o-emp02o=0
defemp03o:0.0215x01o+0.1055x02o+0.0695x03o-emp03o=0
defemp01n:0.1737x01n+0.0611x02n+0.1211x03n-emp01n=0
```

```
defemp02n:0.0579x01n+0.0916x02n+0.0519x03n-emp02n=0
defemp03n:0.0116x01n+0.0611x02n+0.0415x03n-emp03n=0
defemp01q:0.0524q11+0.0833q12+0.1667q13-emp01q=0
defemp02q:0.0429q11+0.1000q12+0.1000q13-emp02q=0
defemp03q:0.0095q11+0.0333q12+0.2000q13-emp03q=0
defempa0o:0.6896x01o+0.1077x01o+0.0215x01o-empa0o=0
defempe0o:0.1055x02o+0.1582x02o+0.1055x02o-empe0o=0
defempm0o:0.2392x03o+0.0942x03o+0.0695x03o-empm0o=0
defempa0n:0.1737x01n+0.0579x01n+0.0116x01n-empa0n=0
defempe0n:0.0611x02n+0.0916x02n+0.0611x02n-empe0n=0
defempm0n:0.1211x03n+0.0519x03n+0.0415x03n-empm0n=0
remax01:emp01+fd01-d01=0
remax02:emp02+fd02-d02=0
remax03:emp03+fd03-d03=0
rqm01:q11+fm01-m01=0
rqm02:q12+fm02-m02=0
rqm03:q13+fm03-m03=0
rqq11:q11-sq11-0.8qprev1=0
rqq12:q12-sq12-0.8qprev2=0
rqq13:q13-sq13-0.8qprev3=0
gd11:d11-q11-0.95d01=0
gd12:d12-q12-0.95d02=0
gd13:d13-q13-0.95d03=0
rp11:-0.8631x11o+0.0212x12o+0.6677x13o-0.9614x11n+0.0076x12n+0.3979x13n+y11+
0.2381q21+0.3333q22+0.3333q23+0o21+0o22+0o23+0h21+0h22+0h23=0
rp12:0.0078x11o-0.9568x12o+0.0954x13o+0.0077x11n-0.9771x12n+0.0761x13n+y12+
0.2857q21+0.1667q22+0.5333q23+0o21+0o22+0o23+0h21+0h22+0h23=0
rp13:0.0294x11o+0.2215x12o-0.6291x13o+0.0290x11n+0.1985x12n-0.6471x13n+y13+
0.1143q21+0.6667q22+2.0000q23+0.7297o21+1.5802o22+1.0934o23+
1.4762h21+2.9667h22+4.4667h23=0
rx11o:x11o+fc11o-c11o=0
rx12o:x12o+fc12o-c12o=0
rx13o:x13o+fc13o-c13o=0
rx11n:x11n+fc11n-c11n=0
rx12n:x12n+fc12n-c12n=0
rx13n:x13n+fc13n-c13n=0
gc21o:c21o-0.9c11o=0
gc22o:c22o-0.9c12o=0
gc23o:c23o-0.9c13o=0
gc21n:c21n-o21-c11n=0
gc22n:c22n-o22-c12n=0
gc23n:c23n-o23-c13n=0
gm21:m21-h21-m11=0
gm22:m22-h22-m12=0
gm23:m23-h23-m13=0
defc11:c11-c11o-c11n=0
defc12:c12-c12o-c12n=0
defc13:c13-c13o-c13n=0
defx11:x11-x11o-x11n=0
defx12:x12-x12o-x12n=0
defx13:x13-x13o-x13n=0
deffc11:x11+fc11-c11=0
deffc12:x12+fc12-c12=0
deffc13:x13+fc13-c13=0
defemp11:0.6896x11o+0.1055x12o+0.2392x13o+0.1737x11n+0.0611x12n+0.1211x13n+
0.0524q21+0.0833q22+0.1667q23-emp11=0
defemp12:0.1077x11o+0.1582x12o+0.0942x13o+0.0579x11n+0.0916x12n+0.0519x13n+
```

```
0.0429q21+0.1000q22+0.1000q23-emp12=0
defemp13:0.0215x11o+0.1055x12o+0.0695x13o+0.0116x11n+0.0611x12n+0.0415x13n+
0.0095q21+0.0333q22+0.2000q23-emp13=0
defemp11o:0.6896x11o+0.1055x12o+0.2392x13o-emp11o=0
defemp12o:0.1077x11o+0.1582x12o+0.0942x13o-emp12o=0
defemp13o:0.0215x11o+0.1055x12o+0.0695x13o-emp13o=0
defemp11n:0.1737x11n+0.0611x12n+0.1211x13n-emp11n=0
defemp12n:0.0579x11n+0.0916x12n+0.0519x13n-emp12n=0
defemp13n:0.0116x11n+0.0611x12n+0.0415x13n-emp13n=0
defemp11q:0.0524q21+0.0833q22+0.1667q23-emp11q=0
defemp12q:0.0429q21+0.1000q22+0.1000q23-emp12q=0
defemp13q:0.0095q21+0.0333q22+0.2000q23-emp13q=0
defempa1o:0.6896x11o+0.1077x11o+0.0215x11o-empa1o=0
defempe1o:0.1055x12o+0.1582x12o+0.1055x12o-empe1o=0
defempm1o:0.2392x13o+0.0942x13o+0.0695x13o-empm1o=0
defempa1n:0.1737x11n+0.0579x11n+0.0116x11n-empa1n=0
defempe1n:0.0611x12n+0.0916x12n+0.0611x12n-empe1n=0
defempm1n:0.1211x13n+0.0519x13n+0.0415x13n-empm1n=0
remax11:emp11+fd11-d11=0
remax12:emp12+fd12-d12=0
remax13:emp13+fd13-d13=0
remin11:emp11-so11-0.8emp01=0
remin12:emp12-so12-0.8emp02=0
remin13:emp13-so13-0.8emp03=0
rqm11:q21+fm11-m11=0
rqm12:q22+fm12-m12=0
rqm13:q23+fm13-m13=0
rqq21:q21-sq21-0.8q11=0
rqq22:q22-sq22-0.8q12=0
rqq23:q23-sq23-0.8q13=0
gd21:d21-q21-0.95d11=0
gd22:d22-q22-0.95d12=0
gd23:d23-q23-0.95d13=0
rp21:-0.8631x21o+0.0212x22o+0.6677x23o-0.9614x21n+0.0076x22n+0.3979x23n+y21+
0.2381q31+0.3333q32+0.3333q33+0o31+0o32+0o33+0h31+0h32+0h33=0
rp22:0.0078x21o-0.9568x22o+0.0954x23o+0.0077x21n-0.9771x22n+0.0761x23n+y22+
0.2857q31+0.1667q32+0.5333q33+0o31+0o32+0o33+0h31+0h32+0h33=0
rp23:0.0294x21o+0.2215x22o-0.6291x23o+0.0290x21n+0.1985x22n-0.6471x23n+y23+
0.1143q31+0.6667q32+2.0000q33+0.7297o31+1.5802o32+1.0934o33+
1.4762h31+2.9667h32+4.4667h33=0
rx21o:x21o+fc21o-c21o=0
rx22o:x22o+fc22o-c22o=0
rx23o:x23o+fc23o-c23o=0
rx21n:x21n+fc21n-c21n=0
rx22n:x22n+fc22n-c22n=0
rx23n:x23n+fc23n-c23n=0
gc31o:c31o-0.9c21o=0
gc32o:c32o-0.9c22o=0
gc33o:c33o-0.9c23o=0
gc31n:c31n-o31-c21n=0
gc32n:c32n-o32-c22n=0
gc33n:c33n-o33-c23n=0
gm31:m31-h31-m21=0
gm32:m32-h32-m22=0
gm33:m33-h33-m23=0
defc21:c21-c21o-c21n=0
defc22:c22-c22o-c22n=0
```

```
defc23:c23-c23o-c23n=0
defx21:x21-x21o-x21n=0
defx22:x22-x22o-x22n=0
defx23:x23-x23o-x23n=0
deffc21:x21+fc21-c21=0
deffc22:x22+fc22-c22=0
deffc23:x23+fc23-c23=0
defemp21:0.6896x21o+0.1055x22o+0.2392x23o+0.1737x21n+0.0611x22n+0.1211x23n+
0.0524q31+0.0833q32+0.1667q33-emp21=0
defemp22:0.1077x21o+0.1582x22o+0.0942x23o+0.0579x21n+0.0916x22n+0.0519x23n+
0.0429q31+0.1000q32+0.1000q33-emp22=0
defemp23:0.0215x21o+0.1055x22o+0.0695x23o+0.0116x21n+0.0611x22n+0.0415x23n+
0.0095q31+0.0333q32+0.2000q33-emp23=0
defemp21o:0.6896x21o+0.1055x22o+0.2392x23o-emp21o=0
defemp22o:0.1077x21o+0.1582x22o+0.0942x23o-emp22o=0
defemp23o:0.0215x21o+0.1055x22o+0.0695x23o-emp23o=0
defemp21n:0.1737x21n+0.0611x22n+0.1211x23n-emp21n=0
defemp22n:0.0579x21n+0.0916x22n+0.0519x23n-emp22n=0
defemp23n:0.0116x21n+0.0611x22n+0.0415x23n-emp23n=0
defemp21q:0.0524q31+0.0833q32+0.1667q33-emp21q=0
defemp22q:0.0429q31+0.1000q32+0.1000q33-emp22q=0
defemp23q:0.0095q31+0.0333q32+0.2000q33-emp23q=0
defempa2o:0.6896x21o+0.1077x21o+0.0215x21o-empa2o=0
defempe2o:0.1055x22o+0.1582x22o+0.1055x22o-empe2o=0
defempm2o:0.2392x23o+0.0942x23o+0.0695x23o-empm2o=0
defempa2n:0.1737x21n+0.0579x21n+0.0116x21n-empa2n=0
defempe2n:0.0611x22n+0.0916x22n+0.0611x22n-empe2n=0
defempm2n:0.1211x23n+0.0519x23n+0.0415x23n-empm2n=0
remax21:emp21+fd21-d21=0
remax22:emp22+fd22-d22=0
remax23:emp23+fd23-d23=0
remin21:emp21-so21-0.8emp11=0
remin22:emp22-so22-0.8emp12=0
remin23:emp23-so23-0.8emp13=0
rqm21:q31+fm21-m21=0
rqm22:q32+fm22-m22=0
rqm23:q33+fm23-m23=0
rqq31:q31-sq31-0.8q21=0
rqq32:q32-sq32-0.8q22=0
rqq33:q33-sq33-0.8q23=0
gd31:d31-q31-0.95d21=0
gd32:d32-q32-0.95d22=0
gd33:d33-q33-0.95d23=0
rp31:-0.8631x31o+0.0212x32o+0.6677x33o-0.9614x31n+0.0076x32n+0.3979x33n+y31+
0.2381q41+0.3333q42+0.3333q43+0o41+0o42+0o43+0h41+0h42+0h43=0
rp32:0.0078x31o-0.9568x32o+0.0954x33o+0.0077x31n-0.9771x32n+0.0761x33n+y32+
0.2857q41+0.1667q42+0.5333q43+0o41+0o42+0o43+0h41+0h42+0h43=0
rp33:0.0294x31o+0.2215x32o-0.6291x33o+0.0290x31n+0.1985x32n-0.6471x33n+y33+
0.1143q41+0.6667q42+2.0000q43+0.7297o41+1.5802o42+1.0934o43+
1.4762h41+2.9667h42+4.4667h43=0
rx31o:x31o+fc31o-c31o=0
rx32o:x32o+fc32o-c32o=0
rx33o:x33o+fc33o-c33o=0
rx31n:x31n+fc31n-c31n=0
rx32n:x32n+fc32n-c32n=0
rx33n:x33n+fc33n-c33n=0
gc41o:c41o-0.9c31o=0
```

```
gc42o:c42o-0.9c32o=0
gc43o:c43o-0.9c33o=0
gc41n:c41n-o41-c31n=0
gc42n:c42n-o42-c32n=0
gc43n:c43n-o43-c33n=0
gm41:m41-h41-m31=0
gm42:m42-h42-m32=0
gm43:m43-h43-m33=0
defc31:c31-c31o-c31n=0
defc32:c32-c32o-c32n=0
defc33:c33-c33o-c33n=0
defx31:x31-x31o-x31n=0
defx32:x32-x32o-x32n=0
defx33:x33-x33o-x33n=0
deffc31:x31+fc31-c31=0
deffc32:x32+fc32-c32=0
deffc33:x33+fc33-c33=0
defemp31:0.6896x31o+0.1055x32o+0.2392x33o+0.1737x31n+0.0611x32n+0.1211x33n+
0.0524q41+0.0833q42+0.1667q43-emp31=0
defemp32:0.1077x31o+0.1582x32o+0.0942x33o+0.0579x31n+0.0916x32n+0.0519x33n+
0.0429q41+0.1000q42+0.1000q43-emp32=0
defemp33:0.0215x31o+0.1055x32o+0.0695x33o+0.0116x31n+0.0611x32n+0.0415x33n+
0.0095q41+0.0333q42+0.2000q43-emp33=0
defemp31o:0.6896x31o+0.1055x32o+0.2392x33o-emp31o=0
defemp32o:0.1077x31o+0.1582x32o+0.0942x33o-emp32o=0
defemp33o:0.0215x31o+0.1055x32o+0.0695x33o-emp33o=0
defemp31n:0.1737x31n+0.0611x32n+0.1211x33n-emp31n=0
defemp32n:0.0579x31n+0.0916x32n+0.0519x33n-emp32n=0
defemp33n:0.0116x31n+0.0611x32n+0.0415x33n-emp33n=0
defemp31q:0.0524q41+0.0833q42+0.1667q43-emp31q=0
defemp32q:0.0429q41+0.1000q42+0.1000q43-emp32q=0
defemp33q:0.0095q41+0.0333q42+0.2000q43-emp33q=0
defempa3o:0.6896x31o+0.1077x31o+0.0215x31o-empa3o=0
defempe3o:0.1055x32o+0.1582x32o+0.1055x32o-empe3o=0
defempm3o:0.2392x33o+0.0942x33o+0.0695x33o-empm3o=0
defempa3n:0.1737x31n+0.0579x31n+0.0116x31n-empa3n=0
defempe3n:0.0611x32n+0.0916x32n+0.0611x32n-empe3n=0
defempm3n:0.1211x33n+0.0519x33n+0.0415x33n-empm3n=0
remax31:emp31+fd31-d31=0
remax32:emp32+fd32-d32=0
remax33:emp33+fd33-d33=0
remin31:emp31-so31-0.8emp21=0
remin32:emp32-so32-0.8emp22=0
remin33:emp33-so33-0.8emp23=0
rqm31:q41+fm31-m31=0
rqm32:q42+fm32-m32=0
rqm33:q43+fm33-m33=0
rqq41:q41-sq41-0.8q31=0
rqq42:q42-sq42-0.8q32=0
rqq43:q43-sq43-0.8q33=0
gd41:d41-q41-0.95d31=0
gd42:d42-q42-0.95d32=0
gd43:d43-q43-0.95d33=0
rp41:-0.8631x41o+0.0212x42o+0.6677x43o-0.9614x41n+0.0076x42n+0.3979x43n+y41+
0.2381q51+0.3333q52+0.3333q53+0o51+0o52+0o53+0h51+0h52+0h53=0
rp42:0.0078x41o-0.9568x42o+0.0954x43o+0.0077x41n-0.9771x42n+0.0761x43n+y42+
0.2857q51+0.1667q52+0.5333q53+0o51+0o52+0o53+0h51+0h52+0h53=0
```

```
rp43:0.0294x41o+0.2215x42o-0.6291x43o+0.0290x41n+0.1985x42n-0.6471x43n+y43+
0.1143q51+0.6667q52+2.0000q53+0.7297o51+1.5802o52+1.0934o53+
1.4762h51+2.9667h52+4.4667h53=0
rx41o:x41o+fc41o-c41o=0
rx42o:x42o+fc42o-c42o=0
rx43o:x43o+fc43o-c43o=0
rx41n:x41n+fc41n-c41n=0
rx42n:x42n+fc42n-c42n=0
rx43n:x43n+fc43n-c43n=0
gc51o:c51o-0.9c41o=0
gc52o:c52o-0.9c42o=0
gc53o:c53o-0.9c43o=0
gc51n:c51n-o51-c41n=0
gc52n:c52n-o52-c42n=0
gc53n:c53n-o53-c43n=0
gm51:m51-h51-m41=0
gm52:m52-h52-m42=0
gm53:m53-h53-m43=0
defc41:c41-c41o-c41n=0
defc42:c42-c42o-c42n=0
defc43:c43-c43o-c43n=0
defx41:x41-x41o-x41n=0
defx42:x42-x42o-x42n=0
defx43:x43-x43o-x43n=0
deffc41:x41+fc41-c41=0
deffc42:x42+fc42-c42=0
deffc43:x43+fc43-c43=0
defemp41:0.6896x41o+0.1055x42o+0.2392x43o+0.1737x41n+0.0611x42n+0.1211x43n+
0.0524q51+0.0833q52+0.1667q53-emp41=0
defemp42:0.1077x41o+0.1582x42o+0.0942x43o+0.0579x41n+0.0916x42n+0.0519x43n+
0.0429q51+0.1000q52+0.1000q53-emp42=0
defemp43:0.0215x41o+0.1055x42o+0.0695x43o+0.0116x41n+0.0611x42n+0.0415x43n+
0.0095q51+0.0333q52+0.2000q53-emp43=0
defemp41o:0.6896x41o+0.1055x42o+0.2392x43o-emp41o=0
defemp42o:0.1077x41o+0.1582x42o+0.0942x43o-emp42o=0
defemp43o:0.0215x41o+0.1055x42o+0.0695x43o-emp43o=0
defemp41n:0.1737x41n+0.0611x42n+0.1211x43n-emp41n=0
defemp42n:0.0579x41n+0.0916x42n+0.0519x43n-emp42n=0
defemp43n:0.0116x41n+0.0611x42n+0.0415x43n-emp43n=0
defemp41q:0.0524q51+0.0833q52+0.1667q53-emp41q=0
defemp42q:0.0429q51+0.1000q52+0.1000q53-emp42q=0
defemp43q:0.0095q51+0.0333q52+0.2000q53-emp43q=0
defempa4o:0.6896x41o+0.1077x41o+0.0215x41o-empa4o=0
defempe4o:0.1055x42o+0.1582x42o+0.1055x42o-empe4o=0
defempm4o:0.2392x43o+0.0942x43o+0.0695x43o-empm4o=0
defempa4n:0.1737x41n+0.0579x41n+0.0116x41n-empa4n=0
defempe4n:0.0611x42n+0.0916x42n+0.0611x42n-empe4n=0
defempm4n:0.1211x43n+0.0519x43n+0.0415x43n-empm4n=0
remax41:emp41+fd41-d41=0
remax42:emp42+fd42-d42=0
remax43:emp43+fd43-d43=0
remin41:emp41-so41-0.8emp31=0
remin42:emp42-so42-0.8emp32=0
remin43:emp43-so43-0.8emp33=0
rqm41:q51+fm41-m41=0
rqm42:q52+fm42-m42=0
rqm43:q53+fm43-m43=0
```

```
rqq51:q51-sq51-0.8q41=0
rqq52:q52-sq52-0.8q42=0
rqq53:q53-sq53-0.8q43=0
gd51:d51-q51-0.95d41=0
gd52:d52-q52-0.95d42=0
gd53:d53-q53-0.95d43=0
rp51:-0.8631x51o+0.0212x52o+0.6677x53o-0.9614x51n+0.0076x52n+0.3979x53n+y51+
0.2381q61+0.3333q62+0.3333q63+0o61+0o62+0o63+0h61+0h62+0h63=0
rp52:0.0078x51o-0.9568x52o+0.0954x53o+0.0077x51n-0.9771x52n+0.0761x53n+y52+
0.2857q61+0.1667q62+0.5333q63+0o61+0o62+0o63+0h61+0h62+0h63=0
rp53:0.0294x51o+0.2215x52o-0.6291x53o+0.0290x51n+0.1985x52n-0.6471x53n+y53+
0.1143q61+0.6667q62+2.0000q63+0.7297o61+1.5802o62+1.0934o63+
1.4762h61+2.9667h62+4.4667h63=0
rx51o:x51o+fc51o-c51o=0
rx52o:x52o+fc52o-c52o=0
rx53o:x53o+fc53o-c53o=0
rx51n:x51n+fc51n-c51n=0
rx52n:x52n+fc52n-c52n=0
rx53n:x53n+fc53n-c53n=0
gc61o:c61o-0.9c51o=0
gc62o:c62o-0.9c52o=0
gc63o:c63o-0.9c53o=0
gc61n:c61n-o61-c51n=0
gc62n:c62n-o62-c52n=0
gc63n:c63n-o63-c53n=0
gm61:m61-h61-m51=0
gm62:m62-h62-m52=0
gm63:m63-h63-m53=0
defc51:c51-c51o-c51n=0
defc52:c52-c52o-c52n=0
defc53:c53-c53o-c53n=0
defx51:x51-x51o-x51n=0
defx52:x52-x52o-x52n=0
defx53:x53-x53o-x53n=0
deffc51:x51+fc51-c51=0
deffc52:x52+fc52-c52=0
deffc53:x53+fc53-c53=0
defemp51:0.6896x51o+0.1055x52o+0.2392x53o+0.1737x51n+0.0611x52n+0.1211x53n+
0.0524q61+0.0833q62+0.1667q63-emp51=0
defemp52:0.1077x51o+0.1582x52o+0.0942x53o+0.0579x51n+0.0916x52n+0.0519x53n+
0.0429q61+0.1000q62+0.1000q63-emp52=0
defemp53:0.0215x51o+0.1055x52o+0.0695x53o+0.0116x51n+0.0611x52n+0.0415x53n+
0.0095q61+0.0333q62+0.2000q63-emp53=0
defemp51o:0.6896x51o+0.1055x52o+0.2392x53o-emp51o=0
defemp52o:0.1077x51o+0.1582x52o+0.0942x53o-emp52o=0
defemp53o:0.0215x51o+0.1055x52o+0.0695x53o-emp53o=0
defemp51n:0.1737x51n+0.0611x52n+0.1211x53n-emp51n=0
defemp52n:0.0579x51n+0.0916x52n+0.0519x53n-emp52n=0
defemp53n:0.0116x51n+0.0611x52n+0.0415x53n-emp53n=0
defemp51q:0.0524q61+0.0833q62+0.1667q63-emp51q=0
defemp52q:0.0429q61+0.1000q62+0.1000q63-emp52q=0
defemp53q:0.0095q61+0.0333q62+0.2000q63-emp53q=0
defempa5o:0.6896x51o+0.1077x51o+0.0215x51o-empa5o=0
defempe5o:0.1055x52o+0.1582x52o+0.1055x52o-empe5o=0
defempm5o:0.2392x53o+0.0942x53o+0.0695x53o-empm5o=0
defempa5n:0.1737x51n+0.0579x51n+0.0116x51n-empa5n=0
defempe5n:0.0611x52n+0.0916x52n+0.0611x52n-empe5n=0
```

```
defempm5n:0.1211x53n+0.0519x53n+0.0415x53n-empm5n=0
remax51:emp51+fd51-d51=0
remax52:emp52+fd52-d52=0
remax53:emp53+fd53-d53=0
remin51:emp51-so51-0.8emp41=0
remin52:emp52-so52-0.8emp42=0
remin53:emp53-so53-0.8emp43=0
rqm51:q61+fm51-m51=0
rqm52:q62+fm52-m52=0
rqm53:q63+fm53-m53=0
rqq61:q61-sq61-0.8q51=0
rqq62:q62-sq62-0.8q52=0
rqq63:q63-sq63-0.8q53=0
gd61:d61-q61-0.95d51=0
gd62:d62-q62-0.95d52=0
gd63:d63-q63-0.95d53=0
rp61:-0.8631x61o+0.0212x62o+0.6677x63o-0.9614x61n+0.0076x62n+0.3979x63n+y61+
0.2381q71+0.3333q72+0.3333q73+0o71+0o72+0o73+0h71+0h72+0h73=0
rp62:0.0078x61o-0.9568x62o+0.0954x63o+0.0077x61n-0.9771x62n+0.0761x63n+y62+
0.2857q71+0.1667q72+0.5333q73+0o71+0o72+0o73+0h71+0h72+0h73=0
rp63:0.0294x61o+0.2215x62o-0.6291x63o+0.0290x61n+0.1985x62n-0.6471x63n+y63+
0.1143q71+0.6667q72+2.0000q73+0.7297o71+1.5802o72+1.0934o73+
1.4762h71+2.9667h72+4.4667h73=0
rx61o:x61o+fc61o-c61o=0
rx62o:x62o+fc62o-c62o=0
rx63o:x63o+fc63o-c63o=0
rx61n:x61n+fc61n-c61n=0
rx62n:x62n+fc62n-c62n=0
rx63n:x63n+fc63n-c63n=0
gc71o:c71o-0.9c61o=0
gc72o:c72o-0.9c62o=0
gc73o:c73o-0.9c63o=0
gc71n:c71n-o71-c61n=0
gc72n:c72n-o72-c62n=0
gc73n:c73n-o73-c63n=0
gm71:m71-h71-m61=0
gm72:m72-h72-m62=0
gm73:m73-h73-m63=0
defc61:c61-c61o-c61n=0
defc62:c62-c62o-c62n=0
defc63:c63-c63o-c63n=0
defx61:x61-x61o-x61n=0
defx62:x62-x62o-x62n=0
defx63:x63-x63o-x63n=0
deffc61:x61+fc61-c61=0
deffc62:x62+fc62-c62=0
deffc63:x63+fc63-c63=0
defemp61:0.6896x61o+0.1055x62o+0.2392x63o+0.1737x61n+0.0611x62n+0.1211x63n+
0.0524q71+0.0833q72+0.1667q73-emp61=0
defemp62:0.1077x61o+0.1582x62o+0.0942x63o+0.0579x61n+0.0916x62n+0.0519x63n+
0.0429q71+0.1000q72+0.1000q73-emp62=0
defemp63:0.0215x61o+0.1055x62o+0.0695x63o+0.0116x61n+0.0611x62n+0.0415x63n+
0.0095q71+0.0333q72+0.2000q73-emp63=0
defemp61o:0.6896x61o+0.1055x62o+0.2392x63o-emp61o=0
defemp62o:0.1077x61o+0.1582x62o+0.0942x63o-emp62o=0
defemp63o:0.0215x61o+0.1055x62o+0.0695x63o-emp63o=0
defemp61n:0.1737x61n+0.0611x62n+0.1211x63n-emp61n=0
```

```
defemp62n:0.0579x61n+0.0916x62n+0.0519x63n-emp62n=0
defemp63n:0.0116x61n+0.0611x62n+0.0415x63n-emp63n=0
defemp61q:0.0524q71+0.0833q72+0.1667q73-emp61q=0
defemp62q:0.0429q71+0.1000q72+0.1000q73-emp62q=0
defemp63q:0.0095q71+0.0333q72+0.2000q73-emp63q=0
defempa6o:0.6896x61o+0.1077x61o+0.0215x61o-empa6o=0
defempe6o:0.1055x62o+0.1582x62o+0.1055x62o-empe6o=0
defempm6o:0.2392x63o+0.0942x63o+0.0695x63o-empm6o=0
defempa6n:0.1737x61n+0.0579x61n+0.0116x61n-empa6n=0
defempe6n:0.0611x62n+0.0916x62n+0.0611x62n-empe6n=0
defempm6n:0.1211x63n+0.0519x63n+0.0415x63n-empm6n=0
remax61:emp61+fd61-d61=0
remax62:emp62+fd62-d62=0
remax63:emp63+fd63-d63=0
remin61:emp61-so61-0.8emp51=0
remin62:emp62-so62-0.8emp52=0
remin63:emp63-so63-0.8emp53=0
rqm61:q71+fm61-m61=0
rqm62:q72+fm62-m62=0
rqm63:q73+fm63-m63=0
rqq71:q71-sq71-0.8q61=0
rqq72:q72-sq72-0.8q62=0
rqq73:q73-sq73-0.8q63=0
gd71:d71-q71-0.95d61=0
gd72:d72-q72-0.95d62=0
gd73:d73-q73-0.95d63=0
rp71:-0.8631x71o+0.0212x72o+0.6677x73o-0.9614x71n+0.0076x72n+0.3979x73n+y71+
0.2381q81+0.3333q82+0.3333q83+0o81+0o82+0o83+0h81+0h82+0h83=0
rp72:0.0078x71o-0.9568x72o+0.0954x73o+0.0077x71n-0.9771x72n+0.0761x73n+y72+
0.2857q81+0.1667q82+0.5333q83+0o81+0o82+0o83+0h81+0h82+0h83=0
rp73:0.0294x71o+0.2215x72o-0.6291x73o+0.0290x71n+0.1985x72n-0.6471x73n+y73+
0.1143q81+0.6667q82+2.0000q83+0.7297o81+1.5802o82+1.0934o83+
1.4762h81+2.9667h82+4.4667h83=0
rx71o:x71o+fc71o-c71o=0
rx72o:x72o+fc72o-c72o=0
rx73o:x73o+fc73o-c73o=0
rx71n:x71n+fc71n-c71n=0
rx72n:x72n+fc72n-c72n=0
rx73n:x73n+fc73n-c73n=0
gc81o:c81o-0.9c71o=0
gc82o:c82o-0.9c72o=0
gc83o:c83o-0.9c73o=0
gc81n:c81n-o81-c71n=0
gc82n:c82n-o82-c72n=0
gc83n:c83n-o83-c73n=0
gm81:m81-h81-m71=0
gm82:m82-h82-m72=0
gm83:m83-h83-m73=0
defc71:c71-c71o-c71n=0
defc72:c72-c72o-c72n=0
defc73:c73-c73o-c73n=0
defx71:x71-x71o-x71n=0
defx72:x72-x72o-x72n=0
defx73:x73-x73o-x73n=0
deffc71:x71+fc71-c71=0
deffc72:x72+fc72-c72=0
deffc73:x73+fc73-c73=0
```

```
defemp71:0.6896x71o+0.1055x72o+0.2392x73o+0.1737x71n+0.0611x72n+0.1211x73n+
0.0524q81+0.0833q82+0.1667q83-emp71=0
defemp72:0.1077x71o+0.1582x72o+0.0942x73o+0.0579x71n+0.0916x72n+0.0519x73n+
0.0429q81+0.1000q82+0.1000q83-emp72=0
defemp73:0.0215x71o+0.1055x72o+0.0695x73o+0.0116x71n+0.0611x72n+0.0415x73n+
0.0095q81+0.0333q82+0.2000q83-emp73=0
defemp71o:0.6896x71o+0.1055x72o+0.2392x73o-emp71o=0
defemp72o:0.1077x71o+0.1582x72o+0.0942x73o-emp72o=0
defemp73o:0.0215x71o+0.1055x72o+0.0695x73o-emp73o=0
defemp71n:0.1737x71n+0.0611x72n+0.1211x73n-emp71n=0
defemp72n:0.0579x71n+0.0916x72n+0.0519x73n-emp72n=0
defemp73n:0.0116x71n+0.0611x72n+0.0415x73n-emp73n=0
defemp71q:0.0524q81+0.0833q82+0.1667q83-emp71q=0
defemp72q:0.0429q81+0.1000q82+0.1000q83-emp72q=0
defemp73q:0.0095q81+0.0333q82+0.2000q83-emp73q=0
defempa7o:0.6896x71o+0.1077x71o+0.0215x71o-empa7o=0
defempe7o:0.1055x72o+0.1582x72o+0.1055x72o-empe7o=0
defempm7o:0.2392x73o+0.0942x73o+0.0695x73o-empm7o=0
defempa7n:0.1737x71n+0.0579x71n+0.0116x71n-empa7n=0
defempe7n:0.0611x72n+0.0916x72n+0.0611x72n-empe7n=0
defempm7n:0.1211x73n+0.0519x73n+0.0415x73n-empm7n=0
remax71:emp71+fd71-d71=0
remax72:emp72+fd72-d72=0
remax73:emp73+fd73-d73=0
remin71:emp71-so71-0.8emp61=0
remin72:emp72-so72-0.8emp62=0
remin73:emp73-so73-0.8emp63=0
rqm71:q81+fm71-m71=0
rqm72:q82+fm72-m72=0
rqm73:q83+fm73-m73=0
rqq81:q81-sq81-0.8q71=0
rqq82:q82-sq82-0.8q72=0
rqq83:q83-sq83-0.8q73=0
gd81:d81-q81-0.95d71=0
gd82:d82-q82-0.95d72=0
gd83:d83-q83-0.95d73=0
rp81:-0.8631x81o+0.0212x82o+0.6677x83o-0.9614x81n+0.0076x82n+0.3979x83n+y81+
0.2381q91+0.3333q92+0.3333q93+0o91+0o92+0o93+0h91+0h92+0h93=0
rp82:0.0078x81o-0.9568x82o+0.0954x83o+0.0077x81n-0.9771x82n+0.0761x83n+y82+
0.2857q91+0.1667q92+0.5333q93+0o91+0o92+0o93+0h91+0h92+0h93=0
rp83:0.0294x81o+0.2215x82o-0.6291x83o+0.0290x81n+0.1985x82n-0.6471x83n+y83+
0.1143q91+0.6667q92+2.0000q93+0.7297o91+1.5802o92+1.0934o93+
1.4762h91+2.9667h92+4.4667h93=0
rx81o:x81o+fc81o-c81o=0
rx82o:x82o+fc82o-c82o=0
rx83o:x83o+fc83o-c83o=0
rx81n:x81n+fc81n-c81n=0
rx82n:x82n+fc82n-c82n=0
rx83n:x83n+fc83n-c83n=0
gc91o:c91o-0.9c81o=0
gc92o:c92o-0.9c82o=0
gc93o:c93o-0.9c83o=0
gc91n:c91n-o91-c81n=0
gc92n:c92n-o92-c82n=0
gc93n:c93n-o93-c83n=0
gm91:m91-h91-m81=0
gm92:m92-h92-m82=0
```

```
gm93:m93-h93-m83=0
defc81:c81-c81o-c81n=0
defc82:c82-c82o-c82n=0
defc83:c83-c83o-c83n=0
defx81:x81-x81o-x81n=0
defx82:x82-x82o-x82n=0
defx83:x83-x83o-x83n=0
deffc81:x81+fc81-c81=0
deffc82:x82+fc82-c82=0
deffc83:x83+fc83-c83=0
defemp81:0.6896x81o+0.1055x82o+0.2392x83o+0.1737x81n+0.0611x82n+0.1211x83n+
0.0524q91+0.0833q92+0.1667q93-emp81=0
defemp82:0.1077x81o+0.1582x82o+0.0942x83o+0.0579x81n+0.0916x82n+0.0519x83n+
0.0429q91+0.1000q92+0.1000q93-emp82=0
defemp83:0.0215x81o+0.1055x82o+0.0695x83o+0.0116x81n+0.0611x82n+0.0415x83n+
0.0095q91+0.0333q92+0.2000q93-emp83=0
defemp81o:0.6896x81o+0.1055x82o+0.2392x83o-emp81o=0
defemp82o:0.1077x81o+0.1582x82o+0.0942x83o-emp82o=0
defemp83o:0.0215x81o+0.1055x82o+0.0695x83o-emp83o=0
defemp81n:0.1737x81n+0.0611x82n+0.1211x83n-emp81n=0
defemp82n:0.0579x81n+0.0916x82n+0.0519x83n-emp82n=0
defemp83n:0.0116x81n+0.0611x82n+0.0415x83n-emp83n=0
defemp81q:0.0524q91+0.0833q92+0.1667q93-emp81q=0
defemp82q:0.0429q91+0.1000q92+0.1000q93-emp82q=0
defemp83q:0.0095q91+0.0333q92+0.2000q93-emp83q=0
defempa8o:0.6896x81o+0.1077x81o+0.0215x81o-empa8o=0
defempe8o:0.1055x82o+0.1582x82o+0.1055x82o-empe8o=0
defempm8o:0.2392x83o+0.0942x83o+0.0695x83o-empm8o=0
defempa8n:0.1737x81n+0.0579x81n+0.0116x81n-empa8n=0
defempe8n:0.0611x82n+0.0916x82n+0.0611x82n-empe8n=0
defempm8n:0.1211x83n+0.0519x83n+0.0415x83n-empm8n=0
remax81:emp81+fd81-d81=0
remax82:emp82+fd82-d82=0
remax83:emp83+fd83-d83=0
remin81:emp81-so81-0.8emp71=0
remin82:emp82-so82-0.8emp72=0
remin83:emp83-so83-0.8emp73=0
rqm81:q91+fm81-m81=0
rqm82:q92+fm82-m82=0
rqm83:q93+fm83-m83=0
rqq91:q91-sq91-0.8q81=0
rqq92:q92-sq92-0.8q82=0
rqq93:q93-sq93-0.8q83=0
gd91:d91-q91-0.95d81=0
gd92:d92-q92-0.95d82=0
gd93:d93-q93-0.95d83=0
rp91:-0.8631x91o+0.0212x92o+0.6677x93o-0.9614x91n+0.0076x92n+0.3979x93n+y91+
0.2381q101+0.3333q102+0.3333q103+0o101+0o102+0o103+0h101+0h102+0h103=0
rp92:0.0078x91o-0.9568x92o+0.0954x93o+0.0077x91n-0.9771x92n+0.0761x93n+y92+
0.2857q101+0.1667q102+0.5333q103+0o101+0o102+0o103+0h101+0h102+0h103=0
rp93:0.0294x91o+0.2215x92o-0.6291x93o+0.0290x91n+0.1985x92n-0.6471x93n+y93+
0.1143q101+0.6667q102+2.0000q103+0.7297o101+1.5802o102+1.0934o103+
1.4762h101+2.9667h102+4.4667h103=0
rx91o:x91o+fc91o-c91o=0
rx92o:x92o+fc92o-c92o=0
rx93o:x93o+fc93o-c93o=0
rx91n:x91n+fc91n-c91n=0
```

```
rx92n:x92n+fc92n-c92n=0
rx93n:x93n+fc93n-c93n=0
gc101o:c101o-0.9c91o=0
gc102o:c102o-0.9c92o=0
gc103o:c103o-0.9c93o=0
gc101n:c101n-o101-c91n=0
gc102n:c102n-o102-c92n=0
gc103n:c103n-o103-c93n=0
gm101:m101-h101-m91=0
gm102:m102-h102-m92=0
gm103:m103-h103-m93=0
defc91:c91-c91o-c91n=0
defc92:c92-c92o-c92n=0
defc93:c93-c93o-c93n=0
defx91:x91-x91o-x91n=0
defx92:x92-x92o-x92n=0
defx93:x93-x93o-x93n=0
deffc91:x91+fc91-c91=0
deffc92:x92+fc92-c92=0
deffc93:x93+fc93-c93=0
defemp91:0.6896x91o+0.1055x92o+0.2392x93o+0.1737x91n+0.0611x92n+0.1211x93n+
0.0524q101+0.0833q102+0.1667q103-emp91=0
defemp92:0.1077x91o+0.1582x92o+0.0942x93o+0.0579x91n+0.0916x92n+0.0519x93n+
0.0429q101+0.1000q102+0.1000q103-emp92=0
defemp93:0.0215x91o+0.1055x92o+0.0695x93o+0.0116x91n+0.0611x92n+0.0415x93n+
0.0095q101+0.0333q102+0.2000q103-emp93=0
defemp91o:0.6896x91o+0.1055x92o+0.2392x93o-emp91o=0
defemp92o:0.1077x91o+0.1582x92o+0.0942x93o-emp92o=0
defemp93o:0.0215x91o+0.1055x92o+0.0695x93o-emp93o=0
defemp91n:0.1737x91n+0.0611x92n+0.1211x93n-emp91n=0
defemp92n:0.0579x91n+0.0916x92n+0.0519x93n-emp92n=0
defemp93n:0.0116x91n+0.0611x92n+0.0415x93n-emp93n=0
defemp91q:0.0524q101+0.0833q102+0.1667q103-emp91q=0
defemp92q:0.0429q101+0.1000q102+0.1000q103-emp92q=0
defemp93q:0.0095q101+0.0333q102+0.2000q103-emp93q=0
defempa9o:0.6896x91o+0.1077x91o+0.0215x91o-empa9o=0
defempe9o:0.1055x92o+0.1582x92o+0.1055x92o-empe9o=0
defempm9o:0.2392x93o+0.0942x93o+0.0695x93o-empm9o=0
defempa9n:0.1737x91n+0.0579x91n+0.0116x91n-empa9n=0
defempe9n:0.0611x92n+0.0916x92n+0.0611x92n-empe9n=0
defempm9n:0.1211x93n+0.0519x93n+0.0415x93n-empm9n=0
remax91:emp91+fd91-d91=0
remax92:emp92+fd92-d92=0
remax93:emp93+fd93-d93=0
remin91:emp91-so91-0.8emp81=0
remin92:emp92-so92-0.8emp82=0
remin93:emp93-so93-0.8emp83=0
rqm91:q101+fm91-m91=0
rqm92:q102+fm92-m92=0
rqm93:q103+fm93-m93=0
rqq101:q101-sq101-0.8q91=0
rqq102:q102-sq102-0.8q92=0
rqq103:q103-sq103-0.8q93=0
gd101:d101-q101-0.95d91=0
gd102:d102-q102-0.95d92=0
gd103:d103-q103-0.95d93=0
```

```
rp101:-0.8631x101o+0.0212x102o+0.6677x103o-
0.9614x101n+0.0076x102n+0.3979x103n+y101+
0.2381q111+0.3333q112+0.3333q113+0o111+0o112+0o113+0h111+0h112+0h113=0
rp102:0.0078x101o-0.9568x102o+0.0954x103o+0.0077x101n-0.9771x102n+0.0761x103n+y102+
0.2857q111+0.1667q112+0.5333q113+0o111+0o112+0o113+0h111+0h112+0h113=0
rp103:0.0294x101o+0.2215x102o-0.6291x103o+0.0290x101n+0.1985x102n-0.6471x103n+y103+
0.1143q111+0.6667q112+2.0000q113+0.7297o111+1.5802o112+1.0934o113+
1.4762h111+2.9667h112+4.4667h113=0
rx101o:x101o+fc101o-c101o=0
rx102o:x102o+fc102o-c102o=0
rx103o:x103o+fc103o-c103o=0
rx101n:x101n+fc101n-c101n=0
rx102n:x102n+fc102n-c102n=0
rx103n:x103n+fc103n-c103n=0
gc111o:c111o-0.9c101o=0
gc112o:c112o-0.9c102o=0
gc113o:c113o-0.9c103o=0
gc111n:c111n-o111-c101n=0
gc112n:c112n-o112-c102n=0
gc113n:c113n-o113-c103n=0
gm111:m111-h111-m101=0
gm112:m112-h112-m102=0
gm113:m113-h113-m103=0
defc101:c101-c101o-c101n=0
defc102:c102-c102o-c102n=0
defc103:c103-c103o-c103n=0
defx101:x101-x101o-x101n=0
defx102:x102-x102o-x102n=0
defx103:x103-x103o-x103n=0
deffc101:x101+fc101-c101=0
deffc102:x102+fc102-c102=0
deffc103:x103+fc103-c103=0
defemp101:0.6896x101o+0.1055x102o+0.2392x103o+0.1737x101n+0.0611x102n+0.1211x103n+
0.0524q111+0.0833q112+0.1667q113-emp101=0
defemp102:0.1077x101o+0.1582x102o+0.0942x103o+0.0579x101n+0.0916x102n+0.0519x103n+
0.0429q111+0.1000q112+0.1000q113-emp102=0
defemp103:0.0215x101o+0.1055x102o+0.0695x103o+0.0116x101n+0.0611x102n+0.0415x103n+
0.0095q111+0.0333q112+0.2000q113-emp103=0
defemp101o:0.6896x101o+0.1055x102o+0.2392x103o-emp101o=0
defemp102o:0.1077x101o+0.1582x102o+0.0942x103o-emp102o=0
defemp103o:0.0215x101o+0.1055x102o+0.0695x103o-emp103o=0
defemp101n:0.1737x101n+0.0611x102n+0.1211x103n-emp101n=0
defemp102n:0.0579x101n+0.0916x102n+0.0519x103n-emp102n=0
defemp103n:0.0116x101n+0.0611x102n+0.0415x103n-emp103n=0
defemp101q:0.0524q111+0.0833q112+0.1667q113-emp101q=0
defemp102q:0.0429q111+0.1000q112+0.1000q113-emp102q=0
defemp103q:0.0095q111+0.0333q112+0.2000q113-emp103q=0
defempa10o:0.6896x101o+0.1077x101o+0.0215x101o-empa10o=0
defempe10o:0.1055x102o+0.1582x102o+0.1055x102o-empe10o=0
defempm10o:0.2392x103o+0.0942x103o+0.0695x103o-empm10o=0
defempa10n:0.1737x101n+0.0579x101n+0.0116x101n-empa10n=0
defempe10n:0.0611x102n+0.0916x102n+0.0611x102n-empe10n=0
defempm10n:0.1211x103n+0.0519x103n+0.0415x103n-empm10n=0
remax101:emp101+fd101-d101=0
remax102:emp102+fd102-d102=0
remax103:emp103+fd103-d103=0
remin101:emp101-so101-0.8emp91=0
```

```
remin102:emp102-so102-0.8emp92=0
remin103:emp103-so103-0.8emp93=0
rqm101:q111+fm101-m101=0
rqm102:q112+fm102-m102=0
rqm103:q113+fm103-m103=0
rqq111:q111-sq111-0.8q101=0
rqq112:q112-sq112-0.8q102=0
rqq113:q113-sq113-0.8q103=0
gd111:d111-q111-0.95d101=0
gd112:d112-q112-0.95d102=0
gd113:d113-q113-0.95d103=0
defc111:c111-c111o-c111n=0
defc112:c112-c112o-c112n=0
defc113:c113-c113o-c113n=0
defymin01:ymin01-0.1049x01o-0.0443x02o-0.0500x03o-0.0308x01n-0.0256x02n-
0.0265x03n-0.0130q11-0.0265q12-0.0557q13=0
defymin02:ymin02-0.0752x01o-0.0369x02o-0.0386x03o-0.0227x01n-0.0214x02n-
0.0207x03n-0.0100q11-0.0212q12-0.0470q13=0
defymin03:ymin03-0.1011x01o-0.0506x02o-0.0523x03o-0.0307x01n-0.0293x02n-
0.0280x03n-0.0137q11-0.0290q12-0.0640q13=0
rY01:y01-sycons01-ymin01=0
rY02:y02-sycons02-ymin02=0
rY03:y03-sycons03-ymin03=0
defymin11:ymin11-0.1049x11o-0.0443x12o-0.0500x13o-0.0308x11n-0.0256x12n-
0.0265x13n-0.0130q21-0.0265q22-0.0557q23=0
defymin12:ymin12-0.0752x11o-0.0369x12o-0.0386x13o-0.0227x11n-0.0214x12n-
0.0207x13n-0.0100q21-0.0212q22-0.0470q23=0
defymin13:ymin13-0.1011x11o-0.0506x12o-0.0523x13o-0.0307x11n-0.0293x12n-
0.0280x13n-0.0137q21-0.0290q22-0.0640q23=0
rY11:y11-sycons11-ymin11=0
rY12:y12-sycons12-ymin12=0
rY13:y13-sycons13-ymin13=0
defymin21:ymin21-0.1049x21o-0.0443x22o-0.0500x23o-0.0308x21n-0.0256x22n-
0.0265x23n-0.0130q31-0.0265q32-0.0557q33=0
defymin22:ymin22-0.0752x21o-0.0369x22o-0.0386x23o-0.0227x21n-0.0214x22n-
0.0207x23n-0.0100q31-0.0212q32-0.0470q33=0
defymin23:ymin23-0.1011x21o-0.0506x22o-0.0523x23o-0.0307x21n-0.0293x22n-
0.0280x23n-0.0137q31-0.0290q32-0.0640q33=0
rY21:y21-sycons21-ymin21=0
rY22:y22-sycons22-ymin22=0
rY23:y23-sycons23-ymin23=0
defymin31:ymin31-0.1049x31o-0.0443x32o-0.0500x33o-0.0308x31n-0.0256x32n-
0.0265x33n-0.0130q41-0.0265q42-0.0557q43=0
defymin32:ymin32-0.0752x31o-0.0369x32o-0.0386x33o-0.0227x31n-0.0214x32n-
0.0207x33n-0.0100q41-0.0212q42-0.0470q43=0
defymin33:ymin33-0.1011x31o-0.0506x32o-0.0523x33o-0.0307x31n-0.0293x32n-
0.0280x33n-0.0137q41-0.0290q42-0.0640q43=0
rY31:y31-sycons31-ymin31=0
rY32:y32-sycons32-ymin32=0
rY33:y33-sycons33-ymin33=0
defymin41:ymin41-0.1049x41o-0.0443x42o-0.0500x43o-0.0308x41n-0.0256x42n-
0.0265x43n-0.0130q51-0.0265q52-0.0557q53=0
defymin42:ymin42-0.0752x41o-0.0369x42o-0.0386x43o-0.0227x41n-0.0214x42n-
0.0207x43n-0.0100q51-0.0212q52-0.0470q53=0
defymin43:ymin43-0.1011x41o-0.0506x42o-0.0523x43o-0.0307x41n-0.0293x42n-
0.0280x43n-0.0137q51-0.0290q52-0.0640q53=0
rY41:y41-sycons41-ymin41=0
```

```
rY42:y42-sycons42-ymin42=0
rY43:y43-sycons43-ymin43=0
defymin51:ymin51-0.1049x51o-0.0443x52o-0.0500x53o-0.0308x51n-0.0256x52n-
0.0265x53n-0.0130q61-0.0265q62-0.0557q63=0
defymin52:ymin52-0.0752x51o-0.0369x52o-0.0386x53o-0.0227x51n-0.0214x52n-
0.0207x53n-0.0100q61-0.0212q62-0.0470q63=0
defymin53:ymin53-0.1011x51o-0.0506x52o-0.0523x53o-0.0307x51n-0.0293x52n-
0.0280x53n-0.0137q61-0.0290q62-0.0640q63=0
rY51:y51-sycons51-ymin51=0
rY52:y52-sycons52-ymin52=0
rY53:y53-sycons53-ymin53=0
defymin61:ymin61-0.1049x61o-0.0443x62o-0.0500x63o-0.0308x61n-0.0256x62n-
0.0265x63n-0.0130q71-0.0265q72-0.0557q73=0
defymin62:ymin62-0.0752x61o-0.0369x62o-0.0386x63o-0.0227x61n-0.0214x62n-
0.0207x63n-0.0100q71-0.0212q72-0.0470q73=0
defymin63:ymin63-0.1011x61o-0.0506x62o-0.0523x63o-0.0307x61n-0.0293x62n-
0.0280x63n-0.0137q71-0.0290q72-0.0640q73=0
rY61:y61-sycons61-ymin61=0
rY62:y62-sycons62-ymin62=0
rY63:y63-sycons63-ymin63=0
defymin71:ymin71-0.1049x71o-0.0443x72o-0.0500x73o-0.0308x71n-0.0256x72n-
0.0265x73n-0.0130q81-0.0265q82-0.0557q83=0
defymin72:ymin72-0.0752x71o-0.0369x72o-0.0386x73o-0.0227x71n-0.0214x72n-
0.0207x73n-0.0100q81-0.0212q82-0.0470q83=0
defymin73:ymin73-0.1011x71o-0.0506x72o-0.0523x73o-0.0307x71n-0.0293x72n-
0.0280x73n-0.0137q81-0.0290q82-0.0640q83=0
rY71:y71-sycons71-ymin71=0
rY72:y72-sycons72-ymin72=0
rY73:y73-sycons73-ymin73=0
defymin81:ymin81-0.1049x81o-0.0443x82o-0.0500x83o-0.0308x81n-0.0256x82n-
0.0265x83n-0.0130q91-0.0265q92-0.0557q93=0
defymin82:ymin82-0.0752x81o-0.0369x82o-0.0386x83o-0.0227x81n-0.0214x82n-
0.0207x83n-0.0100q91-0.0212q92-0.0470q93=0
defymin83:ymin83-0.1011x81o-0.0506x82o-0.0523x83o-0.0307x81n-0.0293x82n-
0.0280x83n-0.0137q91-0.0290q92-0.0640q93=0
rY81:y81-sycons81-ymin81=0
rY82:y82-sycons82-ymin82=0
rY83:y83-sycons83-ymin83=0
defymin91:ymin91-0.1049x91o-0.0443x92o-0.0500x93o-0.0308x91n-0.0256x92n-
0.0265x93n-0.0130q101-0.0265q102-0.0557q103=0
defymin92:ymin92-0.0752x91o-0.0369x92o-0.0386x93o-0.0227x91n-0.0214x92n-
0.0207x93n-0.0100q101-0.0212q102-0.0470q103=0
defymin93:ymin93-0.1011x91o-0.0506x92o-0.0523x93o-0.0307x91n-0.0293x92n-
0.0280x93n-0.0137q101-0.0290q102-0.0640q103=0
rY91:y91-sycons91-ymin91=0
rY92:y92-sycons92-ymin92=0
rY93:y93-sycons93-ymin93=0
defymin101:ymin101-0.1049x101o-0.0443x102o-0.0500x103o-0.0308x101n-
0.0256x102n-0.0265x103n-0.0130q111-0.0265q112-0.0557q113=0
defymin102:ymin102-0.0752x101o-0.0369x102o-0.0386x103o-0.0227x101n-
0.0214x102n-0.0207x103n-0.0100q111-0.0212q112-0.0470q113=0
defymin103:ymin103-0.1011x101o-0.0506x102o-0.0523x103o-0.0307x101n-
0.0293x102n-0.0280x103n-0.0137q111-0.0290q112-0.0640q113=0
rY101:y101-sycons101-ymin101=0
rY102:y102-sycons102-ymin102=0
rY103:y103-sycons103-ymin103=0
defIF01:-IF01+0.2381q11+0.3333q12+0.3333q13+0o11+0o12+0o13+0h11+0h12+0h13=0
```

defIF02:-IF02+0.2857q11+0.1667q12+0.5333q13+0o11+0o12+0o13+0h11+0h12+0h13=0
defIF03:-IF03+0.1143q11+0.6667q12+2.0000q13+
0.7297o11+1.5802o12+1.0934o13+1.4762h11+2.9667h12+4.4667h13=0
defIF11:-IF11+0.2381q21+0.3333q22+0.3333q23+0o21+0o22+0o23+0h21+0h22+0h23=0
defIF12:-IF12+0.2857q21+0.1667q22+0.5333q23+0o21+0o22+0o23+0h21+0h22+0h23=0
defIF13:-
IF13+0.1143q21+0.6667q22+2.0000q23+0.7297o21+1.5802o22+1.0934o23+1.4762h21+2.9667h2
2+4.4667h23=0
defIF21:-IF21+0.2381q31+0.3333q32+0.3333q33+0o31+0o32+0o33+0h31+0h32+0h33=0
defIF22:-IF22+0.2857q31+0.1667q32+0.5333q33+0o31+0o32+0o33+0h31+0h32+0h33=0
defIF23:-
IF23+0.1143q31+0.6667q32+2.0000q33+0.7297o31+1.5802o32+1.0934o33+1.4762h31+2.9667h3
2+4.4667h33=0
defIF31:-IF31+0.2381q41+0.3333q42+0.3333q43+0o41+0o42+0o43+0h41+0h42+0h43=0
defIF32:-IF32+0.2857q41+0.1667q42+0.5333q43+0o41+0o42+0o43+0h41+0h42+0h43=0
defIF33:-
IF33+0.1143q41+0.6667q42+2.0000q43+0.7297o41+1.5802o42+1.0934o43+1.4762h41+2.9667h4
2+4.4667h43=0
defIF41:-IF41+0.2381q51+0.3333q52+0.3333q53+0o51+0o52+0o53+0h51+0h52+0h53=0
defIF42:-IF42+0.2857q51+0.1667q52+0.5333q53+0o51+0o52+0o53+0h51+0h52+0h53=0
defIF43:-
IF43+0.1143q51+0.6667q52+2.0000q53+0.7297o51+1.5802o52+1.0934o53+1.4762h51+2.9667h5
2+4.4667h53=0
defIF51:-IF51+0.2381q61+0.3333q62+0.3333q63+0o61+0o62+0o63+0h61+0h62+0h63=0
defIF52:-IF52+0.2857q61+0.1667q62+0.5333q63+0o61+0o62+0o63+0h61+0h62+0h63=0
defIF53:-
IF53+0.1143q61+0.6667q62+2.0000q63+0.7297o61+1.5802o62+1.0934o63+1.4762h61+2.9667h6
2+4.4667h63=0
defIF61:-IF61+0.2381q71+0.3333q72+0.3333q73+0o71+0o72+0o73+0h71+0h72+0h73=0
defIF62:-IF62+0.2857q71+0.1667q72+0.5333q73+0o71+0o72+0o73+0h71+0h72+0h73=0
defIF63:-
IF63+0.1143q71+0.6667q72+2.0000q73+0.7297o71+1.5802o72+1.0934o73+1.4762h71+2.9667h7
2+4.4667h73=0
defIF71:-IF71+0.2381q81+0.3333q82+0.3333q83+0o81+0o82+0o83+0h81+0h82+0h83=0
defIF72:-IF72+0.2857q81+0.1667q82+0.5333q83+0o81+0o82+0o83+0h81+0h82+0h83=0
defIF73:-
IF73+0.1143q81+0.6667q82+2.0000q83+0.7297o81+1.5802o82+1.0934o83+1.4762h81+2.9667h8
2+4.4667h83=0
defIF81:-IF81+0.2381q91+0.3333q92+0.3333q93+0o91+0o92+0o93+0h91+0h92+0h93=0
defIF82:-IF82+0.2857q91+0.1667q92+0.5333q93+0o91+0o92+0o93+0h91+0h92+0h93=0
defIF83:-
IF83+0.1143q91+0.6667q92+2.0000q93+0.7297o91+1.5802o92+1.0934o93+1.4762h91+2.9667h9
2+4.4667h93=0
defIF91:-
IF91+0.2381q101+0.3333q102+0.3333q103+0o101+0o102+0o103+0h101+0h102+0h103=0
defIF92:-
IF92+0.2857q101+0.1667q102+0.5333q103+0o101+0o102+0o103+0h101+0h102+0h103=0
defIF93:-
IF93+0.1143q101+0.6667q102+2.0000q103+0.7297o101+1.5802o102+1.0934o103+1.4762h101+2
.9667h102+4.4667h103=0
defIF101:-
IF101+0.2381q111+0.3333q112+0.3333q113+0o111+0o112+0o113+0h111+0h112+0h113=0
defIF102:-
IF102+0.2857q111+0.1667q112+0.5333q113+0o111+0o112+0o113+0h111+0h112+0h113=0
defIF103:-
IF103+0.1143q111+0.6667q112+2.0000q113+0.7297o111+1.5802o112+1.0934o113+1.4762h111+
2.9667h112+4.4667h113=0

```
defsal0o:1.0611x01o+0.9283x02o+0.7542x03o-sal0o=0
defsal0n:0.3736x01n+0.5374x02n+0.4170x03n-sal0n=0
defsal0q:0.2038q11+0.4783q12+1.1867q13-sal0q=0
defsal1o:1.0611x11o+0.9283x12o+0.7542x13o-sal1o=0
defsal1n:0.3736x11n+0.5374x12n+0.4170x13n-sal1n=0
defsal1q:0.2038q21+0.4783q22+1.1867q23-sal1q=0
defsal2o:1.0611x21o+0.9283x22o+0.7542x23o-sal2o=0
defsal2n:0.3736x21n+0.5374x22n+0.4170x23n-sal2n=0
defsal2q:0.2038q31+0.4783q32+1.1867q33-sal2q=0
defsal3o:1.0611x31o+0.9283x32o+0.7542x33o-sal3o=0
defsal3n:0.3736x31n+0.5374x32n+0.4170x33n-sal3n=0
defsal3q:0.2038q41+0.4783q42+1.1867q43-sal3q=0
defsal4o:1.0611x41o+0.9283x42o+0.7542x43o-sal4o=0
defsal4n:0.3736x41n+0.5374x42n+0.4170x43n-sal4n=0
defsal4q:0.2038q51+0.4783q52+1.1867q53-sal4q=0
defsal5o:1.0611x51o+0.9283x52o+0.7542x53o-sal5o=0
defsal5n:0.3736x51n+0.5374x52n+0.4170x53n-sal5n=0
defsal5q:0.2038q61+0.4783q62+1.1867q63-sal5q=0
defsal6o:1.0611x61o+0.9283x62o+0.7542x63o-sal6o=0
defsal6n:0.3736x61n+0.5374x62n+0.4170x63n-sal6n=0
defsal6q:0.2038q71+0.4783q72+1.1867q73-sal6q=0
defsal7o:1.0611x71o+0.9283x72o+0.7542x73o-sal7o=0
defsal7n:0.3736x71n+0.5374x72n+0.4170x73n-sal7n=0
defsal7q:0.2038q81+0.4783q82+1.1867q83-sal7q=0
defsal8o:1.0611x81o+0.9283x82o+0.7542x83o-sal8o=0
defsal8n:0.3736x81n+0.5374x82n+0.4170x83n-sal8n=0
defsal8q:0.2038q91+0.4783q92+1.1867q93-sal8q=0
defsal9o:1.0611x91o+0.9283x92o+0.7542x93o-sal9o=0
defsal9n:0.3736x91n+0.5374x92n+0.4170x93n-sal9n=0
defsal9q:0.2038q101+0.4783q102+1.1867q103-sal9q=0
defsal10o:1.0611x101o+0.9283x102o+0.7542x103o-sal10o=0
defsal10n:0.3736x101n+0.5374x102n+0.4170x103n-sal10n=0
defsal10q:0.2038q111+0.4783q112+1.1867q113-sal10q=0
defsal0tot:1.0611x01o+0.9283x02o+0.7542x03o+0.3736x01n+0.5374x02n+0.4170x03n+0.2038
q11+0.4783q12+1.1867q13-sal0tot=0
defsal1tot:1.0611x11o+0.9283x12o+0.7542x13o+0.3736x11n+0.5374x12n+0.4170x13n+0.2038
q21+0.4783q22+1.1867q23-sal1tot=0
defsal2tot:1.0611x21o+0.9283x22o+0.7542x23o+0.3736x21n+0.5374x22n+0.4170x23n+0.2038
q31+0.4783q32+1.1867q33-sal2tot=0
defsal3tot:1.0611x31o+0.9283x32o+0.7542x33o+0.3736x31n+0.5374x32n+0.4170x33n+0.2038
q41+0.4783q42+1.1867q43-sal3tot=0
defsal4tot:1.0611x41o+0.9283x42o+0.7542x43o+0.3736x41n+0.5374x42n+0.4170x43n+0.2038
q51+0.4783q52+1.1867q53-sal4tot=0
defsal5tot:1.0611x51o+0.9283x52o+0.7542x53o+0.3736x51n+0.5374x52n+0.4170x53n+0.2038
q61+0.4783q62+1.1867q63-sal5tot=0
defsal6tot:1.0611x61o+0.9283x62o+0.7542x63o+0.3736x61n+0.5374x62n+0.4170x63n+0.2038
q71+0.4783q72+1.1867q73-sal6tot=0
defsal7tot:1.0611x71o+0.9283x72o+0.7542x73o+0.3736x71n+0.5374x72n+0.4170x73n+0.2038
q81+0.4783q82+1.1867q83-sal7tot=0
defsal8tot:1.0611x81o+0.9283x82o+0.7542x83o+0.3736x81n+0.5374x82n+0.4170x83n+0.2038
q91+0.4783q92+1.1867q93-sal8tot=0
defsal9tot:1.0611x91o+0.9283x92o+0.7542x93o+0.3736x91n+0.5374x92n+0.4170x93n+0.2038
q101+0.4783q102+1.1867q103-sal9tot=0
defsal10tot:1.0611x101o+0.9283x102o+0.7542x103o+0.3736x101n+0.5374x102n+0.4170x103n
+0.2038q111+0.4783q112+1.1867q113-sal10tot=0def
SALEMP0:emp01+2.70emp02+3.75emp03-SALEMP0=0
defSALEMP1:emp11+2.70emp12+3.75emp13-SALEMP1=0
```

```
defSALEMP2:emp21+2.70emp22+3.75emp23-SALEMP2=0
defSALEMP3:emp31+2.70emp32+3.75emp33-SALEMP3=0
defSALEMP4:emp41+2.70emp42+3.75emp43-SALEMP4=0
defSALEMP5:emp51+2.70emp52+3.75emp53-SALEMP5=0
defSALEMP6:emp61+2.70emp62+3.75emp63-SALEMP6=0
defSALEMP7:emp71+2.70emp72+3.75emp73-SALEMP7=0
defSALEMP8:emp81+2.70emp82+3.75emp83-SALEMP8=0
defSALEMP9:emp91+2.70emp92+3.75emp93-SALEMP9=0
defSALEMP10:emp101+2.70emp102+3.75emp103-SALEMP10=0
defDFCons0:1.5419y01+2.5146y02+4.4172y03-DFCons0=0
defDFCons1:1.5419y11+2.5146y12+4.4172y13-DFCons1=0
defDFCons2:1.5419y21+2.5146y22+4.4172y23-DFCons2=0
defDFCons3:1.5419y31+2.5146y32+4.4172y33-DFCons3=0
defDFCons4:1.5419y41+2.5146y42+4.4172y43-DFCons4=0
defDFCons5:1.5419y51+2.5146y52+4.4172y53-DFCons5=0
defDFCons6:1.5419y61+2.5146y62+4.4172y63-DFCons6=0
defDFCons7:1.5419y71+2.5146y72+4.4172y73-DFCons7=0
defDFCons8:1.5419y81+2.5146y82+4.4172y83-DFCons8=0
defDFCons9:1.5419y91+2.5146y92+4.4172y93-DFCons9=0
defDFCons10:1.5419y101+2.5146y102+4.4172y103-DFCons10=0
defPIB0:1.5419y01+2.5146y02+4.4172y03+3.2233o11+6.9798o12+4.8298o13+6.5206h11+13.10
43h12+19.7300h13+1.5904q11+3.8778q12+10.6894q13-PIB0=0
defPIB1:1.5419y11+2.5146y12+4.4172y13+3.2233o21+6.9798o22+4.8298o23+6.5206h21+13.10
43h22+19.7300h23+1.5904q21+3.8778q22+10.6894q23-PIB1=0
defPIB2:1.5419y21+2.5146y22+4.4172y23+3.2233o31+6.9798o32+4.8298o33+6.5206h31+13.10
43h32+19.7300h33+1.5904q31+3.8778q32+10.6894q33-PIB2=0
defPIB3:1.5419y31+2.5146y32+4.4172y33+3.2233o41+6.9798o42+4.8298o43+6.5206h41+13.10
43h42+19.7300h43+1.5904q41+3.8778q42+10.6894q43-PIB3=0
defPIB4:1.5419y41+2.5146y42+4.4172y43+3.2233o51+6.9798o52+4.8298o53+6.5206h51+13.10
43h52+19.7300h53+1.5904q51+3.8778q52+10.6894q53-PIB4=0
defPIB5:1.5419y51+2.5146y52+4.4172y53+3.2233o61+6.9798o62+4.8298o63+6.5206h61+13.10
43h62+19.7300h63+1.5904q61+3.8778q62+10.6894q63-PIB5=0
defPIB6:1.5419y61+2.5146y62+4.4172y63+3.2233o71+6.9798o72+4.8298o73+6.5206h71+13.10
43h72+19.7300h73+1.5904q71+3.8778q72+10.6894q73-PIB6=0
defPIB7:1.5419y71+2.5146y72+4.4172y73+3.2233o81+6.9798o82+4.8298o83+6.5206h81+13.10
43h82+19.7300h83+1.5904q81+3.8778q82+10.6894q83-PIB7=0
defPIB8:1.5419y81+2.5146y82+4.4172y83+3.2233o91+6.9798o92+4.8298o93+6.5206h91+13.10
43h92+19.7300h93+1.5904q91+3.8778q92+10.6894q93-PIB8=0
defPIB9:1.5419y91+2.5146y92+4.4172y93+3.2233o101+6.9798o102+4.8298o103+6.5206h101+1
3.1043h102+19.7300h103+1.5904q101+3.8778q102+10.6894q103-PIB9=0
defPIB10:1.5419y101+2.5146y102+4.4172y103+3.2233o111+6.9798o112+4.8298o113+6.5206h1
11+13.1043h112+19.7300h113+1.5904q111+3.8778q112+10.6894q113-PIB10=0
defPIBold0:PIBold0-1.1813 x01o-1.3949 x02o-1.5094x03o=0
defPIBold1:PIBold1-1.1813 x11o-1.3949 x12o-1.5094x13o=0
defPIBold2:PIBold2-1.1813 x21o-1.3949 x22o-1.5094x23o=0
defPIBold3:PIBold3-1.1813 x31o-1.3949 x32o-1.5094x33o=0
defPIBold4:PIBold4-1.1813 x41o-1.3949 x42o-1.5094x43o=0
defPIBold5:PIBold5-1.1813 x51o-1.3949 x52o-1.5094x53o=0
defPIBold6:PIBold6-1.1813 x61o-1.3949 x62o-1.5094x63o=0
defPIBold7:PIBold7-1.1813 x71o-1.3949 x72o-1.5094x73o=0
defPIBold8:PIBold8-1.1813 x81o-1.3949 x82o-1.5094x83o=0
defPIBold9:PIBold9-1.1813 x91o-1.3949 x92o-1.5094x93o=0
defPIBold10:PIBold10-1.1813 x101o-1.3949 x102o-1.5094x103o=0
defPIBnew0:PIBnew0-1.3349x01n-1.5686x02n-2.0535x03n=0
defPIBnew1:PIBnew1-1.3349x11n-1.5686x12n-2.0535x13n=0
defPIBnew2:PIBnew2-1.3349x21n-1.5686x22n-2.0535x23n=0
defPIBnew3:PIBnew3-1.3349x31n-1.5686x32n-2.0535x33n=0
```

```
defPIBnew4:PIBnew4-1.3349x41n-1.5686x42n-2.0535x43n=0
defPIBnew5:PIBnew5-1.3349x51n-1.5686x52n-2.0535x53n=0
defPIBnew6:PIBnew6-1.3349x61n-1.5686x62n-2.0535x63n=0
defPIBnew7:PIBnew7-1.3349x71n-1.5686x72n-2.0535x73n=0
defPIBnew8:PIBnew8-1.3349x81n-1.5686x82n-2.0535x83n=0
defPIBnew9:PIBnew9-1.3349x91n-1.5686x92n-2.0535x93n=0
defPIBnew10:PIBnew10-1.3349x101n-1.5686x102n-2.0535x103n=0
defPIBagreg0:PIBagreg0-PIBnew0-PIBold0=0
defPIBagreg1:PIBagreg1-PIBnew1-PIBold1=0
defPIBagreg2:PIBagreg2-PIBnew2-PIBold2=0
defPIBagreg3:PIBagreg3-PIBnew3-PIBold3=0
defPIBagreg4:PIBagreg4-PIBnew4-PIBold4=0
defPIBagreg5:PIBagreg5-PIBnew5-PIBold5=0
defPIBagreg6:PIBagreg6-PIBnew6-PIBold6=0
defPIBagreg7:PIBagreg7-PIBnew7-PIBold7=0
defPIBagreg8:PIBagreg8-PIBnew8-PIBold8=0
defPIBagreg9:PIBagreg9-PIBnew9-PIBold9=0
defPIBagreg10:PIBagreg10-PIBnew10-PIBold10=0
defINVC0:3.2233o11+6.9798o12+4.8298o13-INVC0=0
defINVC1:3.2233o21+6.9798o22+4.8298o23-INVC1=0
defINVC2:3.2233o31+6.9798o32+4.8298o33-INVC2=0
defINVC3:3.2233o41+6.9798o42+4.8298o43-INVC3=0
defINVC4:3.2233o51+6.9798o52+4.8298o53-INVC4=0
defINVC5:3.2233o61+6.9798o62+4.8298o63-INVC5=0
defINVC6:3.2233o71+6.9798o72+4.8298o73-INVC6=0
defINVC7:3.2233o81+6.9798o82+4.8298o83-INVC7=0
defINVC8:3.2233o91+6.9798o92+4.8298o93-INVC8=0
defINVC9:3.2233o101+6.9798o102+4.8298o103-INVC9=0
defINVC10:3.2233o111+6.9798o112+4.8298o113-INVC10=0
defINVM0:6.5206h11+13.1043h12+19.7300h13-INVM0=0
defINVM1:6.5206h21+13.1043h22+19.7300h23-INVM1=0
defINVM2:6.5206h31+13.1043h32+19.7300h33-INVM2=0
defINVM3:6.5206h41+13.1043h42+19.7300h43-INVM3=0
defINVM4:6.5206h51+13.1043h52+19.7300h53-INVM4=0
defINVM5:6.5206h61+13.1043h62+19.7300h63-INVM5=0
defINVM6:6.5206h71+13.1043h72+19.7300h73-INVM6=0
defINVM7:6.5206h81+13.1043h82+19.7300h83-INVM7=0
defINVM8:6.5206h91+13.1043h92+19.7300h93-INVM8=0
defINVM9:6.5206h101+13.1043h102+19.7300h103-INVM9=0
defINVM10:6.5206h111+13.1043h112+19.7300h113-INVM10=0
defINVQ0:1.5904q11+3.8778q12+10.6894q13-INVQ0=0
defINVQ1:1.5904q21+3.8778q22+10.6894q23-INVQ1=0
defINVQ2:1.5904q31+3.8778q32+10.6894q33-INVQ2=0
defINVQ3:1.5904q41+3.8778q42+10.6894q43-INVQ3=0
defINVQ4:1.5904q51+3.8778q52+10.6894q53-INVQ4=0
defINVQ5:1.5904q61+3.8778q62+10.6894q63-INVQ5=0
defINVQ6:1.5904q71+3.8778q72+10.6894q73-INVQ6=0
defINVQ7:1.5904q81+3.8778q82+10.6894q83-INVQ7=0
defINVQ8:1.5904q91+3.8778q92+10.6894q93-INVQ8=0
defINVQ9:1.5904q101+3.8778q102+10.6894q103-INVQ9=0
defINVQ10:1.5904q111+3.8778q112+10.6894q113-INVQ10=0
defINVT0:INVT0-INVC0-INVM0-INVQ0=0
defINVT1:INVT1-INVC1-INVM1-INVQ1=0
defINVT2:INVT2-INVC2-INVM2-INVQ2=0
defINVT3:INVT3-INVC3-INVM3-INVQ3=0
defINVT4:INVT4-INVC4-INVM4-INVQ4=0
defINVT5:INVT5-INVC5-INVM5-INVQ5=0
```

```
defINVT6:INVT6-INVC6-INVM6-INVQ6=0
defINVT7:INVT7-INVC7-INVM7-INVQ7=0
defINVT8:INVT8-INVC8-INVM8-INVQ8=0
defINVT9:INVT9-INVC9-INVM9-INVQ9=0
defINVT10:INVT10-INVC10-INVM10-INVQ10=0
defCminMon0:1.5419ymin01+2.5146ymin02+4.4172ymin03-CminMon0=0
defCminMon1:1.5419ymin11+2.5146ymin12+4.4172ymin13-CminMon1=0
defCminMon2:1.5419ymin21+2.5146ymin22+4.4172ymin23-CminMon2=0
defCminMon3:1.5419ymin31+2.5146ymin32+4.4172ymin33-CminMon3=0
defCminMon4:1.5419ymin41+2.5146ymin42+4.4172ymin43-CminMon4=0
defCminMon5:1.5419ymin51+2.5146ymin52+4.4172ymin53-CminMon5=0
defCminMon6:1.5419ymin61+2.5146ymin62+4.4172ymin63-CminMon6=0
defCminMon7:1.5419ymin71+2.5146ymin72+4.4172ymin73-CminMon7=0
defCminMon8:1.5419ymin81+2.5146ymin82+4.4172ymin83-CminMon8=0
defCminMon9:1.5419ymin91+2.5146ymin92+4.4172ymin93-CminMon9=0
defCminMon10:1.5419ymin101+2.5146ymin102+4.4172ymin103-CminMon10=0
defConsTMon0:1.5419y01+2.5146y02+4.4172y03-ConsTMon0=0
defConsTMon1:1.5419y11+2.5146y12+4.4172y13-ConsTMon1=0
defConsTMon2:1.5419y21+2.5146y22+4.4172y23-ConsTMon2=0
defConsTMon3:1.5419y31+2.5146y32+4.4172y33-ConsTMon3=0
defConsTMon4:1.5419y41+2.5146y42+4.4172y43-ConsTMon4=0
defConsTMon5:1.5419y51+2.5146y52+4.4172y53-ConsTMon5=0
defConsTMon6:1.5419y61+2.5146y62+4.4172y63-ConsTMon6=0
defConsTMon7:1.5419y71+2.5146y72+4.4172y73-ConsTMon7=0
defConsTMon8:1.5419y81+2.5146y82+4.4172y83-ConsTMon8=0
defConsTMon9:1.5419y91+2.5146y92+4.4172y93-ConsTMon9=0
defConsTMon10:1.5419y101+2.5146y102+4.4172y103-ConsTMon10=0
relINVT&Y&Ymin0:INVT0-0.40PIB0+0.40CminMon0+sINVT0=0
relINVT&Y&Ymin1:INVT1-0.40PIB1+0.40CminMon1+sINVT1=0
relINVT&Y&Ymin2:INVT2-0.40PIB2+0.40CminMon2+sINVT2=0
relINVT&Y&Ymin3:INVT3-0.40PIB3+0.40CminMon3+sINVT3=0
relINVT&Y&Ymin4:INVT4-0.40PIB4+0.40CminMon4+sINVT4=0
relINVT&Y&Ymin5:INVT5-0.40PIB5+0.40CminMon5+sINVT5=0
relINVT&Y&Ymin6:INVT6-0.40PIB6+0.40CminMon6+sINVT6=0
relINVT&Y&Ymin7:INVT7-0.40PIB7+0.40CminMon7+sINVT7=0
relINVT&Y&Ymin8:INVT8-0.40PIB8+0.40CminMon8+sINVT8=0
relINVT&Y&Ymin9:INVT9-0.40PIB9+0.40CminMon9+sINVT9=0
relINVT&Y&Ymin10:INVT10-0.40PIB10+0.40CminMon10+sINVT10=0
defXN0:1.5419x01n+2.5146x02n+4.4172x03n-XN0=0
defXN1:1.5419x11n+2.5146x12n+4.4172x13n-XN1=0
defXN2:1.5419x21n+2.5146x22n+4.4172x23n-XN2=0
defXN3:1.5419x31n+2.5146x32n+4.4172x33n-XN3=0
defXN4:1.5419x41n+2.5146x42n+4.4172x43n-XN4=0
defXN5:1.5419x51n+2.5146x52n+4.4172x53n-XN5=0
defXN6:1.5419x61n+2.5146x62n+4.4172x63n-XN6=0
defXN7:1.5419x71n+2.5146x72n+4.4172x73n-XN7=0
defXN8:1.5419x81n+2.5146x82n+4.4172x83n-XN8=0
defXN9:1.5419x91n+2.5146x92n+4.4172x93n-XN9=0
defXN10:1.5419x101n+2.5146x102n+4.4172x103n-XN10=0
calcobjDFCons:1.5419y01+2.5146y02+4.4172y03+1.5419y11+2.5146y12+4.4172y13+1.5419y21
+2.5146y22+4.4172y23+1.5419y31+2.5146y32+4.4172y33+1.5419y41+2.5146y42+4.4172y43+1.
5419y51+2.5146y52+4.4172y53+1.5419y61+2.5146y62+4.4172y63+1.5419y71+2.5146y72+4.417
2y73+1.5419y81+2.5146y82+4.4172y83+1.5419y91+2.5146y92+4.4172y93+1.5419y101+2.5146y
102+4.4172y103-OBJDFCons=0
calcobjSALEMP:emp01+2.70emp02+3.75emp03+emp11+2.70emp12+3.75emp13+emp21+2.70emp22+3
.75emp23+emp31+2.70emp32+3.75emp33+emp41+2.70emp42+3.75emp43+emp51+2.70emp52+3.75em
```

```
p53+emp61+2.70emp62+3.75emp63+emp71+2.70emp72+3.75emp73+emp81+2.70emp82+3.75emp83+e
mp91+2.70emp92+3.75emp93+emp101+2.70emp102+3.75emp103-OBJSALEMP=0
CALCOBJPIB:1.5419y01+2.5146y02+4.4172y03+3.2233o11+6.9798o12+4.8298o13+
6.5206h11+13.1043h12+19.7300h13+1.5904q11+3.8778q12+10.6894q13+1.5419y11+2.5146y12+
4.4172y13+3.2233o21+6.9798o22+4.8298o23+6.5206h21+13.1043h22+19.7300h23+1.5904q21+3
.8778q22+10.6894q23+1.5419y21+2.5146y22+4.4172y23+3.2233o31+6.9798o32+4.8298o33+6.5
206h31+13.1043h32+19.7300h33+1.5904q31+3.8778q32+10.6894q33+1.5419y31+2.5146y32+4.4
172y33+3.2233o41+6.9798o42+4.8298o43+6.5206h41+13.1043h42+19.7300h43+1.5904q41+3.87
78q42+10.6894q43+1.5419y41+2.5146y42+4.4172y43+3.2233o51+6.9798o52+4.8298o53+6.5206
h51+13.1043h52+19.7300h53+1.5904q51+3.8778q52+10.6894q53+1.5419y51+2.5146y52+4.4172
y53+3.2233o61+6.9798o62+4.8298o63+6.5206h61+13.1043h62+19.7300h63+1.5904q61+3.8778q
62+10.6894q63+1.5419y61+2.5146y62+4.4172y63+3.2233o71+6.9798o72+4.8298o73+6.5206h71
+13.1043h72+19.7300h73+1.5904q71+3.8778q72+10.6894q73+1.5419y71+2.5146y72+4.4172y73
+3.2233o81+6.9798o82+4.8298o83+6.5206h81+13.1043h82+19.7300h83+1.5904q81+3.8778q82+
10.6894q83+1.5419y81+2.5146y82+4.4172y83+3.2233o91+6.9798o92+4.8298o93+6.5206h91+13
.1043h92+19.7300h93+1.5904q91+3.8778q92+10.6894q93+1.5419y91+2.5146y92+4.4172y93+
3.2233o101+6.9798o102+4.8298o103+6.5206h101+13.1043h102+19.7300h103+1.5904q101+3.87
78q102+10.6894q103+1.5419y101+2.5146y102+4.4172y103+3.2233o111+6.9798o112+4.8298o11
3+6.5206h111+13.1043h112+19.7300h113+1.5904q111+3.8778q112+10.6894q113-OBJPIB=0
calcobjXN:1.5419x01n+2.5146x02n+4.4172x03n+1.5419x11n+2.5146x12n+4.4172x13n+1.5419x
21n+2.5146x22n+4.4172x23n+1.5419x31n+2.5146x32n+4.4172x33n+1.5419x41n+2.5146x42n+4.
4172x43n+1.5419x51n+2.5146x52n+4.4172x53n+1.5419x61n+2.5146x62n+4.4172x63n+1.5419x7
1n+2.5146x72n+4.4172x73n+1.5419x81n+2.5146x82n+4.4172x83n+1.5419x91n+2.5146x92n+4.4
172x93n+1.5419x101n+2.5146x102n+4.4172x103n-OBJXN=0
bounds
c01o=1400
c02o=450
c03o=1550
c01n=450
c02n=50
c03n=500
m01=45
m02=24
m03=10
qprev1=45
qprev2=24
qprev3=10
d01=1520
d02=395
d03=170
end
```

ANEXO 4.3 – Tabelas Complementares

Tabela 1 - Anexo 4.3: Evolução da Demanda Final_PIB_CT (epsilon=0.3)

Valores em %

	Cmin	Ctot	INVt	DF=PIB		Cmin	Ctot	INVt	DF=PIB
P_0	1912	4366	1051	5417	P_0	35.30	80.59	19.41	100.00
P_1	1871	4502	1128	5630	P_1	33.23	79.97	20.03	100.00
P_2	1845	4678	1214	5892	P_2	31.31	79.39	20.61	100.00
P_3	1823	4860	1302	6162	P_3	29.58	78.87	21.13	100.00
P_4	1786	4992	1374	6366	P_4	28.05	78.42	21.58	100.00
P_5	1748	5110	1441	6551	P_5	26.68	78.00	22.00	100.00
P_6	1726	5263	1516	6779	P_6	25.46	77.64	22.36	100.00
P_7	1717	5455	1602	7057	P_7	24.34	77.30	22.70	100.00
P_8	1718	5669	1693	7363	P_8	23.33	77.00	23.00	100.00
P_9	1722	5928	1803	7731	P_9	22.27	76.68	23.32	100.00
P_10	1728	6224	1927	8151	P_10	21.19	76.36	23.64	100.00

Tabela 2 - Anexo 4.3 : Evolução da Demanda Final_PIB_CT (epsilon=0.4)

Valores em %

	Cmin	Ctot	INVt	DF=PIB		Cmin	Ctot	INVt	DF=PIB
P_0	1912	4015	1402	5417	P_0	35.30	74.12	25.88	100.00
P_1	1888	4195	1539	5734	P_1	32.92	73.17	26.83	100.00
P_2	1886	4433	1698	6130	P_2	30.77	72.31	27.69	100.00
P_3	1902	4711	1873	6584	P_3	28.89	71.55	28.45	100.00
P_4	1900	4943	2029	6971	P_4	27.25	70.90	29.10	100.00
P_5	1897	5173	2184	7357	P_5	25.78	70.31	29.69	100.00
P_6	1891	5429	2359	7788	P_6	24.28	69.71	30.29	100.00
P_7	1904	5761	2571	8332	P_7	22.85	69.14	30.86	100.00
P_8	1919	6039	2746	8785	P_8	21.85	68.74	31.26	100.00
P_9	1992	6929	2566	9495	P_9	20.98	72.97	27.03	100.00
P_10	2062	9672	472	10144	P_10	20.32	95.35	4.65	100.00

Tabela 3 - Anexo 4.3: Evolução da Demanda Final_PIB_CT (epsilon=0.5)

Valores em %

	Cmin	Ctot	INVt	DF=PIB		Cmin	Ctot	INVt	DF=PIB
P_0	1912	3663	1750	5413	P_0	35.33	67.66	32.34	100.00
P_1	1896	3835	1939	5774	P_1	32.83	66.42	33.58	100.00
P_2	1937	4149	2212	6361	P_2	30.45	65.23	34.77	100.00
P_3	1981	4485	2504	6989	P_3	28.35	64.18	35.82	100.00
P_4	1986	4755	2769	7524	P_4	26.39	63.20	36.80	100.00
P_5	1989	5048	3059	8107	P_5	24.53	62.27	37.73	100.00
P_6	2014	5386	3373	8759	P_6	22.99	61.49	38.51	100.00
P_7	2072	5854	3781	9635	P_7	21.51	60.75	39.25	100.00
P_8	2133	6250	4118	10368	P_8	20.57	60.29	39.71	100.00
P_9	2286	7684	3843	11527	P_9	19.83	66.66	33.34	100.00
P_10	2431	11856	725	12581	P_10	19.32	94.24	5.76	100.00

Tabela 4-Anexo4.3: Emprego Industrial por Nível de Qualificação

epsilon=0.3

	empOld_1	empNew_1	empTot_1	empOld_2	empNew_2	empTot_2	empOld_3	empNew_3	empTot_3
P_0	1255	142	1401	302	57	363	138	29	170
P_1	1165	186	1355	289	71	364	137	32	172
P_2	1083	235	1322	277	88	368	135	35	173
P_3	1001	291	1295	263	106	372	131	39	172
P_4	908	353	1264	241	127	371	122	43	167
P_5	817	414	1235	217	149	369	109	48	160
P_6	735	476	1216	196	171	371	98	54	154
P_7	662	542	1208	176	194	375	89	59	150
P_8	596	603	1205	158	217	381	80	65	148
P_9	536	658	1200	143	238	386	72	74	149
P_10	482	707	1196	128	258	392	65	85	153

Tabela 5-Anexo4.3: Emprego Industrial por Nível de Qualificação

epsilon=0.4

	empOld_1	empNew_1	empTot_1	empOld_2	empNew_2	empTot_2	empOld_3	empNew_3	empTot_3
P_0	1255	142	1401	302	57	363	138	29	170
P_1	1160	203	1368	287	77	368	135	33	172
P_2	1073	274	1352	274	101	379	133	38	174
P_3	992	352	1350	261	127	393	130	43	176
P_4	908	428	1342	241	154	401	122	50	174
P_5	817	515	1338	217	185	407	109	57	169
P_6	735	580	1323	196	211	413	98	68	170
P_7	662	654	1324	176	239	423	89	80	173
P_8	596	717	1324	158	265	434	80	91	176
P_9	536	825	1373	143	303	456	72	102	178
P_10	482	925	1419	128	339	478	65	111	180

Tabela 6-Anexo4.3: Emprego Industrial por Nível de Qualificação

epsilon=0.5

	empOld_1	empNew_1	empTot_1	empOld_2	empNew_2	empTot_2	empOld_3	empNew_3	empTot_3
P_0	1254	142	1401	302	57	363	138	29	170
P_1	1150	216	1373	284	81	371	133	34	172
P_2	1079	298	1383	278	109	393	136	39	179
P_3	1002	395	1403	265	142	413	133	47	183
P_4	908	480	1396	241	175	423	122	58	184
P_5	817	558	1385	217	206	432	109	73	188
P_6	735	643	1390	196	240	446	98	88	192
P_7	662	745	1419	176	280	467	89	106	201
P_8	596	833	1446	158	316	490	80	122	209
P_9	536	998	1552	143	374	533	72	136	216
P_10	482	1152	1652	128	429	573	65	149	221

Tabela 7 – Anexo 4.3: Valores das Variáveis "Funções Objetivo" em cada Estratégia (*)

Valor das Funções Objetivo	Estratégia a Maximizar			
	Max Sal	Max PIB	Max Xn	MAX PT(**)
OBJ Salários	34275.132206	32959.010655	27912.800386	34251.463653
OBJ Xn	77273.658440	96029.153641	109403.293236	76448.948487
OBJ PIB	82736.922855	84228.832435	77285.456760	82564.038231
OBJ DFcons	59418.369987	58461.058981	53046.372962	61740.274281

(*) Supondo $\varepsilon = 0.4$ e Condições Iniciais Constantes (tipo AAA). Mantiveram-se os valores originais com a precisão em que são geradas pelo Programa CPLEX.
(**) A Função Objetivo Maximizar Postos de Trabalho (Max PT) é definida pela somatória do número de empregos, sem ponderação pelos respectivos salários. Sua apresentação neste quadro visa mostrar que ao simular o objetivo "maximizar os Postos de Trabalho" encontra-se um valor para a variável que mede o objetivo "Max Salários" apenas 0.07 % menor. Os demais valores das outras variáveis objetivo são também

Tabela 8 – Anexo 4.3:Evolução da Produção e da Capacidade Produtiva -Max Zpib

	XT_agr	CT_agr	XT_en	CT_en	XT_man	CT_man	**C.I. AAA**
P_0	1850.00	1850.00	369.19	500.00	1567.90	2050.00	
P_1	1710.00	1710.00	367.98	455.00	1734.49	2135.85	
P_2	1584.00	1584.00	367.70	414.50	1911.88	2268.08	
P_3	1470.60	1470.60	365.33	378.05	2072.32	2451.92	
P_4	1395.36	1395.36	361.87	361.87	2211.16	2643.21	
P_5	1360.26	1360.26	358.75	358.75	2313.59	2847.95	
P_6	1277.59	1277.59	344.89	344.89	2387.32	3142.47	
P_7	1335.98	1335.98	360.97	360.97	2592.64	3334.00	
P_8	1424.55	1507.77	380.10	380.10	2849.56	3516.78	
P_9	1448.93	1876.85	379.32	379.32	3071.01	3671.51	
P_10	1529.72	2017.87	392.19	521.26	3308.04	3848.49	

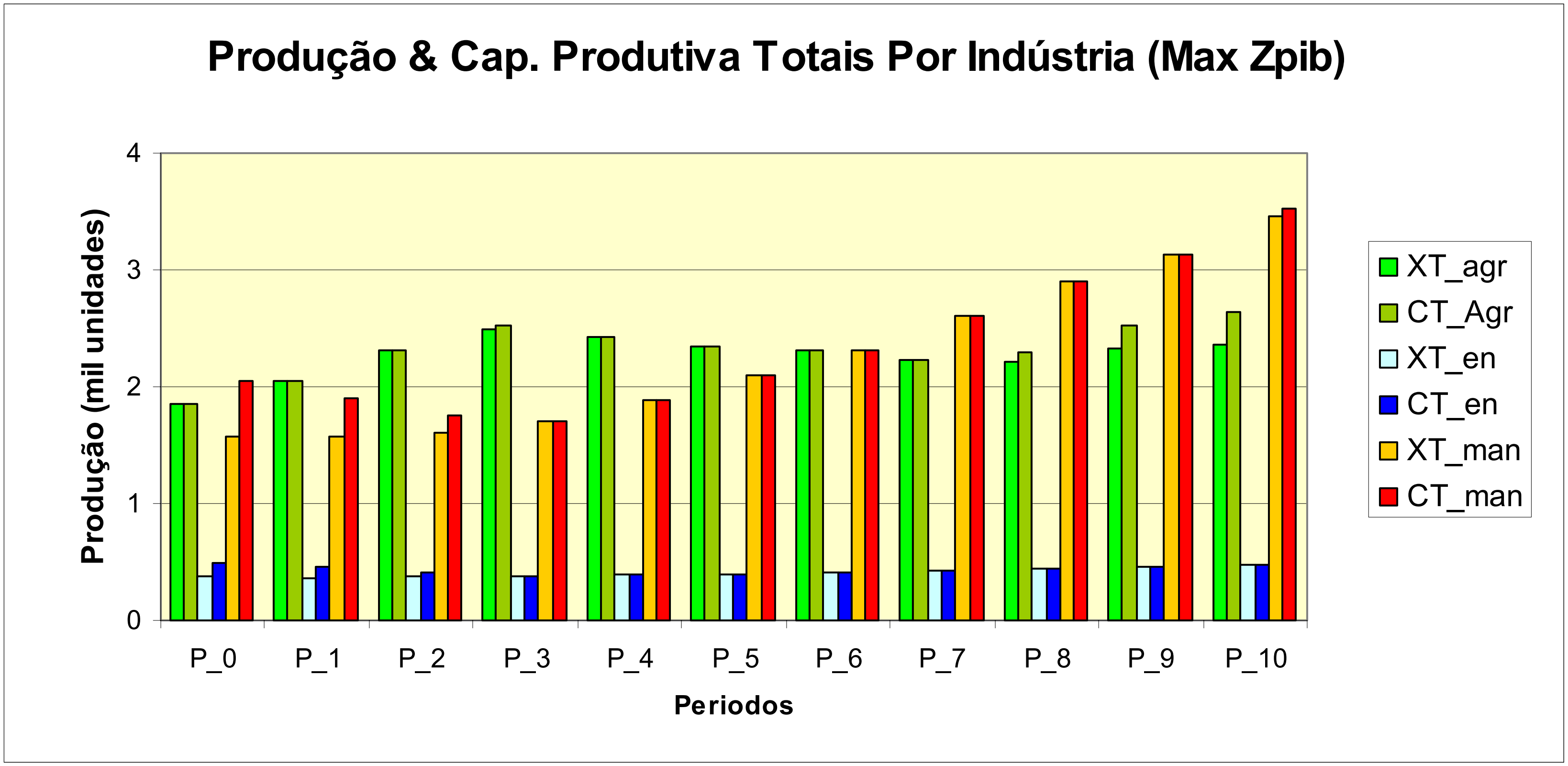


Tabela 9 - Anexo 4.3: Emprego/Desemprego por Nível de Qualificação na Produção de Mercadorias (Max Zpib)

	emp_1	desemp_1	emp_2	desemp_2	emp_3	desemp_3	AAA
P_0	1401	119	363	32	170	0	
P_1	1364	116	367	27	172	0	
P_2	1356	79	381	9	177	0	
P_3	1323	63	390	0	182	0	
P_4	1285	50	386	0	184	0	
P_5	1236	47	382	0	188	1	
P_6	1204	27	384	1	193	0	
P_7	1179	0	388	2	202	0	
P_8	1127	0	391	3	210	0	
P_9	1077	0	398	0	218	0	
P_10	1028	0	403	0	225	0	

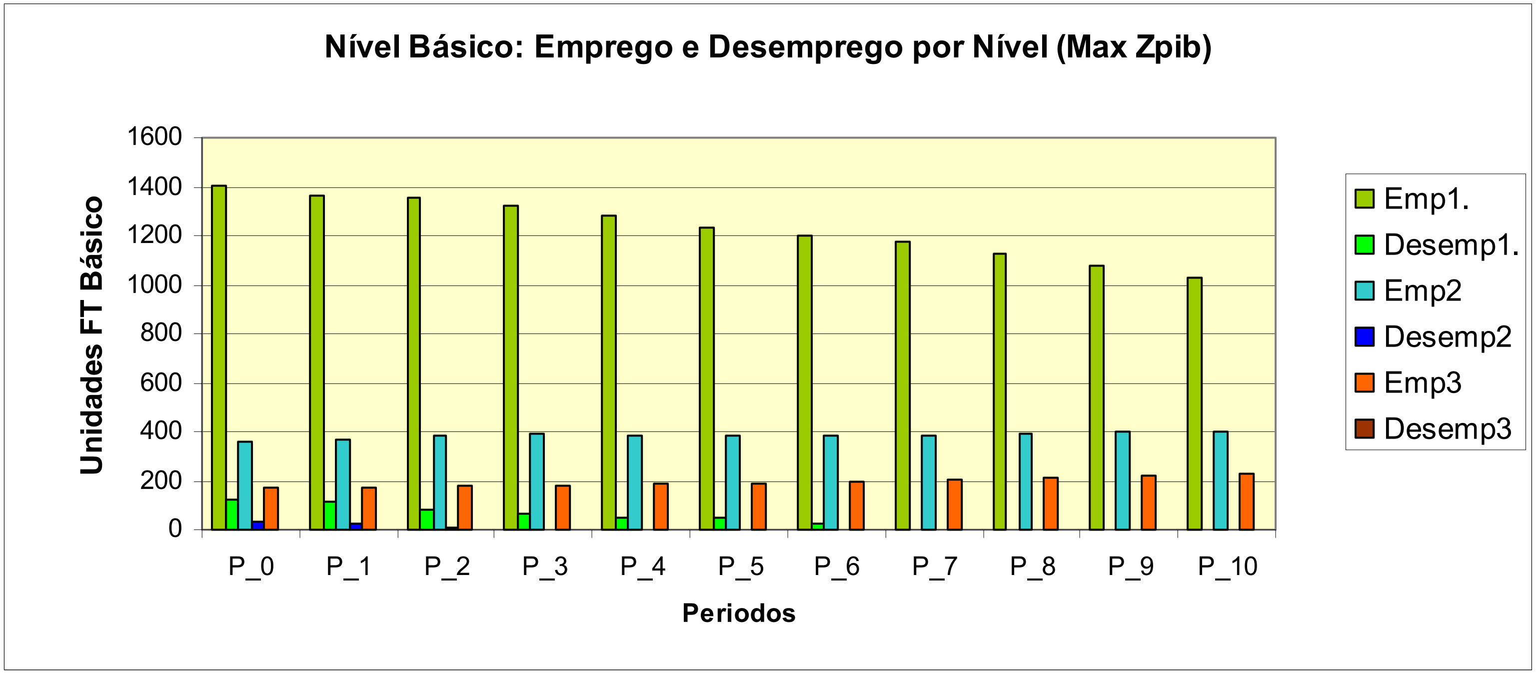


Tabela 10 - Anexo 4.3: Evolução do PIB, Investimentos e Consumo Final (Max Zpib)

Valores em % **AAA**

	Cmin	Ctot	INVt	DF=PIB		Cmin	Ctot	INVt	DF=PIB
P_0	1912	4015	1402	5417	P_0	35.30	74.12	25.88	100.00
P_1	1882	4175	1528	5703	P_1	33.01	73.20	26.80	100.00
P_2	1895	4448	1702	6150	P_2	30.82	72.33	27.67	100.00
P_3	1879	4718	1892	6610	P_3	28.43	71.37	28.63	100.00
P_4	1841	4922	2054	6975	P_4	26.40	70.56	29.44	100.00
P_5	1794	5153	2239	7392	P_5	24.28	69.71	30.29	100.00
P_6	1771	5430	2440	7870	P_6	22.50	69.00	31.00	100.00
P_7	1761	5788	2685	8473	P_7	20.78	68.31	31.69	100.00
P_8	1724	6162	2959	9120	P_8	18.90	67.56	32.44	100.00
P_9	1692	6591	3266	9857	P_9	17.17	66.87	33.13	100.00
P_10	1658	7061	3602	10663	P_10	15.55	66.22	33.78	100.00

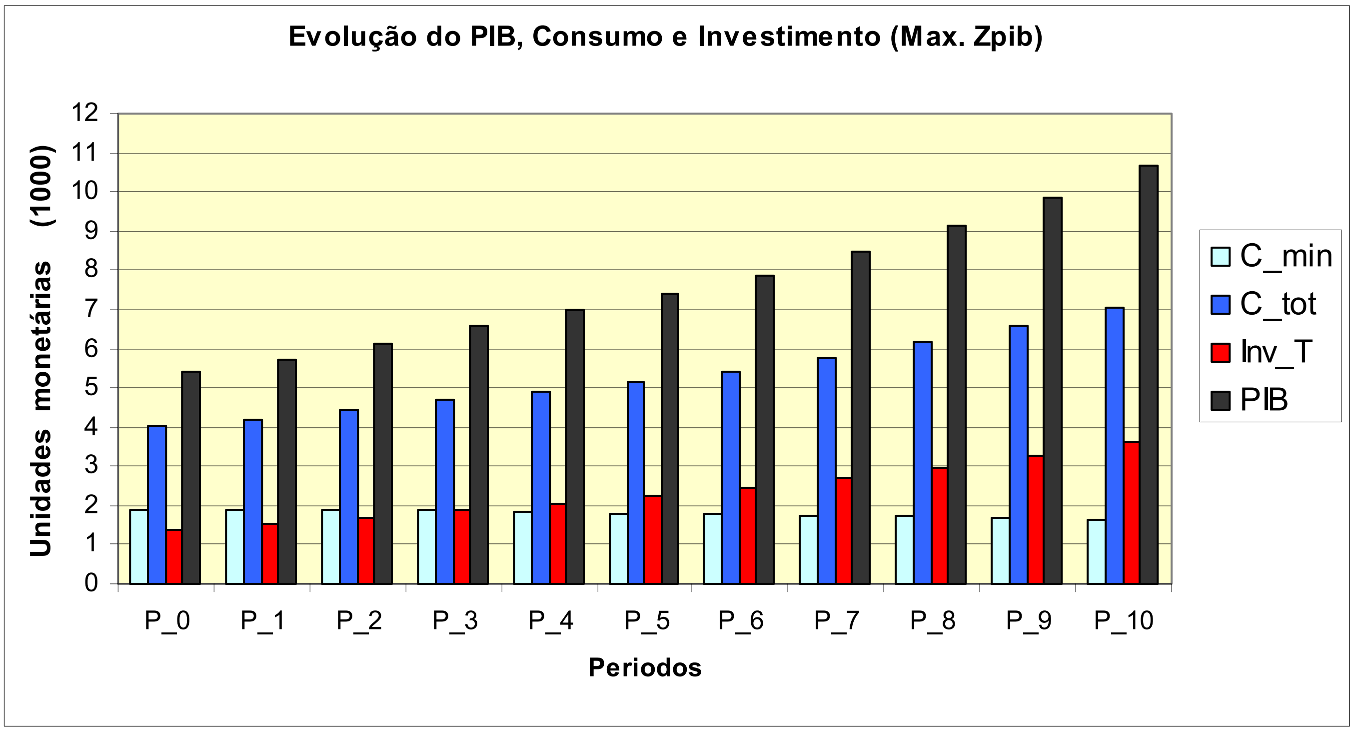


Tabela 11 – Anexo 4.3: Evolução do Consumo Mínimo e Excedente (Quantidades Físicas)

Período_ Setor	Maximizando Emprego				Maximizando PIB		
	Ymin	Surplus_Y	Ytot		Ymin	Surplus_Y	Ytot
P1_Agr	241	680	921		240	666	907
P1_En	179	0	179		178	0	178
P1_Man	241	285	527		241	286	527
P2_Agr	240	961	1201		241	911	1152
P2_En	179	0	179		180	0	180
P2_Man	241	241	483		243	260	503
P3_Agr	242	1300	1542		239	1058	1296
P3_En	180	0	180		178	0	178
P3_Man	243	182	426		241	273	514
P4_Agr	242	1653	1895		234	966	1200
P4_En	180	0	180		175	0	175
P4_Man	243	112	355		236	360	596
P5_Agr	241	2112	2353		227	833	1060
P5_En	180	0	180		170	0	170
P5_Man	243	4	247		230	470	700
P6_Agr	240	2295	2535		224	760	984
P6_En	179	0	179		168	0	168
P6_Man	242	0	242		227	563	790
P7_Agr	242	2500	2742		222	602	824
P7_En	180	0	180		167	0	167
P7_Man	244	0	244		226	701	927
P8_Agr	243	2672	2915		216	507	724
P8_En	182	0	182		164	0	164
P8_Man	246	0	246		221	828	1049

Tabela 12 - Anexo 4.3: Evolução da Produção e da Capacidade Produtiva (Max Zpib) **BAA**

	XT_agr	CT_agr	XT_en	CT_en	XT_man	CT_man
P_0	925	925	250	250	1025	1025
P_1	858	858	228	228	1073	1073
P_2	836	836	214	214	1110	1110
P_3	825	825	210	210	1159	1159
P_4	826	826	209	209	1227	1227
P_5	840	840	212	212	1316	1316
P_6	866	866	218	218	1426	1426
P_7	906	906	228	228	1559	1559
P_8	960	960	241	241	1719	1719
P_9	1386	1386	247	247	1685	1685
P_10	1870	1870	256	256	1655	1655

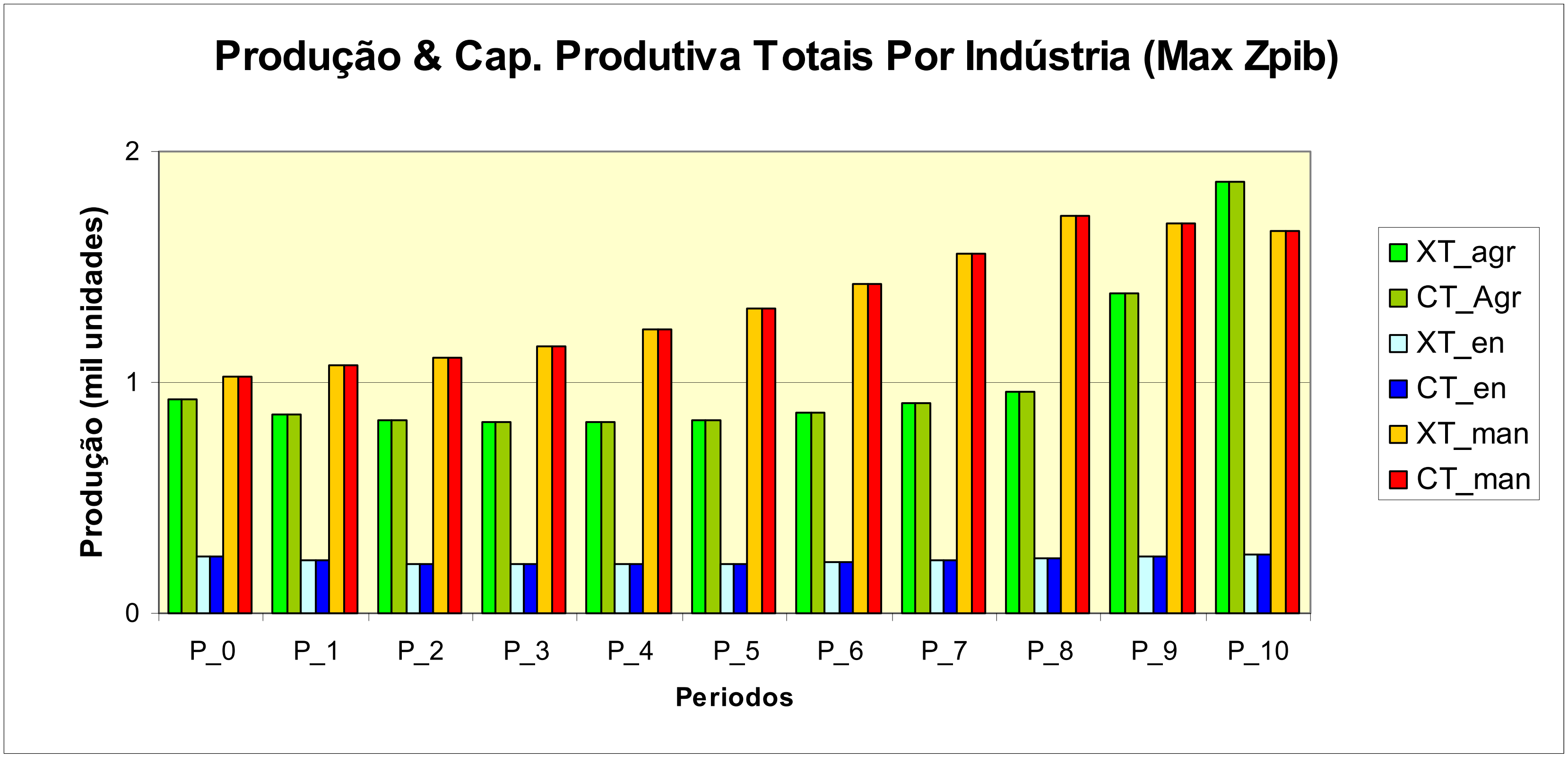


Tabela 13 - Anexo 4.3: Emprego/Desemprego por Nível de Qualificação na Produção de Mercadorias (Max Zpib) **BAA**

	emp_1	desemp_1	emp_2	desemp_2	emp_3	desemp_3
P_0	768	752	217	178	110	60
P_1	713	767	204	191	105	64
P_2	671	764	195	195	102	66
P_3	636	750	190	193	100	64
P_4	610	725	187	187	100	60
P_5	593	690	187	176	101	54
P_6	584	647	189	162	104	46
P_7	582	596	195	144	108	37
P_8	590	538	203	122	114	25
P_9	640	437	223	90	116	17
P_10	703	325	247	52	120	8

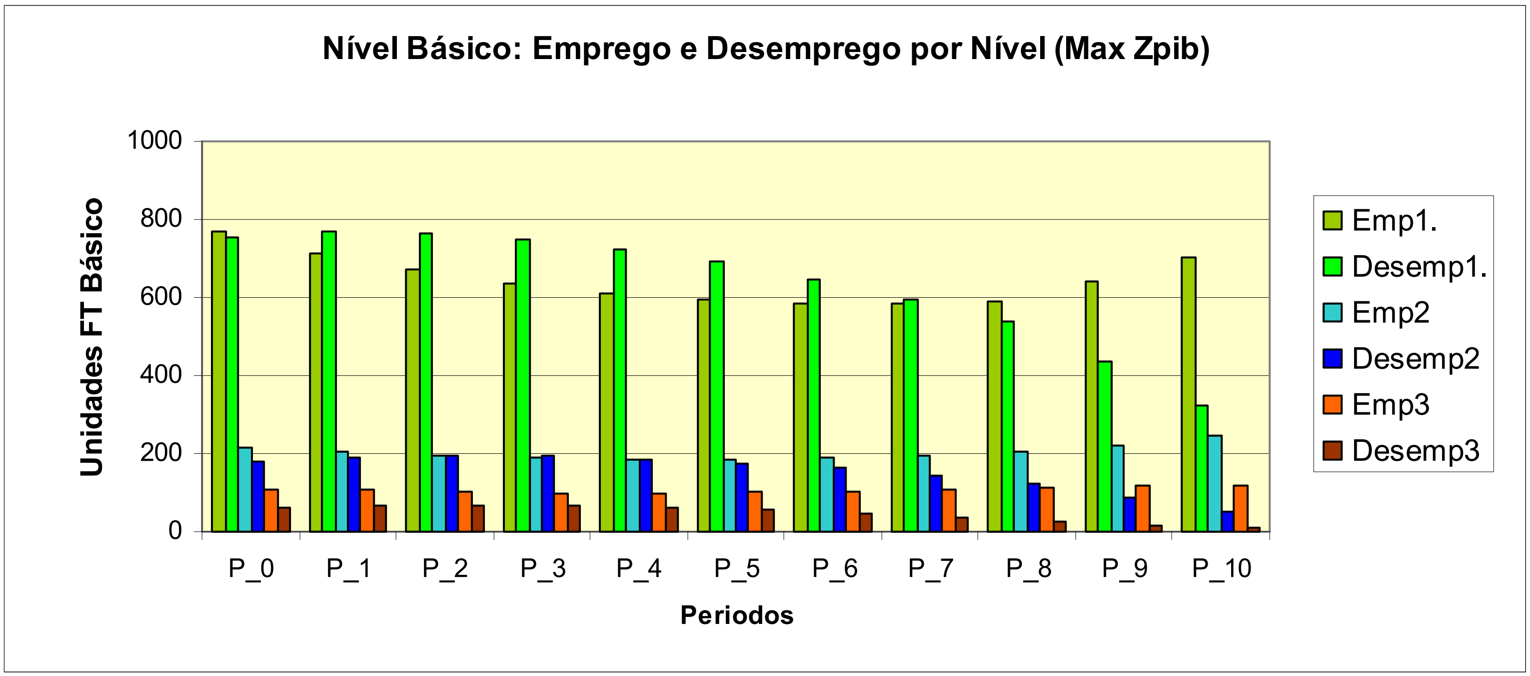


Tabela 14 - Anexo 4.3: Evolução do PIB, Investimentos e Consumo Final

C.I. BAA

	Cmin	Ctot	INVt	DF=PIB
P_0	1085	2332	832	3164
P_1	1014	2322	872	3194
P_2	961	2347	924	3271
P_3	920	2406	991	3397
P_4	892	2504	1075	3579
P_5	876	2642	1177	3820
P_6	873	2824	1300	4124
P_7	883	3051	1446	4497
P_8	905	3329	1616	4945
P_9	976	3678	1801	5478
P_10	1066	4086	2013	6099

Valores em %

	Cmin	Ctot	INVt	DF=PIB
P_0	34.28	73.71	26.29	100.00
P_1	31.75	72.70	27.30	100.00
P_2	29.36	71.74	28.26	100.00
P_3	27.07	70.83	29.17	100.00
P_4	24.91	69.97	30.03	100.00
P_5	22.93	69.17	30.83	100.00
P_6	21.17	68.47	31.53	100.00
P_7	19.63	67.85	32.15	100.00
P_8	18.31	67.32	32.68	100.00
P_9	17.82	67.13	32.87	100.00
P_10	17.47	66.99	33.01	100.00

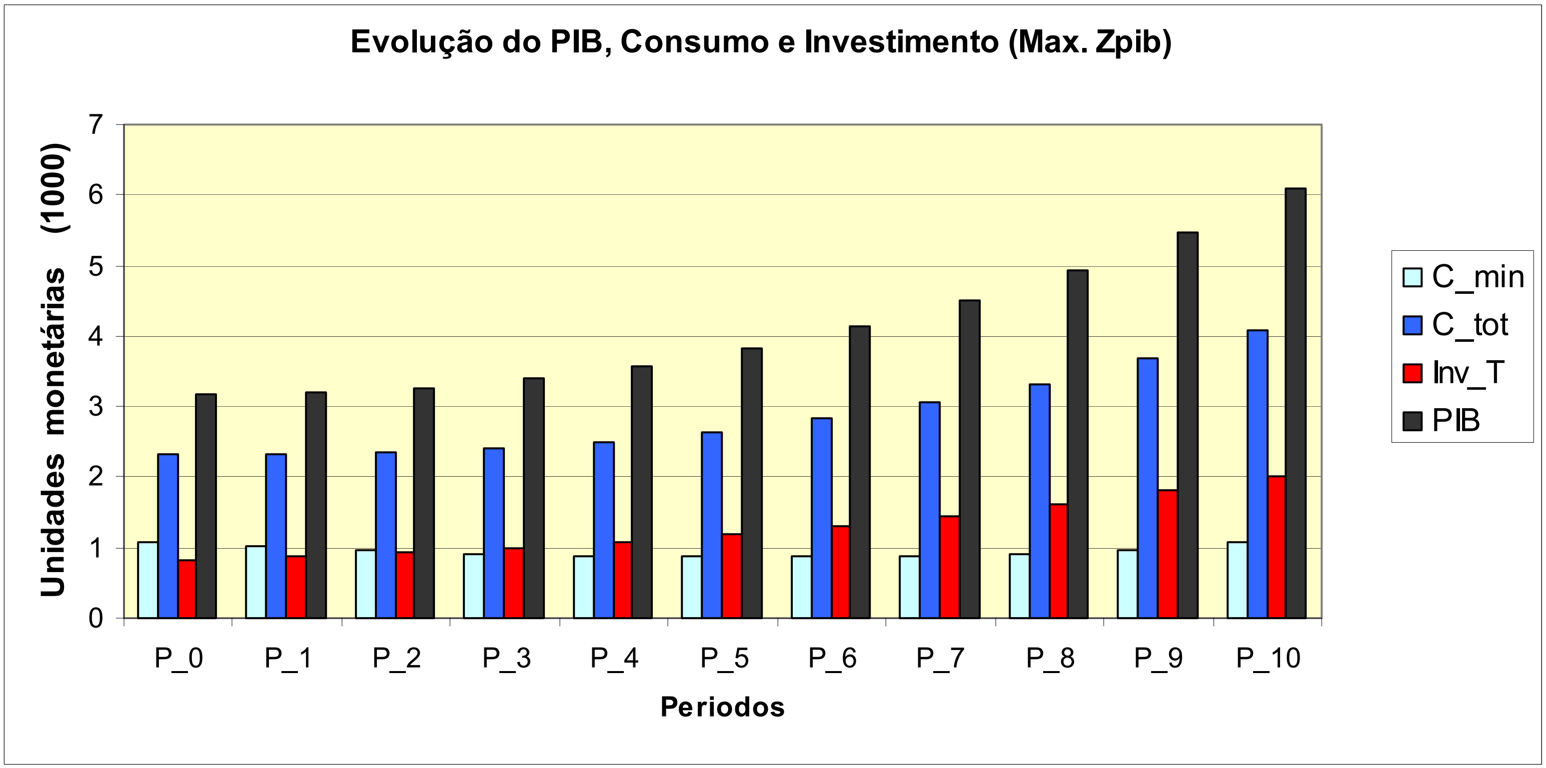


Tabela 15 - Anexo 4.3: Evolução da Produção e da Capacidade Produtiva (Max Zpib)

	XT_agr	CT_agr	XT_en	CT_en	XT_man	CT_man	AAB
P_0	706	1850	113	500	510	2050	
P_1	806	1736	131	455	529	1895	
P_2	800	1699	165	415	774	1756	
P_3	848	1713	195	378	1001	1630	
P_4	878	1787	221	345	1246	1517	
P_5	959	1785	243	316	1434	1519	
P_6	1027	1769	259	289	1592	1592	
P_7	1067	1724	271	271	1733	1733	
P_8	1109	1692	284	284	1870	1870	
P_9	1159	1686	299	299	2027	2027	
P_10	1219	1707	311	311	2217	2217	

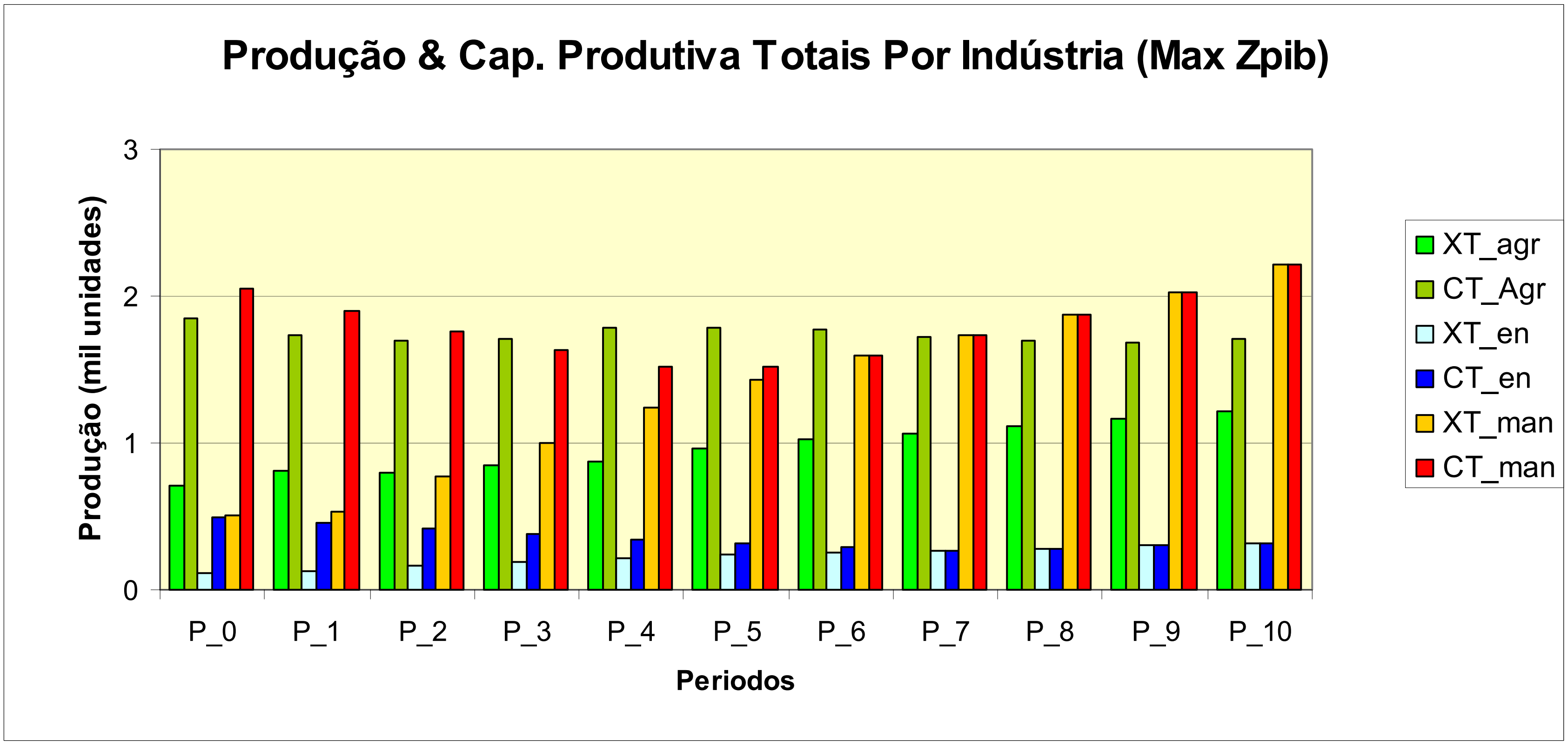


Tabela 16 - Anexo 4.3: Emprego/Desemprego por Nível de Qualificação na Produção de Mercadorias (Max Zpib) **AAB**

	emp_1	desemp_1	emp_2	desemp_2	emp_3	desemp_3
P_0	333	47	100	0	45	0
P_1	397	0	116	3	53	0
P_2	410	0	140	3	72	0
P_3	435	0	165	0	91	0
P_4	425	33	186	0	109	0
P_5	468	12	206	0	121	0
P_6	501	0	220	0	130	0
P_7	521	0	228	0	135	0
P_8	540	0	235	0	139	0
P_9	558	0	243	0	144	0
P_10	575	0	252	0	150	0

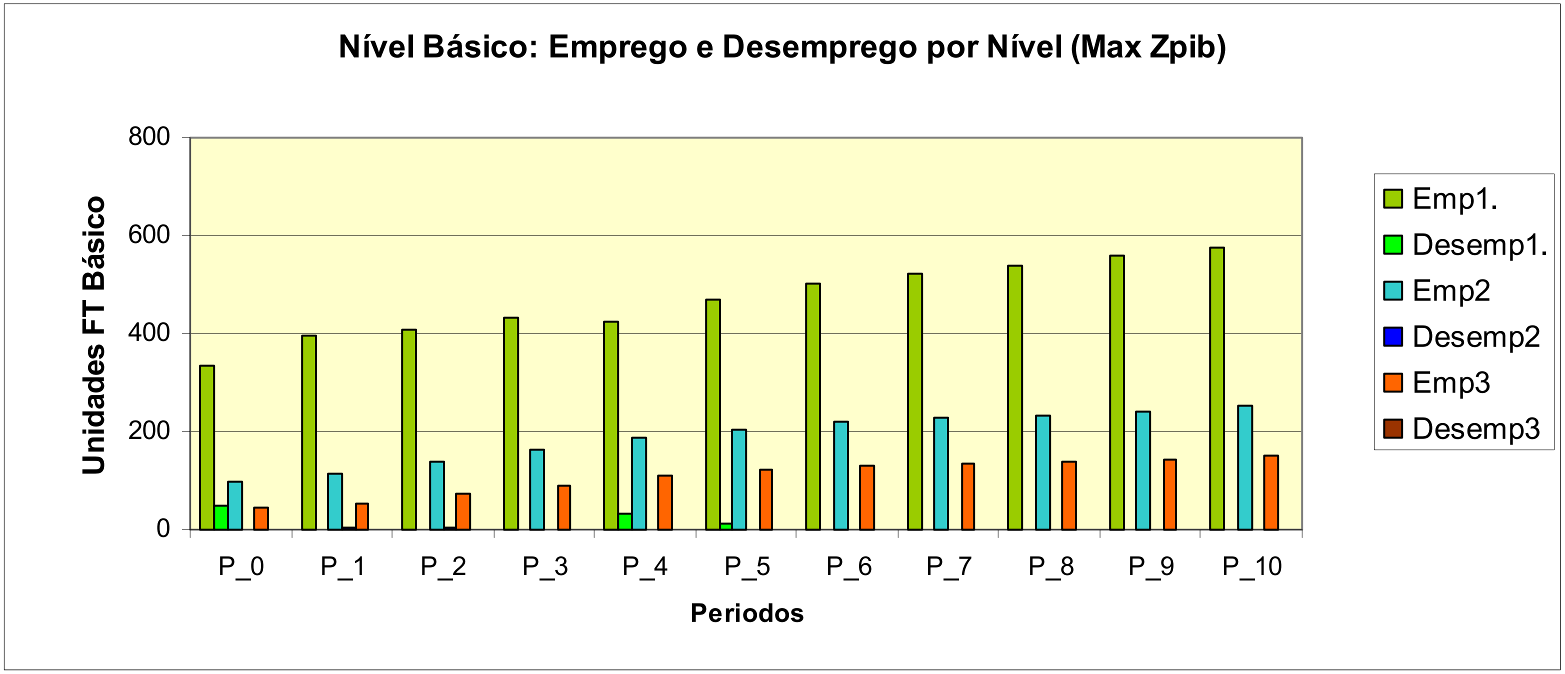


Tabela 17 -Anexo 4.3: Evolução do PIB, Investimentos e Consumo Final - Max Zpib

C.I. AAB

	Cmin	Ctot	INVt	DF=PIB		Cmin (%)	Ctot (%)	INVt (%)	DF=PIB (%)
P_0	474	1456	655	2111	P_0	22.45	68.98	31.02	100.00
P_1	560	1596	691	2287	P_1	24.50	69.80	30.20	100.00
P_2	620	1874	836	2711	P_2	22.88	69.15	30.85	100.00
P_3	691	2179	992	3171	P_3	21.78	68.71	31.29	100.00
P_4	724	2474	1167	3641	P_4	19.88	67.95	32.05	100.00
P_5	800	2792	1328	4120	P_5	19.42	67.77	32.23	100.00
P_6	855	3080	1483	4563	P_6	18.74	67.49	32.51	100.00
P_7	888	3335	1631	4966	P_7	17.88	67.15	32.85	100.00
P_8	918	3587	1779	5366	P_8	17.11	66.84	33.16	100.00
P_9	950	3872	1948	5820	P_9	16.32	66.53	33.47	100.00
P_10	982	4201	2146	6347	P_10	15.48	66.19	33.81	100.00

Valores em %

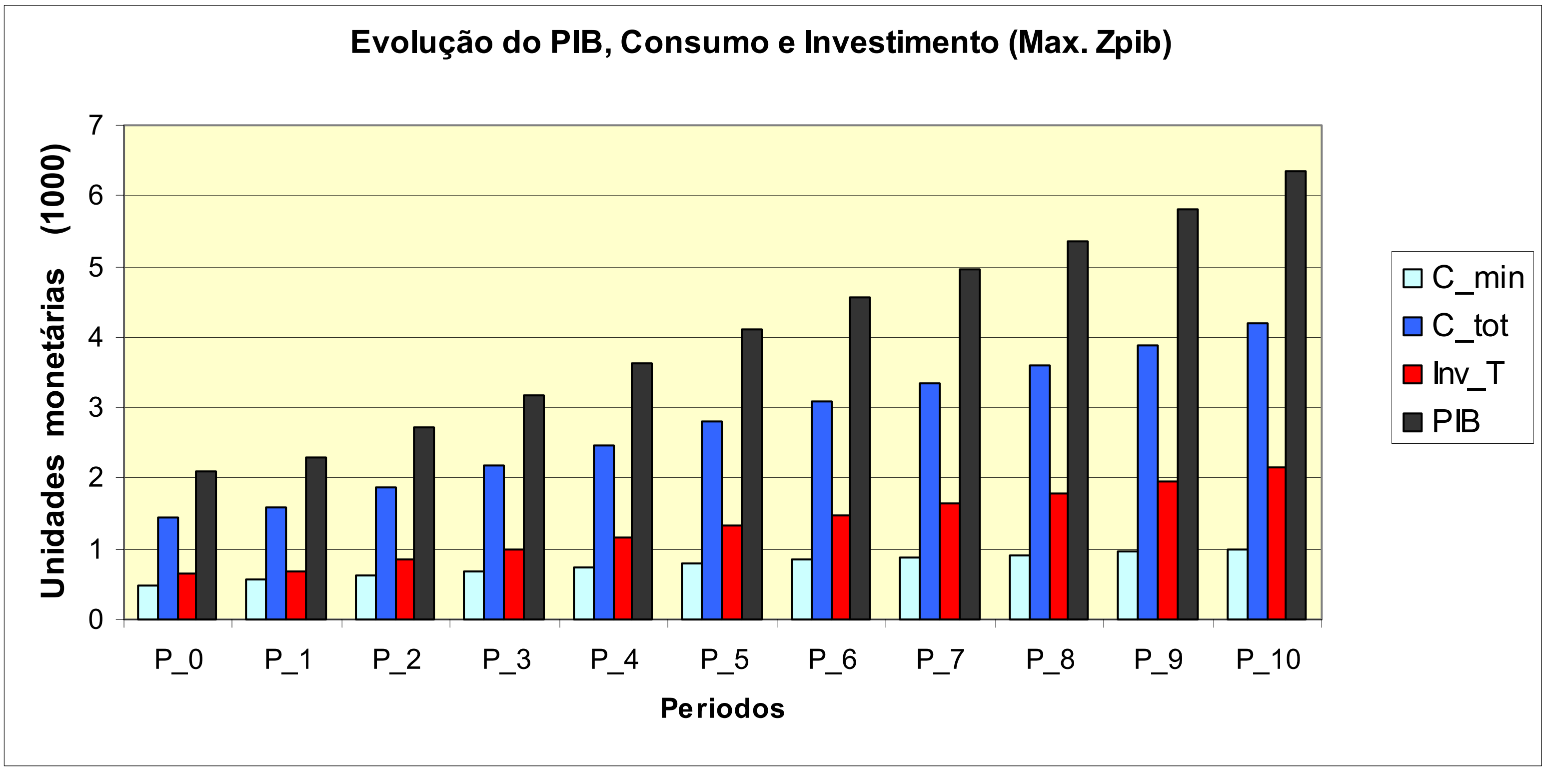


Tabela 18 – Anexo 4.3 : Investimentos para Maximizar PIB sob distintas Condições Iniciais.

	Investimentos para Max Zpib (sob CI AAA).							
	Investimentos em $				Investimentos em %			
	Inv C	Inv Q	Inv M	Inv Tot	Inv C	Inv Q	Inv M	Inv Tot
P1	1274	254	0	1528	83	17	0	100
P2	1442	260	0	1702	85	15	0	100
P3	1682	211	0	1892	89	11	0	100
P4	1820	233	0	2054	89	11	0	100
P5	1903	251	85	2239	85	11	4	100
P6	2137	303	0	2440	88	12	0	100
P7	2385	300	0	2685	89	11	0	100
P8	2661	297	0	2958	90	10	0	100

	Investimentos para Max Zpib (sob CI AAB).							
	Investimentos em $				Investimentos em %			
	Inv C	Inv Q	Inv M	Inv Tot	Inv C	Inv Q	Inv M	Inv Tot
P1	286	405	0	691	41	59	0	100
P2	412	424	0	836	49	51	0	100
P3	568	424	0	992	57	43	0	100
P4	790	376	0	1167	68	32	0	100
P5	1010	318	0	1328	76	24	0	100
P6	1214	269	0	1483	82	18	0	100
P7	1372	259	0	1631	84	16	0	100
P8	1498	282	0	1779	84	16	0	100

Tabela 19 - Anexo 4.3: Evolução da Produção e da Capacidade Produtiva (Max Zpib)

ABA

	XT_agr	CT_agr	XT_en	CT_en	XT_man	CT_man
P_0	1850	1850	360	500	1615	2050
P_1	2030	2030	348	455	1486	1895
P_2	2260	2260	361	415	1562	1756
P_3	2146	2146	374	378	1806	1919
P_4	2020	2044	387	387	2073	2073
P_5	1952	1952	401	401	2281	2281
P_6	1870	1870	414	414	2531	2531
P_7	1762	1795	431	431	2814	2814
P_8	1752	1855	446	446	3087	3087
P_9	1875	2089	460	460	3316	3316
P_10	1934	2240	475	475	3608	3676

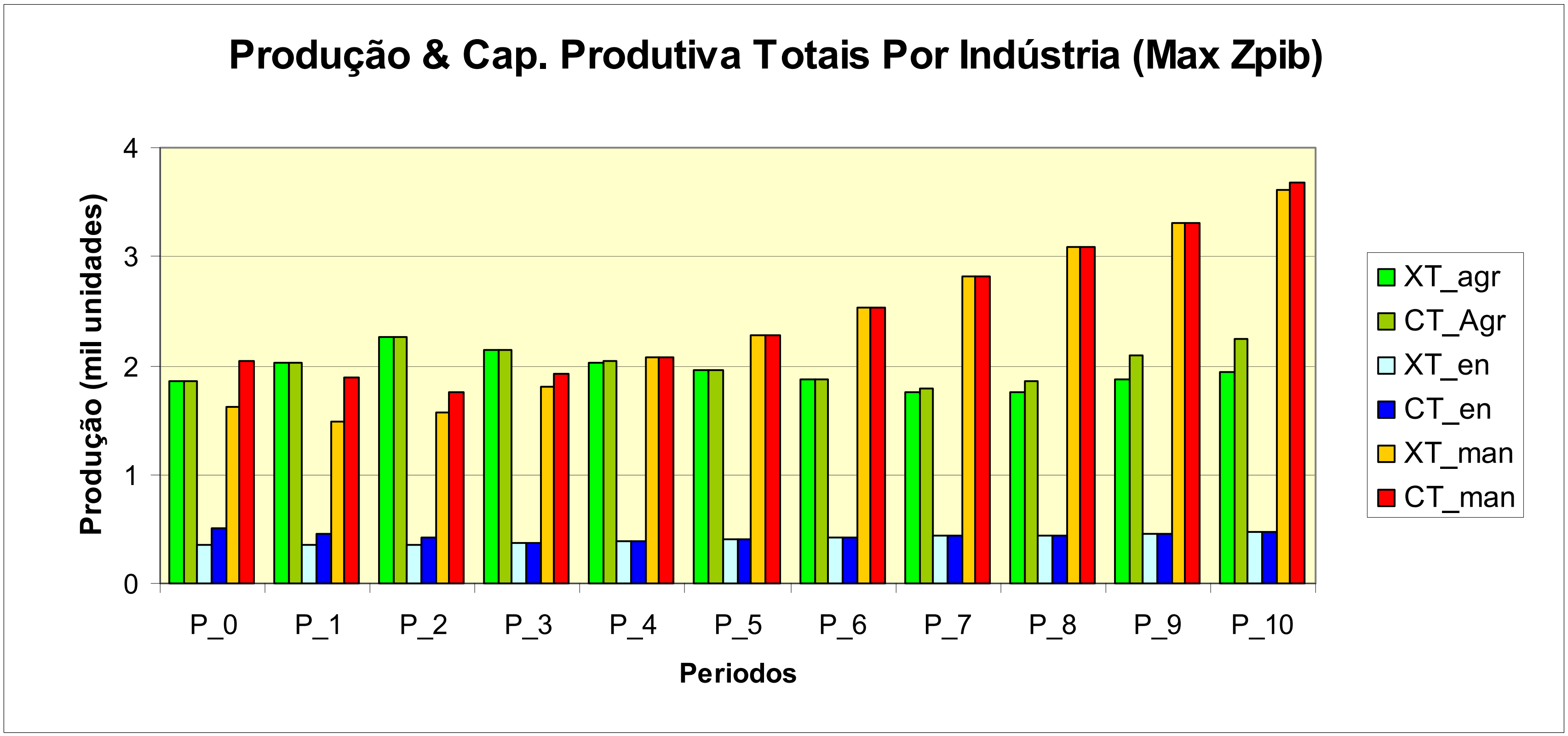


Tabela 20 - Anexo 4.3: Emprego/Desemprego por Nível de Qualificação na Producao de Mercadorias (Max Zpib)

ABA

	emp_1	desemp_1	emp_2	desemp_2	emp_3	desemp_3
P_0	1408	112	363	32	170	0
P_1	1338	115	354	27	164	0
P_2	1332	55	371	1	172	0
P_3	1280	44	371	0	180	0
P_4	1224	38	371	0	187	0
P_5	1191	11	370	0	191	0
P_6	1153	0	369	0	197	1
P_7	1104	0	369	0	205	0
P_8	1056	0	373	2	212	0
P_9	1009	0	381	0	220	0
P_10	963	0	386	0	227	0

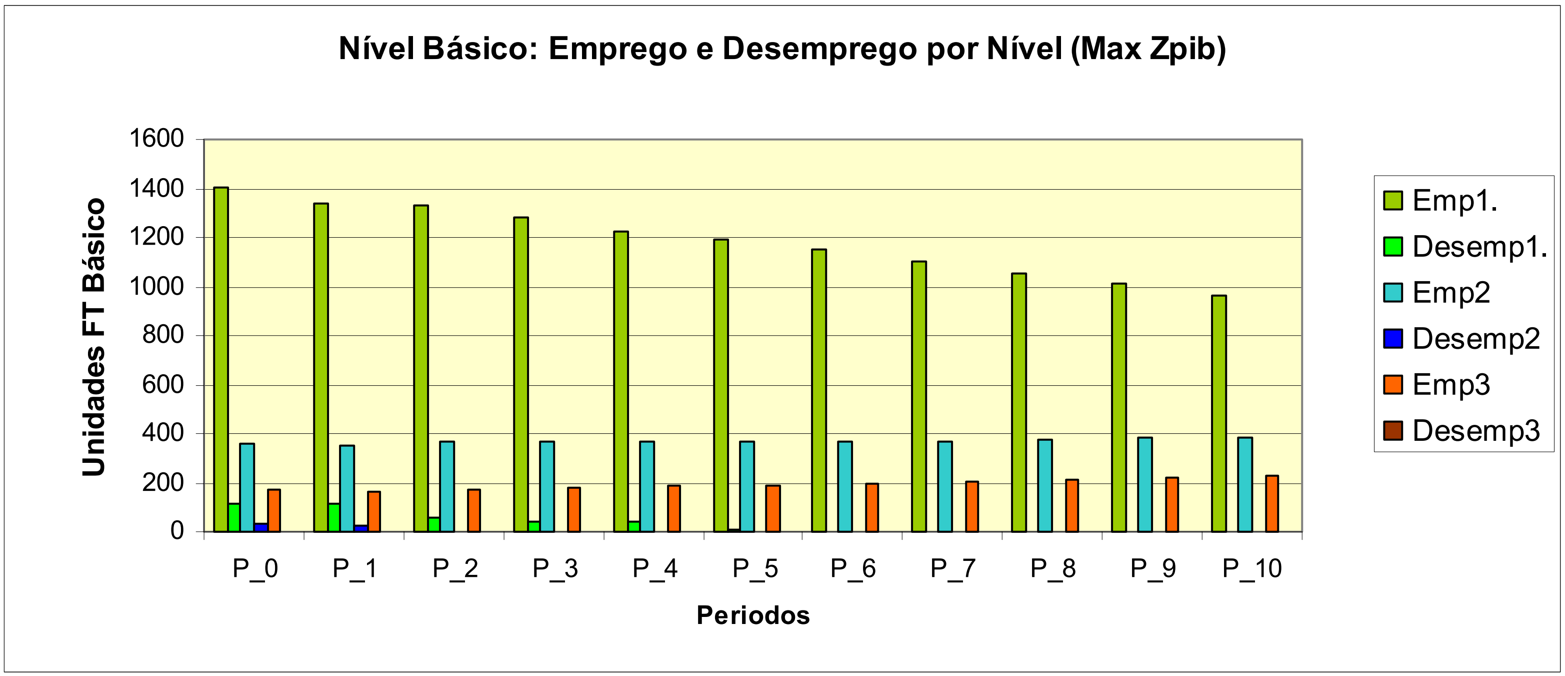


Tabela 21 - Anexo 4.3: Evolução do PIB, Investimentos e Consumo Final (Max Zpib) **ABA**

Valores em %

	Cmin	Ctot	INVt	DF=PIB		Cmin	Ctot	INVt	DF=PIB
P_0	1918	4053	1423	5475	P_0	35.03	74.01	25.99	100.00
P_1	1834	4050	1477	5526	P_1	33.19	73.28	26.72	100.00
P_2	1856	4332	1651	5983	P_2	31.02	72.41	27.59	100.00
P_3	1815	4562	1831	6393	P_3	28.39	71.36	28.64	100.00
P_4	1769	4799	2020	6818	P_4	25.95	70.38	29.62	100.00
P_5	1742	5045	2202	7247	P_5	24.03	69.61	30.39	100.00
P_6	1711	5328	2411	7739	P_6	22.11	68.84	31.16	100.00
P_7	1673	5630	2638	8268	P_7	20.24	68.09	31.91	100.00
P_8	1639	5998	2906	8903	P_8	18.41	67.36	32.64	100.00
P_9	1610	6420	3206	9626	P_9	16.73	66.69	33.31	100.00
P_10	1579	6885	3537	10422	P_10	15.15	66.06	33.94	100.00

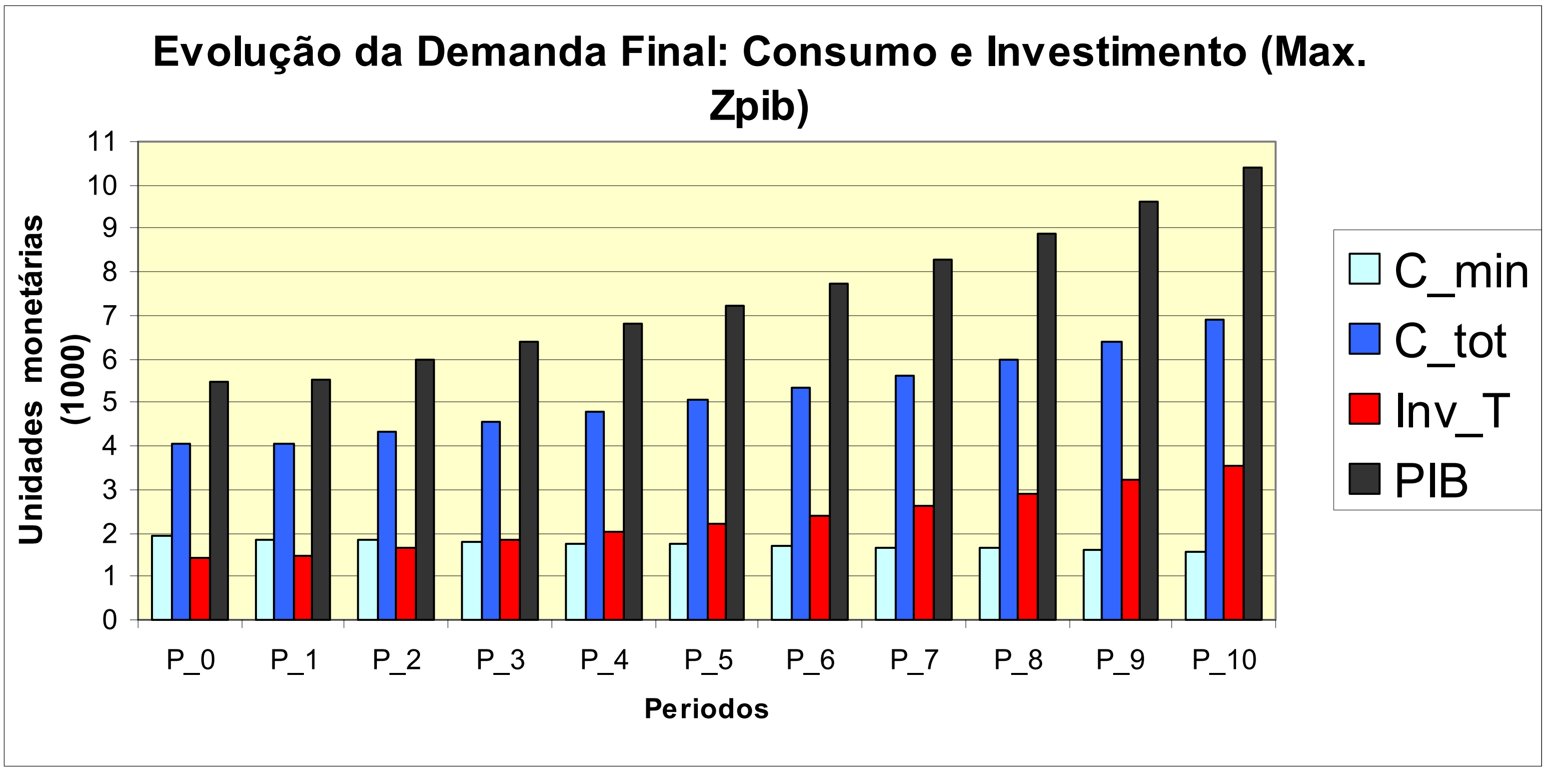


Tabela 22 – Anexo 4.3 : PIB desagregado por Setor (Max PIB e Max Sal)

MAX PIB

	Setor de Origem do PIB			PIB Total
	Agricultura	Energia	Manufatura	
P_1	1423	494	3786	5703
P_2	1802	495	3853	6150
P_3	2019	483	4108	6610
P_4	1871	475	4630	6975
P_5	1657	464	5271	7392
P_6	1542	464	5864	7870
P_7	1295	460	6718	8473
P_8	1140	450	7530	9120

MAX SAL

	Setor de Origem do PIB			PIB Total
	Agricultura	Energia	Manufatura	
P_1	1445	492	3796	5734
P_2	1878	491	3762	6130
P_3	2411	507	3666	6584
P_4	2956	505	3510	6971
P_5	3664	507	3186	7357
P_6	3954	525	3308	7788
P_7	4274	530	3528	8332
P_8	4566	573	3646	8785