



**Universidade Federal de Santa Catarina**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**

**Mário Romero Pellegrini de Souza**

**FATORES DETERMINANTES DO CRESCIMENTO DAS REGIÕES -  
UM PROCESSO DE MENSURAÇÃO**

**Tese de Doutorado**

**Florianópolis**

**2004**

**Mário Romero Pellegrini de Souza**

**FATORES DETERMINANTES DO CRESCIMENTO DAS REGIÕES -  
UM PROCESSO DE MENSURAÇÃO**

**Tese de doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina, com ênfase em Gestão de Negócios, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção de Sistemas.**

**Orientador: Prof. Bruno Hartmut Kopittke, Dr.**

**Florianópolis, novembro 2004.**

Souza, Mário Romero Pellegrini.

Fatores determinantes do crescimento das regiões: um processo de mensuração/ Mário Romero Pellegrini de Souza. Florianópolis, 2004. 161f.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

1.Desenvolvimento econômico. 2.Economia regional.

CDD 338.9

**Mário Romero Pellegrini de Souza**

**FATORES DETERMINANTES DO CRESCIMENTO DAS REGIÕES -  
UM PROCESSO DE MENSURAÇÃO**

Esta tese foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de doutor em engenharia de produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 19 de novembro de 2004.

---

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Banca Examinadora:

---

Prof. Bruno Hartmut Kopittke, Dr.  
Orientador

---

Prof. Judas Tadeu Grassi Mendes, PhD.  
Moderador

---

Prof. Christian Luiz da Silva, Dr.

---

Prof. Jair Mendes Marques, Dr.

---

Prof. Ramon Vicente G. Fernandes, Dr.

---

Prof. José Gabriel Porcile Meirelles, Dr.

*Dedico este trabalho a meus pais, Mario e Cely, a meus filhos Mario Augusto, Luisa, Luca e Luna, e a Regina, minha companheira. Pela paciência, pela formação, pelo tempo roubado e pela inspiração. Vocês são a razão de todo esse esforço.*

*Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Bruno Hartmut Kopittke e a meu “chefe” e amigo, Prof. Dr. Judas Tadeu Grassi Mendes, sem os quais esta tese não existiria.*

## RESUMO

SOUZA, Mario Romero Pellegrini de. **Fatores determinantes do crescimento das regiões** – um processo de mensuração. 2003. 161f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção – ênfase em: gestão de negócios) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

O objetivo desta tese foi criar um processo de mensuração para o crescimento econômico regional, que atendesse ao mesmo tempo a quatro requisitos básicos: i) se enquadrasse dentro de uma classificação teórica previamente estipulada; ii) levasse em conta os modelos macroeconômicos modernos que tratam de crescimento endógeno; iii) utilizasse na sua concepção e aplicação o maior número de variáveis determinantes do crescimento econômico regional; iv) incluísse no modelo uma variável explicativa denominada "dinâmica interna regional". Para tanto, realizou-se uma extensa pesquisa bibliográfica sobre aspectos teóricos e empíricos que tratavam da questão regional, e estudou-se e verificou-se quais os fatores determinantes do crescimento econômico regional que ainda não tinham sido adequadamente mensurados e enquadrados nos modelos conhecidos sobre o tema. Fez-se, ainda, a proposição e o teste de um modelo, com elementos de modelagem macroeconômica e de economia regional, o qual foi realizado com dados obtidos para os estados brasileiros. Ao final, com o intuito de melhorar a previsibilidade do modelo, foram feitos estudos a partir de valores possíveis para a variável "dinâmica interna" das regiões.

**Palavras-chave:** crescimento econômico regional; processo de mensuração; crescimento econômico endógeno; dinâmica interna das regiões.

## ABSTRACT

SOUZA, Mario Romero Pellegrini de. **Factors determining regional growth** – a measuring process. 2004. 161p. Thesis (Production Engineering Doctorate – emphasis to: Business Management) – Production and System Engineering Post-Graduation Program of Santa Catarina Federal University, Florianópolis, 2004.

The present thesis aims at creating a measuring process for the regional economic growth that could meet four basic requirements simultaneously. It should: i) be included in a theoretical classification stipulated previously; ii) take into consideration the endogenous growth modern macroeconomic models; iii) use in its concept and application a great number of variables determining regional economic growth; iv) include an explanatory variable named “regional internal dynamics”. For this purpose, we carried out an extensive bibliographic research on the regional issue theoretical and empiric aspects. We studied all the factors determining the regional economic growth that had not yet been adequately measured and included within the already know models on the subject. We proposed and tested a model including macroeconomic modeling and regional economy elements. The test was carried out using the collected data on Brazilian states. Finally, seeking to improve the model foreseeing ability, we carried out studies based on the possible values of the “regional internal dynamics”.

**Key-words:** regional economic growth; measuring process; endogenous economic growth; regional internal dynamics.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1 Contexto e Justificativa.....	10
1.2 Problema de Pesquisa.....	14
1.3 Objetivos.....	17
1.4 Relevância e Ineditismo .....	18
1.5 Hipóteses.....	19
1.6 Metodologia.....	20
1.7 Limitações .....	20
1.8 Organização do Trabalho.....	21
<b>2 REVISÃO TEÓRICA</b> .....	23
2.1 Espaço e Região: Teoria Econômica Regional.....	23
2.2 A Teoria da Base de Exportação.....	27
2.3 A Teoria da Causação Circular.....	34
2.4 A Teoria da Polarização .....	39
2.5 Interpretação do Desenvolvimento Regional.....	43
<b>3 MODELAGEM E CRESCIMENTO ENDÓGENO</b> .....	47
3.1 Modelos de Crescimento Endógeno.....	49
3.1.1 Crescimento endógeno com dinâmicas de transição.....	52
<b>4 MODELAGEM DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL E SEUS DETERMINANTES</b> .....	55
4.1 Modelagem e Métodos na Análise Regional .....	57
4.1.1 Adequação das variáveis .....	58
4.1.2 Construção de modelos para economia regional.....	60
<b>5 PROPOSIÇÃO DE UM PROCESSO DE MENSURAÇÃO</b> .....	72
5.1 Um Modelo com Governo e Difusão de Tecnologia .....	72
5.1.1 Difusão de tecnologia com e sem poder de monopólio .....	82
5.2 Compatibilizando Teoria e Prática .....	86
5.2.1 Parte 1 – Importância da Variável Escolaridade no PIB .....	88

5.2.2	Parte 2 - Verificação da Convergência de Renda entre os Estados com a inclusão da variável "progresso técnico" .....	94
5.2.3	Parte 3 - Ajustando os Dados para obtenção da variável "Dinâmica Interna Regional" .....	97
5.2.4	Retornando a variável "dinâmica interna regional" para o modelo de LAU .....	101
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>104</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>109</b>
	<b>APÊNDICE 1 - MODELOS DE CRESCIMENTO ENDÓGENO PARA O BRASIL</b> .....	<b>115</b>
	<b>APÊNDICE 2 - MODELOS ALTERNATIVOS SOBRE O TEMA</b> .....	<b>129</b>
	<b>APÊNDICE 3 - MODELOS COMPLEMENTARES DE CRESCIMENTO ENDÓGENO ...</b>	<b>133</b>
	<b>APÊNDICE 4 - DADOS TRABALHADOS</b> .....	<b>160</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contexto e Justificativa

Grande parte dos cientistas sociais foi, ao longo do tempo, seduzida pelo desafio de descrever o futuro das sociedades por modelos rígidos de determinismo histórico. Isto é compreensível, visto que os modelos deterministas são os únicos capazes de prever a evolução dos fatos sem a intromissão de fatores condicionais. Nesta linha se encaixam as construções econômicas da teoria clássica inglesa da evolução para o estado estacionário e a previsão marxista da falência do capitalismo pelas suas próprias contradições. A História, no entanto, se encarregou de desmentir, uma a uma, essas construções determinísticas, não sem antes exigir que os cientistas sociais descobrissem a antítese para essas previsões catastróficas (SIMONSEN, 1973).

Embora a disputa entre deterministas e partidários do livre-arbítrio seja em grande parte destituída de objetividade lógica, ela teve ao menos o mérito de estimular os pensadores sociais a buscar soluções para problemas que, a princípio, pareciam intransponíveis. De qualquer forma, o pensamento anterior mostra que os modelos, em sua essência, são inexatos, e sabe-se que sua construção dentro da teoria econômica contemporânea sofre influência, em maior ou menor escala, da tradição "ricardiana" que recomenda a divisão do geral em partes, de modo a se considerar dentro de cada parte o maior número possível de variáveis dadas, formulando então várias hipóteses simplificadoras, até que, tendo estabelecido o essencial, permanecem, no modelo, apenas algumas variáveis agregadas.

A alternativa a este tipo de construção poderia conduzir a um tipo de modelo que, levado às últimas consequências, tenderia a ser uma réplica exata da realidade, o que é nitidamente inviável, dadas a complexidade de tal empreitada e a inutilidade da descoberta final.

Uma forma de analisar as diferenças existentes entre os níveis de desenvolvimento dos países é pelo estudo dos elementos que constituem a "Função

de Produção Agregada" desses países. Pode-se tomar como fatores econômicos estratégicos para o desenvolvimento econômico, que afetam o crescimento da produção e da renda, as variações que ocorrem na quantidade e qualidade de dois insumos básicos: capital e mão-de-obra. Desta maneira, considera-se o aumento na força de trabalho, o aumento no estoque de capital, a melhoria na qualidade da mão-de-obra, a melhoria tecnológica e a eficiência organizacional como fatores determinantes do crescimento e, portanto, constituintes da função de produção agregada (VASCONCELOS e GARCIA, 1998).

São nesses quarto e quinto fatores constituintes da função de produção agregada que se concentrará o esforço de pesquisa desta tese. A hipótese subjacente à tese é de que "a melhoria tecnológica e a eficiência organizacional dependem, basicamente, do que se convencionou chamar dinâmica interna regional" (BENKO, 1999). Pretende-se mostrar, desta forma, que o estudo do crescimento regional é fundamental na escolha e posterior mensuração dos parâmetros constituintes da função de produção agregada.

Por outro lado, os economistas clássicos relegavam a um segundo plano as contribuições teóricas da Economia Espacial Clássica,

já que para eles a temporalidade mostrou ser muito mais básica que a categoria espaço. A "História" contaria mais que a "Geografia". Mas, a ênfase na temporalidade girava em torno da universalidade das leis econômicas clássicas, o que viria a ser negado pela Escola Histórica Alemã, contestando a incondicionalidade das leis econômicas, quer no espaço, quer no tempo, elevando o condicionamento geográfico ao nível de importância do condicionamento histórico (FERREIRA, 1996).

No Brasil, já há algum tempo, a questão regional não tem sido listada entre as prioridades da comunidade acadêmica em termos de ensino e pesquisa. A gravidade dos problemas de curto prazo e o relativo insucesso das políticas públicas de desenvolvimento regional implementadas durante as últimas décadas atestam que os governantes no poder central não tratam as questões de desequilíbrio espaciais no processo de crescimento econômico de forma adequada. Uma parte deste insucesso na escolha e aplicação das políticas públicas se deve a uma mensuração inadequada dos fenômenos econômicos que acontecem no âmbito das regiões.

O desenvolvimento regional, de acordo com estudos recentes, implica a participação de toda a sociedade no processo, e esta participação, por sua vez, exige uma população esclarecida e atuante, capaz de promover uma integração que é absolutamente essencial ao processo de desenvolvimento local. Por outro lado, os modelos macroeconômicos de desenvolvimento, nos quais o crescimento se faz por via endógena e variáveis como educação, dinâmica interna das regiões e progresso tecnológico desempenham papel primordial, têm sido, cada vez mais, objeto de estudo e reflexão por parte dos economistas de uma maneira geral (BENKO, 1999; CASAROTTO e PIRES, 1998).

O argumento de que retornos decrescentes podem desaparecer a partir da adoção de uma visão mais ampla do insumo capital, de maneira a incluir capital humano, possibilitando obter um crescimento de longo prazo do produto *per capita*, sem progresso tecnológico exógeno, é cada vez mais evocado por economistas interessados no desenvolvimento regional<sup>1</sup> (BOISIER, 1980; ANDRADE T. A., 1980).

De qualquer forma, um passo importante na modelagem que se pretende é a identificação e conseqüente mensuração das variáveis que, modernamente, permitem que duas regiões subdesenvolvidas tenham, a partir de uma mesma base econômica, geográfica e cultural, crescimentos diferenciados. Intuitivamente, aceita-se que um número maior de anos de escolaridade por parte da população, somado a uma mais ampla abertura econômica, que force o desenvolvimento da competitividade, são capazes de produzir tais diferenciais.

Nessa linha, a vertente teórica principal surgiu de uma obra de Benko (1999).

Rompendo radicalmente com o estruturalismo global, mas também com a teoria predeterminista das etapas de desenvolvimento à Rostow, uma série de trabalhos a princípio esparsos iria convergir, no final da década de 1980, para uma nova ortodoxia: o sucesso e o crescimento de regiões industriais seriam devidos essencialmente à sua dinâmica interna (BENKO, 1999).

---

<sup>1</sup> Isto se daria se os retornos para o capital fossem assintoticamente constantes.

A reestruturação espacial da sociedade, acompanhada de uma redefinição de espaço, de uma nova divisão social e espacial do trabalho e da criação de novos espaços de produção e de consumo, é induzida, segundo esse autor, pela passagem para um novo regime de acumulação do capital, acompanhada de mudanças fundamentais multiformes nos modos de produção e de consumo, nas transações e nos mecanismos institucionais de regulação das relações sociais.

O que parece claro nos estudos que procuram justificar as desigualdades regionais em países em desenvolvimento, como o Brasil, é que as aglomerações industriais especializadas têm características que permitem afirmar o seu maior poder de crescimento econômico, *vis-à-vis* outras regiões onde essas características não existem. O problema na mensuração dos diferenciais de uma região sobre a outra é que algumas dessas características são demasiadamente subjetivas para que se possa medi-las com propriedade.

O desafio assim imposto é tanto teórico quanto empírico. O equacionamento do problema teórico passa por várias etapas, desde a agregação das diversas teorias que tratam da questão regional, até as modernas teorias sobre crescimento econômico endógeno. Quanto à parte prática, de aplicação e teste de modelo, o problema é ainda maior, pela dificuldade conceitual na definição de região e conseqüentemente na sua delimitação física e, a partir daí, na obtenção de dados que tratem especificamente da questão regional no Brasil.

Por outro lado, o aparecimento de técnicas de produção flexíveis e de uma variedade de novos produtos criou condições para uma reorganização do processo de produção mundial e, simultaneamente, para os estudos e pesquisas inovadores na quantificação das variáveis determinantes desse processo.

No seu livro *A Quinta Disciplina*, Senge (1998), no prefácio, diz acreditar que o interesse despertado pelo livro advém da forma com que conecta o imperativo da aprendizagem e da geração de conhecimento com ferramentas e métodos específicos que permitem novas formas de pensar e interagir.

A premissa-chave subjacente ao nosso trabalho sempre foi a de que as organizações funcionam da forma como funcionam porque nós funcionamos desta forma, que nenhuma mudança organizacional significativa pode ser realizada sem que se efetuem profundas mudanças nas formas de pensar e interagir das pessoas. A pergunta-chave é como fazer isso (SENGE, 1998).

A teoria do capital humano atribui à educação formal e informal<sup>2</sup> um papel relevante no desenvolvimento econômico-social, o que se justifica na consideração de que níveis de educação mais altos geram mais habilidades, que, por seu turno, aumentam produtividades, que elevam salários e PIBs. Os estudos empíricos microeconômicos têm aperfeiçoado e estendido esta base de evidências, mostrando que homens e mulheres mais educados aprendem mais do que homens e mulheres menos educados, numa larga faixa de atividades (SCHULTZ, 1987).

Modernamente, o mundo concorrencial, com as iniciativas aparentemente espontâneas dos agentes econômicos, é a chave para se compreender a nova economia urbana. Expressões como "desintegração vertical" e "divisão social do trabalho" estão na ordem do dia dos pesquisadores da questão espacial. Porém, essa contradição entre a subjetividade empresarial e a coerência social deve ser de alguma forma regulada. Nesse sentido, a materialização das atividades no espaço, antes de qualquer outra atividade, antes mesmo da constituição do mercado, constitui a primeira forma de regulação.

assim como, no século XIX, a cooperação simples foi a primeira etapa da hierarquia capitalista, assim também a aglomeração, com seu cortejo de oportunidades potenciais, atualizáveis a baixo custo, foi e continua sendo a primeira condição do mercado capitalista (BENKO, 1999).

## 1.2 Problema de Pesquisa

Ao se procurar modelar o crescimento econômico regional, deve-se levar em conta as especificidades regionais que provocam alterações nos modelos macro-

---

<sup>2</sup> Através de modelos do tipo "aprender-fazendo".

econômicos de crescimento econômico. Algumas destas especificidades, tais como regulações que padronizem clima, aspectos culturais, raça, religião, propensão marginal do povo da região para poupar ou consumir, têm um grau de subjetividade bastante elevado. Assim, a tarefa do "tomador de decisão", na implementação de políticas para promover o crescimento econômico regional, seja ele do governo ou não, passa pela elaboração de cenários, em que as várias facetas das especificidades regionais devem ser contempladas.

Nesta linha, a grande maioria dos trabalhos de pesquisa envolvendo a questão regional no Brasil centra suas críticas, particularmente nos países em desenvolvimento, no caráter mecanicista da prática do planejamento regional, no que diz respeito às teorias subjacentes e às estratégias que delas derivam, com pequenas concessões para as características reais dos países ou regiões onde as mesmas são aplicadas (RICHARDSON, 1975; BOISIER, 1981, citado por BOISIER, 1980).

Como destacam Friedmann e Weber (1979):

A estreita inter-relação de ideologia, doutrina, teoria e prática induz a esperar que a doutrina do planejamento regional deverá variar não só de acordo com as tradições nacionais da prática do planejamento, mas também em função das ideologias e das condições sócio-econômicas subjacentes. Esta tendência para a diferenciação nacional do planejamento regional é, entretanto, obstaculizada pela tendência oposta que visa à normalização das doutrinas (citados por HADDAD et al., 1989).

Esse é o principal problema que a pesquisa aqui desenvolvida procurará esclarecer ao estabelecer um modelo mais apropriado no tratamento da questão regional. Este modelo deverá ser capaz de selecionar variáveis explicativas adequando-as às informações disponíveis, sem perder a substância da informação. O propósito final desta modelagem, seguindo a linha de raciocínio estabelecida por Boisier, é localizar-se num ponto intermediário entre a generalização e a especificidade, a fim de contribuir à gestação de um paradigma alternativo de desenvolvimento regional, para o qual é indispensável certo nível de generalização, ao qual deverão se incorporar elementos que aproximem mais o projeto da realidade econômica, social e política dos países em desenvolvimento.



Ao mesmo tempo, a modelagem proposta, ao escolher, ponderar e quantificar os parâmetros determinantes do crescimento econômico regional, estará direcionando o esforço de pesquisa para a obtenção e elaboração de um banco de dados adequado ao estudo do problema regional de forma abrangente.

Seguindo aspectos mais empíricos da modelagem que se pretende esmiuçar, tendo como pano de fundo o Brasil, mudanças estruturais ocorridas na última década intervieram nas decisões localizacionais dos agentes econômicos, o que, somado à dificuldade de obtenção de dados censitários e às evidências de elevação da produtividade industrial,

impuseram sérios limites tanto para a utilização de estimativas da evolução espacial do valor agregado pela indústria como para a utilização de variáveis *proxies*, como, por exemplo, o emprego industrial (ANDRADE, 1997).

Se não há consenso entre as interpretações dos destinos da distribuição espacial da indústria nacional, também não se encontra uniformidade entre os métodos utilizados para a demonstração das evidências dos movimentos espaciais deste setor.

Surpreendentemente, estudos baseados em estimativas do Valor da Transformação Industrial (**VTI**) para a década de 90 chegam a conclusões opostas acerca das tendências de (des)concentração da indústria. (ANDRADE, 1997).

Como se pode ver, existe um campo amplo para o estudo, tanto acadêmico quanto metodológico, do crescimento econômico das regiões. Para ser bem fundamentada, qualquer pesquisa que se faça nessa área deve seguir um caminho que contemple as teorias clássicas sobre desenvolvimento regional e as modernas metodologias de mensuração desse desenvolvimento, bem como ser capaz, ao mesmo tempo, de projetar novas técnicas de análise e quantificação.

O que se nota, no entanto, é que em razão do aparente descaso da academia pela questão regional, o estudo das variáveis explicativas das novas tendências de concentração espacial tem sido, no mínimo, inadequado (HADDAD et al., 1989). Este fato acabou gerando análises incompletas e falhas, estabelecendo a necessidade de estudos complementares mais completos e consistentes sobre o assunto.

### 1.3 Objetivos

O objetivo central deste trabalho é propor um processo de identificação e conseqüente mensuração dos fatores determinantes do crescimento econômico regional. Tal processo deverá ser capaz de, ao mesmo tempo, classificar o tipo de teoria macroeconômica a ser utilizada, medir os parâmetros subjacentes a cada variável básica e enquadrar a teoria escolhida dentro de um modelo que permita que as especificidades regionais sejam contempladas. Essas especificidades estarão contidas em uma variável chamada "dinâmica interna regional", cujas definição e amplitude serão determinadas.

Assim, ao ocupar uma lacuna ainda existente entre os estudos desenvolvidos sobre o escopo do presente trabalho, irá se definir a linha geral para nortear a elaboração de modelos que estabeleçam as formas de um relacionamento entre a dinâmica interna das regiões, capital físico, capital humano e a força de trabalho, buscando, desta forma, mensurar com alguma segurança as variáveis determinantes do crescimento econômico diferenciado em regiões, que sob todos os demais pontos de vista são homogêneas. Para atingir tal fim, valer-se-á de métodos econométricos já adotados por alguns autores na análise de problemas semelhantes.

Um dos objetivos do trabalho, portanto, é analisar como ocorre o processo de crescimento econômico regional e discutir a mensuração desse crescimento estudando as metodologias mais utilizadas e sugerindo novas metodologias.

O objetivo principal foi desdobrado nos seguintes objetivos específicos:

- Verificar o atual "estado da arte" no que tange aos estudos teóricos sobre desenvolvimento regional.
- Identificar modelos capazes de medir com maior abrangência o crescimento regional, selecionando as variáveis explicativas.
- Conferir maior flexibilidade ao processo de escolha das variáveis explicativas na modelagem do crescimento econômico.

## 1.4 Relevância e Ineditismo

A relevância do trabalho se verifica pela importância atribuída ao crescimento econômico como fator de desenvolvimento e promoção humana. Pressupõe-se que o crescimento se dará nas magnitudes desejadas quando, inicialmente, as informações sobre as quais se estruturará o planejamento econômico contemplarem um espaço amostral abrangente o suficiente para que todas as variáveis efetivamente determinantes sejam incluídas e, posteriormente, quando as políticas implementadas através desse planejamento estiverem embasadas em parâmetros consistentes.

Seguindo o primeiro desses dois ramos possíveis de progresso na busca do crescimento, verifica-se que a pesquisa pela informação passa pela maioria dos bancos de dados disponíveis para obter uma amostra realmente significativa do fenômeno do desenvolvimento regional. O tratamento e a metodologia de obtenção das séries temporais com as quais se trabalhará a regressão da função de produção agregada muito provavelmente serão diferentes de um órgão divulgador para outro. A interação entre esses bancos de dados e a identificação de possível viés causado pela correlação entre os dados é de grande importância para aperfeiçoar a metodologia e dar sustentação à conclusão final dos estudos.

Na trilha do segundo ramo possível para melhoria das condições geradoras de crescimento econômico observa-se que, quando os estudos passam da teoria para a prática, nem sempre a transição se faz sem perda da qualidade da informação.

O trabalho é inédito porque propõe um novo modelo que procura atender a essas duas formas possíveis de aperfeiçoar a modelagem regional e, desta maneira, dar mais segurança e consistência às conclusões do estudo. Também inova ao utilizar novos critérios para quantificar os parâmetros envolvidos na explicação do fenômeno regional e ao procurar identificar quais variáveis são importantes na mensuração do que se convencionou chamar "dinâmica interna regional".

Ao contribuir com o Estado na definição de um caminho mais seguro para a planificação do seu desenvolvimento, o estudo cresce em relevância. E esta aumenta ainda mais quando, academicamente, estabelece novos desafios de pesquisa em termos de desagregação e classificação de dados.

## 1.5 Hipóteses

Como hipóteses, tem-se que:

- a) pode-se agrupar a Teoria Econômica Regional em três grandes agregações esquemáticas, a saber:
  1. teoria da Base de Exportação;
  2. teoria da Causação Circular Cumulativa;
  3. teoria dos Pólos de Crescimento.
- b) é possível a construção de um modelo alternativo de desenvolvimento regional, ao mesmo tempo genérico e específico, baseado num conjunto de elementos, macroparâmetros, que delimitam o âmbito do desenvolvimento regional em termos de sistemas de organização econômica, de estilos de desenvolvimento e dos conceitos dominantes sobre desenvolvimento econômico;
- c) a ampliação do conceito de capital para uma abordagem que quantifique capital humano e seus determinantes é, dentro da moderna teoria sobre crescimento econômico endógeno, capaz de explicar produtividades marginais não decrescentes;
- d) a análise dos determinantes do crescimento econômico regional ainda é feita de uma forma possível de ser aperfeiçoada, através do reexame dos modelos usualmente empregados; nesse sentido, uma integração entre os modelos macroeconômicos e os modelos regionais adaptados para este fim é bastante recomendada;
- e) e, como hipótese principal, a de que "a melhoria tecnológica e a eficiência organizacional dependem, basicamente, do que se convencionou chamar dinâmica interna regional" (BENKO, 1999).

## 1.6 Metodologia

Para testar e comprovar as hipóteses mencionadas, a metodologia será dividida em:

- a) pesquisas bibliográficas, com ênfase em teoria macroeconômica sobre desenvolvimento endógeno, teoria econômica regional e modelagem de uma maneira geral;
- b) pesquisa dos métodos utilizados para análise dos determinantes do crescimento econômico regional;
- c) desenvolvimento de um processo de mensuração dos fenômenos que ocorrem no âmbito regional.

As etapas do desenvolvimento desse processo foram:

1. levantamento de antecedentes e fundamentação teórica: pesquisa em trabalhos que tratem do objeto de estudo;
2. identificação dos bancos de dados existentes sobre dados econômicos regionais;
3. definição e classificação das agregações teóricas em economia regional;
4. determinação dos modelos que tratam de crescimento econômico endógeno passíveis de ser estendidos ao caso particular das regiões;
5. determinação dos modelos que tratam de crescimento econômico regional e seus determinantes;
6. verificação das possíveis variáveis explicativas de fenômenos regionais ainda não adequadamente pesquisados, tais como capital humano e dinâmica interna das regiões;
7. interação entre os modelos macroeconômicos e os modelos regionais;
8. compatibilização entre teoria e prática.

## 1.7 Limitações

Em função da abrangência do tema proposto nesta tese, é necessário que se estabeleçam algumas limitações, que poderiam ser resumidas da seguinte forma:

- a) os dados utilizados para o modelo ao final do trabalho foram obtidos de mais de uma fonte, mas vieram basicamente do IBGE, tendo sido complementados, na demonstração do modelo proposto, por indicadores econômicos regionais, com dados colhidos de fontes diversas, com processos metodológicos distintos. Isto ocorreu em função da dificuldade de se trabalhar na desagregação dos dados da RAIS e na obtenção de estatísticas originárias de uma mesma fonte, complementares, confiáveis;
- b) a divisão da teoria econômica regional em três grandes grupos atendeu a uma necessidade de simplificação da modelagem pretendida, o que, de certa forma, implicou a desconsideração de vertentes teóricas importantes na análise regional;
- c) na análise macroeconômica desenvolvida, procurou-se privilegiar aspectos da função agregada de produção compatíveis com o dinamismo interno das regiões e com crescimento endógeno. Nessa abordagem, foram relegadas a um segundo plano discussões sobre variáveis macroeconômicas importantes, mas que, para a análise pretendida, foram consideradas não determinantes.

## 1.8 Organização do Trabalho

Inicialmente se fará uma síntese da teoria econômica regional, buscando entender os conceitos básicos de espaço, região e desenvolvimento regional e as formas como esses conceitos foram tratados pelos cientistas sociais, geógrafos e economistas ao longo do século passado. A discussão do conceito de espaço econômico e região ocupa lugar de destaque nesse capítulo,<sup>3</sup> que ainda apresentará

---

<sup>3</sup> Graças a um certo consenso em torno das idéias de Perroux e Boudeville, essa discussão arrefeceu nos últimos anos, embora a atuação de autores marxistas e geógrafos insista em mantê-la em pauta.

um resumo teórico das principais teorias econômicas vigentes na análise regional. Concomitantemente, se estará fazendo uma interpretação possível do desenvolvimento econômico regional, visando a dar subsídios teóricos ao processo de modelagem que se estabelecerá ao final.

Posteriormente se fará o estudo das teorias que contemplam o crescimento econômico, privilegiando os modelos de crescimento endógeno, procurando demonstrar a viabilidade de se evitar os rendimentos decrescentes para o capital, a partir de um tratamento diferenciado dado a algumas variáveis, tais como capital humano e dinâmica interna das regiões.

Paralelamente, sempre com o intuito de atingir os objetivos propostos, se estará analisando as formas como se processa a integração entre a teoria e a prática na modelagem do desenvolvimento regional pelo exame dos principais modelos utilizados para tal abordagem.

Finalmente, se fará a proposição de um processo de identificação e mensuração dos fatores determinantes do crescimento econômico, utilizando-se algumas equações componentes do modelo, procurando, passo a passo, testar e analisar os resultados obtidos de cada uma dessas equações.

A proposição do processo de mensuração final se fará aproveitando a modelagem desenvolvida por Souza (1999), que procurou estabelecer a importância da variável escolaridade no crescimento econômico brasileiro.

Aproveitou-se o resíduo da regressão estudada e denominou-se "dinâmica interna regional". Com este resíduo como variável dependente, realizou-se uma nova regressão, com variáveis observadas, no intuito de identificar a importância relativa de cada uma delas. A seguir, com uma nova variável independente estimada "dinâmica interna regional", retornou-se à primeira função de produção agregada, testando-se a hipótese de melhoria na explicação da mesma.

## 2 TEORIA ECONÔMICA REGIONAL: REVISÃO

Neste capítulo procura-se esclarecer conceitos básicos na leitura do território, sem os quais a tarefa de modelar o desenvolvimento regional fica mais difícil. Inicialmente se fará a distinção entre espaço e região, usando as idéias desenvolvidas por Perroux e Boudeville. A seguir se apresentava um breve resumo teórico das três grandes agregações esquemáticas que darão o suporte teórico, no contexto da Economia Regional, à modelagem que se pretende executar. Tais agregações serão a teoria da "Base de Exportação", a "Teoria da Causação Circular Acumulativa" e a "Teoria dos Pólos de Crescimento".

Por fim, à luz dessas três teorias e do trabalho de Boisier (1980), se fará uma proposta de interpretação de desenvolvimento regional que se estará adotando ao longo deste trabalho, bem como a fixação dos seus principais parâmetros, para que se estabeleça uma estrutura de análise necessária à elaboração do modelo.

### 2.1 Espaço e Região

A idéia de espaço abstrato n-dimensional é mais apropriada, segundo Perroux, para analisar as intrincadas inter-relações econômicas de um país. Os objetos seriam definidos por meio de relações abstratas, tendo-se tantos espaços quantos fossem os sistemas de relações abstratas que definissem um objeto, ou tantos espaços quantos fossem os fenômenos econômicos estudados.

Desta forma, as atividades econômicas não seriam mais "localizadas", ocorrendo uma distinção entre espaço geonômico<sup>4</sup> ou vulgar e os espaços econômicos. A taxonomia do espaço econômico poderia ser feita, então, da seguinte forma: i) como o conteúdo de um plano; ii) como campo de forças; iii) como conjunto homogêneo (ROLIM,1990).

---

<sup>4</sup> A Geonomia é a ciência das leis físicas relativas à terra.



O espaço vulgar é aquele onde a empresa se situa. Mas a empresa ocupa também um lugar definido num outro plano, entendido como o conjunto das relações da empresa com seus clientes, fornecedores, o Estado e concorrentes. Tal plano se modifica com o tempo, não podendo, pois, ser cartografado.

A empresa está também sujeita a um campo de forças, atraindo e afastando objetos e atividades. Determina-se, assim, a zona de influência econômica que na maior parte das vezes transcende a zona de influência topográfica. Por último, a empresa ocupa um espaço determinado por um conjunto homogêneo, no que diz respeito às suas relações com outras empresas. Desta maneira, empresas que tivessem um mercado comum de fatores ou de bens finais, mesmo que estivessem a uma grande distância física estariam num mesmo espaço econômico (ROLIM, 1990).

Desse modo, compreende-se melhor o conceito de pólo de crescimento, devido a Perroux, mediante essa visão abstrata de espaço, com a polarização se dando na matriz econômica, e a concentração territorial aparecendo apenas como uma especificidade do fenômeno.

O conceito de espaço econômico de Boudeville, embora este seja discípulo de Perroux, é um pouco diferente. Boudeville não considera o espaço econômico como sendo abstrato, mas sim concreto, ao mesmo tempo material e humano. No espaço econômico concebido por Boudeville poderiam ser representadas, numa matriz insumo-produto, por exemplo, as variáveis econômicas e suas inter-relações, independentemente de sua localização geográfica. O espaço econômico seria o produto cartesiano das matrizes que representam o espaço das atividades e o espaço geográfico.

Para Boudeville (1972, p.25), a grande diferença entre o conceito de espaço e o de região está no fato de região ser uma superfície contínua. "A região se opõe ao espaço porque ela se compõe de elementos geográficos necessariamente contínuos, de elementos espaciais que possuem fronteiras comuns". Além disso, deve-se ressaltar que a soma das regiões não constitui necessariamente um espaço econômico.

O princípio do efeito de contigüidade é, em si mesmo, bastante simples: tomando-se ao acaso, unidades do conjunto do território, as imediatamente contíguas (distância topológica I), depois aquelas que são relativamente próximas (distâncias II, III,...,n): 1.º apresentam entre si semelhanças muito grandes (homogeneidade); 2.º possuem as ligações de troca mais fortes e bem mais hierarquizadas (polarização); 3.º dispõem de uma faculdade mais forte de descobrir uma aspiração coletiva e estabelecer um plano de ação para atender seus objetivos comuns (BOUDEVILLE, 1972, p.25).

Depreende-se, daí, que quanto mais próximas fisicamente duas áreas estiverem, maior a intensidade dos fatores determinantes de homogeneidade, polarização e uma ação conjunta.

Para Boudeville, o problema básico da análise espacial é o problema da escala. Porém, como Perroux, Boudeville entende que tanto o espaço como a região podem ser vistos sob três ângulos distintos e complementares: i) sob um prisma descritivo, com ênfase na noção de homogeneidade; ii) sob um prisma funcional, centrado na noção de polarização; iii) sob o prisma da tomada de decisão para a política econômica, com ênfase na noção de espaço ou região-programa (ROLIM, 1990).

O caráter pragmático dado por Boudeville à análise espacial, enfatizando os aspectos passíveis de utilização em planejamento regional, permitiu o crescimento da modelagem do desenvolvimento regional em todo o mundo.

Uma questão fundamental que deve ser respondida por quem queira estudar e modelar desenvolvimento econômico é a de como crescem e se desenvolvem economicamente as regiões. Vários autores, com diferentes abordagens, têm procurado responder a essa questão: G. Myrdal, D. North, F. Perroux, J. R. Boudeville e outros. Pode-se fazer uma grande agregação esquemática desses enfoques sob as denominações: Teoria da Causação Circular, Teoria da Base de Exportações e Teoria da Polarização.

Em primeiro lugar, é preciso caracterizar a diferença existente entre uma teoria regional de desenvolvimento e uma teoria geral de desenvolvimento. Esta diferença repousa, basicamente, no fato de a teoria regional de desenvolvimento dar

ênfase a variáveis diferentes, mais do que introduzir novos elementos, em relação à teoria geral de desenvolvimento. Assim, uma primeira diferenciação importante diz respeito ao fluxo de mercadorias, de trabalho e de capital, que, para a economia regional, é livre e portanto sujeito a todas as consequências provocadas por uma grande mobilidade dos fatores de produção e de bens, inclusive, no caso do trânsito livre de mercadorias, à concorrência dos produtos das regiões mais desenvolvidas.

Para as economias nacionais, existem mecanismos de proteção, exercidos através do controle de importações e exportações, via tarifas, taxas diferenciais de câmbio, etc. Além disso, as economias nacionais podem controlar a entrada de imigrantes, se há problema de emprego, bem como a evasão de capitais para outros países, através do controle da moeda estrangeira, enquanto as economias regionais têm que se sujeitar à moeda nacional única.

Uma teoria de desenvolvimento regional deve levar em conta o efeito dessa mobilidade sobre o desenvolvimento da região. Este fator pode atuar de duas maneiras:

- o processo de desenvolvimento pode induzir a modificações nos padrões dos fluxos observados até então;
- dada a característica de economias abertas que as regiões possuem, estas podem contar, para o seu crescimento, além dos recursos próprios, com os de outras regiões.

Um outro fator que deve ser levado em conta na economia regional é o fato de que a distribuição espacial dos recursos naturais e dos mercados consumidores não é igual para todas as regiões. Neste sentido, a teoria da localização tem sido uma poderosa auxiliar da economia regional, melhorando o entendimento desses fenômenos.

Em resumo, ao introduzirmos o elemento regional numa teoria de desenvolvimento econômico, torna-se necessária a inclusão dos seguintes fenômenos peculiares à economia regional:

- o fato de que os recursos estão desigualmente distribuídos entre as regiões;
- a existência de uma mobilidade de fatores entre as regiões, embora muito longe de ser perfeita.

Fixados estes elementos como principais para a elaboração de uma teoria do desenvolvimento econômico regional, é necessário reunir outros elementos retirados da teoria econômica geral, com o propósito de estabelecer uma estrutura que nos permita analisar os enfoques teóricos variados, os quais procuram responder à pergunta inicialmente colocada.

## **2.2 A Teoria da Base de Exportação**

Esta é uma teoria de desenvolvimento regional que considera as atividades de exportação como o motor desse desenvolvimento. Foi estabelecida, inicialmente, para explicar o desenvolvimento das regiões canadenses e americanas no século XIX. Embora de origem recente, ao menos com este nome e na ênfase dada aos problemas regionais, sua principal idéia é mais antiga.

Os planejadores urbanos e os geógrafos, ao analisarem a economia urbana, lançaram as primeiras idéias sobre o conceito de "base". Classificaram como básicas as atividades econômicas que vendem seus produtos além de suas fronteiras, e, como não básicas, aquelas que servem de apoio às atividades básicas. A fonte de crescimento destas economias depende do desenvolvimento das atividades básicas, que possibilita a importação de bens e serviços não produzidos localmente e induz ao crescimento das atividades não básicas.

À tentativa de extrapolar a teoria de base econômica em uma teoria de desenvolvimento econômico de cidades e mesmo de regiões sucederam-se várias críticas. É preciso que se estabeleça que as exportações não podem ser consideradas

como a única fonte de variação no emprego e na renda de uma cidade. Assim, variações no emprego devido a variações nas propensões a poupar e a importar, nos gastos do governo não-local na cidade, e nos pagamentos a fatores de produção que moram em outras cidades comumente acontecem. Mais que isso, o investimento autônomo, não considerado pela teoria de exportação, já que não pode ser explicado por nenhuma relação funcional em nível da cidade, pode representar uma importante fonte de mudança da rede urbana. Além desses, outros fatores, nem sempre de natureza econômica, tais como o crescimento populacional e o progresso tecnológico, podem influir na renda da cidade.

No entanto, a condição *caeteris paribus* é incluída em qualquer tentativa de projeção da relação emprego localizado e emprego não localizado. Desta maneira, supõe-se que o único fator que provoca variações no emprego localizado e no emprego total são as variações nas atividades de exportação, não localizadas. Mas, se outros fatores, como os acima mencionados, podem influir também no nível de emprego, a análise só pode ser feita a curto prazo, já que a longo prazo não se pode garantir que não sofrerão modificações.

Assim, a base econômica tem sua aplicação limitada ao curto prazo e não é capaz de explicar, por si só, o desenvolvimento ou o declínio a longo prazo das cidades ou regiões.

Outra crítica severa à teoria da base econômica como técnica para o planejamento e como teoria para o crescimento urbano é a que não reconhece na atividade de exportação o motor para o desenvolvimento das cidades e regiões. Ele propõe que as atividades não básicas ou locais é que devam ser vistas como a verdadeira base econômica, calcado no fato de que, à medida que crescem as cidades, decresce a percentagem de pessoas empregadas nas atividades básicas. Ainda mais, é a capacidade que têm as atividades locais de apoiar as atividades de exportação que determina a possibilidade de desenvolvimento das cidades.

Nessa linha de argumentação, é importante observar que se propõe um modelo alternativo para explicar o desenvolvimento regional brasileiro, ao se considerar que, no modelo até então adotado, levava-se em conta a estrutura de cada região em função das características da atividade exportadora dominante, que, por sua vez, era vista como dependente das vicissitudes do mercado externo. A proposta é de que se passe a examinar as regiões não somente através do modelo primário-exportador, mas que se dê atenção também ao "potencial de transformação" existente em cada região.

Outra crítica bastante comum feita à teoria da base econômica é de que ela só examina o lado da demanda, isto é, dada uma variação na procura do produto da região, não indaga sobre a capacidade que tem cada região em atender àquela demanda. A teoria da base econômica, portanto, só examinaria as condições necessárias à demanda, deixando de examinar as condições suficientes, a oferta. Contudo, a tentativa de extrapolar a técnica de base econômica, para uma teoria de desenvolvimento econômico das cidades, esbarra na falta de conteúdo teórico para tal empreendimento.

De maneira geral, o início do processo de desenvolvimento de uma região faz-se mediante a exportação de algum recurso natural ou de alguma atividade primária. Isto vale, particularmente, para as regiões novas – escassamente povoadas e sem tradições inibidoras. Regiões que não se enquadram nas características acima têm uma menor dependência dos recursos naturais para o seu desenvolvimento.<sup>5</sup> Também as regiões deprimidas não dependem fundamentalmente de recursos naturais para a sua evolução, pois se caracterizam por possuir um setor industrial

---

<sup>5</sup> Regiões subdesenvolvidas, como a América Latina, são caracterizadas por uma forte pressão populacional e por tradições que nem sempre são coincidentes com as do *homo economicus*, perseguidor de lucros e atento às oportunidades de ganho, podendo também ser caracterizadas por velhas e obsoletas áreas de mineração e/ou agricultura, exaustão dos recursos naturais e atraso tecnológico. Para este tipo de região, o estímulo para o desenvolvimento seria muito mais dependente de fatores tais como aproveitamento de mão-de-obra excedente, investimentos em infra-estrutura e educação.

desenvolvido, embora pouco dinâmico, baixas taxas de crescimento econômico e emigração de trabalhadores qualificados. Suas economias externas e de aglomeração são razoáveis; a força de trabalho e a capacidade empresarial, porém, são empregadas ineficientemente. Nessas regiões, o estímulo para o desenvolvimento proviria de uma radical transformação da estrutura industrial, adequando-a à realidade do mercado nacional ou internacional.

Assim, o primeiro passo para se analisar a possibilidade de uma região atender à demanda externa é o de se conhecer a distribuição dos recursos naturais pelas regiões, bem como sua qualidade e intensidade.

Além disso, a região terá de colocar o produto de exportação no mercado, ao preço fixado por este. Nestas condições, o preço dependerá diretamente do custo de produção, que pode ser dividido em custos de transferência<sup>6</sup> e custos de processamento.<sup>7</sup> A localização da região neste ponto é o fator de maior importância.

Portanto, a curto prazo, os principais determinantes da capacidade de atender à demanda externa são a distribuição dos recursos naturais pelo país, os custos de transferência e os custos de processamento. Finalmente, é preciso que a região tenha algum nível de recursos ociosos ou uma grande mobilidade entre os seus fatores, para, a curto prazo, atender à procura externa.

Ainda que a região tenha condições de atender à demanda externa, isto não será suficiente para que já se inicie um processo de desenvolvimento. Para que o desenvolvimento ocorra as condições a serem preenchidas são a manutenção do dinamismo do produto e a difusão deste dinamismo por outros setores da economia. A manutenção do dinamismo do produto de exportação se ampara na elasticidade-renda da procura e no custo do produto de exportação, bem como nos custos de transação. As formas de se diminuir o custo são melhorando a rede

---

<sup>6</sup> São aqueles que incorrem para trazer os insumos necessários até o local de produção, bem como os custos de levar o produto acabado até os centros de consumo.

<sup>7</sup> Referem-se aos gastos com os fatores de produção e matérias-primas.

de transportes e aumentando a produtividade dos fatores. A difusão do dinamismo para outros setores da região, por sua vez, se escora na característica do produto de exportação que determinará os encadeamentos e na diversidade dos recursos naturais da região que dará suporte aos encadeamentos.

Qualquer artigo ou livro que trate da teoria da base de exportação têm como referência principal o artigo de North (1955), considerado como o primeiro a dar uma formulação do conceito de "base" aplicado ao contexto regional. No entanto, a maioria das apresentações que se fazem da teoria da base de exportação, em nome de North, é excessivamente simplista.

Richardson descreve a teoria da base de exportação como a forma mais simples do modelo de renda regional e destaca sua importância como formulação teórica para estudos empíricos do multiplicador regional; Isard (1960) também ressalta o emprego da teoria da base de exportação nos estudos dos multiplicadores regionais. Silvers, por outro lado, argumentou que a estrutura causal da teoria de North conteria toda a complicação encontrada nos trabalhos mais modernos sobre desenvolvimento regional, o que se contrapõe à simplificação dos dois primeiros.

Alguns dos pressupostos da teoria, como esboçada por North, referem-se a regiões que ainda não conheceram nenhum processo significativo de desenvolvimento, têm baixa renda, pequena população, numa época em que predomina o sistema capitalista no cenário mundial, o que não inclui regiões subdesenvolvidas, as quais, via de regra, já experimentaram um processo de desenvolvimento significativo.<sup>8</sup>

A hipótese fundamental da teoria da base de exportação é que ela possui um papel vital na determinação do nível de renda absoluta e *per capita* de uma região. Ressalte-se, novamente, que a teoria de North se refere a regiões "jovens", portanto sem estrutura produtiva complexa e muito desenvolvida. Em segundo lugar, a importância das exportações é crucial no sentido de moldarem e

---

<sup>8</sup> Mas que são importantes no caso do Brasil.



condicionarem o posterior desenvolvimento de uma região. Em terceiro lugar, destaca-se o caráter necessário, mas não suficiente, da base de exportação para o desenvolvimento regional, no sentido de que é preciso que a base provoque efeitos sobre os outros setores, desenvolvendo-os também, e que a renda se distribua razoavelmente entre a população.

North não deixa de reconhecer que os custos de produção são de grande importância para determinar a capacidade de exportar, porém considera que, embora sejam fatores que vão exercer alguma influência sobre a teoria de crescimento da região, não irão determiná-la. Além disso, se as condições internas de uma região são consideradas como os fatores mais relevantes no processo de desenvolvimento, pode-se chegar à conclusão de que quanto mais desenvolvida for a região, mais ela se desenvolverá (MYRDAL, 1968), o que esclarece pouco sobre as causas do desenvolvimento inicial. Evidentemente, em uma análise de curto prazo as condições internas podem ser preponderantes.

Portanto, de acordo com North, as exportações são uma condição necessária mas não suficiente para o desenvolvimento regional, e a suficiência passa pela possibilidade de diversificação da base através de outros recursos naturais, pela intensidade dos efeitos de encadeamento e pelo padrão de distribuição de renda provocado pela base, e, finalmente, pelas melhorias na produtividade, nos custos e no transporte.

Um dos problemas da teoria, reconhecido por North, é o não detalhamento da questão dos fluxos dos fatores em economias abertas, elemento mais característico da economia regional. Outro problema negligenciado é a localização da base em um ponto específico dentro de uma região, porque as regiões não podem ser consideradas completamente homogêneas.

A maior parte das críticas feitas ao trabalho de North baseia-se no não detalhamento de uma teoria da localização. Critica-se, ainda, o fato de que os modelos de base de exportação, assim como os de base econômica, são "modelos de demanda",

na medida em que consideram uma variável exógena, a exportação, como estratégica, e negligenciam fatores internos determinados endogenamente, normalmente fatores do lado da oferta. Os modelos de base inspiraram-se, metodologicamente, no multiplicador keynesiano, e, posteriormente, na matriz insumo-produto, que mostram o que acontece a uma economia, com recursos ociosos, se aumenta a demanda final. Nesta linha de raciocínio pode-se agrupar as críticas, sem perder de vista seu inter-relacionamento: a) os fatores de oferta são as restrições; b) a teoria de base não enfatiza as ligações inter-regionais; c) o estudo das curvas de oferta regionais como determinantes do investimento; d) a estrutura de oferta provoca diferentes impactos sobre o nível da renda regional.

Concluindo, pode-se fixar alguns pontos fundamentais para o entendimento da teoria da base de exportação: i) a sua diferença em relação à teoria da base econômica é que esta se preocupa mais com a análise da determinação da renda a curto prazo, tipo keynesiana, e aquela com a questão de longo prazo; ii) deve ser entendida dentro dos limites de seus pressupostos, não se aplicando a qualquer situação; iii) não é ainda uma teoria completa e acabada de desenvolvimento regional, por não elaborar, suficientemente, um problema crucial para o desenvolvimento a longo prazo das regiões: a escassez de fatores e sua mobilidade inter-regional; iv) não dá atenção ao lado da oferta, privilegiando excessivamente o lado da demanda.

Embora possa ser questionada a utilidade da teoria da base de exportação para a explicação das questões regionais em um país como o Brasil, argumentando-se que ela não é uma teoria geral do desenvolvimento econômico regional e que só se aplica a regiões que tiveram seu desenvolvimento originado do comércio exterior, novas, sem pressão populacional, e colonizadas por pessoas de "espírito capitalista", pode-se também contra-argumentar afirmando que esta teoria proporciona muitos *insights* para os responsáveis pela elaboração de políticas econômicas para as regiões, tais como a instalação de distritos industriais,

a construção de grandes estradas, o estabelecimento de núcleos agrícolas e a organização de pólos de crescimento.

Ainda assim, a teoria não se aplica a países subdesenvolvidos, uma vez que a distribuição de renda no setor exportador normalmente fica na mão de estrangeiros, dado que o setor local não reage adequadamente às oportunidades de lucro criadas pelo setor exportador e a natureza do bem exportado tem um grau tecnológico, de processamento, mais baixo.

### **2.3 A Teoria da Causação Circular**

A segunda grande agregação esquemática dentro da análise regional é a teoria da causação circular, a qual teve em Myrdal (1968) seu principal formulador. Ele sustentou que o princípio da interdependência circular, dentro do processo de causação cumulativa, tem validade em todo o campo das ciências sociais e que esta deve ser a principal hipótese a considerar no estudo do subdesenvolvimento e do desenvolvimento econômico. Seu pensamento é de que um simples modelo de causação circular com efeitos cumulativos é mais típico dos verdadeiros processos sociais do que a interseção das curvas de demanda e oferta a um preço de equilíbrio, símbolo do raciocínio na teoria econômica.

Seguindo a exemplificação de Myrdal, percebe-se, mais claramente, sua proposta. Assim, considere-se a taxa de tributação em uma determinada comunidade. Partindo do pressuposto de que a tributação local possa ou não ser cobrada diretamente sobre as rendas, estabelece-se que à medida que a base da renda se comprime, a taxa de tributação tem de ser elevada. A elevação tributária estimulará que os negócios e trabalhadores deixem a comunidade, e desestimulará a entrada de negócios e trabalhadores de fora. Então, em uma segunda fase, as rendas e a demanda decrescerão de novo, e, por conseguinte, forçarão a taxa de tributação a se elevar ainda mais, tendo, mais uma vez, efeitos semelhantes aos já examinados.

Da mesma forma, a distribuição de idade menos favorável não só terá contribuído para reduzir a renda *per capita* tributável, como também para aumentar a necessidade relativa de serviços públicos assistenciais. Evidentemente, se a receita para a comunidade não vier através da elevação de tributos, deverá ocorrer alguma forma de compensação, tal como o corte de despesas sociais já programadas, com claras conseqüências sociais.

Quando, nos Estados em que o nível de bem-estar material é alto, a taxa de tributação for impedida de subir, e, não obstante, os serviços públicos mantiverem seus padrões, a explicação deve ser buscada fora das forças de mercado, ou seja, nos subsídios nacionais à comunidade e no estabelecimento de padrões mínimos para os serviços públicos. São as chamadas mudanças compensatórias, induzidas pela sociedade organizada, que têm por finalidade restringir a lei cega da mudança social cumulativa, impedindo-a de promover desigualdades.

O outro lado da balança também deve ser mostrado. O processo cumulativo também funciona se a mudança inicial for favorável.

Assim, a decisão de localizar uma indústria em determinada comunidade, por exemplo, impulsiona seu desenvolvimento geral. As possibilidades de emprego e conseqüente renda àqueles trabalhadores desempregados ou com subempregos aumentariam. Os negócios locais teriam novas oportunidades à medida que aumentasse a demanda para seus produtos e serviços. A mão-de-obra, o capital e a iniciativa são atraídos de fora para aproveitarem as oportunidades de expansão. O estabelecimento de um novo negócio, ou a ampliação de um negócio já existente, expandem o mercado para outros mercados, como ocorre, em geral, com o aumento das rendas e da demanda. Os lucros em elevação aumentam as poupanças, ao mesmo tempo que elevam, ainda uma vez, a demanda e o nível de lucros. O processo de expansão cria economias externas favoráveis à sua continuidade. A taxa de tributação local pode ser reduzida, e melhoradas a quantidade e a qualidade dos serviços públicos. Essas mudanças tornarão a comunidade mais atraente para os negócios e trabalhadores, com um maior aporte de recursos financeiros, sendo naturalmente carregados para a região.

Myrdal defendia que o jogo das forças do mercado tende, em geral, a aumentar as desigualdades regionais, e não a diminuí-las. Em sua opinião, se não houvesse uma política intervencionista, as forças de mercado determinariam que quase todas as atividades econômicas – que na economia em desenvolvimento tendem a proporcionar remuneração bem maior que a média –, bem como outras atividades, como a ciência, a arte, a literatura, a educação e a cultura superior, se concentrariam em determinadas regiões, deixando o resto do país de certo modo estagnado.

Inicialmente, os aspectos puramente geográficos constituiriam o cenário, com os centros comerciais concentrando-se em regiões propícias à construção de um porto, e os centros industriais perto das fontes de energia e dos insumos. Mas, defende Myrdal, o atual poder de atração de um centro econômico se origina principalmente em um fato histórico fortuito, isto é, o de ter-se iniciado ali, com êxito, um movimento, e não em vários outros lugares, onde poderia, do mesmo modo, ter começado com igual ou maior êxito. Daí por diante, as economias internas e externas sempre crescentes fortificaram e mantiveram seu crescimento contínuo às expensas de outras localidades e regiões, onde, ao contrário, a estagnação ou a regressão relativa tornaram-se a norma.

Se classificarmos a migração, o movimento de capital e o comércio como meios pelos quais o processo cumulativo se desenvolve, veremos que eles podem provocar efeitos positivos em determinadas regiões, e negativos em outras. As localidades e regiões onde a atividade econômica estiver se expandindo atrairão imigração em massa de outras partes do país, e, como a migração é seletiva, pelo menos com relação ao fator idade esse movimento tenderá a favorecer as comunidades de crescimento rápido e a prejudicar as outras. Além disso, as regiões mais pobres terão também taxa de natalidade relativamente mais alta, o que agravará o problema de idade na população trabalhadora dessas regiões.

Os movimentos de capital tendem a produzir efeitos semelhantes no crescimento das desigualdades. Nos centros de expansão, o aumento da demanda dará um impulso ao investimento, que, por sua vez, elevará as rendas e a procura,

causando um segundo fluxo de investimentos, e assim por diante. A poupança aumentará em decorrência das rendas mais altas, mas tenderá a ficar inferior ao investimento, no sentido de que a oferta de capital teria de satisfazer a uma ativa demanda. Nas outras regiões, a falta de novo impulso expansionista faz com que a demanda de capital permaneça fraca, mesmo comparada à poupança, que será pequena, porque as rendas também o são e tendem a declinar. Estudos realizados em muitos países revelam como o sistema bancário, quando não controlado para operar de maneira diferente, tende a se transformar em instrumento que drena as poupanças das regiões mais pobres para as mais ricas e mais progressistas, onde a remuneração do capital é alta e segura.

Nota-se, no funcionamento do comércio, a mesma preferência fundamental em favor das regiões mais ricas e progressistas, em detrimento das outras. O aperfeiçoamento dos mercados nacionais contribuirá para desencorajar as primeiras iniciativas de diversificação industrial nas regiões agrícolas.

Os processos cumulativos tendentes à desigualdade regional operam por meio de muitas cadeias causais, as quais, em regra, não são consideradas na análise teórica das forças do mercado. São parte dessas cadeias a seletividade na migração, os efeitos da pobreza na natalidade e as desvantagens competitivas das regiões não expansionistas. Todos os efeitos inibitórios da miséria, operando por outros meios que não os analisados pela teoria econômica tradicional, fatores não econômicos, portanto, são interdependentes em causação circular uns com os outros e todos com as preferências assinaladas no caso das migrações, movimentos de capital e comércio.

Ainda na formulação de Myrdal, a teoria econômica não tem considerado os chamados fatores não econômicos e os mantém fora do âmbito da análise. Figurando tais fatores entre os principais veículos, segundo ele, na causação circular dos processos cumulativos de mudança econômica, sua omissão representa uma das principais deficiências da teoria econômica.

Em oposição aos "efeitos regressivos" existem certos "efeitos propulsores" centrífugos, que se propagam do centro de expansão econômica para

outras regiões. Eles se vinculam ao processo social cumulativo pela causação circular, do mesmo modo que os "efeitos regressivos", em oposição aos quais eles criaram mudanças compensatórias. Representam uma complicação da principal hipótese, segundo a qual, normalmente, as mudanças nos outros fatores, que nascem como reações provenientes da mudança de um fator, tendem sempre a pôr em movimento o sistema, na direção da mudança inicial.

Todavia, em nenhuma circunstância os "efeitos propulsores" permitem estabelecer os pressupostos para uma análise de equilíbrio. No caso marginal, as duas espécies de efeitos se compensarão reciprocamente e uma região estará em estagnação. Mas não é de equilíbrio estável esta posição, porque qualquer mudança nas forças em oposição desencadeará movimento cumulativo ascendente ou descendente.

Myrdal salienta que o estudo realista de qualquer processo terá de considerar grande variedade de mudanças inter-relacionadas diferentemente, em resposta a mudanças primárias, e não nega que, muitas vezes, essas mudanças se inter-relacionam de tal forma que se compensam mutuamente. No entanto, quando as tendências principais em períodos mais ou menos longos são consideradas, as mudanças se fortalecerão reciprocamente e tenderão, portanto, a ter efeitos líquidos cumulativos. Ele sugere que o problema do "ciclo econômico", ou seja, as mudanças nas condições econômicas gerais, passem por uma investigação mais profunda dessas mudanças, que incluiria uma pesquisa nas diferenças entre localidades e regiões, na medida em que tais diferenças se alteram sob a influência do jogo das forças do mercado.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> A visão de Myrdal encontra respaldo na realidade brasileira, onde se observa a clara predominância de São Paulo sobre as demais regiões. O aspecto intervencionista ressaltado por ele aplica-se claramente a qualquer planejamento que se faça em nível regional, já que a experiência ao longo dos anos tem mostrado que a tendência de concentração segue o princípio da interdependência circular dentro do processo de causação cumulativa.

## 2.4 A Teoria da Polarização

A terceira grande agregação esquemática teórica que enfoca o problema de como crescem e se desenvolvem as regiões é a chamada teoria da polarização. Esta surgiu na França, a partir da Segunda Guerra Mundial, no contexto de um sistema capitalista mundial crescentemente dominado pelos Estados Unidos, e em pleno processo de independência e reunificação, no que diz respeito às colônias, que sucessivamente vão recebendo sua "autonomia política".

A teoria foi desenvolvida por F. Perroux (1967) e, segundo ele, um pólo de desenvolvimento seria uma agregação de indústrias propulsoras, geradoras de efeitos de difusão em uma região maior, não sendo possível saber quais são as indústrias propulsoras por sua taxa de expansão relativa. Um pólo de desenvolvimento pode ter sua taxa de crescimento menor que a de cidades, cuja expansão dependa basicamente dos investimentos realizados inicialmente no pólo.

Perroux começa seu trabalho analisando modelos em crescimento equilibrado, que são instrumentos lógicos para evidenciar e classificar as mutações, se considerarmos que a economia, na realidade, não se comporta de forma equilibrada. Inicia considerando que as quantidades na economia, ou os fatores econômicos, são apenas multiplicados por uma constante, não se modificando as proporções entre os fluxos. Na seqüência, analisa que as quantidades na economia se elevam na mesma proporção, de período a período, e os fluxos aumentam sem modificações de estruturas.

A resposta à pergunta básica que Perroux se faz, de por que a economia se altera, é de que isto se dá em função do aparecimento e desaparecimento de indústrias, e, também, das diferentes taxas de crescimento entre os mais variados setores industriais ao longo de um mesmo período ou de períodos sucessivos. Um outro aspecto das mudanças estruturais de uma economia nacional é a difusão do crescimento de uma indústria ou grupo de indústrias, através dos estímulos representados pelos preços, pelos fluxos e pelas expectativas. Em períodos mais longos, os produtos iniciais transformados dão origem a inovações, que, por seu turno, originam novas indústrias.



O que Perroux (1967) trata de responder em seguida é onde isto ocorre:

O fato rude, mas verdadeiro, é o seguinte: o crescimento não aparece simultaneamente em toda a parte. Ao contrário, manifesta-se em pólos de crescimento, com intensidades variáveis, expande-se por diversos canais e com efeitos finais diferentes sobre toda a economia.

O estudo foi dividido, então, em blocos, contemplando a indústria motriz e o crescimento, o complexo de indústrias e o crescimento, e a expansão dos pólos de crescimento e o crescimento das economias nacionais.

A indústria motriz tem forma de "indústria moderna",<sup>10</sup> com taxas de crescimento acima da média, para períodos determinados, agindo sobre as outras indústrias e sobre o produto global da economia.

Quando age sobre as outras indústrias, enquanto firmas individualizadas, considerando concorrência perfeita, atua na interdependência pelo preço único; já enquanto economias externas, cria um vínculo em função da técnica utilizada e suas mudanças e não mais só pelo preço. Pode-se estender estas relações das firmas para as indústrias e ter-se-á a aplicação da economia externa imediata, que leva à compreensão do crescimento: i) expansão (curto prazo) e crescimento (longo prazo) de grandes conjuntos de firmas; ii) diferença entre investimento decidido por uma única empresa segundo a rentabilidade, e investimento decidido levando em conta vantagens e lucros induzidos.

Quando age sobre o produto global da economia, o nascimento de uma indústria nova é sempre fruto de uma expectativa. Um ou mais agentes se propõem a enfrentar uma situação nova e assumem os riscos de sua realização. Uma vez que esses planos sejam compatíveis com os planos de outros agentes, em um mesmo conjunto, a expectativa torna-se criativa. Podem acontecer, então, três situações: a) se os fatores empregados forem ociosos e a criação não acarretar prejuízo para

---

<sup>10</sup> Caracterizada por separação dos fatores de produção, concentração dos capitais sob um mesmo poder, decomposição técnica das tarefas e mecanização.

nenhum outro setor, a nova indústria elevará o produto global da economia; b) se os fatores empregados forem por "substituição", o produto global ainda tem um ganho líquido; c) se parte dos fatores for retirada dos circuitos antecedentes, o aumento líquido será a soma algébrica das perdas e ganhos em produtividade. Após incorporar-se à economia, pode-se analisar sua participação, primeiramente no produto global, e em segundo lugar no suplemento do produto, de período a período, que ela induz no seu ambiente, pois além de não aparecer isolada ela adiciona produto próprio e induzido das novas indústrias tomadas em conjunto.

A inovação implica desestabilizar a economia, criando desigualdades entre agentes, intensificando vontade de ganhos e de poderio relativos. Desta forma, admite-se que não há situação real que exprima o equilíbrio estacionário, e este é um instrumento para registrar as mudanças do sistema, de concorrência a monopólio, abrindo-se portanto o conceito de complexo de indústria. Este não consiste de um grupo de indústrias, simplesmente, mas sim de uma indústria chave, um regime não concorrencial e uma aglomeração territorial.

Indústria chave é aquela que possui a propriedade de elevar a venda de outras, com o objetivo de usar melhor seu capital fixo instalado e reduzir seu custo até o ponto ótimo. O aumento de suas vendas pode elevar as vendas das indústrias relacionadas. Isto pode ocorrer em vários graus, e denomina-se indústria chave àquela que induz a um acréscimo global total superior às suas próprias vendas.

O regime do complexo industrial é, por si mesmo, desestabilizante, por ser de uma forma de combinação oligopólica, e sua conseqüência é um surto de crescimento quando, a longo prazo, a acumulação de capital é superior àquela que seria se a indústria fosse submetida a um regime de maior concorrência e que provoca, ao mesmo tempo, a expansão e o crescimento das indústrias relacionadas. Ainda assim, este regime industrial não demonstra a instabilidade decorrente de que cada indústria é fornecedora e cliente das outras, inclusive sujeita à influência dos poderes públicos.

A aglomeração territorial adiciona características específicas aos elementos acima, intensifica as atividades econômicas, suscita consumidores com padrões diferentes e progressivos, encadeia as necessidades coletivas e determina que os produtores se influenciem mutuamente. O pólo industrial complexo modifica o meio geográfico e, se for poderoso, modifica a estrutura da economia nacional, criando novos centros de acumulação.

O crescimento do mercado advindo da comunicação de pólos industriais é contrário ao crescimento igualmente distribuído, operando-se por irradiações, e alterando, desta forma, o crescimento das economias nacionais e seu desenvolvimento.

Quando se analisam os pólos de crescimento, relacionando-os às economias nacionais, pode-se dizer que o território não é mais somente um local onde vive uma população, e sim uma combinação de conjuntos aditivos, representados por indústrias motrizes, pólos de indústrias e atividades aglomeradas, com conjuntos relativamente passivos representados por indústrias que se relacionam e regiões dependentes dos pólos, onde os primeiros transmitem aos outros o crescimento com suas conseqüências.

Assim, cria-se, em primeiro lugar, um conflito de não coincidência entre os espaços econômicos e políticos. As grandes unidades econômicas são instrumentos de prosperidade e armas do Estado nacional, resultando numa combinação entre poderes privados e públicos na gestão dessas unidades, numa luta entre capitalistas e nacionalistas em nível mundial. Em segundo lugar, enquanto persistirem políticas nacionais e nacionalistas em um mundo sobrepujado pela técnica, subsistirão entraves ao crescimento, mesmo sem conflitos violentos. Cada Estado esforça-se em explorar os pólos que possui para benefício exclusivo ou de seus cidadãos, e emprega parte dos recursos para excluir seus concorrentes das vantagens da exclusividade desses pólos. Daí o combate entre oligopólios quase públicos que põe em perigo a prosperidade e a paz. A eliminação ou redução dessas práticas é uma importante política de crescimento equilibrado numa escala mundial.

## 2.5 Interpretação do Desenvolvimento Regional

A proposta de interpretação do desenvolvimento econômico regional ao longo desta tese pretende se situar em um ponto intermediário entre a tendência à normalização, presente na maior parte dos trabalhos sobre o tema, e a necessária especificidade para que a análise resulte coerente. O planejamento do desenvolvimento econômico regional pode ser dividido em termos de organização econômica, de estilos de desenvolvimento e dos conceitos hoje dominantes sobre o desenvolvimento econômico (BOISIER, 1980).

O setor público e o privado devem ter um papel reconhecido no desenvolvimento regional, podendo, indistintamente, gerar políticas públicas, ou seja, tomar decisões que afetem parâmetros e variáveis macroeconômicas. A consequência mais importante de o sistema ser misto ou capitalista híbrido é a necessidade de se considerar a lógica da expansão e reprodução do sistema em termos espaciais.

Países em desenvolvimento costumam ter uma organização econômica correspondente a sistemas capitalistas mistos, com modalidades diversas de inserção na economia internacional, com áreas mais ou menos significativas de propriedade social, estatal na maioria dos casos, e comunitária em alguns (BOISIER, 1980).

A noção de estilo de desenvolvimento, segundo Boisier, é um parâmetro a ser considerado em qualquer interpretação do desenvolvimento regional que pretenda ir além do abstracionismo das teorias vigentes nesta matéria. No documento básico da Conferência de Ministros de Chefes de Organismos de Planejamento da América Latina e o Caribe, efetuada na Guatemala, em 1980, afirma-se:

O conceito de projeto nacional de desenvolvimento que será utilizado é definido por três elementos: o mecanismo de dotação de recursos predominantes; os mecanismos para obter os objetivos sociais e a distribuição do ingresso e do bem-estar; e, por último, o tratamento do capital estrangeiro e o grau de abertura externa (BOISIER, 1980).

Cada um desses elementos dá origem a três subtipos: a) Mecanismo Predominante de Alocação de Recursos se subdivide em Mercado com Estado

subsidiário, Mercado parcialmente corrigido e Mercado regulamentado; b) Políticas Sociais e de Bem-Estar se subdividem em Política social subsidiária, Política social complementar e Persecução direta de objetivos sociais; c) Tratamento Dado ao Capital Estrangeiro e Abertura Externa se subdividem em Abertura mais ampla, Abertura regulamentada e Abertura restringida. A automaticidade ou a discricionariedade é que irão diferenciar um processo de política econômica de outro.

A industrialização como motor do processo geral do desenvolvimento e da modernização social, mais do que o processamento de recursos naturais, parece ser um elemento do conjunto de características básicas do paradigma regional dominante que é, por sua vez, uma expressão parcial do estilo global (BOISIER, 1980).

Como conseqüência lógica, as políticas de industrialização regional foram prioritárias nos planos nacionais de desenvolvimento e trouxeram, atreladas a elas, a segunda característica do paradigma dominante, qual seja, a urbanização. A dificuldade de evitar a falta de sincronia entre os padrões de industrialização e da urbanização provocou situações de urbanização prematuras e de hiperurbanização, que acabaram estimulando e retroalimentando a industrialização urbana como forma de diminuir os problemas ocupacionais (FRIEDMANN e LACKINGTON, 1976, citados por BOISIER, 1980). A terceira característica do paradigma dominante é a centralização nos processos de decisão. Este é um fenômeno resultante de um quadro muito complexo de fatores, no qual se misturam elementos históricos, culturais, tecnológicos e ideológicos.

Um centralismo exagerado, além do indispensável nível de atividade do Estado na sociedade contemporânea e acima do não menos indispensável grau de integridade que deriva da escala técnica em muitas decisões, tem tendência a gerar certos efeitos negativos, alguns dos quais apresentam significado particular, em relação ao desenvolvimento regional (BOISIER, 1980).

A proposta alternativa, ora formulada, tem Sistema, Estilo e Estratégia como limites para o quadro do desenvolvimento regional e é baseada, conforme

referenciado, em um trabalho desenvolvido por Boisier, na década de 80. No raciocínio desenvolvido por ele, qualquer concepção de desenvolvimento estará engessada ou na Estratégia, ou mais geralmente no Estilo e quase sempre no Sistema. Desse modo, deve-se procurar mecanismos mais eficientes para acelerar o crescimento regional em sistemas capitalistas mistos, com estilos de desenvolvimento nos quais a alocação de recursos, por parte do Estado, é sempre parcial e o crescimento econômico faz concessões limitadas à justiça social.

A maioria das teorias vigentes supõe como dadas certas atitudes da sociedade e como neutras certas ações públicas. Isto leva a que enfatizem a dinâmica do crescimento, de forma um tanto mecânica, mais que os fatores que dão início ao processo.

Desta maneira, como ilustra Boisier (1980), a teoria da base de exportação poderá indicar acertadamente potencialidades do desenvolvimento, sempre que estiverem presentes determinadas condições institucionais e sociais. Porém, se não estiver presente um ator, público ou privado, capaz de compreender, usar e transformar aquelas vantagens, o processo não será deflagrado.

A generalização do conceito anterior para a maioria das teorias de desenvolvimento regional conduz à conclusão de que as teorias convencionais se tornam limitadas quando se pretende empregá-las para dar racionalidade ao esboço de políticas e ao planejamento das mesmas.

A interpretação do desenvolvimento regional proposta se apóia em uma análise de interdependência no lugar de uma causalidade linear, mais usual nas explicações teóricas do desenvolvimento regional, dando, portanto, uma ênfase maior à interação entre os vários fatores e ao papel de cada um deles. Embora os recursos naturais sejam um elemento determinante da existência ou ausência de desenvolvimento, para efeito da análise que se seguirá esse elemento será considerado exógeno, mesmo que o conhecimento que se pudesse ter dele e da tecnologia de exploração venha a ser considerado uma variável endógena ao desenvolvimento.

O desenvolvimento de uma região, a longo prazo, é explicado pela interação de três tipos de processos ou forças, quais sejam, o uso dos recursos

naturais, os efeitos indiretos das políticas macroeconômicas e setoriais, e um conjunto de elementos políticos, institucionais e sociais agrupados sob a denominação "capacidade de organização social da região" (BOISIER, 1980).

A capacidade da região para reter e reinvestir uma proporção significativa do excedente gerado pelo crescimento econômico, ou seja, a capacidade de internalizar regionalmente o próprio crescimento é dependente dessa capacidade de organização social da região, nos termos propostos por Boisier, e é, nos termos sugeridos nesta tese, denominada "dinâmica interna regional". Sem a presença desse elemento pode-se gerar um processo de crescimento econômico agregado na região, porém "não se produzirá o passo qualitativo do crescimento ao desenvolvimento" (BOISIER, 1980).

A existência, na região, de estruturas políticas, sociais e burocráticas capazes de permitir a internalização do crescimento, definem, portanto, o que se convencionou chamar de capacidade de organização social da região, ou, especificamente nesta tese, de dinâmica interna regional. Mais objetivamente, essa capacidade deverá referir-se à: i) qualidade, capacidade e identidade da autoridade política da região, que vai negociar o controle regional sobre as variáveis exógenas determinantes de seu crescimento; ii) qualidade da tecnocracia regional, que dará uma fundamentação racional ao processo de gestão regional; iii) existência de uma classe empresarial dinâmica e identificada com a região; iv) existência de uma estrutura social regional que permita à população dispor de canais de participação formais, adaptáveis aos canais, também formais, através dos quais passam os estímulos do crescimento.

### 3 MODELAGEM E CRESCIMENTO ENDÓGENO

Para toda a análise seqüencial sobre a importância do progresso tecnológico, da educação e da dinâmica regional no crescimento econômico dos países, a estrutura teórica inicial que serviu de base para o comentário dos modelos utilizados foi respaldada em um trabalho desenvolvido por Simonsen (1973), *A Teoria do Crescimento Econômico*.

A construção de uma classe de modelos de crescimento nos quais os determinantes-chave do crescimento fossem endógenos nasceu da insatisfação gerada pelos modelos que tentavam explicar exogenamente o crescimento econômico de longo prazo. Assim, entre os autores que desenvolveram a pesquisa e o estudo deste tipo de modelo, que será importante na análise futura que se pretende, pode-se citar Romer (1986) e Barro e Sala-i-Martin (1995).

Os modelos recentes de crescimento endógeno ressuscitaram o interesse pela questão das desigualdades regionais. Além disso, surgem nos últimos anos realidades novas para a conformação espacial das atividades econômicas, como globalização, reestruturação produtiva, redução do poder público. Essas novas realidades alteraram significativamente a posição competitiva das diferentes regiões na atração de novos investimentos produtivos. As poucas evidências empíricas disponíveis indicam que, muito provavelmente, as tendências exibidas no passado poderão mostrar alterações significativas. Nesse contexto de renovado interesse teórico e de importantes alterações nos processos produtivos e de participação governamental, é extremamente relevante retomar o estudo da concentração espacial e das desigualdades regionais (AZZONI, 1985).

Desde a década de 80, o ambiente dos negócios vem mudando e o Brasil se insere neste contexto, com algumas particularidades importantes. Casarotto (1998) faz uma separação importante entre projeto de fábrica e projeto de negócio. Assim, ele analisa, no projeto de fábrica, o mercado, a produção, a localização, a administração e o equacionamento econômico-financeiro; no projeto de negócios ele examina, além dos fatores já citados, estratégia competitiva, marca, parceria com fornecedores, clientes e concorrentes, terceirização, franquias, fabricação



logística e gestão. É dele a afirmação de que o **negócio** extrapola a empresa, e salienta que "os tópicos acrescidos no negócio são importantes, quer seja uma grande empresa que lidere o negócio, quer seja apenas um membro da rede, parceiro, terceirizado, franqueado, etc. Também existe a característica do parceiro ter de estar comprometido com o projeto do negócio". Na opinião de Casarotto, é mais importante hoje em dia ter um negócio bem concebido do que uma fábrica bem projetada, isto porque a agilidade é fundamental na fabricação, para que se mude rapidamente de curso, de acordo com a evolução dos negócios.

Por outro lado, como foi salientado na Introdução, na visão de Benko (1999) o crescimento de regiões industriais, modernamente, está sendo atribuído à dinâmica interna dessas regiões. É visível a ligação entre os conceitos abordados por Casarotto e Benko. Este destaca algumas pesquisas feitas sobre a "Terceira Itália"<sup>11</sup>:

[...] Quando os primeiros estudos insistiam principalmente nas características sociais dessas regiões de desenvolvimento endógeno (a "construção social do mercado"), G. Becattini (1979) lembrava que o tipo de organização social dessas regiões, misto de concorrência-emulação-cooperação no seio de um sistema de pequenas e médias empresas, recordava um antigo conceito: o "distrito industrial" (BENKO, 1999).

As estratégias de reestruturação necessárias para se desfazer as contradições inerentes à acumulação capitalista resumem-se "à luta contra a rigidez". Estas estratégias definiriam "um novo campo de fenômenos sócio-políticos, desdobrados entre a extremidade da regulação keynesiana da economia liberal e a da regulação liberal da economia keynesiana" (BENKO, 1999). A resposta do capital à baixa taxa de lucro é dada em duas frentes: i) desvalorização da força de trabalho pela redução dos custos de sua reprodução; ii) utilização da automação na remodelação da organização do trabalho, dos processos de produção, dos sistemas

---

<sup>11</sup> Pesquisas levadas a cabo por Arnaldo Bagnasco, Carlo Triglia e Sebastiano Brusco sobre o desenvolvimento da região Milão-Turim-Gênova e o subdesenvolvimento do sul da Itália.

de gestão, da qualidade do produto e da norma social de consumo. O elemento-chave da nova ortodoxia capitalista é a *mobilidade otimizada*. A dinâmica da acumulação capitalista não é controlada pelos Estados, nem pelas formas institucionais de concentração do capital (multinacionais, trustes, etc.), mas expressa essencialmente a junção das modalidades de valorização do capital, que sucede as novas diretrizes de coordenação mercantil efetiva.

### 3.1 Modelos de Crescimento Endógeno

Como já observado anteriormente, a construção de uma classe de modelos de crescimento nos quais os determinantes-chave do crescimento fossem endógenos nasceu da insatisfação gerada pelos modelos que tentavam explicar exogenamente o crescimento econômico de longo prazo. Ao analisar esses modelos endogenamente, o que se pretende é identificar aqueles fatores que provocam o crescimento diferenciado de algumas regiões em relação às outras.

No modelo neoclássico, desenvolvido por Solow, a taxa de crescimento *per capita* no estado de equilíbrio se iguala à taxa de progresso tecnológico,  $x$ . Esse modelo considera  $x$  exógeno e, desta forma, embora o modelo trabalhe estruturas interessantes para estudar essas dinâmicas de transição, ele não completa o entendimento do crescimento de longo prazo para a renda *per capita*.

Uma maneira de construir uma teoria de crescimento endógeno é eliminar a tendência de longo prazo do capital, de experimentar retornos decrescentes. A versão mais simples de uma função de produção sem retornos decrescentes é a função **AK**:

$$Y = A.K \tag{3.1}$$

onde  $A$  é uma constante positiva que reflete o nível da tecnologia. A idéia de que os retornos decrescentes estejam ausentes pode parecer não realista, à primeira vista; porém, se imaginarmos  $K$  num sentido mais amplo, de forma a incluir o

capital humano, essa idéia se torna mais plausível. O produto *per capita* é  $y = A.k$  e as produtividades média e marginal são constantes no nível  $A > 0$ . Se substituirmos na equação  $\gamma_k \equiv \dot{k}/k = s.f(k)/k - (n + \delta)$ <sup>12</sup> a expressão  $f(k)/k$  por  $A$ , resulta:

$$\gamma_k = s.A - (n + \delta)$$
<sup>13</sup> (3.2)

Considera-se, aqui, o caso de progresso tecnológico nulo,  $x = 0$ , porque o que se quer mostrar é que o crescimento *per capita* pode agora ocorrer no longo prazo, sem mudanças tecnológicas exógenas. Desde que  $y = A.k$ ,  $\gamma_y = \gamma_k^*$  em qualquer ponto. Da mesma forma, desde que  $c = (1 - s).y$ , a taxa de crescimento de  $c$  também iguala  $\gamma_y = \gamma_k^*$ . Ainda mais, todas as variáveis *per capita* no modelo crescem à mesma taxa, dada por

$$\gamma = \gamma^* = s.A - (n + \delta)$$
 (3.3)

É importante observar que a tecnologia **AK** pode exibir crescimento *per capita* de longo prazo sem qualquer progresso tecnológico. Mais ainda, o crescimento *per capita* mostrado na equação (3.3) depende da expectativa dos parâmetros do modelo, tais como a taxa de poupança e a taxa de crescimento populacional. Como no modelo neoclássico, uma alta taxa de poupança ( $s$ ) conduz a uma alta taxa de crescimento *per capita*,  $\gamma^*$ . De forma similar, se o nível de tecnologia melhora, então a taxa de crescimento de longo prazo é mais alta. Mudanças na taxa de depreciação ( $\delta$ ) e na taxa de crescimento da população ( $n$ ) também têm efeitos permanentes sobre a taxa de crescimento *per capita*.

---

<sup>12</sup> A taxa de crescimento no longo prazo no modelo Solow-Swan é determinada exogenamente. Este modelo tem interessantes implicações sobre as dinâmicas de transição, entre elas a que mostra como as rendas *per capita* de diferentes economias convergem no estado de equilíbrio, fato este mostrado a partir da equação obtida a partir de alguns algebrismos.

<sup>13</sup> Onde  $e$  é a taxa de depreciação do capital.

Como no modelo neoclássico, essa formulação **AK** não prediz convergências condicionais ou absolutas, isto é,  $\partial y_y / \partial y = 0$ , para todos os níveis de  $y$ . Esta previsão é uma falha substancial do modelo, porque a convergência condicional tem sido uma regularidade empírica.

Ao se considerar um grupo de economias que tem parâmetros estruturalmente semelhantes,  $s, A, n, \delta$ , verifica-se que as economias diferem somente nos seus estoques de capitais iniciais por pessoa,  $K(0)$  e, desta maneira, em  $Y(0)$  e  $C(0)$ . Como o modelo diz que cada economia cresce à mesma taxa *per capita*,  $\gamma^*$ , independentemente de sua posição inicial, pode-se concluir que todas as economias crescem à mesma taxa *per capita*. Esta conclusão reflete a ausência de retornos decrescentes. Pode-se chegar à mesma conclusão observando que o modelo **AK**, de acordo com o modelo Cobb-Douglas, tem um expoente único para o capital,  $\alpha = 1$ . A velocidade de convergência é dada pelo parâmetro  $\beta = (1 - \alpha)(x + n + \delta)$ ; desta maneira,  $\alpha = 1$  implica  $\beta = 0$ .

Outras abordagens têm sido usadas para eliminar a tendência de retornos decrescentes para o capital no modelo neoclássico. Romer (1986) utilizou a noção do "aprender fazendo", que considera que a experiência com produção ou investimento contribui para a produtividade. Mais ainda, o aprendizado por parte de um produtor pode aumentar a produtividade de outros, por meio de um processo de "espalhamento de conhecimento" de um produtor para outro. Nesses modelos, um maior estoque de capital dentro de uma economia mais abrangente, ou, ainda, um maior acúmulo de produção agregada passada, melhora o nível de tecnologia de cada produtor.

Numa situação de incrementos para os retornos, a produtividade média para o capital de cada produtor,  $f(k)/k$ , tende a aumentar com o valor de  $K$ . Conseqüentemente, haverá um deslocamento para cima na curva  $s.f(k)/k$  de alguma ordem, o que provocará um aumento correspondente na taxa de crescimento,  $\gamma_k$ , relativamente a este aumento em  $K$ . Desta forma, essas espécies de modelos prevêem no mínimo alguns intervalos de rendimentos *per capita* nos quais as economias tendem a divergir. Não fica claro, porém, como esses intervalos divergentes se fazem presentes nos dados.

Outra idéia que prevalece na literatura sobre crescimento endógeno é que o nível de tecnologia pode ser melhorado por atividades ligadas à pesquisa e ao desenvolvimento. Esse potencial para o progresso tecnológico endógeno pode ser uma alternativa para retornos decrescentes no nível agregado, especialmente se os melhoramentos na técnica puderem ser vistos, pelos produtores, como capazes de provocar cooperação entre eles. Essa consideração é plausível para aqueles modelos que prevêem avanços em conhecimento, representados por novas idéias, e foram, segundo Barro e Sala-i-Martin (1995), inicialmente desenvolvidos por Romer (1986) e por Aghion e Howitt (1992).

### 3.1.1 Crescimento endógeno com dinâmicas de transição

O modelo **AK** realiza crescimento endógeno pelo fato de evitar retornos decrescentes para o capital no longo prazo. Esta função de produção particularizada também implica, no entanto, que as produtividades média e marginal do capital são sempre constantes e, desta forma, que as taxas de crescimento não exibem as propriedades de convergência. É possível, porém, atender aos dois requisitos, isto é, realizar retornos constantes de capital e atender às propriedades de convergência (JONES e MANUELLI, 1992, citados por BARRO e SALA-I-MARTIN, 1995).

Considerando novamente a taxa de crescimento de  $K$ :

$$\dot{\gamma}_k \equiv \dot{k}/k = s \cdot f(k)/k - (n + \delta) \quad (3.4)$$

Se existe um estado de equilíbrio, então a taxa de crescimento associada,  $\gamma_k^*$ , é constante por definição. Um valor positivo para esta constante significa que  $K$  cresce sem limite. A equação (3.4) implica que a condição necessária e suficiente para que ela seja positiva é que a produtividade média do capital,  $f(k)/k$ , permaneça acima de  $(n + \delta)/s$ , quando  $K$  tende para infinito. Em outras palavras, se a produtividade média tende para algum limite, então a condição  $\lim_{k \rightarrow \infty} [f(k)/k] > (n + \delta)/s$  é necessária e suficiente para crescimento endógeno no estado de equilíbrio.

Se for aplicada a Regra de L'Hôpital quando  $f(k) \rightarrow \infty$  se  $k \rightarrow \infty$ , pode ser mostrado que os limites quando  $k \rightarrow \infty$  da produtividade média,  $f(k)/k$ , e da produtividade marginal,  $f'(k)$ , são os mesmos. Assim, a condição chave para que ocorra crescimento endógeno no estado de equilíbrio é que o limite de  $f'(k)$ , quando  $k \rightarrow \infty$ , seja maior do que zero:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} [f(k)/k] = \lim_{k \rightarrow \infty} [f'(k)] > (n + \delta)/s > 0$$

Essa desigualdade viola uma das condições padrões de Inada para o modelo neoclássico, qual seja,  $\lim_{k \rightarrow \infty} [f'(k)] = 0$ . Economicamente, a violação desta condição significa que a tendência para retornos decrescentes para o capital eventualmente cessa. Em outras palavras, se  $K$  for baixo a função de produção pode exibir retornos crescentes ou decrescentes para o capital, mas a produtividade marginal do capital deve ser limitada quando  $K$  se tornar maior. Um exemplo simples de como a função de produção converge assintoticamente para a forma **AK** é:

$$Y = F(K, L) = A.K + B.K^\alpha .L^{1-\alpha} \quad (3.5)$$

onde  $A > 0, B > 0, 0 < \alpha < 1$ . Esta função de produção é uma combinação das funções **AK** e Cobb-Douglas, e exibe retornos constantes e positivos de escala e retornos decrescentes para trabalho e capital. Entretanto, uma das condições de Inada é violada porque  $\lim_{k \rightarrow \infty} (F_k) = A > 0$ .

Pode-se escrever a função em termos *per capita* como:

$$y = f(k) = A.k + B.k^\alpha$$

A produtividade média do capital é dada por:

$$f(k)/k = A + B.k^{-(1-\alpha)}$$

que é decrescente em  $K$ , mas aproxima-se de  $A$  quando  $K$  tende para infinito. Uma análise do dinamismo desse modelo pode ser feita através da expressão (3.4), levada a um sistema de dois eixos. Pode-se mostrar que se duas economias divergem apenas nos seus estoques de capital inicial, então aquela que tiver menor estoque de capital inicial por pessoa crescerá mais rapidamente em termos *per capita*.

#### 4 MODELAGEM DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL E SEUS DETERMINANTES

O momento atual da Economia Mundial se caracteriza pela riqueza de oportunidades de estudo do comportamento das variáveis componentes da estrutura econômica das nações. Neste contexto, o Brasil tem se revelado um campo muito rico no estudo do comportamento dessas variáveis, em face da necessidade de instalação de um processo de crescimento econômico que seja capaz de promover ao mesmo tempo uma melhoria nas solicitações de cunho social de seu povo.

O novo estágio de desenvolvimento da produção, no mundo todo, está assentado sobre uma inovadora base material e formas inéditas de organização do trabalho, trazendo a reboque novas formas de relação entre ciência e trabalho.

A questão regional se destaca, também no Brasil, sob o ponto de vista teórico, com as novas teorias de crescimento endógeno reacendendo a discussão sobre crescimento econômico de longo prazo. A análise dos fatores determinantes desse crescimento e da tendência de convergência ou não das rendas *per capita* entre regiões têm sido questões recorrentes do desenvolvimento regional no país.

A discussão sobre desigualdades entre regiões e o processo de mensuração dessas desigualdades traz no seu bojo a tentativa de identificação de processos de convergência ou não entre as rendas *per capita*, seja a curto, médio ou longo prazos. A teoria que norteia o crescimento regional, seguindo um processo endógeno, prevê uma não convergência, pelo menos na maior parte dos autores.<sup>14</sup> Uma alternativa a este tipo de tendência é o modelo neoclássico, que prevê a convergência entre rendas *per capita*, desde que os parâmetros econômicos regionais sejam similares.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> Exemplos marcantes são Romer (1986) e Lucas (1988).

<sup>15</sup> Cabe citar Solow (1956), Cass (1965) e Koopmans (1965).



Num trabalho recente sobre as aglomerações industriais no Estado de São Paulo, Suzigan (2002) faz uma avaliação da importância dos *clusters* industriais no interior do Estado, e estuda a morfologia dessas aglomerações, as características de sua cadeia produtiva, sua organização industrial, as instituições locais e sua dinâmica. A crítica a trabalhos como esse é importante para o tratamento dos dados na modelagem final que se pretende fazer.

Para a análise regional que se pretende, a dinâmica interna regional, ou, nos termos estabelecidos por Boisier, a capacidade de organização social da região, é o fator determinante de desenvolvimento a ser incorporado. Tal fator implica uma capacidade crescente, por parte da região, para transformar em endógenas algumas das variáveis exógenas do crescimento regional, ou, pelo menos, aumentar a capacidade regional para controlar essas variáveis. O controle do que Boisier denominou "entorno paramétrico" (BOISIER, 1980) da região implica também uma situação de crescente inclusão social, tanto na apropriação de resultados da atividade econômica, como em processos tipicamente políticos. Mais uma vez recorre-se a Boisier para observar que

se uma região está em posição favorável com respeito à sua cota de recursos nacionais e em relação ao efeito indireto da política econômica, estarão dadas as condições para a aceleração do crescimento econômico. No caso de não existir um empresariado regional, muitas das oportunidades de crescimento serão aproveitadas por investidores extra-regionais, regionais ou transnacionais, com pouca inclinação a reinvestir regionalmente e com uma elevada tendência para retirar o capital, quando deixam de existir condições de exceção na região; a consequência é a aparição de ciclos típicos de expansão-depressão, a nível regional (BOISIER, 1980).

Dentro da interpretação proposta, o processo do crescimento econômico regional pode ser considerado como essencialmente originado em forças e mecanismos exógenos à região, ou seja, das políticas macroeconômicas, da alocação de recursos entre regiões e da demanda externa. O desenvolvimento econômico regional, por outro lado, é de natureza essencialmente endógena, ou seja, é determinado pela internalização do crescimento.

#### 4.1 Modelagem e Métodos na Análise Regional

A teoria econômica regional vista na revisão teórica fornece os elementos analíticos básicos que servem para orientar os estudos que visam a esclarecer o processo de crescimento e de desenvolvimento das regiões. Na apresentação dos modelos de crescimento endógenos, procurou-se estabelecer, no nível macroeconômico, a forma como as variáveis relevantes se relacionam, considerando-se diversos modelos, que modernamente auxiliam o pesquisador na sua tarefa de dimensionar e quantificar crescimento econômico. Entretanto, a análise teórica do relacionamento das variáveis relevantes não é o bastante. Há necessidade de se passar ao trabalho empírico não só para testar os diversos modelos alternativos existentes no campo teórico e verificar qual deles melhor se aproxima na explicação de uma dada realidade observada, mas também para fazer uso da maior riqueza de detalhes analíticos existentes nos modelos empíricos.

Quando se pretende passar da teoria macroeconômica, que rege crescimento econômico pela via endógena, abordada no capítulo anterior, para a análise regional, a utilização de modelos requer um conhecimento específico dos métodos disponíveis. Ao longo do tempo os estudiosos da questão regional desenvolveram diversas técnicas de análise. O que se fará a seguir, com a finalidade de preparar o terreno para a modelagem final, será uma exposição dos principais métodos que vêm sendo empregados nesses estudos.

Existem alguns métodos de análise de aplicação mais restrita em Economia Regional, como os métodos de otimização, que incluem os diversos tipos de programação linear e não-linear e os métodos matemáticos, como a Teoria dos Jogos, que aqui não vão ser abordados, por fugirem ao escopo do presente trabalho.

O termo modelo tem sido utilizado com relativa flexibilidade pelos economistas para designar uma teoria, uma hipótese, uma lei ou, mesmo, uma palavra mágica que sirva para dar conotação científica a qualquer tipo de atividade intelectual. A rigor, a Filosofia da Ciência restringe o uso deste termo para denominar um isomorfismo estrutural entre duas teorias. Assim, quando duas teorias (a teoria da epidemiologia e a teoria da difusão espacial de informação, por exemplo), cujas leis têm a mesma

forma e são inter-relacionadas de maneira idêntica, apresentam uma correspondência biunívoca entre todos os seus elementos, qualquer uma delas pode ser considerada como modelo da outra, O modelo não é, portanto, a própria teoria, mas uma abstração que se obtém quando se destitui a teoria de todo conteúdo, com o objetivo heurístico de se conseguir um suporte para a montagem de uma teoria em outra área de investigação (HADDAD et al., 1989).

Adotar-se-á, até por uma questão de precaução, alguns dos preceitos recomendados para a execução de um modelo. Nas palavras de Keynes: "Economia é uma ciência de pensamento em termos de modelos, ligada à arte da escolha de modelos que são relevantes para o mundo contemporâneo". Assim, podemos dizer que um modelo consiste na especificação de um conjunto de relações ou inter-relações de um sistema, em termos verbais, matemáticos ou físicos, de forma suficientemente explícita para possibilitar o estudo de seu comportamento sob uma variedade de circunstâncias.

#### **4.1.1 Adequação das variáveis**

O processo de análise econômica regional não está de forma alguma dissociado do processo de planejamento regional. Neste sentido é útil estabelecer uma tipologia típica de análise a partir da tipologia típica do planejamento regional.

Com uma grande abrangência, a análise refere-se tanto a um determinado campo substantivo do conhecimento ou de problemas, como a uma determinada jurisdição territorial.

Deste último ponto de vista, pode-se analisar um país, um estado, uma província, um município, um centro urbano ou uma localidade.

De um ponto de vista da natureza dos problemas a serem analisados, pode-se distinguir pelo menos as seguintes situações: i) a análise será econômica quando trata da alocação de recursos escassos para propósitos e objetivos múltiplos; ii) será técnica quando envolve a aplicação de meios alternativos para obtenção de um objetivo ou meta previamente estabelecidos; iii) será espacial quando tratar da disposição de certas estruturas e elementos sobre o território;

iv) será política quando tratar de uma modificação das relações de poder entre os diferentes setores ou entre os variados grupos sociais; v) será ambiental quando tratar de aspectos ecológicos (BOISIER, 1980).

Quanto ao nível de agregação da análise ela pode ser global e setorial, muito embora essas expressões sejam comumente usadas para designar análises econômicas e setoriais respectivamente.

A tipologia assim concebida é útil em diversos sentidos. Mostra que não existe uma análise unicamente regional, derivada de algum sujeito específico no horizonte de planejamento regional. Desta maneira, essa tipologia poderá ser aplicada a uma região, neste caso uma análise intra-regional, ou a um sistema de regiões, que caracterizaria uma análise inter-regional. Embora a superfície e o contorno coincidam com o país, a análise inter-regional é metodologicamente diferente do planejamento nacional porque considera o país como um sistema e não como uma unidade.

Além disso, na opinião de Boisier, proceder à análise em nível subnacional não é condição suficiente para originar uma análise regional propriamente dita, mas é, sim, fazer análise global em escala reduzida. Contudo, a tipologia permite que se proceda à análise de um estado federativo, por exemplo, como se fosse uma região, desde que essa análise seja multidimensional. Isso vem demonstrar, também, que o tamanho da jurisdição objeto do estudo tem importância à medida que se refere a um conceito multidimensional do mesmo.

Os componentes verticais ou sujeitos, que tiveram maior peso relativo na estruturação da prática do planejamento regional em escala nacional, foram: o componente econômico em primeiro lugar, e o relativo à distribuição, em segundo. Isto não é fortuito, mas responde claramente às características do paradigma dominante e explica, igualmente, que as questões associadas à alocação de recursos entre as regiões e a descentralização regional dos organismos de decisão públicos são os temas centrais da maioria das estratégias e planos do desenvolvimento regional. À luz destas considerações explica-se também a maior associação do planejamento intra-regional com as questões do tipo técnico, espacial ou ambiental, sempre que o nível nacional considera a alocação de recursos e o poder de decisão (BOISIER, 1980).

#### 4.1.2 Construção de modelos para economia regional

A abstração da realidade é uma necessidade na construção de modelos que visem a obter uma versão simplificada de uma situação ou fenômeno complexo. Isso permite, por hipótese, que o modelo seja funcional, isto é, suficientemente simples para a análise sistemática dos problemas envolvidos, e suficientemente detalhado para compreender as circunstâncias complexas do fenômeno. Essa réplica da realidade é representada, na maior parte das vezes, por relações de natureza lógica e expressa por símbolos matemáticos.

A classificação das variáveis incorporadas no modelo pode ser feita separando-as em duas grandes agregações: endógenas e exógenas.

Outro elemento importante na construção de um modelo é a sua estrutura. A estrutura do modelo representa todas as características do problema que está sendo estudado, as quais não variam durante o período de análise. As constantes paramétricas caracterizam a estrutura, e um modelo é solucionado quando se consegue exprimir as variáveis endógenas em função das variáveis exógenas e dos parâmetros.

As equações que definem relações entre as variáveis podem ser equações de comportamento, equações técnicas, equações de identidade, equações de equilíbrio e de relação institucional.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> As equações de identidade estabelecem relações entre variáveis que são sempre verdadeiras, como consequência das definições que a elas foram atribuídas. As equações de equilíbrio são condições que prevalecem em virtude de se ter postulado para o modelo pressupostos particulares. As equações técnicas descrevem relações de natureza tecnológica entre as variáveis do modelo, como, por exemplo, uma função de produção. As equações de comportamento são mais difíceis de ser especificadas, sendo em torno delas que se estabelecem, com maior freqüência, algumas das controvérsias positivas da Economia; se estas incluem o comportamento político-administrativo, passam a englobar também as relações institucionais.

Os critérios que se pode adotar para identificar os tipos de modelos são variados, embora existam alguns mais utilizados e mais desenvolvidos na análise dos fenômenos de natureza econômica que aparecem com maior intensidade na literatura. Esses critérios se relacionam com o nível de agregação, o tratamento do tempo, o uso do modelo e o espaço a que se aplica (HADDAD et al., 1989).

Assim, os modelos são utilizados para apresentar descrições de algum fenômeno econômico e/ou para obter explicações e inferências condicionais, sendo de grande utilidade para situações em que ocorram mudanças das circunstâncias.<sup>17</sup>

Os modelos normativos são aqueles que mantêm o método da predição condicional para analisar as conseqüências de metas que são estabelecidas em políticas econômicas ou em planos governamentais. Esses modelos são caracterizados pela existência de variáveis-metas e variáveis-instrumentos.<sup>18</sup>

Johansen (1968) descreve o sistema econômico da seguinte forma:

$$F_1(\overline{X}_1, \overline{X}_2, \dots, \overline{X}_k, X_{k+1}, \dots, X_I; t_1, \dots, t_j, t_{j+1}, \dots, t_u) = 0$$

$$F_2(\overline{X}_1, \overline{X}_2, \dots, \overline{X}_k, X_{k+1}, \dots, X_I; t_1, \dots, t_j, t_{j+1}, \dots, t_u) = 0$$

$$F_I(\overline{X}_1, \overline{X}_2, \dots, \overline{X}_k, X_{k+1}, \dots, X_I; t_1, \dots, t_j, t_{j+1}, \dots, t_u) = 0$$

onde:

- 1)  $\overline{X}_1, \overline{X}_2, \dots, \overline{X}_k$  são variáveis endógenas, cujos valores foram estabelecidos como metas do modelo (K em número);
- 2)  $X_{k+1}, \dots, X_I$  são variáveis endógenas, cujos valores são, inicialmente, desconhecidos (I - K em número);
- 3)  $t_1, \dots, t_j$  são variáveis exógenas ou parâmetros (J em número) denominados instrumentos do modelo, cujos valores devem ser determinados;

---

<sup>17</sup> Tais como quando ocorrer algum evento deliberado ou incerto, sobre o qual não se tenha controle. A análise de impacto é um tipo especial de inferência condicional, que examina as conseqüências esperadas de uma variação exógena específica, mantido tudo o mais constante.

<sup>18</sup> A variável-meta é uma variável endógena, cujo nível ou valor foi preestabelecido dentro dos objetivos da política econômica. A variável-instrumento é uma variável exógena ou uma constante paramétrica passível de controle pelo planejador, mas cujo nível ótimo torna-se uma incógnita que dependerá dos valores requeridos pelas variáveis-metas.

Os modelos normativos de metas fixas são aqueles em que são conhecidos os valores para as variáveis endógenas selecionadas como metas. Nos modelos de metas flexíveis essas variáveis entram numa função objetivo, a qual se deseja otimizar. Um princípio básico dos modelos de metas fixas é que não se pode estabelecer um número de objetivos maior do que o número de instrumentos de que dispõe.

- 4)  $t_{j+1}, \dots, t_u$  são variáveis exógenas ou parâmetros, cujos valores foram preestabelecidos (U - J em número).

Essas informações podem ser resumidas no quadro abaixo<sup>19</sup>:

#### CLASSIFICAÇÃO DE VARIÁVEIS

CLASSIFICAÇÃO	VARIÁVEIS EXÓGENAS	VARIÁVEIS ENDÓGENAS	•
1. Incógnitas	$t_1, \dots, t_j$ (J)	$X_{k+1}, \dots, X_l$ (I-K)	(J+I-K)
2. Valores conhecidos	$t_{j+1}, \dots, t_u$ (U-J)	$\overline{X_1}, \overline{X_2}, \dots, \overline{X_k}$ (K)	(U-J+K)
•	(U)	(I)	(I+U)

FONTE: Haddad et al. (1989)

A partir desse sistema de relações, é possível discutir, ainda segundo Johansen, citado por Haddad et al. (1989), aspectos parciais dos problemas da eficiência de um instrumento em relação a uma meta e de descentralização de instrumentos.

Se quisermos partir de uma situação em que para se atingir uma meta, é desejável relacionar uma variável-instrumento [...] que possa produzir a mudança no valor de a partir de uma "pequena" alteração em seu próprio valor ("pequena", em relação ao intervalo das variações possíveis por questões institucionais); quanto maior o valor da derivada parcial mais se pode atingir uma mudança no valor de, através de uma pequena mudança no valor.

Porém, é difícil estabelecer a eficiência de um instrumento em relação a uma variável-objetivo porque, ao variar, é provável que todos se alterem, o que conduz a modificações nos valores de outros instrumentos, a fim de que se consiga atingir e, ao mesmo tempo, se mantenham os outros objetivos constantes; daí a necessidade de serem considerados simultaneamente todos os instrumentos em relação a todas as metas. Eventualmente, se um instrumento [...] afeta, de maneira significativa, uma determinada meta [...] e, de forma desprezível, as outras metas, podemos dizer que este instrumento é seletivo em relação a estas metas.

<sup>19</sup> O sistema passa a ter, pois, um número de incógnitas igual a (J + I - K) para I equações. Somente quando o número de equações for igual ao número de incógnitas, será possível obter um único conjunto de valores para as incógnitas que satisfaçam as equações, desde que estas sejam independentes e não contraditórias. Isso significa que (J + I - K) = I, ou J = K, vale dizer, para atingir um dado número de objetivos, tem-se que dispor de um número de instrumentos pelo menos igual. A expressão "pelo menos" é relevante, pois na situação em que (J + I - K) < I, ou J < K, haverá vários modos de satisfazer as metas, pois o número de instrumentos sendo maior, alguns de seus valores poderão ser fixados de modo arbitrário.

Segundo Haddad et al. (1989), o problema de se delegar para diferentes instituições o poder de decisão sobre ações que envolvem vários instrumentos é analisado da seguinte forma, por Johansen: Se  $J = K$  (o número de instrumentos igual ao número de metas), pode-se esperar, em geral, que o valor de cada meta dependerá dos valores de todos os instrumentos: e que o valor necessário para cada instrumento dependerá de todas as metas. Neste caso, o valor de um instrumento a ser supervisionado por uma determinada instituição pública dependerá, em princípio, de se saber o que farão as demais instituições com os respectivos instrumentos que controlam.

Existem situações em que um determinado instrumento (ou um grupo de instrumentos) tem uma influência significativa sobre uma única variável-objetivo (seletividade), a qual é quase independente da influência dos outros instrumentos (neutralidade); nessas situações, a meta e os respectivos instrumentos podem ser administrados descentralizadamente, a partir de delegação de uma autoridade central. Assim, pode-se concluir que se deve empregar de uma forma centralizada instrumentos que afetam muitas metas, e de uma forma descentralizada os instrumentos que afetam somente uma ou um pequeno número de metas.

Os modelos podem ser classificados quanto à sua dinâmica em três grupos: modelos de estática comparativa, modelos dinâmicos discretos e modelos dinâmicos contínuos. Os modelos de estática comparativa determinam variações nos valores de equilíbrio das variáveis endógenas, quando houver variações nos parâmetros ou nas variáveis exógenas. Portanto, esse tipo de modelo indica as características do novo estado de equilíbrio das variáveis, quando não há preocupação específica com o processo de mudança dessas variáveis.

Uma falha dos modelos de estática comparativa é que não apresentam qualquer indicação sobre o caminho percorrido pelas variáveis ao longo do tempo, quando estas mudam de uma posição de equilíbrio para outra, ou, até mesmo, se este novo equilíbrio será atingido.



Os modelos dinâmicos permitem que se supere essa deficiência quando envolvem relações que possibilitam analisar situações de mudanças e de desequilíbrios, complementando a estática comparativa, pois, além de mostrar quais são as soluções de equilíbrio, identifica também as condições de estabilidade do equilíbrio. Quando a variável tempo é introduzida, há dois modos de considerá-la: a) como uma variável contínua, sendo que algo ocorre com a variável em cada ponto do tempo; b) como uma variável discreta, fazendo com que a variável sofra mudança uma única vez dentro de um período de tempo. Essa distinção permite classificar os modelos dinâmicos em discretos e contínuos. Pode-se considerar uma relação dinâmica contínua como o caso limite de uma relação dinâmica discreta, quando os períodos de tempo se tornam cada vez menores. Os modelos contínuos são operacionalizados através do cálculo integral e das equações diferenciais, enquanto os modelos discretos utilizam métodos matemáticos das equações de diferenças finitas.

O nível de agregação da análise é outra classificação possível para os modelos, separando-os em modelos microeconômicos e modelos macroeconômicos. Considera-se que a análise microeconômica se concentra no estudo do comportamento de agentes econômicos individuais, enquanto a análise macroeconômica se destina a descrever o funcionamento agregado de um sistema ou subsistema, concentrando-se no estudo de estatísticas sobre o comportamento de coletividades. Esses estudos precisam de um conjunto de hipóteses de comportamento para se basearem, caso contrário podem se transformar em generalizações cuja característica principal é a ausência de uma estrutura teórica que clareie a natureza da relação em hipótese.

Os modelos macroeconômicos podem considerar a produção de uma economia como se fosse um único produto homogêneo (modelo agregado) ou um conjunto desagregado de produtos setoriais ou industriais (modelos de insumo-produto). Esses modelos se diferenciam também em modelos de determinação da

renda, quando se concentram na análise dos problemas de instabilidade de curto prazo nos níveis de produção e de emprego, e em modelos de crescimento, quando incorporam os efeitos da acumulação de capital sobre o sistema.

Ainda segundo Haddad et al. (1989), finalmente, utilizando a tipologia de Siebert, pode-se considerar um país como um sistema multirregional, e classificar os instrumentos de política econômica segundo um terceiro critério, em termos do tamanho de sua área geográfica de influência. Nesse sentido, pode-se distinguir os instrumentos de política econômica em nacionais e regionais. Estes últimos incluem todas as leis, normas e regulamentações capazes de influenciar as atividades econômicas de regiões específicas. Os instrumentos nacionais podem ser divididos entre aqueles que se aplicam uniformemente para todo o país, e os de caráter multirregional, que visam a influenciar os fenômenos de interação inter-regional, principalmente os que afetam a mobilidade espacial de bens e fatores de produção.

Antes de procurar a solução<sup>20</sup> de um determinado modelo, é importante tentar classificá-lo em termos de seu sistema de equações, visando a obter uma visão de conjunto de algumas propriedades qualitativas de sua estrutura. Segundo Kogiku (1968), pode-se classificar os sistemas de equações de um modelo em três tipos:

- a) *Decomponível*: quando pode ser partido em subsistemas que são também determinados. Se representarmos por 1 e 0 a presença ou a ausência, respectivamente, de uma determinada variável em uma equação particular, o sistema decomponível terá uma matriz do tipo diagonal em bloco.

---

<sup>20</sup> Um modelo é resolvido quando conseguimos exprimir as variáveis endógenas em função das variáveis exógenas e dos parâmetros, e encontramos a solução ou soluções do sistema de equações pertinente. Para que este sistema possa ser determinado, é necessário que nenhuma das equações possa ser derivada a partir das outras, e que nenhuma equação do sistema contradiga as demais.

## DECOMPOSIÇÃO DO SISTEMA

CARACTERÍSTICAS	ÂMBITO	C.1- DETERMINAÇÃO DA RENDA	C.2 - CRESCIMENTO ECONÔMICO
A.1 - Agregado	B.1- Regional	1. Modelo agregado regional de determinação da renda	2. Modelo agregado regional de crescimento econômico
	B.2 - Multirregional	2. Modelo agregado multirregional de determinação da renda	4. Modelo agregado multirregional de crescimento econômico
A.2 - Desagregado	B.1- Regional	5. Modelo desagregado regional de determinação da renda	6. Modelo desagregado regional de crescimento econômico
	B.2 - Multirregional	7. Modelo desagregado multirregional de determinação da renda	8. Modelo desagregado multirregional de crescimento econômico

FONTE: Haddad et al. (1989)

## ESCOLHA DAS VARIÁVEIS

EQUAÇÃO	VARIÁVEL ENDÓGENA				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
(1)	1	1	0	0	0
(2)	1	1	0	0	0
(3)	0	0	1	1	1
(4)	0	0	1	1	1
(5)	0	0	1	1	1

FONTE: Haddad et al. (1989)

Neste exemplo, o sistema foi partido em dois subsistemas determinados: os valores de  $X_1$  e  $X_2$  são calculados utilizando-se apenas o primeiro subsistema, e os valores de  $X_3$ ,  $X_4$  e  $X_5$  são obtidos, de forma independente, no segundo subsistema.

- b) *Causal*: quando o sistema não pode ser partido totalmente em subsistemas determinados, mas contém um ou mais desses subsistemas. Se, por exemplo,  $X_1$  e  $X_2$  pertencerem a um subsistema determinado, os seus valores poderão ser estimados independentemente das demais variáveis. Os valores de  $X_3$ ,  $X_4$  e  $X_5$  serão, contudo, afetados por  $X_1$  e  $X_2$ , de tal forma que há uma espécie de relação causal indo de  $X_1$  e  $X_2$  para  $X_3$ ,  $X_4$  e  $X_5$ . Neste caso, teremos uma matriz do tipo triangular em bloco.

ESCOLHA DAS VARIÁVEIS

EQUAÇÃO	VARIÁVEL ENDÓGENA				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
(1)	1	1	0	0	0
(2)	1	1	0	0	0
(3)	1	1	1	1	1
(4)	1	1	1	1	1
(5)	1	1	1	1	1

FONTE: Haddad et al. (1989)

- c) *Indecomponível*: quando o sistema não inclui nenhum subsistema determinado. Os valores das variáveis endógenas são obtidos através da interação simultânea de todas as equações do sistema. Quando as matrizes são de porte maior, necessitamos introduzir o conceito de ordenamento causal. Para isso, tomemos um novo exemplo de um sistema com cinco equações:

ESCOLHA DAS VARIÁVEIS

EQUAÇÃO	VARIÁVEL ENDÓGENA					ORDEM
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	
(1)	1	1	0	0	0	0
(2)	1	1	0	0	0	
(3)	0	1	1	1	0	1
(4)	1	0	1	1	0	
(5)	0	1	0	1	1	2

FONTE: Haddad et al. (1989)

O subsistema formado pela primeira e segunda equações é determinado e não contém nenhum outro subsistema determinado, sendo, portanto, denominado subsistema determinado mínimo e de ordem zero. Se, em seguida, substituirmos os valores encontrados para  $X_1$  e  $X_2$  nas equações 3 e 4, teremos um novo subsistema determinado mínimo, classificado agora como de primeira ordem. Da mesma forma, a última equação constitui um subsistema de segunda ordem.

Um sistema causal com essas características nos permite estabelecer um ordenamento entre as variáveis endógenas, de acordo com a relação de precedência: Eq. (1) e (2) determinando a ordem 0; Eq. (3) e (4) determinando a

ordem 1; Eq. (5) determinando a ordem 2. O conteúdo específico das características de cada um desses tipos de sistemas de equações dependerá do problema que está sendo analisado.

Alguns modelos com os quais os analistas regionais trabalham são modelos estocásticos, assim chamados porque as suas equações têm uma variável aleatória cujo comportamento é descrito por uma função de distribuição de probabilidades. Esta variável responde pela parte não exata da função, representando a variância não-explicada pelas variáveis nela especificadas. Por exemplo, na equação  $Y_i = a + bX_i + U_i$ ;  $a + bX_i$  representa a variação de  $Y_i$  explicada pela parte exata da função, e  $U_i$  é a variável aleatória (também chamada de perturbação aleatória), que corresponde à variância não-explicada dessa função.

Existem diversas razões para serem utilizados modelos estocásticos nos trabalhos estatísticos e econométricos:

- a) a Teoria Econômica nunca lista por completo as variáveis que devem entrar como explicativas em uma dada função. Assim, como na realidade qualquer variável sofre influência de diversos fatores, quando se especifica um modelo quase sempre há omissão de variáveis, tornando-se necessária a introdução de  $U_i$  para representar estas variáveis omitidas. Muitas vezes esta omissão é também causada pelo desconhecimento da influência que uma dada variável exerce sobre a variável dependente, ou porque se acredita que a variável omitida tem um poder de explicação muito reduzido, ou ainda porque dela não existem observações coletadas;
- b) raramente se conhece *a priori* a forma funcional correta do modelo, fazendo com que na sua especificação (geralmente na forma linear) seja usada a variável  $U_i$  para representar a diferença entre a real forma matemática do modelo e a adotada;

- c) nem sempre as variáveis empregadas em um estudo são exatamente aquelas com as quais deveríamos trabalhar, havendo diferenças conceituais ou de medição. Existe um capítulo nos textos de Econometria no qual é discutida a questão da tendenciosidade das estimativas provocada pelos "erros de medição" (entendidos de forma ampla para representar as duas situações acima descritas). A variável  $U_i$  também capta este tipo de problema para permitir os desvios que ocorrem entre a variável dependente e a parte exata da função.

É importante registrar que quando se usa um modelo estocástico nunca se pode fazer previsões exatas para as variáveis dependentes do modelo. Isto se deve ao fato de que neste tipo de modelo as variáveis endógenas também são variáveis aleatórias e, portanto, o máximo que se pode ter é a previsão do seu valor médio (valor esperado) e a estimativa deste valor esperado dentro de um intervalo de confiança, com um certo nível de probabilidade de ocorrência. Um exemplo dado por Christ (1966) ilustra bem esta situação:

Seja o seguinte modelo de mercado para um determinado bem ou serviço:

$$q = a_0 + a_1(p - E) + U_a \text{ (oferta)}$$

$$q = b_0 + b_1p + U_b \text{ (demanda)}$$

onde:  $q$  = quantidade demandada ou oferecida;  $p$  = preço;  $E$  = imposto específico pago pelo vendedor (única variável exógena);  $U_a$  e  $U_b$  = perturbações aleatórias. Suponhamos que  $U_a$  e  $U_b$  tenham a seguinte distribuição conjunta de probabilidades:

DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE

Valor de $U_b$	Valor de $U_a$		Não Especificado
	-3	3	
-6	1/6	1/6	1/3
3	1/3	1/3	2/3
Não Especificado	1/2	1/2	1

FONTE: Haddad et al. (1989)

Existem quatro combinações possíveis de  $U_a$  e  $U_b$ , sendo que cada uma delas tem uma dada probabilidade de ocorrência. Por exemplo, existe a probabilidade de 1/3 de que ocorra o valor 3 para  $U_a$  e  $U_b$ , respectivamente. As combinações para essas perturbações aleatórias fazem com que esse modelo de mercado, em vez de determinar um único ponto de equilíbrio (com a determinação do preço e da quantidade transacionada de equilíbrio) para um dado valor para E (a única variável exógena do modelo), tenha quatro possíveis pontos de equilíbrio para  $p$  e  $q$ , com suas respectivas probabilidades. Pode-se ver isso com mais clareza escrevendo-se a sua forma reduzida (relembrando: é a forma na qual existe uma equação para cada variável dependente, sendo que cada uma dessas variáveis é função exclusivamente das variáveis exógenas e dos parâmetros do modelo):

$$p = \frac{b_0 - a_0}{a_1 - b_1} + \frac{a_1}{a_1 - b_1} E + \frac{U_b - U_a}{a_1 - b_1} \text{ ou seja, } p = a_0^* + a_1^* E + V_1$$

$$q = \frac{a_1 b_0 - a_0 b_1}{a_1 - b_1} + \frac{a_1 b_1}{a_1 - b_1} E + \frac{a_1 U_b - b_1 U_a}{a_1 - b_1} \text{ ou seja, } q = a_0^{**} + a_1^{**} E + V_2$$

Observando as questões acima, percebe-se a razão para a afirmativa feita de que as variáveis endógenas são variáveis aleatórias e, por isso, seus valores são determinados por uma distribuição de probabilidades que é função da distribuição de probabilidades de  $U_a$  e  $U_b$ . Por exemplo,  $p$  depende de  $V_1$  (que por sua vez é função de  $U_a$  e  $U_b$ ) e  $q$  depende de  $V_2$  (que é função também de  $U_a$  e  $U_b$ ). Essa é a razão para se considerar que os valores observados para as variáveis que entram em um modelo constituem uma amostra com a qual se fará alguma inferência e serão feitos testes de hipótese a respeito da população ou universo: cada um dos valores observados para as variáveis endógenas é apenas um dos possíveis valores que podem ocorrer, com as suas respectivas probabilidades de ocorrência dadas pelas suas funções de distribuição.

Quando o modelo é estocástico, para se fazer previsões há necessidade de conhecer os valores dos parâmetros estruturais, bem como a forma (função) e os parâmetros da distribuição de probabilidades das perturbações aleatórias. Na maioria das vezes, faz-se a hipótese de que essas perturbações têm como função de distribuição a distribuição Normal, com uma dada média e variância.

Na maioria das vezes, os parâmetros estruturais do modelo estocástico não são conhecidos e, por isso, são estimados estatisticamente com os valores amostrais das variáveis que entram no modelo. Existem vários métodos de estimação que podem ser usados. Contudo, os mais freqüentemente empregados são o de Mínimos Quadrados, o Melhor Estimador Linear Não-Tendencioso e o de Máxima Verossimilhança. Uma vez feitas estas estimativas e conhecidas as distribuições de probabilidades das perturbações aleatórias, podem ser feitas previsões condicionais para as variáveis endógenas.



## 5 PROPOSIÇÃO DE UM PROCESSO DE MENSURAÇÃO

O processo de mensuração ora proposto compõe-se de equações que simulam o desenvolvimento de uma região hipotética. Tais equações levam em consideração a modelagem teórica macroeconômica apresentada sobre crescimento endógeno e também as técnicas de mensuração do crescimento econômico regional.

O processo sintetiza as atividades produtivas desenvolvidas na região em questão e permite a projeção temporal dessas atividades a partir de hipóteses sobre o comportamento de algumas variáveis de política econômica. Foram utilizadas equações obtidas a partir de modelos de crescimento endógeno, com adaptações que permitiram a mensuração da dinâmica interna inerente a cada região.

### 5.1 Um Modelo com Governo e Difusão de Tecnologia

Ao longo deste trabalho, procurou-se sempre respeitar duas grandes agregações esquemáticas no que tange aos modelos de Crescimento Econômico. Assim, dividiu-se a Teoria do Crescimento Econômico, em termos de modelagem, em Teoria do Crescimento Endógeno e Modelo Neoclássico de Crescimento. Uma questão importante no estudo das desigualdades regionais é verificar se existe alguma regularidade no comportamento dessas desigualdades quando comparada ao processo de crescimento. As agregações referidas, embora diverjam na análise da convergência, tendem a ser unidirecionais, individualmente, em relação a ela (GODINHO, 1997).

A primeira dessas agregações, sob a denominação geral de Teoria do Crescimento Endógeno, aqueceu o debate sobre desigualdades regionais, na medida em que um resultado recorrente à grande maioria, ou à quase totalidade desses modelos, é a não convergência entre as rendas *per capita* (ROMER, 1986,

e LUCAS, 1988). A segunda dessas agregações, por sua vez, sob a denominação geral de Modelos Neoclássicos de Crescimento, tem como resultado freqüente a ocorrência de convergência entre as rendas *per capita*.<sup>21</sup>

O modelo desenvolvido em Barro e Sala-I-Martin (1995) analisa a relação entre progresso tecnológico e crescimento econômico em um ambiente caracterizado pela existência de dois países.<sup>22</sup> O país 1, onde ocorrem as inovações, sob a forma de aumento na quantidade de bens intermediários produzidos, e o país 2, onde ocorrem imitação e adaptação das inovações realizadas no país 1 a seu ambiente específico.

A produção de cada bem intermediário, tanto no país 1 quanto no país 2, é realizada por uma única empresa. No caso do país 1, esta empresa, através de patente registrada, passa a obter rendimentos da inovação; no caso do país 2, o único produtor arca com o ônus da adaptação.

A função de produção da firma representativa no setor de bens finais, no país 1, é dada por:

$$Y_1 = A_1 \cdot L_1^{1-\alpha} \cdot \sum_{j=1}^{N_1} X_{1j}^\alpha \quad (5.1)$$

onde  $Y_1$  é a produção,  $L_1$  é a quantidade de trabalho empregada,  $N_1$  é o número de bens intermediários existentes,  $A_1$  é um parâmetro de produtividade<sup>23</sup> e  $X_{1j}$  é a quantidade utilizada do bem intermediário do tipo  $j$ .

Da maximização de lucros nesse setor obtém-se a função de demanda inversa por  $X_{1j}$ :

$$P_j = \alpha \cdot A_1 \cdot L_1^{1-\alpha} \cdot X_{1j}^{\alpha-1} \quad (5.2)$$

---

<sup>21</sup> Desde que os parâmetros das economias sejam iguais.

<sup>22</sup> Para caracterizar a não mobilidade de fatores.

<sup>23</sup> Que reflete, entre outros, as políticas governamentais.

sendo  $P_j$  o preço do bem intermediário  $X_{1j}$ .

Por sua vez, considerando-se o custo de cada  $X_{1j}$  como sendo igual a 1,  $P_j$  é determinado a partir da maximização de lucros no setor de bens intermediários:

$$\max \pi_{1j} = (P_j - 1) \cdot X_{1j} \quad (5.3)$$

sendo  $X_{1j}$  definido por (5.2).

Desse processo de otimização segue que  $P_j = \frac{1}{\alpha}$ , o que, substituído em (5.2), leva à quantidade produzida de cada  $X_{1j}$ :

$$X_{1j} = (A_1)^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{2/(1-\alpha)} \cdot L_1 \quad (5.4)$$

A partir de (5.1) e (5.4) obtém-se o produto *per capita*:

$$y_1 = (A_1)^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{2\alpha/(1-\alpha)} \cdot N_1 \quad (5.5)$$

enquanto a partir de (5.3) e (5.4) obtém-se o fluxo de lucros do monopólio:

$$\pi_{1j} = [(1-\alpha)/\alpha] \cdot A_1^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{2/(1-\alpha)} \cdot L_1 \quad (5.6)$$

A condição de livre entrada  $r_1$  requer que o valor presente de  $\pi_{1j}$ , para o  $j$ -ésimo inovador, seja igual ao custo ( $n$ ) de se inventar um novo produto, o que leva, a partir de (5.6), à determinação de  $r_1$ :

$$r_1 = (L_1/n) \cdot [(1-\alpha)/\alpha] \cdot A_1^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{2/(1-\alpha)} \quad (5.7)$$

Por sua vez, a equação (5.7), associada à taxa de crescimento do consumo dada pela otimização intertemporal do consumidor representativo ( $g_c = (r_1 - \rho)/\theta$ ),<sup>24</sup> leva à taxa de crescimento de  $Y_1, C_1$  e  $N_1$  no estado de equilíbrio:

---

<sup>24</sup> A taxa de crescimento ótimo do consumo é dada a partir das condições de primeira ordem do seguinte problema de otimização resolvido pelos consumidores:  
s.a: onde são os salários e os ativos acumulados pelos consumidores.

$$g_1 = (1/\theta) \cdot \{(L_1/n) \cdot [(1-\alpha)/\alpha] \cdot A_1^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{2/(1-\alpha)} - \rho\} \quad (5.8)$$

Para o país 2, a função de produção da firma representativa, no setor de bens finais, é:

$$Y_2 = A_2 \cdot L_2^{1-\alpha} \cdot \sum_{j=1}^{N_2} X_{2j}^\alpha \quad (5.9)$$

onde  $N_2 (\leq N_1)$  é o número de bens intermediários adaptados do país 1 para uso no país 2. Além disso, diferenças entre  $A_2$  e  $A_1$  e entre  $L_2$  e  $L_1$  refletem, respectivamente, diferenças de políticas governamentais<sup>25</sup> e de escala entre as duas economias.<sup>26</sup>

Se a estrutura econômica do país 1 é semelhante à do país 2, o preço de cada bem intermediário ( $P_j$ ) continua igual a  $1/\alpha$ <sup>27</sup>, enquanto a quantidade de cada  $X_j$  é dada por:

$$X_{2j} = (A_2)^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{2/(1-\alpha)} \cdot L_2 \quad (5.10)$$

O produto *per capita* seria:

$$y_2 = (A_2)^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{2\alpha/(1-\alpha)} \cdot N_2 \quad (5.11)$$

e o fluxo de lucros associado ao  $j$ -ésimo bem intermediário é dado por:

$$\pi_{2j} = [(1-\alpha)/\alpha] \cdot A_2^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{2/(1-\alpha)} \cdot L_2 \quad (5.12)$$

---

<sup>25</sup> Aqui, precisa ficar claro que a eventual diferença entre os parâmetros pode refletir também diferenças entre as dinâmicas internas das regiões. Esta será uma das premissas básicas do presente trabalho.

<sup>26</sup> Mostrar-se-á que refletem, ou podem refletir, alguns outros parâmetros.

<sup>27</sup> Assume-se que o adaptador do bem intermediário na região 2 também usufrui do monopólio na sua produção.

Porém, a adaptação da produção de um bem  $X_j$  para a região 2 implica um custo de imitação<sup>28</sup>. Assim, a condição de livre entrada impõe que o valor presente de  $\pi_{2j}$  seja igual ao custo de imitação, ou seja,  $\pi_{2j}/r_2 = v$ <sup>29</sup>. A substituição dessa condição em (5.12) leva a:

$$r_2 = (L_2/v) \cdot [(1-\alpha)/\alpha] \cdot A_2^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{2/(1-\alpha)} \quad (5.13)$$

A equação (5.13), associada à taxa de crescimento do consumo determinada pelo lado dos consumidores, leva à taxa de crescimento de  $Y_2, C_2$  e  $N_2$ :

$$g_2 = (1/\theta) \cdot \{(L_2/v) \cdot [(1-\alpha)/\alpha] \cdot A_2^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{2/(1-\alpha)} - \rho\} \quad (5.14)$$

Porém, por hipótese o custo de imitação é mais baixo que o custo de inovação, isto é,  $0 < v < n$ , o que é referendado por evidências empíricas.<sup>30</sup> Portanto, se os dois países apresentam os mesmos parâmetros, a condição  $v < n$  faz com que  $g_2$  seja maior do que  $g_1$ . Contudo, ainda que eles apresentem  $A$  e  $L$  diferentes, o país 2 crescerá a uma taxa mais elevada que a do país 1 se for válida a seguinte condição:  $v/n < (L_2/L_1) \cdot (A_2/A_1)^{1/(1-\alpha)}$ .

Dessa forma, esse modelo aponta claramente no sentido da ocorrência de convergência entre as rendas dos dois países. Se  $A_2$  é igual a  $A_1$ , as duas economias convergem inclusive para os mesmos níveis de renda *per capita*.

Se  $g_2 > g_1$ ,  $N_2$  cresce até se igualar a  $N_1$ . Quando esse ponto é alcançado, o país 2 não pode continuar a crescer mais do que o país 1 através da

---

<sup>28</sup> Assume-se que tanto  $v$  como  $n$  sejam constantes.

<sup>29</sup> A taxa de retorno não será constante se crescer mais rápido do que o suficiente para a região 2 esgotar o leque de opções para adaptação provenientes da região 1. Contudo, os autores associam essa possibilidade a um momento longínquo no futuro, de forma a poder considerar como constante.

<sup>30</sup> Mansfield et al. (1981) e Teece (1977), citados por Barro e Sala-I-Martin (1995).

adaptação de suas inovações, de forma que  $g_2$  se torna igual a  $g_1$ . Porém, essa análise da transição de uma taxa mais alta ( $g_2 > g_1$ ) para uma mais baixa ( $g_2 = g_1$ ) não é desenvolvida em Barro e Sala-i-Martin (1995).

A partir daqui passa-se a analisar um modelo caracterizado por duas regiões, sendo uma rica (região 1) e outra pobre (região 2). Supõe-se que essas regiões adaptem inovações tecnológicas geradas em outra região ou país. Fazem-se três considerações básicas<sup>31</sup>, em relação ao modelo de Barro e Sala-i-Martin: 1) considera-se a presença de um governo central que financia seus gastos mediante um imposto proporcional ( $\tau$ ), incidente sobre a renda das regiões 1 e 2, e que distribui recursos entre as regiões de acordo com alguma regra definida pelo próprio governo. Por sua vez, esses gastos são incorporados à função de produção, uma vez que se supõe que o dispêndio governamental é essencialmente direcionado para investimentos em infra-estrutura, afetando a produtividade da atividade privada; 2) considera-se a existência de mobilidade do fator trabalho entre as regiões; 3) considera-se apenas a existência de custos de adaptação.

Dessa forma, supõe-se que as funções de produção da firma representativa do setor de bens finais nas regiões 1 e 2 são, respectivamente:

$$Y_1 = A(\lambda\gamma)^\alpha L_1^\beta \sum_{j=1}^{N_1} X_{1j}^{1-\alpha-\beta} \quad (5.15)$$

$$Y_2 = A[(1-\lambda)\gamma]^\alpha L_2^\beta \sum_{j=1}^{N_2} X_{2j}^{1-\alpha-\beta} \quad (5.15')$$

onde  $\gamma$  é a razão gastos governamentais sobre a renda do país  $(G/(Y_1 + Y_2))$ <sup>32</sup>,

---

<sup>31</sup> O modelo com governo, ora proposto, foi sugerido por Godinho (1997).

<sup>32</sup> Inspira-se na idéia de que, sendo esses gastos principalmente em infra-estrutura, o que se torna relevante é não o seu valor absoluto, mas sua proporção em relação ao nível de renda, uma vez que a infra-estrutura se mostra sujeita a congestionamentos. Além disso, essa formulação traz implícita a idéia de que o governo oferta um bem público que não é específico de cada região, cabendo à variável  $\lambda$  expressar a importância da localização regional desses gastos.

sendo o país composto por duas regiões;  $G$  é igual à arrecadação total ( $\tau.(Y_1 + Y_2)$ ), uma vez que o governo se encontra em equilíbrio orçamentário;  $\lambda$  é a proporção dos gastos governamentais destinados à região 1, sendo  $(1-\lambda)$  a proporção destinada à região 2;  $\alpha$  é um parâmetro de produtividade do dispêndio governamental;  $N_1(N_2)$  é o número de variedades de bens intermediários adaptados para uso na região 1(2).

Num trabalho similar, Godinho (1997) supõe também que  $A$ ,  $\alpha$  e  $\beta$  sejam parâmetros tecnológicos do modelo, iguais entre as duas regiões,<sup>33</sup> enquanto  $\lambda$  é uma variável de política econômica. As produtividades marginais de  $L_2$  e  $L_1$  são iguais devido à condição de mobilidade perfeita de trabalho entre as regiões:

$$W = \beta Y_1 / L_1 = \beta Y_2 / L_2 \quad (5.16)$$

sendo  $W$  a remuneração do fator trabalho.

A partir de (16) obtém-se a seguinte condição:

$$Y_1 / L_1 = Y_2 / L_2 \quad (5.16')$$

Por sua vez, a maximização de lucros no setor de bens finais das regiões 1 e 2 leva à configuração das funções de demanda inversa por  $X_{1j}$  e  $X_{2j}$ , respectivamente:

$$P_{1j} = (1 - \tau)(1 - \alpha - \beta).A(\lambda\tau)^\alpha.L_1^\beta.X_{1j}^{-\alpha-\beta} \quad (5.17)$$

$$P_{2j} = (1 - \tau)(1 - \alpha - \beta).A[(1 - \lambda)\tau]^\alpha.L_2^\beta.X_{2j}^{-\alpha-\beta} \quad (5.17')$$

---

<sup>33</sup> Godinho (1997) ressalta que "estimativas recentes, sob a abordagem de dados de painel, têm enfatizado a grande variabilidade do parâmetro  $A$  entre diferentes economias, revelando a existência de uma correlação considerável desse parâmetro tanto com as variáveis explicativas presentes na função de produção como com a própria renda *per capita*. Esses exercícios empíricos têm apontado no sentido de um papel do parâmetro  $A$ , especialmente na análise do fenômeno da convergência, mais relevante do que o que tem sido tradicionalmente ressaltado na literatura".

<sup>34</sup> A igualdade entre rendas *per capita* das duas regiões é coerente com a consideração, aceita até aqui, de  $\lambda$  como uma variável exógena, não influenciada por variações em  $L$ .

Como as diversas variedades de bens intermediários entram de maneira simétrica na composição da função de produção, a demanda oriunda do setor de bens finais também se distribui simetricamente por essas variedades, o que possibilita a seguinte representação das funções de produção:

$$Y_1 = A(\lambda\tau)^\alpha .L_1^\beta .X_1^{1-\alpha-\beta} N_1 \quad (5.18)$$

$$Y_2 = A[(1-\lambda)\tau]^\alpha .L_2^\beta .X_2^{1-\alpha-\beta} N_2 \quad (5.18')$$

onde  $X_1$  e  $X_2$  são a quantidade produzida de cada  $X_{1j}$  e  $X_{2j}$ .

Considerando-se o custo de produção de cada  $X_{ij}$  como igual a 1, pode-se, a partir de (5.17) e (5.17'), representar os lucros no setor de bens intermediários em cada região:

$$\pi_1 = (1-\tau)(1-\alpha-\beta).A(\lambda\tau)^\alpha .L_1^\beta .X_{1j}^{1-\alpha-\beta} - X_{1j} \quad (5.19)$$

$$\pi_2 = (1-\tau)(1-\alpha-\beta).A[(1-\lambda)\tau]^\alpha .L_2^\beta .X_{2j}^{1-\alpha-\beta} - X_{2j} \quad (5.19')$$

A quantidade produzida de  $X_{1j}$  e  $X_{2j}$  é, portanto, determinada a partir da maximização de (5.19) e (5.19'):

$$X_1 = (1-\alpha-\beta)^{2/(\alpha+\beta)} [A(1-\tau)]^{1/(\alpha+\beta)} (\lambda\tau)^{\alpha/(\alpha+\beta)} L_1^{\beta/(\alpha+\beta)} \quad (5.20)$$

$$X_2 = (1-\alpha-\beta)^{2/(\alpha+\beta)} [A(1-\tau)]^{1/(\alpha+\beta)} [(1-\lambda)\tau]^{\alpha/(\alpha+\beta)} L_2^{\beta/(\alpha+\beta)} \quad (5.20')$$

Por fim, a partir de (5.18), (5.18'), (5.20) e (5.20') obtém-se a seguinte representação para a condição expressa em (5.16'):

$$[\lambda/(1-\lambda)].(N_1/N_2)^{(\alpha+\beta)/\alpha} = (L_1/L_2) \quad (5.21)$$

O problema de alocação do estoque total de trabalho (L) entre as duas regiões deve obedecer à seguinte restrição:

$$L_1 + L_2 = L \quad (5.22)$$



donde se pode obter a proporção de L empregada em cada região:

$$L_1 = \phi L \text{ (5.23); } L_2 = (1 - \phi)L \text{ (5.23')} \text{ e } L_1 / L_2 = \phi / (1 - \phi) \quad (5.23'')$$

$$\text{onde } \phi = \lambda / [\lambda + (1 - \lambda) \cdot (N_2 / N_1)^{(\alpha + \beta) / \alpha}]$$

Os níveis de produção ( $Y_1$  e  $Y_2$ ) e, portanto, de produto *per capita* ( $y_1$  e  $y_2$ ) são, por sua vez, determinados a partir de (5.18), (5.18'), (5.20) e (5.20'):

$$Y_1 = B(\lambda\tau)^{\alpha/(\alpha+\beta)} (\phi L)^{\beta/(\alpha+\beta)} \cdot N_1 \quad (5.24)$$

$$Y_2 = B[(1 - \lambda)\tau]^{\alpha/(\alpha+\beta)} [(1 - \phi)L]^{\beta/(\alpha+\beta)} \cdot N_2 \quad (5.24')$$

$$y_1 = B(\lambda\tau)^{\alpha/(\alpha+\beta)} (\phi L)^{-\alpha/(\alpha+\beta)} \cdot N_1 \quad (5.25)$$

$$y_2 = B[(1 - \lambda)\tau]^{\alpha/(\alpha+\beta)} [(1 - \phi)L]^{-\alpha/(\alpha+\beta)} \cdot N_2 \quad (5.25')$$

$$\text{onde } B = A^{1/(\alpha+\beta)} \cdot (1 - \alpha - \beta)^{2(1-\alpha-\beta)/(\alpha+\beta)} \cdot (1 - \tau)^{(1-\alpha-\beta)/(\alpha+\beta)}$$

Quanto à taxa de crescimento das duas regiões, elas podem ser determinadas a partir das expressões (5.19) e (5.19'), que podem ser representadas da seguinte forma:

$$\pi_1 = X_1 [(1 - \alpha - \beta) \cdot A \cdot (1 - \tau) (\lambda\tau)^\alpha \cdot (\phi L)^\beta \cdot X_1^{-(\alpha+\beta)} - 1] \quad (5.26)$$

$$\pi_2 = X_2 \{ (1 - \alpha - \beta) \cdot A \cdot (1 - \tau) [(1 - \lambda)\tau]^\alpha \cdot [(1 - \phi)L]^\beta \cdot X_2^{-(\alpha+\beta)} - 1 \} \quad (5.26')$$

em que, substituindo-se (5.20) e (5.20') nas expressões entre colchetes em (5.26) e (5.26'), tem-se que:

$$\pi_1 = [(\alpha + \beta) / (1 - \alpha - \beta)] \cdot X_1 \quad (5.27)$$

$$\pi_2 = [(\alpha + \beta)/(1 - \alpha - \beta)] \cdot X_2 \quad (5.27')$$

A partir daqui, pode-se obter as taxas de retorno de cada região, seguindo o raciocínio: cada variedade de bem intermediário é adaptada e produzida por uma única firma, que incorre em um custo ( $n_i$ ) de imitação em cada região, o que, somado à condição de livre entrada ( $n_i = \frac{\pi_i}{r_i}$ ) e da substituição de

(5.20) e (5.20') em (5.27) e (5.27'), determina:

$$r_1 = [(\phi L)^{\beta/(\alpha+\beta)} / n_1] \cdot [(\alpha + \beta)/(1 - \alpha - \beta)] \cdot (1 - \alpha - \beta)^{2/(\alpha+\beta)} \cdot [A(1 - \tau)]^{1/(\alpha+\beta)} \cdot (\lambda \tau)^{\alpha/(\alpha+\beta)} \quad (5.28)$$

$$r_2 = \{[(1 - \phi)L]^{\beta/(\alpha+\beta)} / n_2\} \cdot [(\alpha + \beta)/(1 - \alpha - \beta)] \cdot (1 - \alpha - \beta)^{2/(\alpha+\beta)} \cdot [A(1 - \tau)]^{1/(\alpha+\beta)} \cdot [(1 - \lambda)\tau]^{\alpha/(\alpha+\beta)} \quad (5.28')$$

As equações (5.28) e (5.28'), associadas à taxa de crescimento do consumo dada pela otimização intertemporal do consumidor representativo, levam às taxas de crescimento do consumo nas duas regiões:

$$g_1 = \left(\frac{1}{\theta}\right) \left\{ \left[ \frac{[(\phi L)^{\frac{\beta}{\alpha+\beta}}]}{n_1} \right] \cdot \frac{\alpha + \beta}{(1 - \alpha - \beta)^{\frac{\alpha+\beta-2}{\alpha+\beta}}} \cdot [A(1 - \tau)]^{\frac{1}{\alpha+\beta}} \cdot (\lambda \tau)^{\frac{\alpha}{\alpha+\beta}} - \rho \right\} \quad (5.29)$$

$$g_2 = \left(\frac{1}{\theta}\right) \left\{ \left[ \frac{[(1 - \phi)L]^{\frac{\beta}{\alpha+\beta}}]}{n_2} \right] \cdot \frac{\alpha + \beta}{(1 - \alpha - \beta)^{\frac{\alpha+\beta-2}{\alpha+\beta}}} \cdot [A(1 - \tau)]^{\frac{1}{\alpha+\beta}} \cdot [(1 - \lambda)\tau]^{\frac{\alpha}{\alpha+\beta}} - \rho \right\} \quad (5.29')$$

Comparando-se (5.29) e (5.29') verifica-se que a ocorrência ou não de convergência entre as taxas de crescimento  $g_1$  e  $g_2$  depende da alocação de  $L$  (afetada por  $\lambda$ ) entre as regiões e dos valores de  $n_1, n_2$  e  $\lambda$ , ou seja, do custo de adaptação de tecnologia e do padrão de atuação do governo [que controla a variável  $\lambda$  e, por conseguinte,  $(1 - \lambda)$ ].

### 5.1.1 Difusão de tecnologia com e sem poder de monopólio

Se for considerado que, para uma economia descentralizada, o inventor de cada bem intermediário terá um monopólio perpétuo sobre seu uso, esta posição desestimularia competidores, ao longo do tempo, a aprender sobre novos produtos ou novas técnicas, ou ainda a imitá-los ou criar produtos substitutos.

A natureza temporária de patentes poderia também influir em algumas áreas. Um possível caminho para modelar a deterioração gradual do poder de monopólio é assumir que a transformação de bens monopolizados para competitivos acontece a partir de um processo probabilístico, seguindo uma distribuição de Poisson. Isto é, se bens intermediários  $j$  são monopolizados hoje, então estes bens viriam a ser competitivos num próximo intervalo  $dt$  com uma probabilidade  $p \cdot dt$ , onde  $p \geq 0$ . Assim, se um bem é inventado no tempo  $t$  e é inicialmente monopolizado, então a probabilidade de ele ainda estar monopolizado numa data futura  $v \geq t$  é  $e^{-p \cdot (v-t)}$ . Um bem intermediário monopolizado tem um preço de mercado  $1/\alpha$ . A quantidade demandada de cada bem monopolizado,  $X^m$ , é dada por

$$X^m = LA^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{2/(1-\alpha)}. \quad \text{eq. (5.30)}$$

Num estado monopolista o lucro é obtido pela expressão  $[(1-\alpha)/\alpha] \cdot X^m$ , enquanto no estado competitivo ele é zero. O valor presente esperado de uma descoberta de um bem intermediário, inicialmente monopolizado, no tempo  $t$  é dado pela expressão a seguir, de forma a incluir o termo probabilístico,  $e^{-p \cdot (v-t)}$ <sup>35</sup>:

$$E[V(t)] = LA^{1/(1-\alpha)} \cdot \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) \cdot \alpha^{2/(1-\alpha)} \cdot \int_t^x e^{-[p+r(v,t)] \cdot (v-t)} dv \quad \text{eq. (5.31)}$$

---

<sup>35</sup> O valor presente é dado pela expressão:. Se se assume que não existem barreiras à entrada e que qualquer um que se disponha a pagar o custo relativo a P&D terá assegurado o valor presente, então a análise é a que segue: a) se então um montante infinito de recursos seria canalizado para P&D no tempo; b) se não haveria recursos disponíveis para P&D no tempo, e, desta forma, o número de bens não mudaria ao longo do tempo; c) se (nossa hipótese principal), então: Nesta última equação, tudo exceto a integral é considerado ser constante. A equação pode, portanto, manter-se para todo  $t$  somente se a integral for constante, o que requer que a taxa de juros seja igual a constante.

Se fizermos, então,  $\frac{\eta\alpha(1-\alpha)}{LA^{1/(1-\alpha)}.\alpha^{2/(1-\alpha)}} = \int_t^{\infty} e^{-[p+\bar{r}(v,t).(v-t)]} dv$  e dado que o lado da esquerda é constante,  $r(t)$  iguala a constante  $r$ . A resolução da integral implica que  $r$  deve satisfazer a equação:  $r + p = (L/\eta)A^{1/(1-\alpha)}.\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right).\alpha^{2/(1-\alpha)}$  eq. (5.32)

Assim, dado que a taxa de retorno social (pública) é obtida de:

$$r = (L/\eta)A^{1/(1-\alpha)}.\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right).\alpha^{2/(1-\alpha)} \quad (\text{BARRO e SALA-I-MARTIN, 1995, p.221}). \quad \text{eq. (5.33)}$$

o resultado obtido mais acima somente adiciona o parâmetro  $p$  do lado esquerdo da equação. Portanto, a natureza temporária da posição de monopólio aumenta  $r$  de seu prévio valor pela adição da parcela  $p$ . Conseqüentemente, a natureza temporária da posição monopolista no que tange à inovação cria um hiato maior entre as taxas de retorno pública e privada. A razão é que, de uma perspectiva social, o ganho de uma descoberta é permanente, enquanto de uma perspectiva privada ele é temporário.

A taxa de retorno constante determinada na equação (5.33) implica uma taxa de crescimento do consumo também constante:

$$\gamma_c = (1/\theta)[(L/\eta)A^{1/(1-\alpha)}.\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right).\alpha^{2/(1-\alpha)} - p - \rho] \quad \text{eq. (5.34)}$$

A taxa de crescimento do número de bens intermediários,  $N$ , e o nível do produto,  $Y$ , no longo prazo, geralmente iguala  $\gamma_c$ ; para estudar essas outras taxas de crescimento deve-se analisar  $N$  em dois contextos: mercado monopolista e mercado competitivo.

Chamando  $N^c$  o número de bens intermediários oriundos do mercado competitivo, temos que  $N - N^c$  é o número de bens intermediários do mercado monopolista. A quantidade produzida de cada bem intermediário no mercado monopolista é representada por  $X^m$ , mostrado na equação (5.30). Para cada bem competitivo, que tem custo marginal igual a 1, a quantidade produzida é dada pela equação:

$$X^c = LA^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{1/(1-\alpha)} > X^m \quad \text{eq. (5.35)}$$

O nível de produto agregado nessas condições, compondo a equação  $Y_i = A.L_i^{1-\alpha} \cdot \sum_{j=1}^j (X_{ij})^\alpha$  <sup>36</sup> (onde  $0 < \alpha < 1$ ,  $Y_i$  é o produto,  $L_i$  é o insumo mão-de-obra, e  $X_{ij}$  é o emprego do j-ésimo tipo de bem intermediário), com as equações (5.30) e (5.35), resulta:

$$Y_i = A^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{2/(1-\alpha)} \cdot LN \cdot [1 + (N^c / N) \cdot (\alpha^{-\alpha/(1-\alpha)} - 1)] \quad \text{eq. (5.36)}$$

Ainda mais, para um dado  $N$ ,  $Y$  excede a quantidade mostrada no modelo  $AK$ :

$Y_i = A^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{2/(1-\alpha)} \cdot LN$  desde que  $N^c > 0$ , isto porque  $0 < \alpha < 1$ . Também pode-se observar que  $Y$  aumenta com  $N^c / N$  para dado  $N$ ; este efeito representa o ganho estático obtido na passagem de monopólio para competição na quantidade de bens intermediários então existentes.

Desde que cada bem monopolizado torna-se competitivo com a probabilidade  $p \geq 0$ , por unidade de tempo, a mudança em  $N^c$  sempre pode ser aproximada (se  $N - N^c$  é grande) por  $\dot{N}^c \approx p(N - N^c)$  eq. (5.37)

O modelo é utilizado também como restrição orçamentária na determinação do nível de consumo:

$$c = Y - \eta \dot{N} - N^c X^c - (N - N^c) \cdot X^m \quad \text{eq. (5.38)}$$

ou seja, o consumo é igual ao produto,  $Y$ , menos as despesas com P&D,  $\eta \dot{N}$ , menos a produção de bens intermediários competitivos,  $N^c X^c$ , menos a produção de bens intermediários monopolizados,  $(N - N^c) \cdot X^m$ .

O modelo contém duas variáveis,  $N$  e  $N^c$ , e realiza uma dinâmica de transição na qual a razão  $N^c / N$  aproxima-se do seu valor no estado de equilíbrio,  $(N^c / N)^*$ . A este respeito o modelo lembra a estrutura do modelo de dois setores,

---

<sup>36</sup> Dixit e Stiglitz (1977), Ethier (1982) e Romer (1986), entre outros.

no qual a razão dos dois tipos de bens de capital,  $K/H$ , ajusta-se gradualmente ao redor de  $(K/H)^*$ .

No estado de equilíbrio,  $N, N^c, Y$  e  $C$ , todos crescem à taxa  $\gamma_c$  mostrada na equação (5.30), ou seja,  $\gamma^* = \gamma_c$  é a taxa de crescimento no estado de equilíbrio para todas as quantidades. Da equação (5.37) pode-se deduzir:

$$(N^c / N)^* = \frac{p}{\gamma^* + p} \quad \text{eq. (5.39)}$$

Assim, a fração competitiva aumenta com a taxa  $p$ , que contempla bens competitivos, e cai com a taxa  $\gamma^*$ , na qual novos bens intermediários monopolistas são descobertos. Substituindo-se (5.39) em (5.36) tem-se:

$$Y^* = A^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{2\alpha/(1-\alpha)} \cdot LN \cdot [1 + (\frac{p}{\gamma^* + p}) \cdot (\alpha^{-\alpha/(1-\alpha)} - 1)] \quad \text{eq. (5.40)}$$

Note-se que  $Y^*$  cresce à mesma taxa de  $N$ . Se  $p = 0$ , também  $(N^c / N)^* = 0$  (ver equação 5.39), o que acarreta que a expressão para  $Y^*$  é a mesma que para o modelo do monopólio puro  $Y^* = A^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{2\alpha/(1-\alpha)} \cdot LN$ <sup>37</sup>. Se  $p \rightarrow \infty$ , significa que os bens intermediários tornam-se competitivos instantaneamente, e, assim,  $(N^c / N)^* = 1$ , conduzindo para a fórmula  $Y^* = A^{1/(1-\alpha)} \cdot \alpha^{\alpha/(1-\alpha)} \cdot LN$ , abordagem do planejamento social (público). A dificuldade, entretanto, é que se  $p \rightarrow \infty$ , também implica que  $\gamma^* = 0$ , o que significa que nada teria sido inventado e portanto  $N$  permanece constante.

No modelo monopolista puro, pode ser mostrado que o ótimo social é obtido se o governo usa uma taxa bruta para financiamento de subsídios  $1-\alpha$ , para aquisição de bens intermediários. No presente contexto, este subsídio está

---

<sup>37</sup> Segundo Barro e Sala-i-Martin (1995, p.226).

limitado à aquisição de bens monopolizados. A seleção de bens subsidiados é possível no modelo,<sup>38</sup> mas seria um desafio na prática.

Em todo caso, um subsídio à taxa  $1-\alpha$  para bens intermediários monopolizados não atende às condições de ótimo social porque o termo  $p$  ainda carrega uma diferença entre a taxa de retorno social e a taxa de retorno privada (eq. 5.33), representada pela diferença entre as expressões  $\alpha^{2/(1-\alpha)}$  e  $\alpha^{1/(1-\alpha)}$ . Para alcançar o social ótimo, o governo teria também que subsidiar os gastos de pesquisa para aumentar a taxa de retorno privada em P&D, através de  $p$ . Em outras palavras, dois novos instrumentos são agora requeridos, um que encoraja produção de bens monopolizados intermediários e outro que estimula P&D.

O governo pode também influir no parâmetro  $p$ , diretamente, atuando no sentido de diminuir o poder de monopólio através de leis antitruste ou limitação sobre proteção de patentes. Um incremento em  $p$  envolve uma troca que aparece nos modelos de otimização de políticas de patentes, ou seja, a escolha entre um ganho estático de competitividade *versus* uma perda dinâmica demasiadamente alta na taxa de crescimento de novos produtos.

## 5.2 Compatibilizando Teoria e Prática

A convergência ou não entre as taxas de crescimento  $g_1$  e  $g_2$  depende da alocação de  $L$  (afetada por  $\lambda$ ) entre as regiões e dos valores de  $n_1, n_2$  e  $\lambda$ , ou seja, do custo de adaptação de tecnologia e do padrão de atuação do governo (que controla a variável  $\lambda$  e, por conseguinte,  $(1-\lambda)$ ). Além desses parâmetros, alguns outros podem e devem compor a função de produção. A análise anterior, relativa ao  $\lambda$ , por exemplo, pode ser utilizada para parâmetros tais como a dinâmica interna das regiões, que, segundo Benko (1999), é um dos fatores capazes de explicar o

---

<sup>38</sup> Considerando os bens completamente monopolizados ou completamente competitivos.

sucesso de determinadas regiões. Resta, de qualquer forma, a tarefa de encontrar, empiricamente, quais os fatores relevantes na determinação deste parâmetro.

Por outro lado, a eficiência da abordagem endógena, dentro do desenvolvimento regional, está diretamente relacionada com o fato de se priorizar o capital humano e as inovações tecnológicas, conforme foi visto nos capítulos anteriores. Essas são condições necessárias mas não suficientes, em regiões com maior disparidade de renda. Neste último caso é preciso que se utilizem estratégias que estimulem empreendimentos locais, particularmente redes de cooperação advindas das economias de aglomeração, que têm o mérito de identificar e valorizar vocações e priorizar atividades a elas ligadas, emprestando, desta forma, uma nova dinâmica interna à região.

Em trabalho anterior, Souza (1999) mostrou a importância da variável escolaridade na obtenção de PIBs mais elevados para as regiões. Considerando-se que elevados níveis de escolaridade influenciam de forma positiva a dinâmica interna das regiões, sendo mesmo um de seus principais determinantes, é interessante que se analise a forma como essas variáveis se relacionam.

De acordo com a teoria analisada ao longo da revisão da literatura, estarão sendo examinados e testados dois modelos que se dispõem a estudar as relações entre as taxas de crescimento econômico de longo prazo e capital humano, partindo de uma função de produção agregada.

O primeiro modelo testado é um modelo de crescimento neoclássico, a la Solow (1956), tomando como referência básica o trabalho de Lau et al. (1993), trabalhando com uma análise *cross section* do PIB dos estados brasileiros, procurando atualizar e sintetizar os trabalhos já desenvolvidos anteriormente por Andrade (1997) e por Gonçalves, Seabra e Teixeira (1998).

Apesar de Romer (1986 e 1990) trabalhar com os modelos de crescimento endógeno, como uma resposta à "incapacidade" dos modelos neoclássicos de explicar o comportamento da variável "progresso tecnológico", na verdade os estudos desenvolvidos por Andrade (1997) demonstraram que o melhor ajuste, para o



crescimento do PIB dos estados brasileiros, deu-se com o modelo desenvolvido por Lau et al. (1993), e não com os modelos de crescimento endógeno. Mesmo no trabalho desenvolvido por Higache e Porcile (1998) não fica categoricamente consagrado (pela análise dos resultados) o modelo com bases teóricas evolucionistas, embora a base de dados e a amostra tenham sido distintas.<sup>39</sup>

### 5.2.1 Parte 1 - Importância da Variável Escolaridade no PIB

Na proposta apresentada por Lau et al. (1993), o modelo difere do modelo de Benhabib, por utilizar como variável dependente a taxa de crescimento do produto interno bruto no lugar da taxa de crescimento do produto interno bruto *per capita*.

Os estudos empíricos desenvolvidos por Benhabib e Spiegel (1994) tentam mostrar a inadequação da especificação de taxas de evolução do capital humano.<sup>40</sup> No longo prazo, e dependendo da amostra trabalhada, porém, as taxas não só podem como devem ser novamente utilizadas; ou seja, desde que os capitais físicos dos países ou regiões considerados na amostra sejam mais homogêneos, as diferenças tendem a ser expressas em diferenciais, e, então, a utilização das taxas permite um melhor dimensionamento desses diferenciais.

A estimação do modelo básico de Lau et al. é feita a partir de uma função de produção como a que segue:

$$\ln y(t) - \ln y(0) = C + a_1 (\ln k(t) - \ln k(0)) + a_2 (\ln L(t) - \ln L(0)) \quad \text{eq (5.41)}$$

Em seguida, se fará a estimação do mesmo modelo, acrescido da variável escolaridade:

$$\ln y(t) - \ln y(0) = C + a_1 (\ln k(t) - \ln k(0)) + a_2 (\ln L(t) - \ln L(0)) + a_3 (H(t) - H(0))$$

---

<sup>39</sup> A amostra foi constituída pelos países da América do Sul.

<sup>40</sup> Nas conclusões de seu trabalho, Benhabib e Spiegel (1994) advogam a especificação do capital humano em valor absoluto e não em taxa.

Esta é a equação (5.42), onde

$Y_{(t)}$  = nível do produto interno bruto no período t

$K_{(t)}$  = estoque de capital físico no período t

$L_{(t)}$  = mão-de-obra não especializada no período t

$H_{(t)}$  = estoque de capital humano no período t

### **Definição das Variáveis e Base de Dados**

A estimação será feita pelo método dos mínimos quadrados ordinários através de regressões lineares *cross-section* sobre a taxa de crescimento do produto interno bruto dos estados brasileiros no período de 1970 a 1995. A análise a partir dos dados coletados apresenta o inconveniente da suposição de uma mesma função de produção para todos os estados. A sugestão dada por Gonçalves, Seabra e Teixeira (1998) para contornar esse inconveniente é fazer a estimação das funções de produção através de *Panel Data*, procurando, desta maneira, captar as peculiaridades dos Estados quando produtores agrícolas, extrativistas ou industriais. Esta abordagem permitiria estimar os efeitos de políticas públicas, tal como o incentivo à formação de capital humano. Porém, para este estudo em particular, será usada uma mesma função de produção para todos os estados.

Alguns estados foram excluídos da amostra por não existirem, em 1970, a exemplo de Mato Grosso do Sul e Tocantins. Estimativas do capital físico dos estados não são disponíveis. Por esta razão, optou-se pela utilização de uma *proxy*, relacionando consumo de energia elétrica industrial ao estoque de capital físico.

As variáveis utilizadas no modelo são descritas abaixo:

$Y_{(t)}$  - **produto interno bruto estadual** - A principal dificuldade encontrada na estimação das equações acima foi a coerência metodológica para obtenção dos dados do PIB por estado (pretendia-se utilizar as estimativas feitas por

organizações estaduais de estatística). Acabou-se optando, para 1970, pelos dados fornecidos pela publicação *Estatísticas Históricas do Brasil* (IBGE,1987); para o ano de 1997 a informação veio do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e foi deflacionada pelo deflator implícito publicado na Conjuntura Econômica (1998). Desta forma, os valores estão a preços correntes de 1970.

**$K_{(t)}$  - estoque de capital físico da economia** - Utilizou-se uma *proxy* pelo consumo de energia elétrica industrial de cada unidade da federação por não existirem séries históricas desagregadas por estado adequadas no Brasil. Os dados foram coletados do Anuário Estatístico do Brasil (1971:1995). Esta formulação tem a vantagem de já se encontrar ajustada conforme o nível de utilização do estoque, evitando erros de superestimação do estoque de capital físico (mede unicamente o que se gasta de energia na economia). Em contrapartida, tem a desvantagem de ser unilateral, já que se utiliza somente de um critério para mensurar a capacidade instalada da economia.

**$L_{(t)}$  - força de trabalho** - A estimativa da PEA obtida através do IBGE (1995) serviu como uma *proxy* bastante adequada, embora os critérios de identificação do "indivíduo economicamente ativo" sejam questionáveis, por não levarem em conta algumas modalidades de trabalho significativas, tais como a contribuição do trabalho não assalariado doméstico.

**$H_{(t)}$  - estoque de capital humano da economia** - Poderiam ser utilizadas aqui, como *proxies*, matrículas no primeiro e segundo graus, índice de analfabetismo, valor absoluto e o logaritmo dos anos de escolaridade médio da PEA. Optou-se pela última, ao se verificar os resultados obtidos por Benhabib e Spiegel (1994), que compararam todas essas variáveis numa análise *cross-section* de 148 países e definiram esta última medida como a mais robusta. Os dados para 1970 foram retirados do censo demográfico de 1970, e, os demais, da Pesquisa Nacional por Amostra Domiciliar (PNAD).

## Resultados Obtidos

Os resultados para a equação (5.41) são os que se seguem:

### RESUMO DOS RESULTADOS

ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO	
R-múltiplo	0,867166
R-quadrado	0,751977
R-quadrado ajustado	0,72943
Erro padrão	0,273026
Observações	25

### ANOVA

ITENS	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	2	4,972186	2,486093	33,35089	2,18471E
Resíduo	22	1,639957	0,074543		
TOTAL	24	6,612143			

### ANOVA

PARÂMETROS	COEFICIENTES	ERRO PADRÃO	STAT T	VALOR-P	95% INFERIORES	95% SUPERIORES
Interseção	0,39578	0,159309	2,484358	0,021074	0,065393	0,726167
lnK95-lnK70	0,121588	0,048902	2,486353	0,020982	0,020171	0,223005
lnL95-lnL70	0,765175	0,128597	5,950162	5,47448E	0,49848	1,03187

Desde que "P-Valor" na tabela da ANOVA é menor do que 0,05, existe uma relação estatisticamente significativa entre as variáveis a um nível de 95% de confiança.

A estatística do  $R^2$  indica que o modelo explica 75,1977% da variação em y. O  $R^2$  ajustado, mais sensível para comparações em modelos de múltiplas variáveis independentes, é de 72,943%. O erro padrão da estimativa mostra que o desvio padrão dos resíduos é 0,273026.

O erro médio absoluto (MAE) de 0,193167 é o valor médio dos resíduos. A estatística Durbin Watson (DW) testa os resíduos para determinar se existe alguma correlação significativa baseada na ordem na qual elas ocorrem no arquivo de dados. Desde que o valor DW é maior do que 1,55 e menor do que 2,45, mais

precisamente 1,80786, não há, provavelmente, nenhuma autocorrelação séria nos resíduos. O teste de significância conjunta (F) da regressão é aprovado ao nível de 5%. A hipótese de existência de heterocedasticidade é rejeitada para o modelo, também ao nível de 5%.<sup>41</sup>

Os resultados para a equação (5.42) são os que seguem:

RESUMO DOS RESULTADOS

ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO	
R múltiplo	0,934426
R-quadrado	0,873152
R-quadrado ajustado	0,855031
Erro padrão	0,199849
Observações	25

ANOVA 1

ITENS	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	3	5,773409	1,92447	48,18437	1,37E-09
Resíduo	21	0,838734	0,03994		
TOTAL	24	6,612143			

ANOVA 2

PARÂMETROS	COEFICIENTES	ERRO PADRÃO	STAT T	VALOR-P	95% INFERIORES	95% SUPERIORES
Interseção	-0,57182	0,245496	-2,32923	0,029909	-1,08235	-0,06128
lnK95-lnK70	0,11877	0,035801	3,317508	0,003273	0,044318	0,193221
lnL95-lnL70	0,498248	0,11141	4,472186	0,00021	0,266557	0,729938
ED95-ED70	0,381944	0,085276	4,478931	0,000207	0,204603	0,559284

Desde que "P-Valor" na tabela da ANOVA é menor do que 0,05, existe uma relação estatisticamente significativa entre as variáveis a um nível de 95% de confiança.

A estatística do  $R^2$  indica que o modelo explica 87,3152% da variação em  $y$ . O  $R^2$  ajustado, mais sensível para comparações em modelos de múltiplas

<sup>41</sup> Utilizou-se, aqui, o teste de Pesaran-Pesaran.

variáveis independentes, é de 85,5031%. O erro padrão da estimativa mostra que o desvio padrão dos resíduos é 0,199849.

O erro absoluto da média (MAE) de 0,03994 é o valor médio dos resíduos. A estatística Durbin Watson (DW) testa os resíduos para determinar se existe alguma correlação significativa baseada na ordem em que elas ocorrem no arquivo de dados. Desde que o valor DW é maior do que 1,654 e menor do que 2,346, não há, provavelmente, nenhuma autocorrelação séria nos resíduos. O teste de significância conjunta (F) da regressão é aprovado ao nível de 5%. A hipótese de existência de heterocedasticidade, tal qual o modelo anterior, é rejeitada ao nível de 5%.<sup>42</sup>

Como se pode deduzir dos dados, o segundo modelo de regressão, com a inclusão da variável escolaridade, tem um bom poder explicativo, o  $R^2$  ajustado, de 85,50%, enquanto o primeiro modelo na regressão, sem a variável escolaridade, tem um poder explicativo menor, de 72,94%.

Em suma, os resultados mostram-se consistentes com pesquisas anteriores. O resultado encontrado vem corroborar a afirmação de que o capital humano é fator preponderante na explicação do crescimento do produto interno bruto dos estados brasileiros.

O coeficiente estimado para elasticidade do trabalho, que aponta para um crescimento de 38% no produto interno bruto associado com cada ano adicional de escolaridade média da população economicamente ativa, confirma trabalhos anteriores, embora seu valor absoluto esteja um pouco exagerado em comparação com outros autores (em média 21%, embora Andrade tenha encontrado 32%). A magnitude do coeficiente pode ser explicada, provavelmente, pelo baixo nível de escolaridade dos estados brasileiros em 1970 (passou, em média, de 2 anos de estudo, em 1970, para 5 anos em 1995).

Por outro lado, os resultados reiteram a hipótese de convergência de rendas entre os estados brasileiros, pelo sinal negativo e significativo do coeficiente para a renda inicial.

---

<sup>42</sup> O teste utilizado foi o de Pesaran-Pesaran.

### 5.2.2 Parte 2 - Verificação da Convergência de Renda entre os Estados com a inclusão da variável "progresso técnico"

Nesta segunda parte, utilizando os mesmos dados para os estados brasileiros, referentes ao produto interno bruto, capital humano e população economicamente ativa, partiu-se novamente de uma função de produção ampliada de forma a incluir uma variável progresso técnico, que permitisse desenvolver um modelo de crescimento endógeno. Numa segunda etapa foi feita a estimação da relação entre renda inicial e taxas de crescimento para determinar a existência de convergência das rendas *per capita* entre os estados.

Com a retirada das condições de Inada pode-se fazer uma análise sobre a convergência das rendas *per capita* entre os estados brasileiros, partindo-se de uma abordagem alternativa à utilizada por Lau et al. (1993), que, por sua vez, teve como referencial Solow (1956). Nesta diretriz, o conceito desenvolvido por Benhabib e Spiegel (1994), de utilização de uma função de produção em conjunto com um termo de difusão tecnológico, parece apropriado à discussão pretendida, pois endogeniza o desenvolvimento tecnológico, através da educação.

Quando se inclui capital humano nos modelos neoclássicos de crescimento, os pontos de equilíbrio tendem a se tornar múltiplos, o que reforça a hipótese de que a economia converge para um pólo entre as rendas *per capita*, e este fato pode ser melhor observado através de uma amostra para os estados de um mesmo país, tornando o presente trabalho bastante pertinente.

#### **Definição de Variáveis e Base de Dados**

A função trabalhada e exhaustivamente explicada na revisão teórica é dada por:  $Y_t = K_t^\alpha [A_t(H_t)L_t]^\beta$

Onde:  $Y$  = produto;  $A$  = parâmetro tecnológico;  $H$  = capital humano;  $K$  = capital físico;  $L$  = trabalho;  $\alpha, \beta$  = elasticidade do produto em relação ao capital físico e ao trabalho, respectivamente.

Como já explicado anteriormente, após alguns algebrismos, chega-se à equação (5.43):

$$\log Y_{iT} - \log Y_{i0} = \{g \log(H_{i0}) + m \log[H_{i0}(y_{i0} + y_{0\max})]\} + \alpha(\log K_{iT} - \log K_{i0}) + \beta(\log L_{iT} - \log L_{i0}) + (\log \varepsilon_T - \log \varepsilon_0)$$

O método usado na estimação será o dos mínimos quadrados ordinários através de uma regressão linear *cross-section* sobre a taxa de crescimento das variáveis utilizadas no modelo e os níveis iniciais de capital humano e atraso tecnológico. O período analisado vai de 1970 a 1995. Também aqui se supõe uma mesma função de produção para todos os estados. Alguns estados foram novamente excluídos da amostra por não existirem em 1970, casos de Mato Grosso do Sul e Tocantins. Suas estatísticas em 1995 foram agregadas a Mato Grosso e Goiás, respectivamente.

Para a estimativa, foram consideradas as variações da PEA, o que eliminou alguma dificuldade no que tange à identificação de quem é "economicamente ativo", visto que apresenta uma medida adequada da variação da população envolvida na produção. As outras variáveis consideradas na regressão foram consumo de energia elétrica industrial, representando o nível de capital físico; logaritmo da média dos anos de escolaridade representando nível de capital humano; e as diferenças nos níveis de renda *per capita* por estado, compondo os índices de atraso dos estados brasileiros com relação ao estado líder em tecnologia (São Paulo) e servindo como uma *proxy* do hiato tecnológico.



## Resultados Obtidos

A estimação da equação (5.43) é feita a seguir:

### RESUMO DOS RESULTADOS

ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO	
R múltiplo	0,889853
R-quadrado	0,791839
R-quadrado ajustado	0,750207
Erro padrão	0,262334
Observações	25

### ANOVA

ITENS	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	4	5,235756	1,308939	19,01992	1,36229E
Resíduo	20	1,376387	0,068819		
TOTAL	24	6,612143			

### ANOVA

PARÂMETROS	COEFICIENTES	ERRO PADRÃO	STAT T	VALOR-P	95% INFERIORES	95% SUPERIORES
Interseção	0,028779	0,402463	0,071507	0,943704	-0,81074	0,868302
lnED95-lnED70	0,396372	0,241222	1,643183	0,115974	-0,10681	0,899553
lnHio(Yi/Ymax)	0,012	0,065363	0,183593	0,85618	-0,12435	0,148346
lnK95-lnK70	0,09226	0,049334	1,870104	0,076179	-0,01065	0,19517
lnL95-lnL70	0,804374	0,147259	5,462306	2,39759E	0,497197	1,111551

As diferenças nas definições das variáveis não permitem uma comparação direta com os modelos testados anteriormente, que consideravam o incremento das variáveis observadas. O resultado obtido, no entanto, mostra-se consistente com pesquisas realizadas anteriormente. Porém, se na equação (5.43), no primeiro termo à direita, forem considerados não os logaritmos, mas os valores absolutos das variáveis, o ajuste obtido é melhor, conforme demonstram as estatísticas abaixo:

### RESUMO DOS RESULTADOS

ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO	
R múltiplo	0,939219
R-quadrado	0,882132
R-quadrado ajustado	0,858558
Erro padrão	0,197403
Observações	25

## ANOVA

ITENS	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	4	5,832783	1,458196	37,42031	5,08E-09
Resíduo	20	0,77936	0,038968		
TOTAL	24	6,612143			

## ANOVA

PARÂMETROS	COEFICIENTES	ERRO PADRÃO	STAT T	VALOR-P	95% INFERIORES	95% SUPERIORES
Interseção	-0,43379	0,267032	-1,62449	0,119927	-0,99081	0,123228
lnK95-lnK70	0,10138	0,038065	2,663322	0,014927	0,021977	0,180784
lnL95-lnL70	0,507231	0,110287	4,599188	0,000174	0,277176	0,737286
ED95-ED70	0,361813	0,085796	4,217126	0,000423	0,182846	0,540781
H(Yt/Ymax)	-0,27425	0,222182	-1,23436	0,231376	-0,73772	0,189211

A estatística do  $R^2$ , da segunda opção (considerando somente os valores absolutos das variáveis), indica que o modelo ajustado explica 85,85% da variação em y, enquanto o  $R^2$  da primeira opção é de 75,02%. Por este motivo se recomenda a adoção desta segunda opção, como alternativa ao primeiro modelo.

Desde que "Valor-P" na tabela da ANOVA é menor do que 0,05, existe uma relação estatisticamente significativa entre as variáveis a um nível de 95% de confiança. O teste de significância conjunta (F) da regressão é aprovado ao nível de 5%. A hipótese de existência de heterocedasticidade é rejeitada para o modelo ao nível de 5%.

### 5.2.3 Parte 3 - Ajustando os Dados para obtenção da variável "Dinâmica Interna Regional"

O que se pretende é utilizar os resíduos obtidos com as regressões anteriores, considerando-os como dados representativos da variável que se quer dimensionar, ou seja, "a dinâmica interna regional". O raciocínio utilizado é de que uma vez determinada a importância relativa, dentro da função de produção

agregada,<sup>43</sup> de cada uma das variáveis independentes, "capital físico", "mão-de-obra", "capital humano", o que resta, ou seja, o que não foi explicado do PIB, por essas três variáveis, pode ser considerado ou atribuído à dinâmica interna regional.

Portanto, com os resíduos do estudo anterior como variável dependente, procurou-se identificar novas *proxies*, que, à luz da teoria exposta nos capítulos anteriores, pudessem ser componentes do que, ao longo do estudo, convencionou-se chamar "dinâmica interna regional". Selecionou-se então uma amostra dos estados brasileiros, respeitando o mesmo período de tempo do estudo anterior, onde representação política, saúde e cooperação entre os agentes econômicos fossem as variáveis independentes.

As variáveis utilizadas no modelo são descritas abaixo:

**$Y_{(t)}$  - *dinâmica interna regional*:** utilizou-se o resíduo da regressão proposta na seção anterior. Inicialmente, tomou-se como base os resíduos da regressão obtida com a equação de Lau et al. (equação 5.41), onde se relacionou o nível do produto interno bruto no período t, o estoque de capital físico no período t e a mão-de-obra não especializada no período t. Em um segundo momento, utilizou-se a regressão obtida acrescentando o estoque de capital humano no período t, trabalhando-se com a equação desenvolvida por Benhabib e Spiegel (1994) – equação 5.42. Como a variável "dinâmica interna" se mostrou estatisticamente mais significativa quando se trabalhou com a equação 5.41, adotou-se esta última.

**$X_{(1)}$  - *cooperativismo*:** utilizou-se uma *proxy* pelo número de cooperados existentes em cada região, considerando-se aqui cooperativas rurais, de crédito, previdenciárias e de saúde. Os dados foram coletados do CD "Estatísticas Século XX", do IBGE.

**$X_{(2)}$  - *representação política*:** utilizou-se o número de benefícios concedidos aos carentes por estado, procurando dimensionar destarte o grau de envolvimento da classe política com a região. Os dados foram coletados do CD "Estatísticas Século XX", do IBGE.

---

<sup>43</sup> Em que a variável dependente é o PIB das várias regiões brasileiras.

$X_{(3)}$  - **infra-estrutura de saúde**: os dados foram coletados do CD "Estatísticas Século XX", do IBGE. Foram levantados números de cooperativas de saúde por estado, durante o período de análise e sua evolução.

$X_{(4)}$  - **educação**: poderiam ser utilizadas aqui, como *proxies*, matrículas no primeiro e segundo graus, índice de analfabetismo, valor absoluto e o logaritmo dos anos de escolaridade média da PEA. Optou-se pela última, ao se verificar os resultados obtidos por Benhabib e Spiegel (1994), que compararam todas essas variáveis numa análise *cross-section* de 148 países e definiram esta última medida como a mais robusta. Os dados para 1970 foram retirados do censo demográfico de 1970, e os demais da Pesquisa Nacional por Amostra Domiciliar (PNAD).

A primeira equação regredida foi

$$\ln\left(\frac{Y_t}{Y_0}\right) = \alpha \ln\left(\frac{X_{1t}}{X_{10}}\right) + \beta \ln\left(\frac{X_{2t}}{X_{20}}\right) + \gamma \ln\left(\frac{X_{3t}}{X_{30}}\right) + \delta(X_{4t} - X_{40}). \quad \text{eq. (5.44)}$$

## Resultados Obtidos

### RESUMO DOS RESULTADOS

ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO	
R múltiplo	0,787559
R-quadrado	0,620249
R-quadrado ajustado	0,544299
Erro padrão	0,176462
Observações	25

### ANOVA

ITENS	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	4	1,017179	0,254295	8,166526	0,000449
Resíduo	20	0,622773	0,031139		
TOTAL	24	1,639952			

## ANOVA

PARÂMETROS	COEFICIENTES	ERRO PADRÃO	STAT T	VALOR-P	95% INFERIORES	95% SUPERIORES
Interseção	-0,70005	0,21398	-3,27154	0,003818	-1,1464	-0,25369
Coop.	0,220185	0,063278	3,479631	0,002364	0,088189	0,352181
R.P.	-0,0016	0,031628	-0,05058	0,960165	-0,06757	0,064375
Saúde	-0,17515	0,072883	-2,40317	0,026074	-0,32718	-0,02312
Educação	0,191984	0,068808	2,790161	0,0113	0,048454	0,335514

Desde que "P-Valor" na tabela da ANOVA, para as variáveis Cooperação e Educação, é menor do que 0,05, existe uma relação estatisticamente significativa entre essas variáveis e a variável dinâmica interna a um nível de 95% de confiança.

A estatística do  $R^2$  indica que o modelo explica 62,0249% da variação em y. O  $R^2$  ajustado, mais sensível para comparações em modelos de múltiplas variáveis independentes, é de 54,4299%. O erro padrão da estimativa mostra que o desvio padrão dos resíduos é 0,176462.

A estatística Durbin Watson (DW) testa os resíduos para determinar se existe alguma correlação significativa baseada na ordem em que eles ocorrem no arquivo de dados. Desde que o valor DW é maior do que 1,654 e menor do que 2,346, não há, provavelmente, nenhuma autocorrelação séria nos resíduos. O teste de significância conjunta (F) da regressão é aprovado ao nível de 5%. A hipótese de existência de heterocedasticidade é rejeitada ao nível de 5%.<sup>44</sup>

Verificou-se que existe uma relação estatisticamente significativa entre as variáveis Dinâmica Interna e Cooperação e entre as variáveis Dinâmica Interna e Educação. Estipulou-se um nível de confiança de 95%.

Para as variáveis Representação Política e Saúde, no entanto, considerado o mesmo nível de confiança, não se obteve relações estatisticamente significativas. Inclusive os sinais obtidos não foram os esperados, pelo menos para se estar coerente com toda a teoria exposta. A razão para isso pode ser o fato de que se

---

<sup>44</sup> O teste utilizado foi o de Pesaran-Pesaran.

utilizou como variável proxy para Representação Política o número de benefícios concedidos aos carentes por estado. O que, na verdade, se desejava dimensionar era o grau de envolvimento e atuação da classe política regional com a região. Chegou-se à conclusão de que para se retratar melhor esse envolvimento e atuação, dever-se-ia mensurar os valores conseguidos por essa classe política através de projetos de lei, orçamento da União e leis complementares, que beneficiassem exclusivamente a sua região, apresentando, desta forma, diferenciais de incentivo ao crescimento. Verificou-se, porém, que a desagregação por estado desses possíveis valores diferenciais era impossível a partir dos dados de que se dispunha.

Também no caso da saúde, melhor seria utilizar, no lugar da evolução do número de cooperativas, a evolução do número de cooperados. Aqui, a base de 1970 não existia nas "Estatísticas Século XX", do IBGE, para número de cooperados, o que inviabilizou que se utilizasse essa proxy.

Fica, no entanto, como sugestão para novas pesquisas tanto no que tange à Representação Política quanto à Saúde, essas especificações de proxis. Acredita-se que com um melhor mapeamento através da matriz insumo-produto, por exemplo e conseqüente identificação das regiões e suas vocações, dentro dos estados, se possa desenvolver um trabalho específico de levantamento de dados que permita mensurar essas duas variáveis apropriadamente.

Desta forma, eliminou-se da regressão essas duas variáveis independentes e trabalhou-se com uma nova equação:

$$\ln\left(\frac{Y_t}{Y_0}\right) = \alpha \cdot \ln\left(\frac{X I_t}{X I_0}\right) + \alpha (X_{4_t} - X_{4_0})$$

#### 5.2.4 Retornando à variável "dinâmica interna regional" para o modelo de LAU

A estimação do modelo básico de Lau et al. foi feita, anteriormente, a partir de uma função de produção como a que segue:

$$\ln y(t) - \ln y(0) = C + a_1 (\ln k(t) - \ln k(0)) + a_2 (\ln L(t) - \ln L(0))$$

Esta é a equação (5.41), onde:

$Y(t)$  = nível do produto interno bruto no período t

$K(t)$  = estoque de capital físico no período t

$L(t)$  = mão-de-obra não especializada no período t

Retornando a essa equação, com o  $y$  estimado da regressão da seção anterior, que, por hipótese, representa a variável dinâmica interna regional, trabalhou-se com a seguinte equação:

$$\ln y(t) - \ln y(0) = C + a_1 (\ln k(t) - \ln k(0)) + a_2 (\ln L(t) - \ln L(0)) + \alpha_3 (\ln DI(t) - \ln DI(0)) \quad (5.45)$$

Nessa equação, DI representa a variável dinâmica interna, cujo acréscimo no período foi obtido na regressão anterior.

## Resultados Obtidos

### RESUMO DOS RESULTADOS

ESTATÍSTICA DE REGRESSÃO	
R múltiplo	0,959899
R-quadrado	0,921406
R-quadrado ajustado	0,910178
Erro padrão	0,15731
Observações	25

### ANOVA

ITENS	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	3	6,092466	2,030822	82,06485	9,19E-12
Resíduo	21	0,519678	0,024747		
TOTAL	24	6,612143			

### ANOVA

PARÂMETROS	COEFICIENTES	ERRO PADRÃO	STAT T	VALOR-P	95% INFERIORES	95% SUPERIORES
Interseção	0,56945	0,09535	5,972228	6,29E-06	0,371159	0,76774
K	0,106229	0,028268	3,75788	0,001157	0,047442	0,165017
L	0,644046	0,07625	8,446497	3,41E-08	0,485475	0,802616
DI	1,101358	0,16369	6,728309	1,17E-06	0,760945	1,44177

Desde que "P-Valor" na tabela da ANOVA é menor do que 0,05, existe uma relação estatisticamente significativa entre as variáveis a um nível de 95% de confiança. Pode-se deduzir daí que a variável dinâmica interna, da forma como foi obtida, é estatisticamente significativa.

A estatística do  $R^2$  indica que o modelo explica 92,1406% da variação em  $y$ . O  $R^2$  ajustado, mais sensível para comparações em modelos de múltiplas variáveis independentes, é de 91,0178%. O erro padrão da estimativa mostra que o desvio padrão dos resíduos é 0,15731. A estatística Durbin Watson (DW) tem um valor maior do que 1,55 e menor do que 2,45, valores críticos. Portanto, pode-se afirmar que não há nenhuma autocorrelação séria nos resíduos. O teste de significância conjunta (F) da regressão é aprovado ao nível de 5%, o que reforça a crença de que o processo de obtenção da variável DI, conceitualmente, mostrou-se correto. A hipótese de existência de heterocedasticidade é rejeitada para o modelo, também ao nível de 5%.<sup>45</sup> Pode-se ressaltar, também, o coeficiente positivo e elevado para a variável DI, que vem confirmar as expectativas formuladas nas hipóteses iniciais e corroborar estudos desenvolvidos anteriormente por Benko (1999).

---

<sup>45</sup> Utilizou-se aqui o teste de Pesaran-Pesaran.



## 6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trabalhos mais recentes na área de economia regional enfatizam a heterogeneidade das variáveis determinantes da configuração e do crescimento das regiões. Esta diversidade é acompanhada da unificação dos espaços econômicos, que pode se manifestar tanto no sentido de concentração em alguns pontos quanto no de dispersão (LEMOS, 1999). O novo patamar de crescimento das forças produtivas, com as inovações ocorridas nos materiais, nas formas de organização do trabalho e nos processos de gestão, e a exacerbada competitividade entre as empresas privilegiam novos relacionamentos entre trabalho, empresa, mercado e ciência, em que cada qual, na sua inevitável tendência ao crescimento, dá sua contribuição para o processo produtivo.

As diferentes formas em que se apresenta o desenvolvimento regional permitem verificar que a divisão do trabalho brasileira reflete as estruturas produtivas regionais específicas. Por sua vez, estas estruturas produtivas são resultantes de condicionantes culturais, políticos, participacionais e econômicos que compõem os macrossistemas sociais de cada espaço, que ainda se diferenciam por situações históricas e geográficas particulares.

Na prática, esta distribuição ocorre através do aparecimento e desenvolvimento de centros dominantes em pólos regionais de crescimento econômico, que propagam esse desenvolvimento para áreas vizinhas, refletindo a possibilidade de acesso a recursos de diversas naturezas, a existência de economias de aglomeração ou de economias externas, padrões diferenciados de tecnologia e a capacidade de absorção das inovações tecnológicas por parte do trabalhador local. Desta forma, a efetividade e a rapidez do processo de inovações tecnológicas e as transformações na divisão espacial do trabalho estão diretamente associadas à estrutura da produção vigente, como também à qualidade da força de trabalho.

As mudanças tecnológicas, ao exigirem um novo perfil do trabalhador, provocam uma revolução sobre as formas de educação do trabalhador-cidadão, que demanda uma urgente avaliação e redefinição das formas tradicionais de qualificação.

A moderna concepção de qualificação vai além das habilidades técnicas, exigindo uma educação permanente e atualizada, capaz de gerar habilidades de trabalho que permitam ao trabalhador a criação de novos métodos para a resolução de problemas que tenderão a ser cada vez mais complexos.

Por outro lado, as condições econômicas e sociais díspares das regiões brasileiras implicam estruturas produtivas também diferenciadas, em que a dinâmica interna dessas regiões, que afeta a divisão espacial do trabalho, exerce um papel importante na obtenção de melhores indicadores de crescimento econômico. Como já foi dito, a aglomeração, com seu leque de oportunidades potenciais, com baixo custo de implementação, é a primeira condição do mercado capitalista.

No Brasil, as políticas governamentais específicas visando incentivar a produção e o emprego tiveram, por um lado, fortes impactos nos centros hegemônicos polarizadores representados pelas metrópoles, e, por outro lado, apresentaram reflexos menos fortes em outras regiões, mostrando-se, mesmo, ineficazes no tratamento das desigualdades regionais. O processo de industrialização brasileiro, nas últimas décadas, promoveu uma dinâmica regional e urbana de integração de alguns espaços polarizados e desintegração de espaços menos desenvolvidos.

A proposta inicial deste estudo foi de estabelecer um processo de mensuração do crescimento econômico das regiões, que sintetizasse, ao final, a importância das aglomerações industriais especializadas, bem como de sua dinâmica interna, variável difícil de conceituar e, por conseqüência, de mensurar.

Para chegar a uma conclusão final foram vencidas várias etapas. A primeira foi a escolha de um modelo que servisse de referencial teórico para o trabalho como um todo. A pesquisa nos levou inicialmente à discussão conceitual em torno da distinção entre espaço e região, e aos trabalhos desenvolvidos dentro da Economia Regional por autores consagrados, como Perroux, Boudeville, North e Myrdal.

Na seqüência, pesquisou-se sobre duas teorias abrangentes, que moderadamente tratam de crescimento econômico: a teoria neoclássica e a teoria de crescimento endógeno. Em seguida, esmiuçaram-se essas duas agregações sobre as teorias de crescimento, com o intuito de introduzir, nos parâmetros pertinentes, variáveis ainda não mensuradas, abordando conceitos fundamentais dentro da teoria econômica regional, tais como a já citada dinâmica interna das regiões, que constitui um dos objetivos desta tese.

Posteriormente, ao se fazer a passagem da Teoria Econômica Geral para a Regional, verificou-se como a metodologia sobre esse assunto tem evoluído, sobretudo no que tange ao tratamento dos dados, seu processamento, classificação e posterior utilização nos modelos indicados.

Mostrou-se, portanto, ao longo da tese, que efetivamente pode-se agrupar a Teoria Econômica Regional em três grandes agregações esquemáticas, sem que se perca, no processo, a essência das especificidades inerentes ao fenômeno do crescimento regional. Tanto a teoria da Base de Exportação quanto a teoria da Causação Circular Acumulativa e a teoria dos Pólos de Crescimento acompanharam passo a passo o processo de modelagem desenvolvido.

Também se demonstrou, ao se elaborar o modelo final, que tal modelo contemplou, nos termos prescritos por Boisier, "Sistema, Estilo e Estratégia".

A seguir, estabeleceram-se os limites de confiabilidade dos dados com os quais se trabalha a mensuração das variáveis no modelo proposto, questionando-se, a cada passo, a especificação e as variáveis "proxiadas" escolhidas para representarem os parâmetros das várias regressões.

Estudaram-se os modelos propostos, mais recentes, que se propunham a quantificar a importância das variáveis escolhidas como fator determinante do crescimento econômico. Discutiu-se a validade de algumas simplificações na adoção de determinados modelos, procurando sempre estabelecer qual o melhor caminho a percorrer na adoção de um método de mensuração.

Finalmente, adotou-se um processo de mensuração para fazer uma análise *cross-section* do PIB dos estados brasileiros, procurando estabelecer, através de regressões lineares múltiplas, a importância relativa das variáveis escolhidas no crescimento desses PIBs.

Testou-se a especificação neoclássica, no primeiro modelo, por meio de duas equações distintas. A primeira equação sem a variável escolaridade, e sem a variável "dinâmica interna", mostrou-se menos explicativa das variações ocorridas com a renda dos estados brasileiros partícipes da amostra.

Aproveitou-se esse modelo para, numa segunda equação, procurar testar a importância relativa da variável escolaridade no PIB dos estados.

A seguir, em um novo modelo de crescimento endógeno, testou-se a convergência da renda dos estados brasileiros, ajustando uma função de produção ampliada para incluir um termo de progresso tecnológico. Os resultados foram os esperados, confirmando sempre, a cada modelo testado, a real importância das variáveis escolhidas no crescimento do produto interno bruto entre os estados brasileiros.

Ratifica-se, aqui, que o coeficiente estimado para a elasticidade do trabalho vem corroborar os resultados encontrados na literatura, indicando um aumento de 38% no produto interno bruto associado com cada ano adicional de escolaridade média na população economicamente ativa, no primeiro modelo testado.

Também se referendou a hipótese da difusão tecnológica pelo sinal e pela magnitude do coeficiente encontrado no segundo modelo. A convergência de rendas *per capita* estaduais é, portanto, bastante provável, embora estudos recentes, tais como os desenvolvidos por Gonçalves, Seabra e Teixeira (1998), demonstrem uma baixa velocidade de convergência.

Utilizou-se o erro verificado no primeiro estudo, seguindo a equação desenvolvida por Lau et al., para uma nova regressão, em que se procurou obter e mensurar os determinantes do que, neste trabalho, convencionou-se chamar dinâmica interna regional. Retornou-se com a variável assim estimada para o primeiro modelo testado e ratificou-se a hipótese básica: tal variável é estatisticamente significativa.

Os resultados completos deste estudo são importantes e ajudam a complementar, a nosso ver, a discussão atual sobre os novos rumos das políticas econômicas no Brasil, em face dos desdobramentos macroeconômicos ocorridos, recentemente, na economia mundial.

Ao se utilizar a amostra dos estados brasileiros referente a 1995, aceitou-se uma defasagem grande em relação à época atual, a saber, o ano de 2004. O critério considerado foi exclusivamente prático, já que não dispúnhamos das informações completas para esses estados referente ao ano de 2004. Considerou-se, também, que se o estudo se mostrasse válido para a época considerada, dada a abrangência teórica do mesmo, também se mostraria adequado à época atual. Fica, no entanto, essa sugestão como uma nova linha da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AGHION, P.; HOWITT, P. (1992) **A model of growth through creative destruction.** *Econometrica*, 60, 2 (March) 323-351.

ALBUQUERQUE, E. **Empresas transnacionais e suas patentes no Brasil:** resultados iniciais de uma investigação sobre a internalização de atividades tecnológicas. Belo Horizonte: CEDEPLAR-UFMG 2000. (mimeo).

ALBUQUERQUE, E. National systems of innovation and non-OECD countries: notes about a tentative typology. **Revista de Economia Política**, out./dez. 1999.

ANDRADE, Monica V. Educação e crescimento econômico no Brasil: evidências empíricas para os estados brasileiros 1970-1995. **Anais da Anpec**, 1997.

ANDRADE, T. A.; Aplicações do método estrutural-diferencial: comentário. **Revista Brasileira de Economia**, 34 (3) : 439-40, jul./set., 1980.

ARROW, K. J. (1962) The economic implications of learning by doing. **Review of economic studies**, 29 (June) 155-173.

AZZONI, C. R. **Indústria e reversão da polarização no Brasil** (Tese de livre docência) FEA/USP, São Paulo, 1985.

BARRO, Robert J.; SALA-I-MARTIN, Xavier. **Economic Growth**, New York Mc Graw-hill, Inc., 1995.

BEHRMAN, J. R.; BIRSDALL, N. The quality of schooling. **American Economic Review**, n.73, p.928-946. 1983.

BELL, M.; ALBU, M. Knowledge systems and technological dynamism in industrial clusters in developing countries. **World Development**, v.27, n.9, p.1715-1734, 1999.

BENHABIB, Jess; SPIEGEL, Mark M. The role of human capital in economic development: evidence from aggregate cross-country data. **Journal of Monetary Economics**, v.34, 143-173, 1994.

BENKO, Georges. **Economia, espaço e globalização:** na aurora do século XXI. Tradução: Antonio de Pádua Danesi. 2.ed. São Paulo: Hucitec, 1999.

BOISIER, S. **Técnicas de análisis regional con información limitada.** Santiago de Chile, ILPES, 1980.

BOUDEVILLE, J. R. **Amenagement du territoire et polarisation.** Paris: Mth. Genin, 1972.

BOUDEVILLE, J. R. **Problems of regional economic planning.** Edinburg: The University Press, 1966.

BRITTO, J. Análise das características estruturais dos *clusters* industriais na economia brasileira. **Relatório Final de Pesquisa.** Brasília: IPEA-Diretoria de Políticas Setoriais, 2000.

CAMPOS, R.; NICOLAU, J.; CARIO, S. O *cluster* da indústria cerâmica de revestimento em Santa Catarina: um caso de sistema local de inovação. Coordenação: I. E. Cassiolato; H. Lastres. **Nota técnica 29, projeto Globalização & Inovação Localizada**, 2.ª fase, 1999.

CASAROTTO, N. F.; PIRES, L. H. **Redes de pequenas e médias empresas e desenvolvimento local**: estratégias para a conquista da competitividade global com base na experiência italiana. São Paulo: Atlas, 1998.

CASS, D. (1965) Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation. **Review of Economic Studies**, 32 (july) 233-240.

CASSEL, G. **Traité économie politique**, Paris.

CAVES, R. **Multinational enterprise and economic analysis**. Cambridge: Cambridge University, 1996.

CEDEPLAR/UFMG. **Competitividade regional da indústria mineira - 1986/95**. Relatório Técnico Final. Belo Horizonte: Fapemig, 1999. (Projeto SHA 1858/95).

CHANDLER, A. JR. The computer industry: the first half-century. In: YOFFIE, D. B. **Competition in the age of digital convergence**. Boston: Harvard Business School, 1997.

CHRIST, C. E. **Econometric models and methods**. New York: John Wiley, 1966.

COOKE, P.; MORGAN, K. **The associational economy**: firms, regions and innovation. Oxford: Oxford University, 1998.

COUTINHO, Luciano; FERRAZ, João C. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. Campinas: Editora da Unicamp.

DINIZ, C.; LEMOS, M. Sistemas locais de inovação: o caso de Minas Gerais. In: CASSIOLATO, J. E.; Lastres, H. (Eds.). **Globalização & inovação localizada**. Brasília: IBICT, 1999. p.245-T78.

DIXIT, A. K.; STIGLITZ, J. E. (1977) Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity. **American Economic Review**, 67, 3 (June), 297-308.

ETHIER, W. J. (1982) National and International Returns to Scale in Modern Theory of International Trade. **American Economic Review**, 72, 3 (june) 389-405.

FERREIRA, M. S. Rede de cidades em Minas Gerais a partir da realocação da indústria paulista. **Nova Economia**, número especial, p.9-69, 1996.

FOX, K. A. The Food and agricultural sectors in advanced economies. In: BARNA, T. (Ed.) **Structural Interdependence and economic development**. London: McMillan, 1963. Cap. 4.

GALOR, O. Convergence? Inferences from theoretical Models. **Economics Journal**, v.106, 1056-1069, 1996.

GODINHO, R. O. Crescimento endógeno e desigualdade regional: um modelo com difusão de tecnologia e governo. **Anais do XXV Encontro Nacional de Economia**, 1997.

GONÇALVES, Flávio de O.; SEABRA, Fernando; TEIXEIRA, Joanílio R. O capital humano em um modelo de crescimento endógeno da economia brasileira: 1970-1995. **Revista Análise Econômica**, 1998.

GRILICHES, Z. Estimates the Returns to Schooling: some econometric problems. **Econometrica**, n.45, 1-22, 1977.

GRILICHES, Z. Notes on the role of education in production functions and growth accounting. In: W. L. Hansen. **Education, income and human capital, studies in income and wealth**. New York: Columbia University Press, 1970.

HADDAD, P. R. **Contabilidade social e economia regional**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

HADDAD, P. R. Padrões regionais de crescimento do emprego industrial de 1950 a 1970. **Revista Brasileira de Geografia**, v.39, n.1, p.3-45, jan./mar., 1977.

HADDAD, P. R.; FERREIRA, C. M. C.; BOISIER, S.; ANDRADE T. A. **Economia regional: teoria e métodos de análise**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil S.A., 1989.

HARRIS, J. and TODARO, M. Migration, unemployment and development: a two sector analysis. **American Economic Review**, v.58, n.1, 1970.

HECKMAN, J. J. ; HOTZ, V. J. Na investigation of the labor markets earnings of Panamanian males: Evaluation sources of inequality. **Journal of Human Resources**, n.21, p.507-542, 1986.

HECKMAN, J. J.; SEDLACEK, G. Heterogeneity, aggregation and market wage functions: Na empirical model of self selection in the labor market. **Journal of Political Economy**, n.93, p.1077-1125, 1985.

HIGACHI, H.; PORCILE, G. Modelos de crescimento endógeno e modelos evolucionistas: uma aplicação ao crescimento econômico de longo prazo da América Latina. **Anais do I Encontro de Economia e Econometria da Região Sul**, 1998.

HIRSHLEIFER, J. **Economic Behavior in Adversity**, Chicago, University of Chicago Press, 1987.

INDICADORES DE CONJUNTURA. SEPLAN, SEI, Minas Gerais, v.7, n.4, nov. 1985.

ISARD, W. **Methods of regional analysis**. Cambridge: MIT Press, 1960. Cap. 5 e 7.

ISSLER, J. V.; GONZAGA, M. G.; MARONE, G. C. Educação, investimentos externos e crescimento econômico: evidências empíricas. **Revista de Econometria**, Rio de Janeiro, S.B.E., v.16, n.2, nov. 1966.

JOHANSEN, L. **Public economics**. North-Holland, Holanda, 1968. Cap. 2 e 3.

KASSOUF, A. L. The wage rate estimation using the Heckman procedure. **Revista de Econometria**, Rio de Janeiro, v.14, n.1, p.89-107, 1994.

KING, R. G.; PLOSSER, C. I.; REBELO, S.T. Production, Growth and Business Cycles: I. The Basic Neoclassical Model. **Journal of Monetary Economics**, v.21, n.2/3, p.195-232, 1988.



KING, R. G.; PLOSSER, C. I.; REBELO, S.T. Production, Growth and Business Cycles: II. New Directions. **Journal of Monetary Economics**, v.21 n.2/3, p.309-342, 1988.

KING, R. G.; PLOSSER, C. I.; STOCK, J. H.; WATSON, M. W. Stochastic Trends and Economics Fluctuations. **American Economic Review**, v.81, n.4, p.819-840, 1991.

KMENTA, J. **Elementos de econometria**. São Paulo: Atlas, 1978.

KOGIKU, K. C. **An Introduction to macroeconomic models**. USA: McGraw-Hill, 1968.

KOOPMANS, T. C. **On the concept of optimal economic growth in the econometric approach to development planning**. Amsterdam, North of Holland, 1965.

LANGONI, C. As fontes do crescimento econômico brasileiro. **Estudos Econômicos**, v.2, n.3-34, 1972.

LAU, Lawrence et al. Education and Economic Growth: some cross sectional evidence from Brazil. **Journal of Development Economics**, n.41, p.45-70, 1993.

LE MOS, M. **A construção de redes locais de inovação sob condições periféricas: o caso da biotecnologia na aglomeração de Belo Horizonte**. Coordenação de: J. E. Cassiolato; H. Lastres. Nota técnica 24, projeto Globalização & Inovação Localizada, 2.ª fase, 1999.

LODDER, C. A. Padrões nacionais de desenvolvimento regional. **Revista Brasileira de Economia**, v.28, n.1, p.3, 128, jan./mar., 1974.

LUCAS, Robert. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, v.22, p.3-42, 1988.

MARCUS, M.; NELLMAN. The Temporal stability of localization quotients: an empirical evaluation. **Economic Business Bulletin**, v.23, n.2, p.1-7, Winter, 1970.

MARKUNSEN, A. Áreas de atração de investimentos em um espaço econômico cambiante: uma tipologia de distritos industriais. **Nova Economia**, v.5, n.2, 1995.

MINAS GERAIS. SEPLAN. Superintendência de Estatística de Informação. **Minas Gerais: indicadores sócio-econômicos, 1950-1980**. Belo Horizonte, 1983.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Pais**. Brasília: MTb., 1997.

MYRDAL, G. **Teoria Econômica e Regiões Subdesenvolvidas**. 2.ed. Rio de Janeiro: Saga, 1968.

NELSON, R. R.; PHELPS, E. S. (1966) Investments in Humans, Technological Diffusion and Economic Growth. **American Economic Review**, v.56, n.2, May, p.69-75.

NETO, Leonardo F. F. Determinantes da participação no mercado de trabalho e dos rendimentos e retornos aos investimentos em capital humano. 03/98. **Análise Econômica**, n.29, p.67-86.

NETO, Leonardo F. F. Determinantes de participação no mercado de trabalho e dos rendimentos e retornos aos investimentos em capital humano. **Revista Análise Econômica**, 29, 6.786, mar., 1998.

NORTH, D. C. Teoria da localização e crescimento econômico regional. **Journal of political economy**, v.63, n.3, 1955.

OECD. **Boosting innovation: the cluster approach**. Paris: OECD, 1999.

OECD. **Technology and industrial performance**. Paris: OECD, 1996.

PERROUX, F. **A economia do Século XX**. Lisboa: Herder, 1967.

PORCILE, G.; SCATOLIN, F. **Sistemas regionais de inovação**: estudos de caso no estado do Paraná. Coordenação de: J. E. Cassiolato e H. Lastres. Nota técnica 28, projeto Globalização & Inovação Localizada, 2.<sup>a</sup> fase, 1999.

PSACHAROPOULOS, G. Returns to education: a further international update and implication. **Journal of Human Resources**, v.20, n.4, 583-604, 1985.

RAMSEY, F. A Mathematical theory of saving. **Economic Journal**, 38 (dec.) 543-559, 1928.

REBELO, S. **Long-run policy analysis and long-run growth**. **Journal of Political Economy**, v.99, n.3, 500-521, jun.,1991.

RICHARDSON, H.W. **Economia regional**: teoria da localização, estrutura urbana e crescimento regional. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

ROLIM, C.F.C. **Crise econômica e sistema urbano**: a trajetória espacial da crise brasileira dos anos 80. (tese de doutoramento) FEA/USP, São Paulo, 1990.

ROMER, P. M. Increasing returns and long-run growth. **Journal of Political Economy**, 1994, 5 (october) 1.002-1.037, 1986.

ROMER, Paul .Endogenous Technological Change. **Journal of Political Economy**, 1998, S71- S102.

SAXENIAN, A. **Regional Advantage**: culture and competition in Silicon Valley and Route 128. Cambridge, Mass.: Harvard University, 1994.

SCHULTZ T. P. Education Investments and Returns. **Handbook of Development Economics**, v.1, ed. Chenery H. e Srinivasan T. N. Ch.13: 543-630, 1987.

SEARLE, A. D. Productivity Changes in Selected Wartime Shipbuilding Programs. **Montly Labor Review**, 1946.

SENGE, P. M. **A quinta disciplina, arte e técnica da organização que aprende**. São Paulo: Best Seller, 1998.

SHESHINSKI, E. Optimal accumulation with learning by doing. Schell. (Ed.) **Essays on the Theory of Optimal Economic Growth**. Cambridge MA, MIT Press, 31-52, 1987.

SIEBERT, H. **Regional economic growth**: theory and policy. USA: Scranton, International Textbook, 1969.

SILVA, L. **Transferência de tecnologia**: um estudo dos contratos de importação de tecnologia averbados no INPI entre 1991 e 1997. Belo Horizonte: FACE-UFMG, 1999. (Monografia de Graduação).

SILVA, L; RAPINI, M; FERNANDES, R.; VERONA, A. P. **Estatísticas de patentes e atividades tecnológicas em Minas Gerais**. Belo Horizonte: CEDEPLAR-UFMG, 2000. (mimeo).

SIMONSEN, Mario Henrique. **A teoria do crescimento econômico**. EPGE, 1973.

SOLOW, R. A. A contribution of the theory of economic growth. **Quartely Journal of Economics**, v.70, p. 65-94, 1956.

SOLOW, R. Technical change and the aggregate production function. **Review of Economics and Statistics**, n.39, p.312-320, 1957.

SOUZA, M. C.; GARCIA, R. **O arranjo produtivo das indústrias de alta tecnologia de Campinas**. Coordenação de: J. E. Cassiolato; H. Lastres. Nota técnica 27, projeto Globalização & Inovação Localizada, 2.<sup>a</sup> fase.

SOUZA, M. R. P. A importância da variável escolaridade no crescimento econômico. (Dissertação de Mestrado) - UFPR.1999.

SUZIGAN, W. et al. **Clusters**: aglomerações industriais no Estado de São Paulo. São Paulo: Editora da Unicamp, 2002.

UZAWA, H. Optimal technical change in an aggregative model of economic growth international. **Economic review**, n.6, p.8-31, jan. 1965.

VARGAS, M. A., REJANE. **Análise do pólo moveleiro de Bento Gonçalves** (trabalho apresentado em Seminário no IPEA, 14/06/2000).

VARGAS, M. A.; SANTOS FILHO, N.; ALIEVI, R. M. **Análise da dinâmica inovativa em arranjos produtivos locais no RS**: complexo agroindustrial fumageiro. Coordenação de J. E. Cassiolato e H. Lastres. Nota técnica 30, projeto Globalização & Inovação Localizada, 2.<sup>a</sup> fase, 1999.

VASCONCELOS, M. A. S.; GARCIA, M. E. **Fundamentos de economia**. São Paulo: Saraiva, 1998.

VERBEEK, H. (1999). **Inovative clusters** (Doctoral Dissertation). Disponível em: <<http://www.oecd.org/dsti>> Acesso em: 06 fev. 2000.

VIEIRA, P. **O arranjo produtivo de empresas de base tecnológica de São Carlos**. Coordenação de J. E. Cassiolato; H. Lastres. Nota técnica 26, projeto Globalização & inovação localizada, 2.<sup>a</sup> fase. 1999.

VILLASCHI, A.; DEUS, A. **Caracterização do conjunto siderúrgico capixaba**. Coordenação de J. E. Cassiolato e H. Lastres. Nota técnica 23, projeto Globalização & Inovação Localizada, 2.<sup>a</sup> fase.

WRIGHT, T. P. Factors affecting the Cost of Airplanes. **Journal of Aeronautical Sciences**, n.3, p.122-128, 1936.

## APÊNDICE 1 - MODELOS DE CRESCIMENTO ENDÓGENO PARA O BRASIL

Foram feitos recentemente, para o Brasil, três estudos sobre a Educação, Capital Humano e Escolaridade, adaptados à realidade brasileira, os quais serão discutidos, comentados e analisados. Para que haja uma uniformidade de raciocínio, é necessário que se estabeleça à partida as diferenças conceituais básicas entre os trabalhos apresentados.

O trabalho de Gonçalves, Seabra e Teixeira (1998) utilizou dados dos estados brasileiros e ajustou uma função de produção ampliada para incluir a variável progresso tecnológico, gerando um modelo de desenvolvimento endógeno.

Partiu de uma função de produção agregada e estudou inicialmente as relações entre taxas de crescimento de longo prazo e capital humano. No modelo de crescimento no qual a tecnologia é determinada endogenamente pelos níveis de capital humano, a equação básica foi:

$$Y_t = K_t^\alpha [A_t (H_t) L_t]^\beta \quad (6.1)^{46}$$

onde: **Y** = Produto; **A** = Parâmetro tecnológico; **H** = Capital humano; **K** = Capital físico; **L** = Trabalho;  $\alpha, \beta$  = elasticidade do produto em relação ao capital físico e ao trabalho, respectivamente.

Adotou um postulado sobre o fator poupador de progresso tecnológico que permite falar sobre o "índice" ou "nível" de tecnologia<sup>47</sup>. Linearizou a equação (1) e definiu:

$$y_t = \log Y_t, k_t = \log K_t, a_t = \log A_t, e l_t = \log L_t, \text{ obtendo}$$

$$y_t = \alpha k_t + \beta a_t + \beta l_t \quad (6.2)$$

---

<sup>46</sup> Nota-se que a fórmula acima é uma derivação daquela apresentada no modelo proposto por Solow (1956), e que incluía um termo progresso tecnológico.

<sup>47</sup> Como explicam os autores, é suposto que o progresso é Harrod neutro em todos os pontos, portanto trabalho intensivo: "O progresso técnico Harrod neutro não é poupador de mão de obra nem de capital exclusivamente, e sim um índice de produtividade geral, pois a relação K/L não se altera quando a economia se encontra no SS (*steady state*)".

Diferenciou-se a equação (6.2) em relação ao tempo e obteve-se a taxa de crescimento do produto em função das taxas de crescimento dos insumos e do progresso tecnológico:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \alpha \frac{\dot{k}}{k} + \beta \frac{\dot{a}}{a} + \beta \frac{\dot{l}}{l} \quad (6.3)$$

Segundo Romer (1990), o crescimento do capital tecnológico depende do nível do capital humano. Seguindo essa premissa, no modelo de Benhabib e Spiegel (1994), a variável produção doméstica de tecnologia depende do atraso tecnológico em relação a uma economia líder (sendo ainda ponderada pelo nível de capital humano), desta forma:

$$\frac{\dot{a}}{a} = gh_t + m \left[ h \left( \frac{A_{\max}}{A_t} \right) \right] \quad (6.4)$$

Os sistemas dinâmicos dos modelos de crescimento neoclássicos não são alterados qualitativamente por progressos tecnológicos do tipo trabalho intensivo, permanecendo, portanto, as condições de convergência. Porém, neste caso, o sistema se caracteriza, por influência dessa mesma difusão tecnológica, por um único equilíbrio globalmente estável (GALOR, 1996). Apesar desta tendência a um único ponto de equilíbrio, um tipo de polarização das rendas *per capita* pode ocorrer anteriormente à convergência, no médio prazo.<sup>48</sup> As condições de Inada são rompidas porque não existem restrições quanto a retornos de escala, nem quanto à produtividade marginal decrescente.

---

<sup>48</sup> Regularmente, as taxas de crescimento de equilíbrio para a renda *per capita* são iguais à taxa de crescimento da tecnologia, bem como à relação capital-trabalho, isto é,  $\gamma_y = \gamma_{k/l} = \gamma_a = \gamma$ .

A operacionalização do modelo matemático para dados discretos é procedida com a substituição da taxa de variação definida no tempo contínuo pela diferença dos logs relativos aos anos de 1995 e 1970. O método de estimação é *cross section*.<sup>49</sup> A equação para se proceder à estimação é:

$$\log Y_{iT} - \log Y_{i0} = [\log A_{iT}(H_{iT}) - \log A_{i0}(H_{i0})] + \alpha(\log K_{iT} - \log K_{i0}) + \beta(\log L_{iT} - \log L_{i0}) + \varepsilon_T \quad (6.5)$$

Pode-se estimar o crescimento da produtividade total, pela dependência em relação ao nível de capital humano que se refletirá em inovações tecnológicas internas e também na sua interação com a defasagem tecnológica entre a economia analisada e uma economia líder (visando captar o efeito do *catch-up*):

$$[\log A_T(H_T) - \log A_0(H_0)] = g \log(H_{i0}) + m \log[H_{i0}(y_{i0} \div y_{0\max})] \quad (6.6)$$

onde  $g \log(H_{i0})$  é o progresso tecnológico autônomo e  $m \log[H_{i0}(y_{i0} \div y_{0\max})]$  é a difusão tecnológica interna;  $i$  é o sub-índice indicando variáveis do  $i$ -ésimo Estado. Ao se combinar (6.5) e (6.6), resulta:

$$\log Y_{iT} - \log Y_{i0} = \{g \log(H_{i0}) + m \log[H_{i0}(y_{i0} \div y_{0\max})]\} + \alpha(\log K_{iT} - \log K_{i0}) + \beta(\log L_{iT} - \log L_{i0}) + (\log \varepsilon_T - \log \varepsilon_0) \quad (6.7)$$

O segundo trabalho a ser analisado é o de Andrade (1997), no qual o objetivo é avaliar a importância da educação na explicação do crescimento econômico levando-se em conta as diferenças interestaduais. Os vários modelos estimados também partem da teoria neoclássica, em que o capital humano participa do processo produtivo como um insumo da função de produção.

Em um dos modelos ajustados, cujo resultado da regressão linear múltipla foi o mais coerente com a expectativa, é justificada a especificação do capital humano através de uma variável de estoque e não de taxas, argumentando-se que "o que importa para o crescimento econômico é o nível do capital humano de uma economia e não a taxa de crescimento, como apresentado em algumas

---

<sup>49</sup> Em que se assume, portanto, que a economia dos estados brasileiros se encontra em pontos diferentes da mesma função de produção.

especificações anteriores". A base do trabalho está nos modelos propostos pelos trabalhos de Romer (1990) e Benhabib e Spiegel (1994), já referidos anteriormente.

O modelo de Romer descreve a economia com três setores: o setor de pesquisa, o setor de bens intermediários e o setor de bens finais, onde o estoque de conhecimento existente é determinante do setor de pesquisas da economia, gerador de novos *designs* que serão consumidos pelo setor de bens intermediários. Raciocina, assim, que quanto maior o volume de capital humano voltado para pesquisa em uma economia, maior a taxa de produção de novos *designs*, ou seja, maior o crescimento tecnológico desta economia.

Um dos modelos utilizados pela autora segue a especificação proposta por Lau et al. (1993). Este modelo difere do modelo de Benhabib, por utilizar a taxa de crescimento do produto interno bruto, ao contrário do valor absoluto do produto interno bruto *per capita*.<sup>50</sup> Por outro lado, os estudos empíricos desenvolvidos por Benhabib e Spiegel (1994) tentam mostrar a inadequação da especificação de taxas de capital humano. No longo prazo, porém, ressalte-se que as taxas não só podem como devem ser novamente utilizadas, ou seja, a partir de uma maior homogeneização do capital físico interpaíses as diferenças tendem a ser expressas em diferenciais, oportunizando a utilização das taxas.

A equação base no trabalho de Lau et al. é a que segue, já linearizada, e nada mais é que a estimação de uma função de produção "Cobb-Douglas":

$$\ln y(t) - \ln y_0 = C + a_1(\ln k(t) - \ln k(0)) + a_2(\ln L(t) - \ln L(0)) + a_3(H(t) - H(0)) \quad (6.8)$$

onde:

Y(t) = nível do produto interno bruto no período t

K(t) = estoque de capital físico no período t

L(t) = mão-de-obra não especializada no período t

H(t) = estoque de capital humano no período t

---

<sup>50</sup> A hipótese de retornos constantes de escala foi rejeitada por Lau et al.

O segundo modelo de inspiração neoclássica é o de Benhabib, já esboçado anteriormente:

$$Y_t = A_t \cdot K_t^\alpha \cdot L_t^\beta \cdot H_t^\gamma \cdot \varepsilon_t \quad (6.9)$$

Tomando o log da primeira diferença, tem-se:

$$(\log Y_t - \log Y_0) = (\log A_t - \log A_0) + \alpha(\log K_t - \log K_0) + \beta(\log L_t - \log L_0) + \gamma\left(\frac{1}{T} \sum_1^t \log H_t\right) + (\log \varepsilon_t - \log \varepsilon_0) \quad (6.10)$$

onde:

$Y(t)$  = nível de renda real *per capita*;

$L(t)$  = força de trabalho;

$K(t)$  = capital físico;

$H(t)$  = capital humano;

$A(t)$  = tecnologia.

Nesta especificação, Andrade trabalha com duas possíveis variações:

1) a primeira tal como está descrita na equação (6.10); 2) a segunda, quase idêntica à anterior, introduz uma nova variável, a renda inicial, cujo objetivo é controlar o efeito *catching up*, que seria a capacidade da economia de adotar e implementar novas tecnologias, a qual estaria condicionada ao nível de capital humano de cada economia.<sup>51</sup>

O raciocínio é o seguinte: um maior capital humano à partida facilitaria a adoção de novas tecnologias, aumentando, portanto, a velocidade de captação e difusão tecnológica por parte dos países mais atrasados. "A economia com nível de capital humano mais elevado não necessariamente é a economia que apresenta maior taxa de crescimento, devido ao efeito do *catching up*." Assim, para

---

<sup>51</sup> Este segundo modelo será esmiuçado mais adiante e servirá de base ao modelo proposto ao final deste trabalho sobre a importância atribuída à variável "capital humano" dentro de um modelo de crescimento econômico.



mensurar mais adequadamente a importância do capital humano é necessário levar em consideração o nível de renda inicial.

No estudo desenvolvido por Andrade são citados os trabalhos de Romer (1990) e Nelson e Phelps (1966) para se referir a uma outra abordagem da participação do capital humano no processo produtivo, abordagem esta que denomina "estrutural".

Tal abordagem difere da abordagem neoclássica tradicional, pela importância conferida ao capital humano no processo produtivo, não apenas como insumo na função de produção mas também como fator determinante na implantação e adoção de novas tecnologias.

Desse modo, o modelo estimado de acordo com a abordagem estrutural é especificado como se segue.

A equação inicial é uma função de produção Cobb-Douglas:

$$Y_t = A_t(H_t)K_t^\alpha L_t^\beta \varepsilon_t \quad (6.11)$$

Tomando o logaritmo da primeira diferença, chegamos à expressão (6.12):

$$\ln Y_t - \ln Y_0 = [\ln A_t(H_t) - \ln A_0(H_0)] + \alpha(\ln K_t - \ln K_0) + \beta(\ln L_t - \ln L_0) + (\ln \varepsilon_1 - \ln \varepsilon_2),$$

onde o crescimento da produtividade total, representado pelo termo entre colchetes, poderia ser especificado de acordo com a equação (6.13):

$$[\ln A_t(H_t) - \ln A_0(H_0)]_i = c + g(H_i) + mH_i \frac{[Y_{\max} - Y_i]}{Y_i} \quad (6.13)$$

onde  $c$  é uma constante que representa o progresso técnico exógeno;  $g(H_i)$  representa o progresso tecnológico endógeno associado ao conhecimento da economia "i";  $mH_i \left[ \frac{Y_{\max} - Y_i}{Y_i} \right]$  representa a difusão de tecnologia externa, ou seja, da economia líder para as economias mais atrasadas. " $Y_{\max}$ " é utilizado como uma aproximação para a economia com nível tecnológico mais elevado.

A equação estimada pelo modelo da abordagem estrutural (ainda dentro da concepção descrita por Andrade) corresponde à equação (6.12), substituindo-se o termo entre colchetes pela especificação da equação (6.13):

$$\ln Y_t - \ln Y_0 = \{c + g(H_t) + mH_t \frac{[Y_{\max} - Y_t]}{Y_t}\} + \alpha(\ln K_t - \ln K_0) + \beta(\ln L_t - \ln L_0) + (\ln \varepsilon_t - \ln \varepsilon_0) \quad (6.14)$$

A capacidade interna das economias de gerar novas tecnologias é função direta da quantidade e qualidade do capital humano doméstico, e, quanto mais ampla for a diferença de nível tecnológico entre a economia líder e as demais economias, maior será a taxa de crescimento da tecnologia no país "i". As economias com nível de produtividade inicial mais baixo devem crescer mais rápido, pelo menos até atingir um determinado patamar de conhecimento tecnológico.

O terceiro trabalho a ser analisado é o de Figueiredo Neto (1998), que tem como objetivo principal fazer uma investigação empírica da influência que a educação e os investimentos após o término do período escolar exercem sobre os rendimentos dos trabalhadores, considerando a interação entre os determinantes da participação no mercado de trabalho e dos rendimentos.

Este trabalho, embora sem uma relação direta com os dois anteriores, ao mostrar a magnitude das taxas de retorno para os investimentos em capital humano, tem uma correlação com o produto interno bruto da economia que não pode e não deve ser desprezada.

Para a determinação da taxa de retorno é sempre importante definir-se à partida o método a ser utilizado tanto na obtenção das receitas como na obtenção das despesas. A equação dos rendimentos adotada é a mesma estabelecida por Heckman (1985 e 1986) e posteriormente utilizada também por Kassouf (1994), desenvolvida para não causar um viés nos coeficientes estimados devido à seletividade amostral. Este viés se deve ao fato de que, na amostra selecionada, apenas os indivíduos que participam do mercado de trabalho informam os seus salários, ou seja, participam efetivamente da amostra.<sup>52</sup>

---

<sup>52</sup> Tal fato é sobejamente comentado na revisão teórica precedente.

No procedimento para se evitar este tipo de viés, Figueiredo Neto trabalha a seguinte equação (já trabalhada anteriormente por Kassouf):  $L_i^* = \gamma Z_i + u_i$  onde  $L_i^*$  é uma variável que representa a participação na força de trabalho e  $Z_i$  é um vetor de variáveis que determinam a participação no mercado de trabalho. A operacionalização de  $L_i^*$  (não é uma variável observada) se faz considerando:

$$\begin{aligned} L_i &= 1 & \text{se} & L_i^* > 0 \\ L_i &= 0 & \text{se} & L_i^* \leq 0 \end{aligned}$$

Se os rendimentos forem representados por  $W$ , teremos  $W_i = \beta' R_i + v_i$ , onde  $R_i$  é um vetor de variáveis que determinam os rendimentos.

A variável  $W$  é observada quando  $L_i^*$  é maior do que zero. Ao assumir que  $u_i$  e  $v_i$  têm distribuição normal bivariada com médias zero, desvios padrões  $\sigma_u$  e  $\sigma_v$  e correlação  $r$ , tem-se:

$$\begin{aligned} E(W_i / W_i \text{ é observado}) &= E(W_i / L_i^* > 0) = E(W_i / u_i > -\gamma Z_i) \\ &= \beta' R_i + E(v_i / u_i > -\gamma Z_i) = \beta' R_i + \rho \sigma_u \lambda_i(\alpha_u) \end{aligned}$$

onde:

$$\lambda_i(\alpha_u) = \frac{\phi\left(\frac{\gamma' Z_i}{\sigma_u}\right)}{\Phi\left(\frac{\gamma' Z_i}{\sigma_u}\right)}$$

é a função densidade de probabilidade e  $\Phi$  a função de distribuição para uma distribuição normal. A função  $\lambda(\alpha_u)$  é denominada inverso da razão de Mill. A partir da equação acima, a regressão pode ser reescrita como:

$$W / L_i^* > 0 = \beta' R_i + \beta_\lambda \lambda_i(\alpha_u) + \varepsilon_i$$

Desta forma, verifica-se que a variável  $\lambda(\alpha_u)$  torna consistente a estimação de  $\beta$  dentro da estimativa da equação dos rendimentos (em função de  $R_i$ ), utilizando a técnica de mínimos quadrados ordinários.

O procedimento, em resumo, é estimar inicialmente a regressão de  $L$  em função de  $Z$  pelo método da máxima verossimilhança utilizando um modelo próbite, onde  $L$  assumirá o valor 0 se o indivíduo não está engajado na força de trabalho, e 1 se está no mercado de trabalho. Assim, a partir das estimativas resultantes para  $\gamma$  é possível calcular as estimativas para  $\lambda$  e, conseqüentemente, pode-se estimar a regressão de  $W$  em função de  $R$  e  $\lambda$ , usando mínimos quadrados ordinários, e conseguir estimadores consistentes de  $\beta$ .

## 1 Resultados Obtidos

No trabalho de Andrade, é feita a regressão de três modelos. O primeiro modelo regredido segue a especificação de Lau et al. (1993), e os resultados apresentados confirmam as evidências já apresentadas pelos autores para o período 1970-1980.

A estimativa da função de produção mostra que o capital humano é significativo para explicar o crescimento do produto interno bruto entre os estados brasileiros. O coeficiente estimado para o capital humano mostra que cada ano médio de escolaridade da população economicamente ativa adicional eleva o produto real em 32%, resultado bastante elevado e coerente com a tendência já observada pelos demais autores que apontavam uma elevação de 21% no produto real para cada ano adicional de escolaridade média da população entre 1970/80 (ANDRADE, 1997).

O resultado encontrado por Andrade diverge do de Lau et al. quanto ao caráter temporário da importância do capital humano na explicação do crescimento do produto interno bruto entre os estados brasileiros, conforme sugere Lau et al. A autora justifica dizendo que, provavelmente, o resultado está associado ao fato de que, em 1970, os níveis de escolaridade no país eram muito baixos e não se havia ainda alcançado as faixas de escolaridade onde os retornos marginais são

crescentes com o aumento do capital humano, e enfatiza a necessidade de se trabalhar com séries temporais mais longas para, efetivamente, se comprovar a relevância do capital humano.

A tendência encontrada para o coeficiente do estoque de capital também está coerente com a tendência encontrada pelo trabalho anterior, porém a hipótese dos retornos constantes de escala não é rejeitada, em oposição a Lau et al., sendo que a soma das elasticidades do capital, trabalho e capital humano é praticamente um. Também a hipótese de não importância do capital humano foi rejeitada.

O segundo modelo regredido, ainda dentro da abordagem neoclássica, segue o modelo testado por Benhabib e Spiegel (1994). Foram testadas duas especificações; inicialmente, relacionando a taxa de crescimento do produto interno *per capita* dos estados com a taxa de crescimento do capital, força de trabalho e o nível médio do log do capital humano ao longo do período; posteriormente, relacionando a taxa de crescimento do produto interno com as mesmas variáveis, incluindo a renda inicial como variável de controle.

A diferença destes modelos para o anterior refere-se à especificação de capital humano e ao fato de utilizar como variável dependente a taxa de crescimento do produto interno bruto *per capita* e não em valor absoluto, tendo sido utilizada, também, no modelo anterior, a variação da escolaridade média da população economicamente ativa e, nos atuais, o nível médio do log do capital humano.

Encontrou-se que o modelo anterior (de Lau et al.) é melhor ajustado que o atual (de Benhabib e Spiegel) e se justifica pelo fato de que, no modelo sem o controle da renda inicial, o coeficiente encontrado para capital humano apresenta coeficiente negativo.<sup>53</sup>

Para o terceiro modelo regredido, dentro da especificação estrutural proposta por Benhabib e Spiegel (1994), não foi obtido um bom ajuste para

---

<sup>53</sup> Provavelmente porque o capital humano estaria captando os efeitos da renda inicial.

explicar o crescimento do produto interno bruto dos estados brasileiros, embora os coeficientes estimados apresentassem os sinais esperados.

A autora justifica dizendo que a amostra dos estados é pequena, em comparação com a amostra inicialmente testada por Benhabib e Spiegel (72 países), impossibilitando a repetição do experimento, mas destaca a importância de continuar esta pesquisa, com uma base de informações maior.

No trabalho desenvolvido por Figueiredo Neto (1998), os resultados obtidos ao se utilizar o modelo acima descrito são compatíveis com aqueles esperados teoricamente. Em uma amostra de 73.033 mulheres e 64.870 homens, em que se calculou inicialmente, separadamente, para homens e mulheres, a participação no mercado de trabalho, constatou-se que 85,02% dos homens e 50,98% das mulheres obtinham rendimentos provenientes do trabalho e que a média de escolaridade das mulheres era maior do que a dos homens (7,55 e 6,59, respectivamente), sendo que o rendimento médio dos homens supera o das mulheres em 43%.

Ainda no mesmo trabalho, para os retornos dos investimentos em educação e experiência o método utilizado foi obtido a partir da equação abaixo:

$$\ln Y = \alpha + \beta_1 exp + \beta_2 exp^2 + \beta_3 educ + \beta_4 educ \times exp + u_i,$$

onde **Y** é o rendimento por hora, **exp** é experiência e **educ** é educação.

A teoria do capital humano nos faz esperar que o estoque de capital humano das pessoas aumente após o período de educação formal e ingresso no mercado de trabalho. Espera-se também que os ganhos de produtividade sejam maiores no início da atividade profissional e diminuam à medida que se aproxima a aposentadoria. Além disso, a teoria sugere que o rendimento é linear em relação à escolaridade, e que o efeito da experiência sobre os rendimentos é na verdade devido a uma interação entre experiência e educação (BERNDT, 1991, citado por BARRO e SALA-I-MARTIN, 1995).

Para captar o efeito da escolaridade sobre os rendimentos foram utilizadas derivadas parciais:

$$\frac{\partial \ln Y}{\partial educ} = \beta_3 + \beta_4 exp$$

e, também, para captar o efeito da experiência sobre os rendimentos:

$$\frac{\partial \ln Y}{\partial exp} = \beta_1 + 2\beta_2 exp + \beta_4 educ$$

Verificou-se, também, que o retorno da escolaridade para as mulheres é bem maior do que para os homens, declinando com os anos de experiência. Por outro lado, quanto maior o número de anos de experiência, mais elevados serão os retornos para os homens. O aumento da taxa de retorno da escolaridade com a experiência provavelmente está relacionado com a escassez relativa de trabalhadores qualificados.

TABELA A.1.1 - RETORNOS À ESCOLARIDADE

EXPERIÊNCIA	HOMENS (%)	MULHERES (%)
4	9.89	12.9
8	10.21	12.7
12	10.53	12.5

FONTE: F. Neto (1998), a partir de dados da PNAD (1995)

TABELA A.1.2 - RETORNOS À EXPERIÊNCIA

EXPERIÊNCIA	ESCOLARIDADE = 4	
	HOMENS (%)	MULHERES (%)
4	2.50	2.69
8	2.30	2.39
12	2.10	2.08
Escol		
aridade = 8		
4	2.84	2.49
8	2.64	2.19
12	2.44	1.88
Escol		
aridade =12		
4	3.16	2.29
8	2.96	1.99
12	2.76	1.68

FONTE: F. Neto (1998), a partir de dados da PNAD (1995)

Porém, os resultados obtidos mostram que os retornos à experiência são positivos e bem menores do que os retornos à escolaridade, sendo que, para as mulheres, esses retornos decrescem com os anos adicionais de escolaridade e experiência (4 para 12 anos), enquanto para os homens esses retornos diminuem com o aumento da experiência e se elevam com o nível de escolaridade. Observou-se, ainda, também que os retornos para homens e mulheres têm valores próximos quando os níveis de escolaridade são mais baixos. Porém, quando os níveis de escolaridade aumentam os homens apresentam maiores retornos à experiência.

Seguindo-se o procedimento padrão para maximização de funções, e pretendendo-se maximizar os rendimentos, a partir do número de anos de experiência, iguala-se a zero a equação e isola-se a variável experiência em um determinado nível de escolaridade. No trabalho de Figueiredo Neto foram encontrados os seguintes valores para homens e mulheres, considerando 4 anos de escolaridade: 54 e 39 anos de experiência, respectivamente. O que se constata é que a idade em que os homens irão atingir o pico dos seus vencimentos é superior à das mulheres.

Numa avaliação final de seu trabalho, conclui: a educação e a experiência têm efeito positivo sobre a probabilidade de participação dos indivíduos no mercado de trabalho; quanto maior o número de filhos em idade pré-escolar, menores as probabilidades de as mulheres ingressarem no mercado de trabalho; por outro lado, a probabilidade do homem participar no mercado de trabalho cresce com o aumento do número de filhos (pela necessidade do aporte de mais renda); se o indivíduo for o chefe do domicílio, sua participação ou a probabilidade de sua participação no mercado de trabalho é maior do que a dos demais membros da família.

Conclui, também, que quanto maior a renda não salarial dos indivíduos menor a sua probabilidade de engajamento na força de trabalho, e que quanto



maior a educação do marido menor a probabilidade de a mulher participar na força de trabalho. Os retornos à escolaridade e a experiência apresentaram valores positivos, e os primeiros mostraram-se sempre superiores aos segundos.

As mulheres apresentam retornos à experiência decrescentes com o número de anos de experiência e escolaridade, enquanto os retornos à experiência para os homens são crescentes com o aumento do número de anos de escolaridade, diminuindo com o aumento da experiência. Os homens apresentam sempre maiores retornos à experiência do que as mulheres.<sup>54</sup>

Com relação aos retornos à escolaridade, observa-se que, para as mulheres, eles são maiores do que para os homens. E, quanto maior a experiência, maiores serão os retornos à escolaridade para os homens e menores para as mulheres.

---

<sup>54</sup> Exceto quando o nível de escolaridade é mais baixo (4 anos), situação em que os valores são bem próximos.

## APÊNDICE 2 - MODELOS ALTERNATIVOS SOBRE O TEMA

Em trabalho de Higachi e Porcile (1998), tenta-se mostrar que os modelos neoclássicos de crescimento não são os mais indicados para trabalhar a realidade, demonstrada pela experiência histórica dos países latino-americanos. Os autores sugerem, em contrapartida, a utilização de modelos de crescimento com bases teóricas evolucionistas.

Argumentam que a variável-chave no processo de crescimento econômico, o progresso técnico, só começa a ser explicada, ou melhor, só se começa a tentar explicá-la, a partir dos modelos neoclássicos de crescimento endógeno.

Resumem dizendo que as representações proporcionadas pelos modelos neoclássicos para o crescimento econômico consistem em crescimento nulo, crescimento constante sem mudança estrutural e crescimento cíclico com mudança estrutural exógena e contínua. Concluem, portanto, que a validade dos modelos neoclássicos está circunscrita a fenômenos periódicos com alto grau de regularidade e que, assim, eles possuem uma capacidade muito baixa de reproduzir os aspectos essenciais do fenômeno de crescimento econômico, caracterizado por flutuações não periódicas associadas à ocorrência de mudança estrutural descontínua.

Através da técnica da análise espectral tentam mostrar que o caos determinístico é o comportamento observado no caso da trajetória de crescimento de longo prazo das economias latino-americanas e apresentam um modelo de simulação evolucionista Norte-Sul de crescimento com progresso técnico endógeno, onde, argumentam, a comparação das séries temporais obtidas com as séries históricas é mais próxima da realidade.

O mais interessante desse trabalho são as conclusões a que chegam, resumidas a seguir: o crescimento econômico de longo prazo das principais economias da América Latina, no período 1900-1989, resulta de um sistema

dinâmico não linear, de dimensão relativamente alta, determinística e dissipativa, no qual a complexidade, as posições de desequilíbrio, a irreversibilidade do tempo e a instabilidade dinâmica e estrutural são as características fundamentais.

Desta maneira, concluem que

esse resultado é contraditório com o tipo de trajetórias temporais produzidas pelos novos modelos neoclássicos de crescimento. Ainda que, nas suas versões mais avançadas,<sup>55</sup> esses modelos geram séries temporais do tipo ruído branco, incompatíveis com as séries temporais reais. Essa falha de predição empírica sugere que os modelos de crescimento endógeno neoclássicos, ao reduzirem eventos complexos a simples regularidades, a dinâmica às posições de equilíbrio, a instabilidade à estabilidade e tempo irreversível a tempo reversível, tornam-se capazes de gerar, na melhor das hipóteses, um número muito restrito de fatos estilizados de longo prazo do processo de desenvolvimento econômico.

Para Higachi e Porcile, os modelos evolucionistas (como revelado pela análise espectral das séries simuladas) geram séries temporais do produto interno bruto *per capita* com características de caos determinístico e são, portanto, capazes de reproduzir um dos principais fatos estilizados de longo prazo no processo de crescimento econômico de países da América Latina.

Por outro lado, um trabalho alternativo sobre o mesmo tema foi desenvolvido por Issler, Gonzaga e Marrone (1996). O artigo usa uma metodologia de decomposição tendência-ciclo para estimar o produto potencial brasileiro e investigar a importância relativa dos choques permanentes e transitórios.

A conclusão é de que os choques permanentes explicam quase que 100% da variância do produto privado. Com esta evidência, o artigo investiga a existência de relações de longo prazo entre o produto potencial e diversos possíveis determinantes do crescimento a longo prazo, como investimentos externos, escolaridade média e taxa de analfabetismo da população economicamente ativa. Encontra-se, ao final, que todas essas variáveis têm uma relação de longo prazo com o produto potencial, que a

---

<sup>55</sup> Como no modelo de Aghion e Howitt (1993).

elasticidade de longo prazo é não desprezível, e que, porém, o produto potencial é exógeno forte para esse grupo de variáveis.

O mais importante a salientar nesse trabalho (ISSLER, GONZAGA e MARRONE, 1996), é a metodologia utilizada para trabalhar os dados agregados brasileiros. O modelo usado, de tendências estocásticas comuns propostas em King et al. (1991), estuda uma base de dados, com freqüência anual, contendo o produto privado, o consumo privado e o investimento brasileiros no pós-guerra.

Essa metodologia tem duas vantagens básicas: primeiro, é multivariada e não univariada, ampliando, assim, o conjunto de informação das séries usadas<sup>56</sup>; segundo, a base de dados usada permite analisar séries discutidas em modelos dinâmicos teóricos. (KING, PLOSSER e REBELO, 1988).

Tem a vantagem adicional de, ao se utilizar dados anuais, obter-se o maior espaçamento possível na freqüência de obtenção dos dados de séries temporais, o que é mais adequado para o estudo de relações de longo prazo.

Outro argumento em favor dos choques permanentes vem da série de investimento: choques permanentes, de acordo com o estudo desenvolvido por Issler, Gonzaga e Marrone, explicam 93% de sua variância, o que, se comparado com os Estados Unidos (em estudo desenvolvido por King et al. 1991), onde os choques transitórios explicam aproximadamente 70% e 60% da variância dos investimentos de um e quatro anos à frente, respectivamente, mostra bem a exata dimensão da importância dos choques permanentes na variância dos investimentos para o Brasil.

A interpretação desses resultados é a de que, no Brasil, um dos fatores determinantes do crescimento a longo prazo tem sido a acumulação de fatores de produção, neste caso o capital.

---

<sup>56</sup> Métodos multivariados de decomposição de variância necessariamente implicam uma maior importância relativa de choques transitórios, o que só fortalece os resultados obtidos.

Dado que os choques permanentes são importantes, é fundamental a investigação dos determinantes dos choques de longo prazo sobre o produto. Utiliza-se novamente a análise de cointegração e o método de Johansen (1988, 1991) para investigar essa questão. Discute-se também, questões de exogeneidade com relação ao produto potencial. Utiliza-se a tipologia de exogeneidade descrita em Engle, Hendry e Richard (1983). (ISSLER, GONZAGA e MARRONE, 1996).

Os resultados obtidos no que diz respeito à variável educação foram comparados com outros resultados alcançados por trabalhos usando-se métodos *cross-section* com dados brasileiros. A elasticidade estimada para a Taxa de Escolaridade Média da PEA é forte, de 47%. De acordo com Lau et al. (1993), para citar um estudo já referenciado anteriormente, a elasticidade-escolaridade encontrada, com relação ao PIB, foi de aproximadamente 20%, o que diverge de maneira bastante significativa.

Os autores concluem dizendo que as diferenças entre as estimativas *cross-section* e *time-series* da elasticidade-escolaridade do produto devem-se aos efeitos externos da educação, que seriam subestimados nas estimativas *cross-section*.

## APÊNDICE 3 - MODELOS COMPLEMENTARES DE CRESCIMENTO ENDÓGENO

### Modelos de um Setor para Crescimento Endógeno

No desenrolar do trabalho de Barro e Sala-i-Martin (1995), verifica-se que tanto no modelo de Solow-Swan, quanto no modelo de Ramsey,<sup>57</sup> a taxa de crescimento *per capita*, no estado de equilíbrio, é igual à taxa de progresso tecnológico,  $x$ , obtido exogenamente. Assim, de uma certa forma esses modelos são incompletos por não completarem o entendimento do crescimento de longo prazo para a renda *per capita*.

Na tentativa de eliminar a tendência de longo prazo de retornos decrescentes para o capital, foi apresentado anteriormente um exemplo simples do modelo **AK**, no qual os retornos para o capital são sempre constantes e, mesmo no caso em que foram apresentadas técnicas nas quais os retornos eram decrescentes, esses mesmos retornos tenderam assintoticamente para uma constante positiva.

Num modelo criado inicialmente por Ramsey (1928) e aperfeiçoado posteriormente por Cass (1965) e Koopmans (1965), é introduzida a proposição de que a taxa de poupança é determinada por otimização das famílias e firmas que interagem num mercado competitivo, de forma a tirar o máximo de utilidade de um orçamento restrito.

Quando se combina a técnica dos modelos **AK** com as expectativas de otimização para as famílias e empresas, como no modelo de Ramsey, a estrutura que se obtém produz crescimento endógeno e os resultados são ótimos de Pareto, porém esta espécie de modelo é inconsistente com a evidência empírica sobre convergência.

---

<sup>57</sup> O modelo de Ramsey é um modelo de crescimento com otimização de consumo.

Foi observado, anteriormente, que uma função de produção a retornos constantes no nível agregado pode refletir um processo do tipo *aprender-fazendo* via acúmulo de conhecimentos. Esta espécie de técnica pode, de fato, embasar crescimentos endógenos, mas os produtos tendem a não ser ótimos de Pareto, porque os acréscimos de conhecimento constituem uma forma de externalidade. Ainda assim, esses modelos têm possíveis implicações para políticas governamentais desejáveis.

Os modelos que seguem serão observados sob este novo enfoque de se trabalhar as dinâmicas de transição nos modelos com os agentes de otimização, combinando, portanto, os crescimentos endógenos realizados pelo modelo **AK** com as expectativas de convergência encontradas no modelo de Ramsey. Desta maneira, pretende-se mostrar que as evidências empíricas sobre convergência podem ser consistentes com os modelos de crescimento endógeno.

### O Modelo AK com Poupança Endógena (Ramsey)

Se o tamanho das famílias ao longo do tempo é calculado por  $L(t) = e^{nt}$  e se o seu consumo por adulto no mesmo tempo  $t$  é dado por  $c(t) \equiv C(t)/L(t)$ , pode-se mostrar que a utilidade ao longo do tempo é maximizada pelas famílias por:

$$U = \int_0^{\infty} \left( e^{-(\rho-n)t} \left[ \frac{c^{(1-\theta)}}{1-\theta} \right] dt \right) \quad (7.1), \text{ sujeita à restrição: } \dot{a} = (r-n)a + w - c \quad (7.2)$$

onde  $a$  é o ativo por pessoa,  $r$  é a taxa de juros,  $w$  é a taxa salarial e  $n$  é a taxa de crescimento da população. Pode-se impor uma restrição que regulamenta a não participação de financiamentos:

$$\lim_{t \rightarrow x} \left\{ a(t) \cdot \exp \left[ - \int_0^t [r(v) - n] dv \right] \right\} \geq 0 \quad (7.3)$$

As condições para otimização serão:  $\gamma_c = \frac{c}{c} = (1/\theta) \cdot (r - \rho)$  (7.4), e as condições de transversalidade serão:  $\lim_{t \rightarrow x} \left\{ a(t) \cdot \exp \left[ - \int_0^t [r(v) - n] dv \right] \right\} = 0$  (7.5). As firmas têm uma função de produção linear:  $Y = f(K) = A \cdot K$  (7.6), onde  $A > 0$ . A equação (7.6) difere

de uma função de produção neoclássica porque a produtividade marginal do capital não é decrescente ( $f'' = 0$ ) e também porque as condições de Inada são violadas, em particular para  $f'(K) = A^{58}$ , com  $k$  variando de zero a infinito. Conforme já foi observado anteriormente, a ausência de retornos decrescentes para o capital na equação (7.6) pode parecer não realista, mas ela se torna mais plausível na medida em que o capital  $k$  incorpora capital humano, conhecimento, infra-estrutura pública e assim por diante.

As condições para maximização do lucro, como se sabe, requerem que a produtividade marginal do capital se iguale ao custo do rendimento, isto é, que  $R = r + \delta$ . A produtividade marginal do capital é a constante  $A$ ; desta forma, tem-se:  $r = A - \delta$  (7.7).

Como o produto marginal do trabalho é zero, a taxa salarial,  $w$ , é zero. (Pode-se pensar que o zero para a taxa salarial se deve ao fato de que ela é aplicada sobre o trabalho bruto, o qual não tem sido elevado pelo capital humano).

Assume-se que a economia é fechada e, desta maneira,  $a = K$ , fixos. Substituindo-se  $a = K$ ,  $r = A - \delta$  e  $w = 0$ , nas equações (7.2), (7.4) e (7.5), obtém-se:  $\dot{k} = (A - \delta - n)k - c$  (7.8),  $\gamma_c = (1/\theta) \cdot (A - \delta - \rho)$  (7.9),  $\lim_{t \rightarrow \infty} \{k(t) \cdot e^{-(A - \delta - n)t}\} = 0$  (7.10).

O aspecto relevante da equação (7.9) é que o crescimento do consumo não depende do estoque de capital por pessoa,  $K$ . Em outras palavras, se o nível de consumo *per capita* por pessoa no tempo 0 é dado por  $c(0)$ , então o consumo *per capita* no tempo  $t$  é dado por:  $c(t) = c(0) \cdot e^{-(A - \delta - \rho)t}$  (7.11), onde o nível inicial de consumo  $c(0)$  são resíduos a serem determinados. É assumido que a função de produção é suficientemente produtiva para assegurar crescimento em  $C$ , mas não tão produtiva a ponto de gerar utilidades ilimitadas:

$$A > \rho + \delta > [(1/\theta)/\theta] \cdot (A - \delta - \rho) + n + \delta \quad (7.12)$$

---

<sup>58</sup> Pode ser mostrado, mais genericamente, que as violações das condições de Inada são o ponto-chave na explicação do crescimento endógeno.



A primeira parte desta condição implica que  $\gamma_c > 0$ . A segunda parte mostra que a utilidade alcançável é limitada, e que as condições de transversalidade permanecem.

Foi demonstrado, portanto, que o modelo não tem uma dinâmica de transição porque as taxas de crescimento  $\gamma_k$  e  $\gamma_y$  são constantes e iguais a  $\gamma_c$ , o que se mostrou na equação (7.9). Substituindo-se  $c(t)$  da equação (7.11) na equação (7.8), tem-se:

$$\dot{k} = (A - \delta - n)k - c(0).e^{(1/\theta).(A-\delta-\rho).t}$$

que é uma equação diferencial linear de primeira ordem em  $k$ . A solução geral desta equação, segundo Barro e Sala-i-Martin (1995), é:

$$k(t) = (\text{constante}).e^{(A-\delta-n)t} + [c(0)/\varphi].e^{(1/\theta).(A-\delta-\rho)t} \quad (7.13)$$

$$\text{onde: } \varphi \equiv (A - \delta).(\theta - 1)/\theta + \rho/\theta - n \quad (7.14)$$

A condição 7.12 implica  $\varphi > 0$ . Substituindo-se  $k(t)$  da equação (7.13) na condição de transversalidade da equação (7.10), tem-se:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \{ \text{constante} + [c(0)/\varphi].e^{-\varphi.t} \} = 0$$

Desde que  $\varphi > 0$ , o segundo termo entre colchetes converge para zero. Desse modo, a condição de transversalidade requer que a constante seja zero. Portanto, as equações (7.11) e (7.13) ficam:  $c(t) = \varphi.k(t)$  (7.15),  $\gamma_k = \gamma_c = (1/\theta).(A - \delta - \rho)$  (7.16).

Como  $y = Ak$ , segue-se que  $\gamma_y = \gamma_k = \gamma_c$ . Assim, o modelo não tem dinâmica de transição, porque as variáveis  $k(t), c(t), y(t)$  começam nos valores  $k(0); c(0) = \varphi.k(0); y(0) = Ak(0)$ , respectivamente, e todas as três variáveis crescem, então, na mesma taxa constante  $(1/\theta).(A - \delta - \rho)$ .

No modelo **AK**, trocas nos parâmetros subjacentes podem afetar os níveis e as taxas de crescimento das variáveis. Assim, um incremento permanente

na taxa de crescimento da população,  $n$ , pode não afetar as taxas de crescimento *per capita*, como mostrou-se na equação (7.16), mas reduz o nível de consumo *per capita* (equações 7.14 e 7.15). Por outro lado, mudanças em  $A, \rho, \theta$  influenciam os níveis e as taxas de crescimento em  $c$  e  $k$ .

A taxa bruta de poupança é dada por

$$s = (\dot{k} + \delta.k) / y = (1/A) \cdot (\gamma_k + n + \delta) = \left[ \frac{A - \rho + \theta.n + (\theta - 1).\delta}{\theta.A} \right] \quad (7.17)$$

onde  $\gamma_k = (1/\theta) \cdot (A - \delta - \rho)$ . Assim, a taxa bruta de poupança é constante e a parte de  $n$  depende dos mesmos parâmetros que influenciam a taxa de crescimento *per capita*.

Uma diferença relevante entre o modelo **AK** e o modelo de crescimento neoclássico consiste na determinação da taxa de crescimento *per capita* de longo prazo. No modelo **AK** a taxa de crescimento de longo prazo (que se iguala à taxa de crescimento de curto prazo) depende, na equação (7.16), dos parâmetros que determinam a disposição para poupar e da produtividade do capital. Valores mais baixos de  $\rho$  e de  $\theta$ , que aumentam a disposição para poupar, implicam uma taxa de crescimento *per capita* mais alta na equação (7.16) e, também, uma mais elevada taxa de poupança na equação (7.17).

Um aumento no nível de tecnologia,  $A$ , que aumenta a produtividade média e marginal do capital, também aumenta a taxa de crescimento e altera a taxa de poupança. É importante observar, aqui, que o parâmetro  $A$  é afetado por políticas governamentais, que podem, portanto, compensar as diferenças nos níveis de produção usando esta influência.

Contrastando com os efeitos sobre o crescimento no longo prazo, que ocorrem no modelo **AK**, no modelo Ramsey,<sup>59</sup> por exemplo, a taxa de crescimento

---

<sup>59</sup> A especificação de expectativa de consumo é um elemento chave no modelo de crescimento construído por Ramsey (1928) e aperfeiçoado por Cass (1965) e Koopmans (1965). Em suma, neste modelo a taxa de poupança não é constante de uma maneira geral, mas sim uma função do estoque de capital *per capita*. Em relação ao modelo de Solow-Swan (1956), há duas

de longo prazo está ancorada no valor de  $x$ , que é a taxa exógena de mudança tecnológica; ou seja, uma maior disposição para poupar ou um aumento nos níveis de tecnologia, no modelo de Ramsey, provoca, no longo prazo, níveis mais elevados de capital e produto por trabalhador efetivo, mas não muda as taxas e crescimento *per capita*.

Os resultados diferentes refletem os retornos decrescentes para o capital no modelo neoclássico e a ausência destes retornos no modelo **AK**. Quantitativamente, a extensão dessas diferenças depende de quão rapidamente esses retornos decrescentes acontecem; uma característica que, por sua vez, determina quão rapidamente as economias convergem para o estado de equilíbrio no modelo neoclássico. Se os retornos decrescentes ocorrem vagarosamente, o período de convergência é longo. Neste caso, mudanças na disposição de poupar ou nos níveis de tecnologia afetam a taxa de crescimento de longo prazo.

Assim, a distinção entre os modelos neoclássicos e **AK** é substancial se a convergência é rápida, porém é menos séria se a convergência ocorre lentamente. Se a convergência é extremamente lenta, então os efeitos do crescimento que aparecem no modelo **AK** introduzem uma aproximação satisfatória para os efeitos sobre a taxa média de crescimento em um longo intervalo no modelo neoclássico.

O procedimento para provar que o equilíbrio no modelo **AK** é um ponto Pareto-ótimo – ou seja, o planejamento escolhe o caminho para  $c$ , pela maximização da utilidade na equação (7.1), sujeita às restrições constantes na equação (7.8), com  $c(t) \geq 0$  e um dado valor inicial  $k(0)$  – passa por mostrar que os produtos coincidem com aqueles que seriam gerados por um hipotético planejamento social que teria a mesma forma na função-objetivo. Este resultado faz sentido, porque a eliminação de retornos decrescentes na função de produção, isto é, a recolocação da função de produção neoclássica através da função na forma **AK**, não introduz qualquer fonte de falha do mercado dentro do modelo.

---

modificações: a) o nível médio da taxa de poupança pode mudar; b) determina-se a forma como se altera, para mais ou para menos, a taxa de poupança, à medida que a economia se desenvolve (BARRO e SALA-i-MARTIN, 1995).

## Modelo de um Setor com Capital Físico e Humano

Conforme mencionou-se, a visão do capital é notadamente ampliada para incluir componentes físicos e humanos. A seguir será feita uma simulação com um modelo simplificado que torna esta interpretação explícita.

Os insumos nesta função de produção hipotética são os capitais físico e humano,  $K$  e  $H$ , portanto:

$$Y = F(K, H) \quad (7.18)$$

onde  $F$  (\*) exibe as propriedades neoclássicas padrões, incluindo retornos constantes de escala em  $K$  e  $H$ . Esta função de produção pode ser escrita numa forma intensiva, usando a condição de retornos constantes de escala, da seguinte forma:

$$Y = K \cdot f(H/K) \quad (7.19)$$

onde:  $f'(H/K) > 0$ .

O produto pode ser calculado numa base de um para um, para consumo, investimento em capital físico ou investimento em capital humano. Assim, assume-se que o modelo de um setor tecnológico aplicado para a produção de capital humano é o mesmo que aquele aplicado na produção de produtos para o consumo e capital físico. Os estoques de capital humano e capital físico depreciam na mesma taxa,  $\delta_k = \delta_H$ . Também se assume que a população,  $L$ , é constante; portanto, mudanças em  $H$  refletem somente os investimentos em capital humano.

Supondo que  $R_k$  e  $R_H$  sejam os juros pagos pelas firmas para usar os dois tipos de capital, na ausência de barreiras à entrada, a competição entre firmas direcionará os lucros para baixo, fazendo com que tendam para zero. A maximização do lucro e esta condição de lucro-zero fazem com que a produtividade marginal de cada insumo iguale este preço de locação:

$$\begin{aligned}\frac{\partial y}{\partial K} &= f(H/K) - (H/K) \cdot f'(H/K) = R_K \\ \frac{\partial y}{\partial H} &= f'(H/K) = R_H\end{aligned}\tag{7.20}$$

Como os dois tipos de capital são perfeitamente substituíveis entre si na composição de qualquer produto para consumo, o preço de cada tipo de capital seria fixado unitariamente.<sup>60</sup> Assim, as taxas de retorno para capitais próprios são  $R_K - \delta_K$  e  $R_H - \delta_H$ , respectivamente, e cada taxa de retorno deve ser igualada, no equilíbrio, à taxa de juros,  $r$ . Tomando-se a equação (7.20) e reagrupando-se os termos, tem-se a seguinte equalização das taxas de retorno:

$$f(H/K) - f'(H/K) \cdot (1 + H/K) = \delta_K - \delta_H\tag{7.21}$$

Esta condição determina um único valor constante para  $H/K$ . A expressão do lado esquerdo da equação (7.21) mostra-se monotonicamente crescente em  $H/K$ . Mais ainda, esta expressão passa de  $-x$  para  $+x$ , quando  $H/K$  vai de 0 para  $x$ . Segue-se que a solução para  $H/K$  existe e é única.

Se for definido que  $A = f(H/K)$ , como uma constante, a implicação é que  $Y = A \cdot K$ . Assim, este modelo com dois tipos de capital é essencialmente o mesmo modelo **AK** analisado na seção anterior. Sabe-se, daquela análise, que o equilíbrio caracteriza taxas de crescimento constantes de  $C, K, Y$ .<sup>61</sup> Estas taxas de crescimento equalizam as taxas de crescimento *per capita* porque  $L$  é constante. Como  $H/K$  está fixado,  $H$  cresce na mesma taxa de outras variáveis.

---

<sup>60</sup> Este resultado é obtido se a restrição de investimentos brutos não negativos em cada tipo de capital é não obrigatória, ou se as unidades de capital "velho" podem, não realisticamente, ser consumidas ou convertidas em outro tipo de capital.

<sup>61</sup> A taxa de crescimento é  $\gamma = (1/\theta) \cdot (r - \rho) = (1/\theta) \cdot [f(H/K) - (H/K) \cdot f'(H/K) - \delta_K - \rho]$ , que não é igual a  $(1/\theta) \cdot (A - \delta_K - \rho)$ , porque se foi definido que  $A = f(H/K)$ , então  $r$  cai perto de  $A - \delta_K$ , pelo termo  $(H/K) \cdot f'(H/K)$ .

A conclusão importante deste caso simplificado é que se pode imaginar  $K$  como uma *proxy* para a composição de bens de capital que incluam componentes físicos e humanos. Se for estabelecido que são possíveis retornos constantes para as duas espécies de capital, então o modelo **AK** é uma representação satisfatória deste modelo mais amplo.

### Modelo de um Setor com Capital Físico e Humano (Cobb-Douglas)

A partir de uma função do tipo Cobb-Douglas que exhibe retornos constantes para capital físico e humano,  $K$  e  $H$ :

$$Y = A.K^{\alpha}.H^{1-\alpha} \quad \text{com} \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (7.22)$$

pode-se pensar que capital humano é o número de trabalhadores,  $L$ , multiplicado pelo capital humano do trabalhador típico,  $h$ . Assume-se aqui que a quantidade de trabalhadores,  $L$ , e a qualidade dos trabalhadores,  $h$ , são substitutos perfeitos na produção, no sentido de que somente a combinação  $L.h$  importa para o produto. Esta especificação significa que um número fixo de trabalhadores,  $L$ , não será uma fonte de retornos decrescentes, porque uma duplicação de  $K$  e  $h$ , para um dado  $L$ , conduz para uma duplicação de  $Y$ .

Assume-se, por conveniência, que a força de trabalho total,  $L$ , é fixa, e que, portanto,  $H$  cresce somente pelo aumento na média de qualidade,  $h$ . Note-se que a equação (7.22) omite qualquer progresso tecnológico.

O produto pode ser usado para consumo ou para investimento em capital físico ou humano. Considera-se, aqui, que os estoques de capital físico e humano depreciam na mesma taxa,  $\delta$ ; <sup>62</sup> a depreciação de capital humano inclui perdas pela deterioração das habilidades e também pela mortalidade.

---

<sup>62</sup> Taxas de depreciação diferenciadas para capital físico e humano podem ser introduzidas, mas esta generalização torna complexa a álgebra das equações sem o correspondente adicional explicativo.

A restrição de recursos na economia é dada por:

$$Y = A.K^\alpha .H^{1-\alpha} = c + I_K + I_H \quad (7.23)$$

onde  $I_K$  e  $I_H$  são investimentos brutos em capital físico e humano, respectivamente. As mudanças nos dois estoques de capital são dadas por:

$$(7.24)$$

Têm-se duas interpretações ou ajustes possíveis:

- a) com um modelo que distingue entre produção das famílias e produção das empresas;
- b) com um modelo no qual o produto doméstico realiza a produção diretamente.

Se for usada a formulação na qual os produtores domésticos são os produtores dos bens, então a expressão Hamiltoniana, com crescimento populacional zero, é:

$$J = u(C).e^{-\rho.t} + v.(I_K - \delta.K) + \mu.(I_H - \delta.H) + \omega.(A.K^\alpha .H^{1-\alpha} - c - I_K - I_H) \quad (7.25)$$

onde  $v$  e  $\mu$  são preços ocultos associados com  $K$  e com  $H$ , respectivamente, e  $\omega$  é o multiplicador de Lagrange associado com a restrição orçamentária da equação (7.23).

Utilizando-se a especificação da utilidade,  $u(C) = (C^{1-\theta} - 1)/(1-\theta)$ , e negligenciando, por enquanto, a restrição de desigualdade  $I_K$  e  $I_H \geq 0$ , então, a condição de primeira ordem pode ser obtida da forma usual, pelas derivadas de  $J$  em relação a  $C, I_K, I_H$ , igualadas a zero, equacionando  $\dot{v}$  e  $\dot{\mu}$  para  $\frac{\partial J}{\partial K}$  e  $\frac{\partial J}{\partial H}$ , respectivamente, e, em seguida, utilizando a restrição orçamentária da equação (7.23).<sup>63</sup>

---

<sup>63</sup> Escreve-se de forma semelhante à expressão Hamiltoniana:

$$J = u(C).e^{-\rho.t} + v.(A.K^\alpha .H^{1-\alpha} - c - \delta.K - I_H) + \mu(I_H - \delta.H).$$

Esta formulação implicitamente impõe a condição  $I_K = A.K^\alpha .H^{1-\alpha} - c - I_H$ , a qual envolve  $\omega$  na equação (7.25).

Se forem simplificadas estas condições, pode-se obter um resultado familiar para a taxa de crescimento do consumo:

$$\gamma_c = (1/\theta).[A\alpha.(K/H)^{-(1-\alpha)} - \delta - \rho] \quad (7.26)$$

onde  $A\alpha.(K/H)^{-(1-\alpha)} - \delta$  é a produtividade marginal total do capital físico.

A segunda condição é aquela na qual a produtividade marginal do capital humano,  $A(1-\alpha).(K/H)^\alpha - \delta$ , se iguala à produtividade marginal de capital físico. Esta equação,  $A(1-\alpha).(K/H)^\alpha - \delta = A\alpha.(K/H)^{-(1-\alpha)} - \delta$ , implica que a razão dos dois estoques de capital é dada por:<sup>64</sup>

$$K/H = \alpha/(1-\alpha) \quad (7.27)$$

Este resultado para  $K/H$  implica que a taxa de retorno para capital físico e humano é dada por:

$$r^* = A\alpha^\alpha.(1-\alpha)^{(1-\alpha)} - \delta \quad (7.28)$$

Esta taxa de retorno é constante porque a função de produção considerada na equação (7.22) exibe retornos constantes em relação ao capital total,  $K$  e  $H$ . Portanto, retornos decrescentes não aparecem quando  $K/H$  permanece constante (equação 7.27), isto é, quando  $K$  e  $H$  crescem na mesma proporção.

Se  $K/H$  é constante, tem-se, pela equação (7.26), que  $\gamma_c$  é constante e igual a:

$$\gamma^* = (1/\theta).[A\alpha^\alpha.(1-\alpha)^{(1-\alpha)} - \delta - \rho] \quad (7.29)$$

onde  $K/H$  foi substituído da equação (7.27). Assume-se que a magnitude dos parâmetros é tal que  $\gamma^* > 0$ .

---

<sup>64</sup> A igualdade entre as produtividades marginais ainda existe se as taxas de depreciação atuantes sobre os dois capitais forem diferentes, mas implica uma nova determinação da razão entre os capitais físico e humano.



Para ver como este modelo se comporta em algumas análises prévias, pode-se substituir (7.27) em (7.22), para obter:

$$Y = A.K \left( \frac{1-\alpha}{\alpha} \right)^{1-\alpha}$$

Portanto, o modelo é equivalente ao modelo **AK** visto anteriormente. Este método de análise já utilizado (modelo **AK**) mostra que a condição de transversalidade existe; assim, as taxas de crescimento de  $Y, K, H$  devem igualar as taxas às taxas de crescimento de  $C$ , o que significa que todas as quantidades crescem à taxa constante  $\gamma^*$ .

Os resultados obtidos para  $r^*$  e  $\gamma^*$  são essencialmente os mesmos obtidos do modelo **AK**, donde se conclui que não existe grande diferença entre um modelo com dois tipos de capital,  $K$  e  $H$ , e um modelo com uma forma simplificada de capital ampliado.

### **Modelos de Dois Setores de Crescimento Endógeno (com especial atenção ao papel do capital humano)**

Observou-se que é possível obter crescimento *per capita*, no longo prazo, sem progresso tecnológico exógeno, se os retornos para o capital forem assintoticamente constantes. O argumento é que esta ausência de retornos decrescentes surge quando se amplia o horizonte do capital, incluindo-se, além do capital físico, também o capital humano.

A estrutura desenvolvida a seguir é aplicada a vários tipos de capital, inclusive os de conhecimento acumulado. Começa-se com uma estrutura similar à utilizada para o estudo de uma economia aberta, na qual capital físico e humano são produzidos por idênticas funções de produção, e os resultados obtidos são calculados na base de um por um, para consumo, investimento em capital físico e investimento em capital humano. Novos resultados aparecem, entretanto, quando se opta por elevar os investimentos em capital físico e humano.

Essas novas colocações introduzem efeitos especiais sobre o processo de crescimento devido aos desequilíbrios entre os níveis de capital físico e humano: a taxa de crescimento do produto é mais elevada quanto maior for a magnitude do hiato entre a razão de capital físico para capital humano e o valor desta mesma razão no estado de equilíbrio.

A abordagem seguinte é para a possibilidade de que capital físico e humano sejam produzidos por diferentes tecnologias. Especificamente, enfatizam-se os casos empiricamente relevantes, nos quais a educação, ou seja, a produção de novo capital humano, é considerada como insumo.

Nos modelos de Uzawa (1965) e Lucas (1988), esta é, por exemplo, a linha seguida. Ou seja, nesses modelos o capital humano tem como único insumo a educação. Esta modificação na estrutura de produção cria uma assimetria nos efeitos dos desequilíbrios entre capital físico e humano, que irá se refletir na taxa de crescimento. A causa dessa assimetria vem do efeito positivo exercido sobre a taxa de salário real por unidade de capital humano, por um incremento na razão capital físico e humano.

Sob esse enfoque, a taxa de crescimento para um conceito mais amplo de produto ainda aumenta com a magnitude dos desequilíbrios entre capital físico e humano, se o capital humano é relativamente abundante, mas tende a cair se esta magnitude é relativamente pequena.

A presença do capital humano diminui as restrições de retornos decrescentes e conduz a um conceito mais amplo de capital, que contribui, deste modo, para um crescimento *per capita* de longo prazo, mesmo com a ausência de progresso tecnológico exógeno. Ainda mais, a produção de capital humano pode ser uma alternativa válida para o incremento da tecnologia, que, por sua vez, é um mecanismo capaz de gerar crescimentos de longo prazo. É preciso enfatizar, no entanto, alguns pontos nos quais a acumulação de capital humano difere da criação de conhecimento, na forma de progresso tecnológico. Para tanto, pode-se pensar em capital humano como as habilidades incorporadas pelo trabalhador;

então, o uso dessas habilidades na atividade criação de conhecimento, por exemplo, pressupõe seu uso em alguma outra atividade. A distinção significa que modelos de progresso tecnológico diferem de modelos de acúmulo de capital humano em alguns aspectos fundamentais.

Quando se trabalha com dois tipos de capitais, no início,  $K(0)$  e  $H(0)$ , se a razão  $K(0)/H(0)$  se afasta do valor  $\alpha/(1-\alpha)$ , prescrito pela equação (7.26), a solução é proceder a discretos ajustes para retornar ao valor  $\alpha/(1-\alpha)$  instantaneamente. Este ajuste produz um acréscimo em um dos estoques iniciais de capital e um decréscimo no outro, mantendo o somatório  $K(0) + H(0)$ .

A dificuldade neste tipo de solução é a assunção de que velhas unidades de capital físico possam se transformar em capital humano e vice-versa. De uma forma mais realista, pode-se impor restrições de não negatividade nos investimentos brutos de capital  $I_k \geq 0$  e  $I_H \geq 0$ . Uma das restrições de desigualdade sobre investimentos brutos é necessariamente desatendida na solução prévia se  $K(0)/H(0)$  é diferente de  $\alpha/(1-\alpha)$ , porque uma mudança discreta na composição do capital ao tempo zero requer investimentos brutos negativos em um dos estoques no momento inicial. A consideração desta hipótese vem detalhada a seguir.

Se  $K(0)/H(0) < \alpha/(1-\alpha)$ , o que determina um maior capital humano em relação ao capital físico, então a solução prévia determina um decréscimo em  $H$  e um acréscimo em  $K$ , no momento inicial. Para se reduzir o montante de  $H$ , a inequação  $I_H \geq 0$  terá de ser desobedecida no tempo zero e durante um intervalo finito após o tempo zero, provocando  $I_H = 0$ . Ainda, a taxa de crescimento de  $H$  é dada por  $\dot{H}/H = -\delta$ , e  $H$  segue o raciocínio:

$$H(t) = H(0).e^{-\delta.t} \quad p/t = 0, \dots \quad (7.30)$$

Os agentes, ao perceberem que têm demasiado  $H$  em relação a  $K$  e que é impraticável ter investimentos brutos negativos em  $H$ , praticam uma taxa de depreciação,  $\delta$ , exógena em  $H$ .

Se  $I_H = 0$ , o problema de otimização das famílias pode ser escrito numa forma Hamiltoniana simplificada:

$$J = u(C).e^{-\rho t} + v.(A.K^\alpha.H^{1-\alpha} - C - \delta.K) \quad (7.31)$$

onde  $v$  multiplica a expressão para  $\dot{K}$  (quando  $I_H = 0$ ).<sup>65</sup> Esta estrutura é equivalente ao modelo de crescimento neoclássico padrão, no qual as famílias escolhem consumo e investimento numa forma de capital singular (físico),  $K$ , sujeito ao progresso tecnológico exógeno, que aumenta a quantidade do outro insumo, aqui  $H$ . No modelo padrão, o outro insumo, trabalho efetivo, cresce numa taxa  $x$  (com crescimento populacional zero), enquanto, nesta montagem, o outro insumo,  $H$ , cresce numa taxa  $-\delta$ .

A diferença crucial do modelo de crescimento neoclássico padrão é que  $K/H$  aumenta o tempo todo e alcança o valor  $\alpha/(1-\alpha)$ , mostrado na equação (7.26) num tempo finito. Neste ponto as produtividades marginais de capital físico e humano são iguais, e, desta forma, a restrição de investimentos brutos não negativos em capital humano torna-se não obrigatória. Os dois capitais crescem, então, permanentemente, na taxa  $\gamma^*$ , mostrada na equação (7.28). Anteriormente foi assumido que os parâmetros são tais que  $\gamma^* > 0$ , portanto existe um dinamismo de transição no modelo neoclássico, mas a taxa de crescimento de longo prazo é positiva (mesmo sem progresso tecnológico exógeno), pela ausência de retornos decrescentes para ampliação do capital.

Sabe-se que as taxas de crescimento de  $H$  e  $Y$  igualam a taxa  $\gamma^* > 0$  no estado de equilíbrio, onde  $K/H = \alpha/(1-\alpha)$  e  $I_H = 0$ . Mostrou-se, nesta situação, que o movimento de  $K$  e  $Y$  está de acordo com o padrão usual do modelo de

---

<sup>65</sup> Pode-se também escrever a expressão Hamiltoniana numa forma equivalente, com  $I_H = 0$ , no último termo do lado direito da equação (4.4).

crescimento neoclássico (caso Cobb-Douglas). Portanto, a análise feita anteriormente implica que a solução possui a propriedade da convergência, no sentido de que as taxas de crescimento  $\gamma_K \equiv \dot{K}/K$  e  $\gamma_Y \equiv \dot{Y}/Y$  declinam monotonicamente o tempo todo. Desde que as duas taxas caem monotonicamente para  $\gamma^* > 0$ , elas devem ser positivas, mas declinantes, durante a transição. Assim,  $K/H$  aumenta constantemente ao longo do tempo, em parte porque  $H$  é declinante (na taxa  $\delta$ ) e em parte porque  $K$  é crescente (a uma taxa que decresce para  $\gamma^*$ ). O incremento em  $K/H$  implica que a produtividade marginal do capital físico, e conseqüentemente da taxa de retorno, cai monotonicamente.<sup>66</sup> Esta redução na taxa de retorno corresponde, usualmente, a um declínio em  $\gamma_c$ .

Os resultados conduzem a que a taxa de crescimento do produto,  $\gamma_Y$ , esteja inversamente relacionada com a razão  $K/H$ , pelo menos enquanto esta razão estiver abaixo do seu valor no estado de equilíbrio,  $\alpha/(1-\alpha)$ . A relação entre  $\gamma_Y$  e  $K/H$  pode ser descrita como um efeito-desequilíbrio. O maior desequilíbrio que acontece quando  $K/H$  está abaixo do seu valor no estado de equilíbrio produz a mais elevada taxa de crescimento. A teoria prediz que o produto cresce numa taxa alta, bem acima do que cresceria no estado de equilíbrio ( $\gamma^*$ ), nesta situação. Os resultados são análogos se a economia se inicia instável com uma relativa abundância de capital físico,  $K(0)/H(0) > \alpha/(1-\alpha)$ . Neste caso, a restrição  $I_K \geq 0$  é obrigatória. Portanto,  $I_K = 0$ , e  $K$  cresce na taxa  $-\delta$ . As escolhas de  $C$  e  $H$  são então governadas pelas condições usuais do modelo de crescimento neoclássico, exceto pelo fato de que o investimento a ser feito envolve  $H$  mais do que  $K$ , em particular  $\gamma_H$  e  $\gamma_Y$  em relação ao valor do estado de equilíbrio,  $\gamma^*$ .

O declínio em  $K$  (a uma taxa  $\delta$ ) e a elevação em  $H$  (numa taxa decrescente em relação a  $\gamma^*$ ) implicam que a relação  $K/H$  é sempre decrescente.

---

<sup>66</sup> O incremento em  $K/H$  implica que a produtividade marginal de  $H$  aumenta o tempo todo. Esta produtividade marginal é, entretanto, menor que a do capital físico.

O decréscimo em  $K/H$  diminui a produtividade marginal de  $H$  e, desta forma, reduz a taxa de retorno e a taxa de crescimento do consumo.<sup>67</sup>

Os resultados implicam que  $K/H$  e  $\gamma_Y$  são positivamente relacionadas na região na qual  $K/H > \alpha/(1-\alpha)$ . Assim, existe novamente um efeito-desequilíbrio – o maior desequilíbrio no sentido de que o que ultrapassa o valor de  $K/H$  no seu estado de equilíbrio proporciona a mais alta taxa de crescimento.

Na teoria, uma pequena queda no capital físico necessita não ter um efeito maior sobre a taxa de crescimento do que uma correspondente pequena queda de capital humano. Existem poucas evidências empíricas sobre os efeitos de um súbito declínio no capital humano, mas uma discussão contida em Hirshleifer (1987) sugere que o crescimento foi mais lento nesta situação. Desta forma, pode ser que, empiricamente, um incremento em  $K/H$  que aumente seu valor de equilíbrio tenha somente um pequeno efeito positivo, ou, possivelmente, nunca um efeito negativo, sobre a taxa de crescimento.

Uma extensão da teoria que conduziria para efeitos assimétricos, quando  $K/H$  estiver acima ou abaixo de seu valor de equilíbrio, é um tipo de custo de ajustamento para acumulação de capital que pode ser melhor explorado.<sup>68</sup> De qualquer forma, é plausível que se esses custos de ajustamento fossem maiores para  $H$  do que para  $K$ , presumivelmente o processo educacional não pode ser muito acelerado sem que ocorra uma queda significativa na taxa de retorno para os investimentos. Neste caso, uma relativa abundância em  $H$  conduziria a investimentos

---

<sup>67</sup> A expectativa de taxas de retorno é análoga ao caso em que  $H$  é relativamente abundante. O decréscimo em  $K/H$  implica que a produtividade marginal de  $K$  se eleva. Esta produtividade marginal é, entretanto, mais baixa que a de capital humano, e investimentos brutos em  $K$  permanecem no seu valor mínimo, 0. O custo de mercado para unidades existentes de  $K$  está abaixo do custo de recolocação, 1, mas se eleva ao redor de 1, quando  $K/H$  se aproxima de  $\alpha/(1-\alpha)$ . A taxa total de retorno de  $K$  – de capital ganho e dividendos – se iguala à produtividade marginal de  $H$  ao longo do tempo. Assim, esta produtividade marginal iguala a taxa simples de retorno que seria observada no mercado de crédito.

<sup>68</sup> Não se fará este tipo de ajustamento neste trabalho.

substanciais em  $K$  e, de forma correspondente, a taxas elevadas de crescimento para o produto, mas uma também correspondente abundância em  $K$  teria um efeito muito menor sobre investimentos em  $H$  e, desta maneira, sobre a taxa de crescimento do produto.

Outra implicação de ajustamentos de custos para investimentos é que investimentos brutos positivos em ambos os tipos de capital podem ocorrer, quando  $K/H$  se desvia de seu valor de equilíbrio,  $\alpha/(1-\alpha)$ . Este resultado ocorre se as taxas de retorno para cada tipo de investimento são altas para baixas taxas de investimento, ou são baixas para altas taxas de investimento. O potencial para investimentos brutos positivos, fora do estado de equilíbrio, para ambos os capitais, também surge para modelos nos quais a tecnologia para produção de bens,  $C$  e  $K$ , difere da tecnologia para educação,  $H$ .

Afirmou-se anteriormente que bens físicos e educação eram obtidos através da mesma função de produção. Esta especificação negligencia um aspecto chave da educação, a saber, o fato de que é, ela mesma, um importante insumo na sua produção. Desta maneira, poder-se-ia ajustar o modelo de tal forma que o capital humano fosse relativamente intensivo em capital humano. Como já foi mencionado, esta mudança na especificação conduz a conclusões diferentes sobre os efeitos no crescimento dos desequilíbrios entre capital físico e humano.

Rebelo (1991) usou a seguinte estrutura com duas funções de produção tipo Cobb-Douglas:

$$Y = C + \dot{K} + \delta.K = A.(vK)^\alpha .(uH)^{1-\alpha} \quad (7.32)$$

$$\dot{H} + \delta.H = B.[(1-v).K]^\eta .[(1-u).H]^{1-\eta} \quad (7.33)$$

onde  $Y$  é a produção de bens (de consumo e investimentos brutos em capital físico);  $A, B > 0$  são parâmetros tecnológicos;  $\alpha, (0 \leq \alpha \leq 1)$  e  $\eta (0 \leq \eta \leq 1)$  são as parcelas de capital físico nos produtos de cada setor; e  $v (0 \leq v \leq 1)$  e  $u (0 \leq u \leq 1)$  são

as frações de capital físico e humano, respectivamente, usadas na produção. As correspondentes frações de capital físico e humano usadas na educação (que é genericamente capital humano) são  $(1-v)$  e  $(1-u)$ .

A equação (7.32) indica que bens de consumo,  $C$ , e investimentos em capital físico,  $I_K = \dot{K} + \delta K$ , são substitutos perfeitos no lado da oferta. Em outras palavras,  $C$  e  $I_K$  vêm de uma simples linha de produção de bens. Se  $\eta \neq \alpha$ , então a equação (7.33) implica que o capital humano é formado a partir de uma tecnologia diferente daquela existente para produção de bens. Se  $\eta = \alpha$ , então o modelo é equivalente à estrutura do modelo de um setor de produção. Como foi visto, o caso em que  $\eta < \alpha$  é empiricamente relevante, isto é, o setor educação é relativamente intensivo em capital humano, e o setor de bens é relativamente intensivo em capital físico. De fato, é esta feição do modelo que pode tornar razoável identificar  $H$  com capital humano no mundo real.

As equações (7.32) e (7.33) implicam que duas atividades de produção exibem separadamente retornos constantes de escala nas quantidades dos dois insumos "capital". Por essa razão, o modelo mostrará crescimento endógeno no equilíbrio, ou seja, quando  $v$  e  $u$  são constantes, e  $C, K, H, Y$  crescem a uma taxa comum,  $\gamma^*$ .

A medida do produto pode ser ampliada para incluir investimentos brutos em capital humano,  $\dot{H} + \delta H$ , multiplicado por um apropriado preço oculto de capital humano. Esta medida mais ampliada do produto crescerá também na mesma taxa  $\gamma^*$  no estado de equilíbrio. O produto bruto, como definido nas contas nacionais padrão, cai em algum lugar entre os conceitos estreito e ampliado, porque esta medida do produto inclui uma fração do investimento bruto em capital humano. Por exemplo, o produto bruto inclui salários de professores, mas negligencia o valor do tempo passado do trabalhador enquanto estudante, e omite também o valor do tempo gasto no treinamento do trabalhador.



Pode-se inserir a tecnologia mostrada nas equações (7.32) e (7.33) no modelo padrão de otimização familiar considerado anteriormente. A expressão Hamiltoniana pode ser escrita como:

$$J = u(C).e^{-\rho.t} + v[A.(v.K)^\alpha.(u.H)^{1-\alpha} - \delta.K - C] + \mu.\{B.[(1-v).K]^\eta[(1-u).H]^{1-\eta} - \delta.H\} \quad (7.34)$$

onde  $v$  multiplica a expressão para  $\dot{K}$  e  $\mu$  multiplica a expressão para  $\dot{H}$ . Se as inequações de desigualdade dos investimentos brutos não negativos não são atendidas, então a solução satisfaz as condições usuais de primeira ordem, que dizem respeito às derivadas de  $J$  em relação a  $C, v, u$  serem iguais a zero e das condições  $\dot{v} = -\partial J / \partial K$  e  $\dot{\mu} = -\partial J / \partial H$ . Se forem manipuladas as condições de primeira ordem, obtém-se uma expressão familiar para a taxa de crescimento do consumo:

$$\gamma_C = (1/\theta).[A.\alpha.(v.K/u.H)^{-(1-\alpha)} - \delta - \rho] \quad (7.35)$$

onde o termo  $A.\alpha.(v.K/u.H)^{-(1-\alpha)} - \delta$ , a produtividade marginal de capital físico na produção de bens é igual à taxa de retorno,  $r$ , neste modelo.

O capital físico deve receber a mesma taxa de retorno quando alocado para outro setor de produção, sendo que o mesmo raciocínio se aplica para capital humano. Tais condições permitem que se escreva a seguinte relação entre  $v$  e  $u$ :

$$\left(\frac{\eta}{1-\eta}\right)\left(\frac{v}{1-v}\right) = \left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)\left(\frac{u}{1-u}\right) \quad (7.36)$$

A equação (7.36) implica que  $v$  e  $u$  são positivamente relacionados, com  $v=1$  quando  $u=1$ , e  $v=0$  quando  $u=0$ .<sup>69</sup> Em outras palavras, para valores dados de  $\alpha$  e  $\eta$ , uma expansão na produção de bens ocorre por um incremento simultâneo na fração dos dois insumos,  $K$  e  $H$ , alocados para o setor de bens.

---

<sup>69</sup> Se  $\alpha = \eta$ , pela equação (3.15) resulta que  $v = u$ . Levando para as equações (3.11) e (3.12) resulta:  $Y = A.u.K^\alpha.H^{1-\alpha}$  e  $H + \delta.H = B.(1-u).K^\alpha.H^{1-\alpha}$ . O produto ampliado,  $Q$ , pode ser definido como:  $Q = Y + (A/B).(H + \delta.H) = A.K^\alpha.H^{1-\alpha}$  onde  $(A/B)$  é a constante preço de  $H$  em unidades de  $Y$ . Pode-se, de fato, definir as unidades de  $H$  tais que  $A/B = 1$ . O modelo é, assim, semelhante ao modelo um-setor, analisado anteriormente.

Portanto,  $p \equiv \mu/v$  é o preço oculto do capital humano em unidades de bens. A equação (7.36) e a condição de que as taxas de retorno para  $K$  e  $H$  sejam equalizadas conduzem à seguinte fórmula para  $p$ :

$$p \equiv \mu/v = (A/B).(\alpha/\eta)^\eta . [(1-\alpha)/(1-\eta)]^{1-\eta} . (v.K/u.H)^{\alpha-\eta} \quad (7.37)$$

O preço,  $p$ , iguala a razão da produtividade marginal de  $H$  no setor de bens (a taxa salarial) com a sua produtividade marginal no setor educação. A equação (7.37) mostra que este preço depende somente da razão entre o total de  $K$  empregado no setor de bens ( $vK$ ) e o total de  $H$  ( $uH$ ) empregado no mesmo setor.

Através dessa fórmula para  $p$  pode-se calcular o produto bruto na sua forma ampliada:

$$Q = Y + pB.[(1-v).K]^\eta . [(1-u).H]^{1-\eta} \quad (7.38)$$

Note-se que o produto ampliado,  $Q$ , é a soma do produto não ampliado,  $Y$ , e o valor em unidades de bens dos investimentos brutos em capital humano  $pB.[(1-v).K]^\eta . [(1-u).H]^{1-\eta}$ .

De novo, pode-se usar a equação (7.37) mais adiante com as condições de primeira ordem para  $\dot{v}$  e  $\dot{u}$  para derivar uma expressão que forneça a taxa de crescimento de  $p$ . Tem-se como resultado:

$$\gamma_p = A\phi^{\alpha/(\eta-\alpha)} . [\alpha\phi^{1/(\alpha-\eta)} . p^{(1-\alpha)/(\eta-\alpha)} - (1-\alpha).p^{\eta/(\alpha-\eta)}] \quad (7.39)$$

### 3.2 Modelos do Tipo "Aprender – Fazendo"

Novamente é preciso dizer que a chave para crescimento endógeno no modelo **AK** é a ausência de retornos decrescentes para os fatores, que, desta forma, podem ser acumulados. No trabalho que fez reviver a literatura sobre crescimento nos anos 80, Romer (1986) usou a estrutura proposta por Arrow

(1962), para eliminar a tendência dos retornos decrescentes, assumindo que a criação de novos conhecimentos era um produto marginal do investimento. Uma firma que aumentasse seu capital físico aprendia, simultaneamente, como produzir com mais eficiência. Este efeito positivo da experiência sobre a produtividade é chamado "aprender-fazendo", ou, neste caso, "aprender-investindo".

A função de produção neoclássica com tecnologia incremento-trabalho para a firma  $i$  poderia ser escrita:

$$Y_i = F(K_i, A_i, L_i) \quad (7.40)$$

onde  $L_i$  e  $K_i$  são os insumos convencionais e  $A_i$  é o índice de avaliação do conhecimento da firma. A função  $F(*)$  satisfaz as propriedades neoclássicas detalhadas anteriormente: produtividade marginal decrescente e positiva de cada insumo, retornos constantes de escala e as condições de Inada.

A tecnologia é considerada ser intensiva em trabalho, o que resulta num estado de equilíbrio quando  $A_i$  cresce numa razão constante.<sup>70</sup> Barro e Sala-i-Martin (1995), baseando-se nos trabalhos desenvolvidos por Arrow (1962), Sheshinski (1967) e Romer (1986), fazem duas suposições sobre crescimento da produtividade. A primeira é de que esse sistema do "aprender-fazendo" tem como determinante principal o investimento de cada firma. Especificamente, um incremento no estoque de capital da firma conduz a um incremento paralelo no seu estoque de conhecimento,  $A_i$ . Este processo reflete a idéia de Arrow, de que conhecimento e ganhos de produtividade vêm do investimento e da produção, formulação inspirada pelas observações empíricas de uma imensa gama de efeitos positivos da experiência sobre a produtividade na confecção de estruturas para aviões, construção de navios, etc. (V. WRIGHT, 1936; SEARLE, 1946).

---

<sup>70</sup> Não se assume, porém, que  $A_i$  cresce exogenamente na razão  $\lambda$ , mesmo porque se dirá, mais adiante, que a força de trabalho agregada é constante.

A segunda proposição chave é que o conhecimento de cada firma é um bem público que qualquer outra firma pode acessar a um custo zero. Em outras palavras, uma vez descoberto um novo conhecimento, ele se espalhará instantaneamente por toda a economia. Esta proposição implica que mudanças ocorridas no nível tecnológico de cada firma,  $A_i$ , correspondem a um aprendizado geral para toda a economia, sendo, desta forma, proporcional à mudança no estoque de capital agregado,  $\dot{K}$ .

Num outro nível, a assunção da "difusão do conhecimento" é natural, porque o conhecimento tem uma característica única: se uma firma usa uma idéia, ela não tem como evitar que outras firmas também a usem. Por outro lado, as firmas devem manter segredo sobre suas descobertas, pelo menos até que estas sejam patenteadas formalmente. O conhecimento sobre ganhos de produtividade seria divulgado, entretanto, apenas gradualmente, e as firmas reteriam vantagens competitivas por algum tempo. De fato, numa estratégia descentralizada, esta vantagem individual é essencial para motivar algum esforço que é especificamente dirigido para a pesquisa. O tipo de interação entre firmas que ocorre neste tipo de estrutura não pode, entretanto, ser descrito através de modelos padrões de perfeita competição, e, por isso, deve-se levar em consideração abordagens alternativas que fogem ao escopo do presente trabalho. Por enquanto se assumirá uma formulação radical de que todas as descobertas são entendidas por produtos dos investimentos e imediatamente difundidas, bem como se adota um modelo para o mercado de pura competição, embora os resultados obtidos não sejam ótimos de Pareto.

Outra proposição é de que a difusão do conhecimento se faça no âmbito de toda a economia. A alternativa seria considerar que somente uma região geográfica limitada tomasse conhecimento das novas descobertas, o que teria implicações cruciais nos modelos empíricos.

Combinando as assunções do "aprender-fazendo" e da "difusão do conhecimento", e retomando a equação (7.40), pode-se trocar  $A_i$  por  $K$  e escrever a seguinte função de produção da firma:

$$Y_i = F(K_i, K.L_i) \quad (7.41)$$

Se  $K$  e  $L_i$  são constantes, isto significa que cada firma encara retornos decrescentes para  $K_i$ , tal qual o modelo neoclássico. Entretanto, se cada produto expandir  $K_i$ , então  $K$  cresce conseqüentemente e provê um ganho de "difusão" que aumenta a produtividade de todas as firmas. Mais ainda, como a equação (7.41) é homogênea de grau um em  $K_i$  e  $K$  para um dado  $L_i$ , existem retornos constantes para o capital no nível social (quando  $K_i$  e  $K$  expandem ambos para  $L$  fixo). Esta constância dos retornos sociais para o capital aumentará o crescimento endógeno.

Um ganho da firma pode ser escrito como:

$$L_i \cdot [f(k_i, K) - (r + \delta) \cdot k_i - w] \quad (7.42)$$

onde  $f^*$  é a forma intensiva da função de produção,  $(r + \delta)$  é o preço pago pelo capital (juros) e  $w$  é a taxa salarial. Normalmente se considera que as firmas competitivas têm esses preços dos fatores como dados. Deve-se fazer aqui uma proposição paralela de que cada firma é suficientemente pequena para desconsiderar sua própria contribuição no estoque de capital agregado e, desta maneira, tratar o  $K$  como dado.

A maximização do lucro e a condição de lucro zero implicam, então:

$$\begin{aligned} \frac{\partial y_i}{\partial k_i} &= f_1(k_i, K) = r + \delta \\ \frac{\partial Y_i}{\partial L_i} &= f(k_i, K) - k_i \cdot f_1(k_i, K) = w \end{aligned} \quad (7.43)$$

onde  $f_1^*$  (a derivada parcial de  $f(k_i, K)$ , em relação a seu primeiro argumento,  $k_i$ ) é a produtividade marginal privada do capital. Em particular, esta produtividade marginal negligencia a contribuição de  $k_i$  para  $K$ , e também para o conhecimento agregado.

No equilíbrio, todas as firmas fazem as mesmas escolhas, tais como  $k_i = k$  e  $K = k.L$ . Desde que  $f(k_i, K)$  é homogênea de grau um em  $k_i$  e  $K$ , pode-se escrever a produtividade média do capital como:

$$f(k_i, K)/k_i = \bar{f}(K/k_i) = \bar{f}(L) \quad (7.44)$$

onde  $\bar{f}(L)$  (a função para a produtividade média do capital) satisfaz  $\bar{f}'(L) > 0$  e  $\bar{f}''(L) < 0$ . Esta produtividade média do capital não varia com  $k$ , porque os efeitos do "aprender-fazendo" e da "difusão" eliminam a tendência dos retornos decrescentes. A produtividade média é, portanto, crescente na parcela correspondente à força de trabalho,  $L$ . Esta última propriedade não é usual e conduz para alguns efeitos de escala.

A produtividade marginal do capital pode ser extraída da equação (7.44), como:

$$f_1(k_i, K) = \bar{f}(L) - L.\bar{f}'(L) \quad (7.45)$$

Portanto, a produtividade marginal do capital é menor do que a produtividade média,  $\bar{f}(L)$ , e não varia com  $k$ . A equação (7.45) implica também que a produtividade marginal do capital é crescente em  $L$  (porque  $\bar{f}''(L) < 0$ ).

A análise do equilíbrio é feita considerando-se uma economia fechada, na qual todos maximizam utilidade pelo caminho usual. Assim, a restrição orçamentária é dada pela equação (7.23), a taxa de crescimento do consumo pela equação (7.25) e a condição de transversalidade pela equação (7.26). Usando-se a condição  $r = f_1(k_1, K) - \delta$  e a fórmula para a produtividade marginal da equação (7.45), pode-se reescrever a equação (7.25) como:

$$\gamma_c = (1/\theta).[f - L.\bar{f}'(L) - \delta - \rho] \quad (7.46)$$

Como no modelo **AK**, esta taxa de crescimento é constante (ao menos durante o tempo em que  $L$  permanecer constante). Assume-se, por outro lado, que

os parâmetros são tais que a taxa de crescimento é positiva, mas não grande o bastante para gerar utilidade infinita:

$$\bar{f}(L) - L.\bar{f}'(L) > \rho + \delta > (1-\theta).[\bar{f}(L) - L.\bar{f}'(L) - \delta - \rho]/\theta + \delta \quad (7.47)$$

Esta desigualdade corresponde à condição (7.33) no modelo **AK**.

Substituindo-se  $a = k$  e considerando-se as condições de primeira ordem da equação (7.43), dentro das restrições orçamentárias da equação (7.23), obtém-se a equação de acumulação para  $k$  :

$$\dot{k} = \bar{f}(L).k - c - \delta.k \quad (7.48)$$

Somando-se a esta equação as condições dinâmicas, pode-se mostrar que o modelo não tem movimentos na transição: as variáveis  $k$  e  $y$  sempre crescem na mesma taxa  $\gamma_c$ , mostrada na equação (7.46). A análise é a mesma feita para o modelo **AK**.

O método usado para se verificar se os resultados obtidos são ou não ótimos de Pareto é o usual, e baseia-se na comparação e descentralização das soluções com os resultados obtidos por um planejamento social. O planejador social maximiza a função de utilidade mostrada na equação (7.22) – com  $n$  tendendo para zero –, sujeita à restrição de acumulação da equação (7.48). O aspecto chave desta otimização é que, semelhantemente ao produto individual, o planejador social reconhece que cada incremento no estoque de capital das firmas é adicionado ao estoque de capital agregado, e, desta maneira, contribui para a produtividade de todas as outras firmas na economia. Em outras palavras, o planejador social internaliza a "difusão do conhecimento" através das firmas.

Para encontrar as escolhas ótimas de  $c$  e de  $k$ , usaremos a estrutura Hamiltoniana:

$$J = e^{-\rho.t} . (c^{1-\theta} - 1)/(1-\theta) + v. [\bar{f}(L).k - c - \delta.k]$$

A otimização envolve as condições padrões de primeira ordem  $J_c = 0$ ;  $v = -J_k$ , e a condição de movimentos na transição,  $\lim_{t \rightarrow x} v.k = 0$ . Pode-se manipular as condições de primeira ordem de maneira a obter a condição para a taxa de crescimento em  $c$ :

$$\gamma_c(\text{planejador}) = (1/\theta) \cdot [\bar{f}(L) - \delta - \rho] \quad (7.49)$$

A taxa de crescimento do consumo no que tange ao planejador social está de acordo com a produtividade média do capital,  $\bar{f}(L)$ , enquanto a solução descentralizada mostrada na equação (7.46) relata a taxa de crescimento para a produtividade marginal do capital,  $\bar{f}(L) - L \cdot \bar{f}'(L)$ . Desde que a produtividade marginal cai pouco em relação à produtividade média, o crescimento é também baixo no equilíbrio descentralizado.

No modelo atual, o processo de "aprender-fazendo" e o processo de "difusão de conhecimentos" compensam os efeitos dos retornos decrescentes para um produtor individualizado. Assim, os retornos são constantes no nível social, e a produtividade marginal do capital iguala-se à sua produtividade média. Como o planejador social internaliza a "difusão", esta produtividade marginal é determinante da taxa de crescimento na equação (7.49). A solução descentralizada na equação (7.46) dita uma taxa de crescimento mais baixa porque os produtores individuais não internalizam "conhecimentos", ou seja, eles baseiam suas decisões na análise da sua produtividade marginal  $[\bar{f}(L) - L \cdot \bar{f}'(L)]$ , que é menor do que a produtividade marginal social.

O "social ótimo" pode ser obtido numa economia descentralizada pela aquisição subsidiada de bens de capital, ou alternativamente, com o governo subsidiando a produção. Estes subsídios participam do modelo porque aumentam a taxa de retorno para o investimento.



## APÊNDICE 4 - DADOS TRABALHADOS

	Y70	Y95	CEEL70	CEEL95	PEA70	PEA95	H70
RO	166921000	3021804646	465	72000	33900	355455	2,32
AC	206196529	3304053911	150	14000	13068	130680	2,32
AM	110612100	6457074177	21258	630000	269300	732741	2,32
RR	513390000	606546417	667	8000	11400	79604	2,94
PA	176520800	1128146111	30074	6327000	620300	1220504	2,44
AP	181266000	904625527	7823	103000	29100	116699	3,02
MA	132355500	5460050229	15578	5919000	973100	2338908	1,08
PI	589767000	2351356175	5186	90000	484700	1153463	1,1
CE	231524700	9312305139	105551	1299000	1255400	2895994	1,45
RN	851616000	4708033904	32059	608000	410200	1080770	1,64
PB	114544700	3823266661	70002	530000	675400	1397658	1,36
PE	468117200	1266025831	548981	1751000	1505100	3165452	2,03
AL	109318400	3920127366	71902	1810000	482600	1112171	1,23
SE	694191000	3577773791	47664	695000	265600	688846	1,41
BA	611637900	2299810924	3625783	6665000	2301700	5669680	1,56
MG	133100110	4704630011	192777	21041000	3460600	7496237	2,77
ES	189187800	8154121446	1446293	2820000	457800	1296165	2,79
RJ	267993260	5290464077	2303695	9577000	2916100	6114579	5,11
SP	633890710	1802852273	9794908	40029000	6372800	16158675	4,23
PR	873118900	3342687954	662478	5355000	2276800	4372464	2,57
SC	430536900	1705574670	417531	4198000	882200	2479041	3,38
RS	138311810	3697363709	736348	5672000	2269000	4878836	4,06
MT	175242000	1180264149	44742	815000	494500	1973980	2,25
GO	243997000	1231215624	24065	1570000	866800	2487786	2,17
DF	203248700	1160125123	2312	216000	178300	818261	5,32

FONTES: IBGE - Censo Demográfico, PNAD

DIN. INT.	COOP	R. P.	SAÚDE	EDUCAÇÃO
0,086694	1,920723	1,318439	1,335001	4,37
0,064867	0,400149	3,389792	0,510826	4,52
0,179559	0,511758	4,135957	-0,05407	4,51
0,275905	1,11014	1,015729	-0,18232	3,67
0,322721	0,366973	1,759049	-0,06351	3,42
-0,16425	0,652698	3,710666	1,386294	3,75
-0,38523	1,838017	1,219922	1,355835	2,36
-0,04131	1,019655	0,684103	0,882389	2,83
0,040079	0,658388	1,734836	0,401874	2,82
0,205298	0,82974	2,706629	-0,03125	3,62
-0,0129	0,783254	-0,65075	-0,08995	3,34
-0,11956	0,485388	3,331041	0,289263	2,87
-0,15965	0,735749	0,286343	0,826679	3,13
0,164075	0,627269	2,907805	1,157453	3,41
-0,06561	0,655489	0,123667	0,935287	2,62
0,054978	0,02349	2,394008	0,893301	3,17
-0,06516	0,392037	2,002385	0,669617	3,39
-0,45742	-0,04557	1,892372	0,508044	2,47
-0,23309	0,187665	0,538475	0,093966	3,01
0,190386	0,413743	0,570926	-0,1876	3,61
-0,08858	0,212267	3,438641	-0,12387	2,99
-0,25156	0,193457	2,474615	-0,23729	2,64
0,778277	3,428596	1,320478	1,255798	3,6
0,051746	0,750607	2,28886	0,485508	3,39
-0,37027	0,806062	4,123012	1,779783	2,9

FONTE: IBGE - Estatísticas Século XX