

BCME.DOAÇÃO

ALMIR BITTENCOURT DA SILVA

**A CONVERGÊNCIA DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO
NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA.
UMA VERIFICAÇÃO EMPÍRICA PARA O PERÍODO 1950/85**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Fortaleza – Ceará

1998

A meus pais **Marcelino** (*in memoriam*) e Nazareth.

À minha companheira **Lêda**.

A meus filhos **Érico**, **Gustavo** e **Ana Maria**.

CONT.

25. O que é o trabalho? O trabalho é a atividade humana que visa à produção de bens e serviços. É uma forma de expressão da liberdade humana e da dignidade da pessoa humana. O trabalho é uma atividade que envolve o uso da inteligência e da força física. É uma atividade que é essencial para a sobrevivência e o bem-estar da humanidade. O trabalho é uma atividade que é realizada em conjunto com outros seres humanos. É uma atividade que é realizada em um contexto social. O trabalho é uma atividade que é realizada em um contexto de liberdade e de dignidade. O trabalho é uma atividade que é realizada em um contexto de justiça e de equidade. O trabalho é uma atividade que é realizada em um contexto de respeito e de consideração. O trabalho é uma atividade que é realizada em um contexto de amor e de solidariedade. O trabalho é uma atividade que é realizada em um contexto de fé e de esperança. O trabalho é uma atividade que é realizada em um contexto de paz e de harmonia. O trabalho é uma atividade que é realizada em um contexto de vida e de alegria. O trabalho é uma atividade que é realizada em um contexto de plenitude e de realização. O trabalho é uma atividade que é realizada em um contexto de felicidade e de bem-estar. O trabalho é uma atividade que é realizada em um contexto de paz e de harmonia. O trabalho é uma atividade que é realizada em um contexto de vida e de alegria. O trabalho é uma atividade que é realizada em um contexto de plenitude e de realização. O trabalho é uma atividade que é realizada em um contexto de felicidade e de bem-estar.

*Fecisti nos ad Te et inquietum est cor nostrum,
donec requiescat in Te.*

SANTO AGOSTINHO

AGRADECIMENTOS

É meu dever agradecer às pessoas que contribuíram com sua orientação, incentivo, colaboração e apoio à elaboração deste trabalho. Embora sendo a dissertação fruto do esforço individual, parcela significativa do resultado final deve-se creditar às sugestões, idéias e, sobretudo, às críticas emanadas de professores, colegas e de muitas outras pessoas, as quais, de uma forma ou de outra, acabam contribuindo para o produto de tão engrandecedora tarefa. Sem esta contribuição, minha missão teria sido árdua e penosa. Mesmo correndo o risco da omissão, formulo o meu agradecimento a algumas dessas pessoas.

Em primeiro lugar, a meu orientador, Professor Manoel Bosco de Almeida, que me estimulou a assumir a responsabilidade pelo desenvolvimento de um tema desafiador, e ao mesmo tempo atual, que, em anos recentes, tem despertado intensa discussão acadêmica. Sua lúcida orientação e o seu constante acompanhamento me permitiram percorrer caminhos seguros, sem sobressaltos. Como seu aluno, fui favorecido pelo seu largo conhecimento, sua disposição de renovar e por sua manifesta vocação para o magistério.

A meu amigo e professor Luiz Ivan de Melo Castelar agradeço pelo inestimável apoio que sempre me prestou. Quando precisava, recorria a seu vasto conhecimento e experiência no campo da econometria, para esclarecer, muitas vezes informalmente, as dúvidas. Seus conselhos e orientações me foram sempre úteis.

Ao Professor Emerson Luis Lemos Marinho, pela disposição e desvelo com que ministrou as disciplinas Tópicos Avançados em Economia II e Econometria II, as quais se revelaram de grande valia analítica para o desenvolvimento da dissertação. Com sua orientação, enveredei pelos meandros da otimização dinâmica.

Aos professores Antônio Lisboa Teles da Rosa e José Raimundo Vergolino, pelos seus comentários e sugestões.

Ao Professor José Raimundo de A. Carvalho Jr., por suas sugestões em relação à bibliografia e a aspectos importantes da metodologia.

Sou imensamente grato à Lêda Bittencourt, esposa dedicada, por suas observações sempre oportunas e inteligentes. Com seu estímulo e apoio pude superar os desânimos circunstanciais que, vez por outra, rondam nossa existência.

Aos meus tios José Vilhena Bittencourt, Socorro Vilhena Bittencourt e Terezinha Vilhena Bittencourt pelo estímulo ao prosseguimento de meus estudos de pós-graduação e pelos meios que, em certa época da vida, me permitiram vislumbrar, através da educação, novos horizontes.

Ao Carlos Higino Ribeiro de Alencar, um agradecimento especial por sua ajuda na obtenção de texto bibliográfico fundamental para esta dissertação.

Pelo apoio ou colaboração a mim dispensada, formulo meus agradecimentos ao estudante de economia e bolsista Rafael Prata de Almeida Fernandes.

Aos funcionários do CAEN, por sua disponibilidade e dedicação.

Agradeço ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnológica - CNPq -, pelo apoio financeiro concedido, e à Universidade Federal do Piauí, pelo afastamento remunerado que me permitiu concluir o mestrado em economia.

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em economia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita em conformidade com as normas da ética científica.



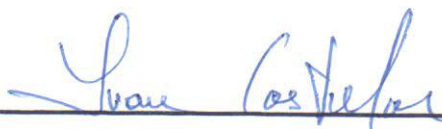
Almir Bittencourt da Silva

Dissertação aprovada em 27 de Novembro de 1998

BCME-BIBLIOTECA



Prof. Manoel Bosco de Almeida
Orientador da Dissertação



Prof. Luiz Ivan de Melo Castelar



Prof. José Raimundo Vergolino

SUMÁRIO

BCME - BIBLIOTECA

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO I – Produtividade: Desenvolvimento Metodológico, Conceitos e Medidas	21
1.1 – Produtividade: Evolução Metodológica	21
1.2 – Produtividade: Conceito e Medidas	28
1.3 – Produção e Insumos	33
1.4 – Produtividade e Funções de Produção	38
CAPÍTULO II – A Convergência da Produtividade: Conceito, Significado, Teoria Apreciativa e Estudos empíricos	43
2.1 – Introdução	43
2.2 – Convergência: Importância, Conceitos e Qualificações	44
2.3 – A Abordagem Appreciativa da Convergência	51
2.4 – Estudos Empíricos sobre a Hipótese da Convergência	62
2.5 – A Contribuição da Educação nos Processos de Convergência	70
2.6 – Estudos Realizados no Brasil	75
CAPÍTULO III – Referencial Teórico	81
3.1 – Introdução	81
3.2 – O Modelo de Crescimento: A Formalização de Ramsey-Cass-Koopmans	83
3.3 – A Convergência no Modelo Neoclássico de Crescimento Econômico: A Abordagem de Barro e Sala-I-Martin	99
3.4 – Os Modelos Econométricos Utilizados	107
3.5 – Limitações da Abordagem Teórica	115

CAPÍTULO IV – Análise Empírica da Convergência da Produtividade do Trabalho Na Indústria de Transformação Brasileira: 1950-1985	118
4.1 – Introdução	118
4.2 – Objetivo e Natureza dos Testes	119
4.3 – O Setor Analisado, Variáveis do Modelo e Dados Utilizados	124
4.4 – Métodos de Estimação	129
4.5 – Estimação: Evidências Empíricas	132
CONCLUSÃO	154
ANEXOS	164
Anexo 1	165
Anexo 2	167
Anexo 3	168
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	178

BCME - BIBLIOTECA

LISTA DE FIGURAS

BCME - BIBLIOTECA

- FIGURA 3.1 – Representação Gráfica do Modelo Neoclássico de Crescimento Econômico — p. 93
- FIGURA 3.2 – Diagrama de Fase — p. 93
- FIGURA 3.3 – Índices de Produtividade do Trabalho na Indústria de Transformação e do Produto *per capita* do Brasil: 1950 – 1985 — p. 108
- FIGURA 3.4 – Trajetórias das Variâncias dos Logaritmos das Produtividades na Presença de β -Convergência. — p. 114
- FIGURA 4.1 – Trajetória de σ – Convergência da Produtividade do Trabalho na Indústria de Transformação Brasileira: 1950 – 1985. Amostra de 17 Estados — p. 143
- FIGURA 4.2 – Trajetória de σ – Convergência da Produtividade do Trabalho na Indústria de Transformação Brasileira: 1950 – 1985. Amostra de 19 Estados — p. 145
- FIGURA 4.3 – Evolução dos Logaritmos das Produtividades do Trabalho na Indústria de Transformação nos Estados do Nordeste: 1950 - 1985 — p. 149
- FIGURA 4.4 – Evolução dos Logaritmos das Produtividades do Trabalho na Indústria de Transformação nos Estados do Sudeste/Sul: 1950-1985 — p. 150
- FIGURA 4.5 – Trajetórias de σ – Convergência da Produtividade do Trabalho na Indústria de Transformação – Nordeste e Sudeste/Sul: 1950 - 1985 — p. 150

LISTA DE QUADROS E TABELAS

BCME - BIBLIOTECA ▲

- QUADRO 2.1 – Fases de Crescimento da Produtividade — p. 55
- TABELA 4.1 – Regressões do Crescimento da Produtividade do Trabalho sobre a Produtividade Inicial (LPT) e o Grau de Escolaridade da PEA na Indústria de Transformação — p. 134
- TABELA 4.2 – Regressões: Taxas de Crescimento da Produtividade do Trabalho na Indústria de Transformação contra o Logaritmo da Produtividade Inicial — p. 139
- TABELA 4.3 – Desvios Padrões dos Logaritmos das Produtividades do Trabalho – Brasil e Regiões: 1950 – 1985. Amostra de 17 Estados — p. 142
- TABELA 4.4 – Coeficientes de Variação dos Logaritmos das Produtividades do Trabalho – Brasil e Regiões: 1950 – 1985 — p. 143
- TABELA 4.5 – Desvios Padrões dos Logaritmos das Produtividades do Trabalho – Brasil e Regiões: 1950 – 1985. Amostra de 19 Estados — p. 144
- TABELA 4.6 – Distribuição Regional da Renda do Setor Industrial: 1949-1985 — p. 148
- TABELA 4.7 – *Rank* dos Estados segundo os Logaritmos das Produtividades do Trabalho na Indústria de Transformação: 1950 – 1985 — p. 151
- TABELA 4.8 – Estatísticas sobre as Distribuições de Produtividades: 1950 – 1985 — p. 151
- TABELA 4.9 – Testes de Persistência da Convergência: 1950 – 1985 — p. 153

RESUMO

BCME - BIBLIOTECA

Esta dissertação tem como objetivo a verificação empírica da convergência da produtividade do trabalho na indústria de transformação entre estados brasileiros, no período de 1950 a 1985. A fundamentação teórica do estudo vem do modelo neoclássico de crescimento, ou mais precisamente, do modelo de crescimento com otimização da utilidade do consumidor. A abordagem metodológica consiste da análise de regressão baseada nas equações propostas nos modelos de Barro e Sala-i-Martin e Baumol. Em relação ao primeiro, foram usadas tanto análise cross-section como em painel. Também foram realizados testes de persistência de rank. Os resultados encontrados confirmaram a hipótese da convergência e a inclusão da variável educação secundária nas regressões, como proxy do capital humano, resultou na elevação da taxa de convergência no período analisado.

ABSTRACT

BCME - BIBLIOTECA ▲

The main objective of this dissertation is to verify if there exists a process of convergence of labor productivity in the manufacturing sector among Brazilian states, between 1950 and 1985. The theoretical foundations of the study come from the neoclassical growth model, or more precisely, from the growth model with consumer's utility optimization. The methodological approach consists of regression analysis based on the equations proposed by Barro and Sala-i-Martin and Baumol models. The first model used both cross-section and panel data. The results found confirm the hypothesis of the existence of convergence in the period. Moreover, the inclusion of education, as a proxy to human capital, led to an increase in the rate of convergence.

INTRODUÇÃO

BCME - BIBLIOTECA

Até o início da década de 80, o modelo neoclássico de crescimento econômico, desenvolvido por Solow (1956) e adotado por vários de seus seguidores, manteve uma sólida supremacia como instrumental analítico referencial na explicação do processo de crescimento da renda *per capita* no longo prazo, influenciando um segmento representativo do pensamento econômico.

De acordo com o esse modelo, a dinâmica do crescimento econômico está fundamentada no processo de formação de capital. Com base nos pressupostos de retornos constantes de escala, produtividade marginal decrescentes dos fatores e ausência de progresso técnico, uma economia que apresenta uma baixa relação capital-trabalho inicial possui, em contrapartida, uma relativamente alta produtividade marginal do capital e a poupança pode exceder o montante necessário para manter a mencionada relação num valor constante, resultando no crescimento desta última no longo prazo.

O crescimento da relação capital-trabalho leva a um declínio da produtividade marginal do capital e, por conseguinte, da poupança média por trabalhador até alcançar o montante apenas suficiente para permitir a reposição do estoque de capital desgastado e, também, para manter a relação capital-trabalho constante. Neste ponto, atinge-se a situação de equilíbrio estacionário (*steady-state*) que apresenta como característica básica a estabilização do padrão de vida da população.

Admitindo-se no modelo neoclássico a ocorrência de progresso técnico neutro e exógeno, verifica-se que, no longo prazo, a renda *per capita* cresce e esse crescimento é determinado principalmente pela taxa de crescimento do progresso técnico. Desta forma, observa-se que o crescimento do padrão de vida de um país no longo prazo é representado pelo deslocamento do equilíbrio de *steady-state* para níveis cada vez mais elevados por causa do progresso técnico.

Por outro lado, o nível de renda *per capita* associado ao *steady-state* é determinado, no modelo de Solow, pela taxa de crescimento da população, pela propensão a poupar e pelos parâmetros tecnológicos, inclusive a taxa de depreciação, todos considerados exógenos. Já a versão Ramsey-Cass-Koopmans do modelo neoclássico, no qual a taxa de poupança é obtida endogeneamente, estabelece que o nível de renda *per capita* de *steady-state* resulta dos parâmetros responsáveis pela conformação das preferências das famílias e da tecnologia dos países, sendo esta última também exógena.

Tendo como base o modelo neoclássico tradicional, pode-se apresentar a proposição de que, existindo mobilidade de capital, os países que possuem similares propensões a poupar, taxas de crescimento populacional e características tecnológicas convergirão para o mesmo *steady-state* no longo prazo. Ou seja, ocorreria a convergência de um conjunto de países para um mesmo nível de renda *per capita* quando a única diferença entre eles fosse representada pelos seus níveis iniciais de capital por trabalhador.

De uma forma mais geral, pode-se afirmar que os países convergirão para seus próprios níveis de equilíbrio estacionário e que a taxa de crescimento da renda *per capita* será positivamente relacionada com a distância que o separa de seu *steady-state*. Trata-se, portanto, do conceito de convergência condicional cuja formulação em termos mais rigorosos foi apresentada por Barro e Sala-i-Martin (1992) e Mankiw, Romer, e Weil (1992).

A partir da publicação dos trabalhos de Romer (1986) e Lucas (1988) surgem formalizações teóricas baseadas na tradição de Arrow (1962) e Sheshenski (1967), sugerindo uma maior contribuição do capital, no qual se inclui o capital humano, para o crescimento econômico. Nas interpretações teóricas de Romer e Lucas, a mudança tecnológica assume o papel central no processo de acumulação de capital e do crescimento.

A idéia básica repousa no argumento de que o investimento em capital, abrangendo máquinas e pessoas, gera fatores externos positivos (*spillovers*) que elevam a capacidade produtiva das empresas responsáveis pelo investimento e contribuem também para aumentar a capacidade produtiva de outras empresas, assim como de outros trabalhadores. Desse modo, o estoque de capital físico representaria um indicador de conhecimento acumulado e de experiência na forma *learning-by-doing*, cujas externalidades (*spillovers*) resultariam em rendimentos crescentes no nível da economia.

BCME - BIBLIOTECA

A principal consequência das teorias de crescimento endógeno reside no fato de que, ao contrário do modelo neoclássico tradicional, a presença de rendimentos crescentes de escala no âmbito da economia não produz necessariamente a convergência para o equilíbrio de *steady-state*. Em vez disso, o crescimento num ritmo maior que a taxa de crescimento populacional somada à taxa de progresso técnico, além de ser endógeno ou auto-sustentado, pode conduzir à divergência.

O surgimento das teorias de crescimento endógeno, no final dos anos 80, e as discussões acerca de suas proposições inserem novamente o crescimento econômico no primeiro plano dos debates acadêmicos, estimulando diversas linhas de pesquisa. Um interesse particular recai então na verificação da denominada hipótese da convergência prognosticada pelo modelo neoclássico de crescimento e tendo também recebido a contribuição de estudiosos dos processos históricos do crescimento econômico, tais como Gerschenkron (1952), Kuznets (1973) e Abramovitz (1979).

A controvérsia sobre a hipótese da convergência, tendo surgida com as novas teorias do crescimento econômico, vem estimulando uma intensa verificação empírica cuja motivação central está no anseio de se submeter a teste de validade as modernas teorias de crescimento. Sala-i-Martin (1986) enfatiza ainda que ao se proceder à estimação das velocidades de convergência busca-se obter valiosa

informação sobre um parâmetro considerado crucial para a teoria do crescimento, o qual é representado pela participação do capital na função de produção¹.

Outros fatores também contribuíram para uma intensa verificação empírica da hipótese da convergência. Entre esses fatores podemos apontar o aparecimento, por volta da metade dos anos 80, de bancos de dados contendo informações comparáveis internacionalmente sobre os PIB de um número bastante grande de países. A disponibilidade desses dados permitiu a comparação do processo de crescimento econômico de um amplo e heterogêneo conjunto de países ao longo do tempo, constituindo a essência do estudo da convergência.

Por outro lado, a constatação de que nos anos 80 a produtividade média da economia americana apresentava uma diminuição no seu ritmo de crescimento, favorecendo a uma aproximação dos países industrializados seguidores em relação aos padrões americanos, induziu vários estudos objetivando identificar as razões da queda no ritmo de crescimento da produtividade do trabalho e do produto *per capita* dos Estados Unidos e da conseqüente convergência dos níveis de renda *per capita* entre os seguidores e o país líder².

Podemos acrescentar, ainda, como uma forte razão para o estudo da convergência, as implicações que a sua ocorrência produz sobre a redução das desigualdades econômicas e os padrões de crescimento dos países. Uma comunidade de nações coexistindo com processos convergentes das rendas *per capita*, menos desigualdades e redução da pobreza constitui o anseio de todos. Por outro lado, a presença de divergência e ampliação das desigualdades ou ausência de convergência representam um problema merecedor da atenção dos pesquisadores, com vistas à identificação de seus fatores condicionantes.

¹ Cf. Xavier X. SALA-I-MARTIN, The Classical Approach to Convergence Analysis, *The Economic Journal*, v.106, p.1026, dada a função de produção Cobb-Douglas, o parâmetro β (β - convergência) é determinado, entre outros fatores, pela participação do capital na mencionada função de produção.

² Em algumas indústrias específicas os padrões de produtividade chegaram a se equiparar e até mesmo a ultrapassar os padrões norte-americanos.

Os estudos da convergência, de acordo com Galor (1996), têm abrangido basicamente o exame sobre a validade de três diferentes hipóteses. A primeira refere-se à investigação da convergência absoluta cuja atenção está voltada para a tendência de aproximação das rendas *per capita* dos países para o nível do país líder, no longo prazo, independentemente das condições iniciais com que se defrontam.

A segunda hipótese trata da convergência condicional que, conforme já vimos antes, expressa a formulação neoclássica tradicional explicitada por Barro e Sala-i-Martin (1992) e Makiw, Romer e Weil (1992). Nesse caso, as rendas *per capita* dos países que apresentam similares características estruturais (preferências, tecnologias, taxas de crescimento populacional, políticas governamentais, etc.) convergirão no longo prazo para o mesmo nível independentemente das condições iniciais.

A terceira e última hipótese diz respeito à formação de clubes de convergência que se caracteriza pela persistência da pobreza e da riqueza, polarização e consolidação de grupos de países com padrões de crescimento distintos. De acordo com essa hipótese, as rendas *per capita* dos países com idênticas características estruturais convergirão no longo prazo desde que as condições iniciais também sejam similares.

Um aspecto muito importante dos estudos sobre convergência refere-se às teorias explicativas sobre sua ocorrência mencionadas na literatura econômica, particularmente na esfera da teoria apreciativa, na qual a característica basilar é constituída pela interpretação de fatos concretos do processo econômico, muitas das vezes numa perspectiva histórica. À propósito disso, Baumol (1994) e Milsberg (1996) classificam as teorias em três grupos: modelos de forças comuns, de mecanismos de contágio e um terceiro grupo composto por abordagens que explicitam a possibilidade de convergência ou divergência.

No caso dos modelos de forças comuns, há um único *steady-state*, em torno do qual todos os países gravitariam, não sendo contudo essa situação

determinada pela interdependência dos países, mas pela existência de fatores estruturais internos nas economias que se constituiriam nas principais fontes limitadores de seu crescimento econômico.

Em relação aos modelos de mecanismos de contágio, eles referem-se à ocorrência de *catch up* entre países via transferência de tecnologia, mobilidade internacional de capital e do conhecimento incorporado ao trabalho e, ainda, à maior competição internacional.

BCME - BIBLIOTECA

O terceiro grupo é constituído pelas abordagens que prevêm a possibilidade de convergência ou divergência e têm como fundamento as proposições de nova tecnologia do crescimento econômico, assim como o conceito de capacitação social utilizado por Abramovitz (1986), por meio do qual se busca identificar nos países a existência de um nível de disponibilidade dos elementos condicionantes requerido pela convergência ou, então, influenciando os processos de divergência.

Ultimamente, um número considerável de trabalhos tem-se orientado para estudos da convergência da produtividade em nível mais desagregados e para as questões regionais. Assim, os diversos setores da economia têm sido estudados, embora recaia sobre o setor industrial uma ponderável parcela da investigação recente. Quanto à questão regional, a investigação fornece informações valiosas acerca das desigualdades de rendas dentro de um mesmo país. O principal objetivo desses trabalhos é o de acrescentar maior compreensão aos processos agregados de convergência ou divergência, identificando os fatores condicionantes, no caso da convergência condicional.

O presente trabalho tem por objetivo verificar a existência de convergência da produtividade do trabalho na indústria de transformação entre estados brasileiros, no período compreendido entre 1950 e 1985. Para tanto, utilizamos a regressão proposta por Baumol (1986) e o modelo de Barro e Sala-i-Martin (1992), tendo sido usado este último, no exame da convergência das rendas *per capita*

entre os estados americanos. Ambas abordagens possuem inspiração neoclássica, sendo que no caso do modelo de Barro e Sala-I-Martin, sua construção resulta de uma adaptação da versão formulada a partir da contribuição de Ramsey-Cass-Koopmans, em que a taxa de poupança é determinada endogeneamente.

Adicionalmente, apresentamos um conjunto complementar de testes³ com a finalidade de determinar a persistência da convergência das produtividades. Estes testes seguem, em linhas gerais, uma das formas propostas por Abramovitz (1986) para a construção de medidas de convergência.

O modelo econométrico fundamentado em Barro e Sala-I-Martin orienta-se para a estimação dos dois conceitos de β -convergência propostos pelos autores (β -convergência absoluta e condicional). Ao lado disso, obtém-se a medida de σ -convergência. Em relação a esta última, utilizam-se o desvio-padrão dos logaritmos das produtividades, conforme proposto pelos mesmos autores e o coeficiente de variação, de acordo com Friedman (1992).

Na verificação da convergência condicional, consideramos como variável explicativa adicional uma *proxy* do capital humano expresso pelo grau de instrução da população economicamente ativa na indústria de transformação. Este procedimento permite captar a influência exercida pela educação da força de trabalho sobre a convergência da produtividade no âmbito de tal segmento industrial. De forma geral, o uso de variáveis educacionais possibilita avaliar a importância que a educação possui para a elevação da produtividade do trabalho e, em consequência, no crescimento econômico e na redução das disparidades entre regiões e países.

O trabalho está dividido em quatro capítulos, além da introdução e conclusão, cujos objetivos estão descritos a seguir.

O Capítulo I apresenta os conceitos, medidas e o desenvolvimento metodológico dos estudos sobre produtividade. Devido à relevância do crescimento

³ Referimo-nos especificamente ao coeficiente de rank, ao coeficiente de determinação na regressão de rank e à correlação de rank.

da produtividade para o crescimento econômico e, portanto, para os processos de convergência entre regiões e países, este capítulo visa apresentar um quadro conceitual de modo a permitir uma melhor compreensão sobre o uso de certas medidas e suas implicações nos estudos da convergência bem como de suas limitações.

No Capítulo II, apresentamos uma revisão da literatura, compreendendo a teoria apreciativa e estudos empíricos sobre a convergência. Tal revisão visa formular uma síntese daqueles trabalhos reconhecidos internacionalmente como referenciais no estudo do tema, entre os quais se encontram aqueles que contribuíram para a compreensão do papel da educação no processo da convergência, e, também, de estudos empíricos efetuados sobre a economia brasileira.

O Capítulo III fornece o quadro conceitual básico. Neste capítulo formulamos a versão de Ramsey-Cass-Koopmans do modelo neoclássico de crescimento e apresentamos o desenvolvimento da abordagem de Barro e Sala-i-Martin, dando ênfase à determinação da velocidade de convergência. Além dos modelos teóricos, apresentamos os modelos econométricos utilizados nas estimações.

O Capítulo IV descreve as variáveis básicas, as fontes dos dados, conceitos e definições utilizadas e as adaptações que se fizeram necessárias. Nesse capítulo, estão apresentadas também as estimações e a análise dos resultados.

Na parte final, apresenta-se um resumo das principais conclusões do trabalho, abordam-se possíveis linhas e temas alternativos de pesquisa relacionados ao tema da convergência e discutem-se algumas das limitações contidas na análise adotada neste estudo.

CAPÍTULO I

PRODUTIVIDADE: DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO, CONCEITOS E MEDIDAS

Este capítulo visa apresentar os conceitos e medidas de produtividade, iniciando com uma breve menção à sua evolução analítica e metodológica. Além do mais, um conjunto de outros aspectos associados ao tema da produtividade, que consideramos relevantes nas discussões sobre a hipótese da convergência, são igualmente abordados. Não se cogita aqui do exame exaustivo da teoria da produtividade, visto que o referido tema não constitui o objetivo central desta dissertação. Trata-se, no entanto, de uma introdução conceitual útil à plena compreensão das variadas abordagens da hipótese da convergência nas quais a produtividade constitui a variável principal.

O referencial bibliográfico deste capítulo encontra-se nas obras de Harbison (1957), Kleiman et al (1966), Nadiri (1970), Kendrick (1980), Kendrick e Vaccara (1980), Leibenstein (1980 e 1982), Rees (1980), Hodgson (1982) e Moreira (1990), (1991) e (1994).

1.1 PRODUTIVIDADE: EVOLUÇÃO METODOLÓGICA

As primeiras contribuições mencionadas pela literatura sobre a formulação de estimativa e análise da produtividade remontam ao final do século dezanove⁴.

Esses estudos consistiam em tentativas ocasionais e não sistemáticas de estimar a produtividade segundo a relação produto por hora de trabalho. A preocupação central desses trabalhos pioneiros relacionava-se às causas e efeitos da queda na atividade industrial. Menciona-se já nessa época as repercussões

⁴ J.W.KENDRICK, *Understanding Productivity – An Introduction to the Dynamics of Productivity Change*, p.20, identifica como a primeira estimativa da produtividade aquela realizada pelo Bureau of Labor in the Interior Department, na metade dos anos de 1880, medida em termos do produto por hora.

da tecnologia sobre o desemprego temporário da força de trabalho. Por outro lado, dá-se um destaque, também, aos efeitos permanentes e aos benefícios proporcionados pelas máquinas incorporadas à atividade industrial⁵. Posteriormente, por volta dos anos 20, foram realizadas várias estimativas da produtividade do trabalho para as indústrias americanas.

BCME - BIBLIOTECA

Na década de 30, sob a influência da Grande Depressão, observa-se a intensificação na produção de estimativas e análises da produtividade. Diversos estudos foram empreendidos para diferentes ramos industriais americanos e, também, embora ocasionalmente, para o conjunto de sua economia. Nessa fase, já se observa a consolidação do conceito de produtividade do trabalho, segundo a abordagem da produtividade parcial.

A partir da primeira conferência sobre produtividade, realizada no ano de 1946, em Washington, começa então a surgir um esforço de sistematização que passa a tomar a forma de uma teoria da produtividade. A preocupação central emanada da citada conferência voltava-se para os aspectos da relevância da produtividade para o crescimento e o desenvolvimento econômico. Enfatizava-se, então, que o crescimento da produtividade constituía a forma pela qual os países poderiam emergir dos níveis de pobreza vigentes para uma posição relativamente mais confortável sob o ponto de vista material. Através da melhoria da produtividade poder-se-ia manter ao longo do tempo o contínuo crescimento do produto *per capita*, mesmo que a incorporação de quantidades adicionais dos fatores de produção às atividades produtivas ocorresse num ritmo mais lento que o crescimento da população.

Desde então, outros aspectos relacionados ao estudo da produtividade têm sido objeto da atenção das diferentes economias em todo o mundo. Merece destaque dentre eles: a redução da taxa média de crescimento da produtividade

⁵ Sobre esse assunto, vejam-se mais detalhes em J.W.KENDRICK, op. cit., p.20.

a partir da metade dos anos 60, associada à aceleração da inflação e a uma diminuição no ritmo de crescimento dos salários reais e da renda *per capita*, além da constatação de que ocorria perda de competitividade internacional dos produtos de alguns países desenvolvidos, notadamente dos Estados Unidos.

O longo período de desenvolvimento econômico, tendo iniciado após a Segunda Guerra Mundial e perdurado até meados da década de 70, estimulou decisivamente o interesse nos conceitos, medição e análise da produtividade. Em relação a este último aspecto, o objeto dos estudos não se limitava apenas aos fatores causais e quanto aos seus aspectos determinantes, mas abrangia também as interpretações de suas flutuações, tanto cíclicas quanto seculares, custos e preços nas economias desenvolvidas.

Em relação ao conceito de produtividade total dos fatores (PTF), a primeira tentativa empírica de sua medição é atribuída a Jan Tinbergen, tendo ocorrida em 1942, num artigo em que foram feitas estimativas para quatro países relativamente a um período de quarenta e quatro anos. Esse trabalho, contudo, teve pouca repercussão⁶. Posteriormente, em 1951, na conferência *Income and Wealth*, realizada em 1958, Kendrick apresentou uma formalização mais elaborada da PTF que foi utilizada por ele, logo depois, nas estimativas das tendências das produtividades parciais e totais para o setor privado da economia americana.

A utilização explícita da estrutura de uma função de produção na obtenção de estimativas da PTF foi implementada por Robert Solow num famoso artigo publicado em 1957 (Solow, 1957). Usando uma função de produção Cobb-Douglas⁷, Solow contribuiu definitivamente para o “estabelecimento da PTF como

⁶ Refiro-me ao artigo Jan Tinbergen, intitulado *Zur Theorie der langfristigen Wirtschaftsentwicklung*, *Weltwirtschaftliches Archiv*, Band 55, n. 1, p. 511-549, 1942, *apud* Jonh W. KENDRICK e Beatrice VACCARA, *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*, p. 3.

⁷ O conceito de função de produção como uma relação entre os fatores capital e trabalho e o produto resultante desta combinação foi desenvolvido por Paul Douglas e Charles Cobb no ano de 1920. Esta função de produção era representada por uma expressão simples e que tornou possível a estimação dos parâmetros que a caracterizavam. Trata-se da conhecida função Cobb-Douglas. Para mais detalhes, veja-se N.Gregory MANKIW, *Macroeconomia*, p. 36-38.

um conceito operacional". Neste artigo, o autor constata a ocorrência de significativo resíduo medido pelas diferenças entre as taxas de crescimento do produto real e as taxas ponderadas de crescimento dos fatores de produção capital e trabalho, ambos medidos de acordo com padrões convencionados.

O resíduo identificado nas estimativas feitas por Solow constituiu, a partir de então, uma fonte vigorosa de pesquisas tendo como fulcro a tentativa de identificar os fatores que explicariam as alterações na PTF. Esses fatores, por sua vez, ao explicarem as mudanças na PTF possibilitariam uma redução do resíduo e contribuiriam para um maior conhecimento sobre as fontes do crescimento econômico.

A propósito, devemos mencionar que as pesquisas acadêmicas sobre o componente residual se iniciaram a partir da constatação feita por Abramovitz (1956) de que muito pouco de todo o aumento do produto *per capita* dos Estados Unidos desde 1870 poderia ser atribuído ao crescimento do estoque de capital físico ou da oferta de serviços de trabalho. Por essa razão o citado autor referiu-se ao resíduo como "a medida de nossa ignorância". Dessa forma, a compreensão dos fatores determinantes do estreitamento do resíduo permitiria reduzir em grande medida a ignorância existente acerca das reais fontes do crescimento econômico⁸.

Solow (1957), por seu turno, considerou a idéia do progresso técnico como uma expressão abreviada para qualquer deslocamento na função produção, cujas causas poderiam estar associadas a uma gama bastante ampla de variáveis.

Grande parte da tarefa de buscar estreitar a magnitude do resíduo foi assumida por Edward F. Denison que contribuiu de modo significativo para a ampliação das fronteiras analíticas e conceituais acerca da explicação dos fatores determinantes do crescimento da produtividade. Os trabalhos desenvolvidos por

⁸ E.D.DOMAR foi o criador do termo "residual" utilizado para designar a parcela não explicada da variação no produto.

ele são reconhecidos pela sua relevante contribuição para o que se convencionou denominar de a contabilidade do crescimento⁹.

O método utilizado por Denison para reduzir a magnitude do resíduo consistia de dois procedimentos básicos: introduzir na medida do fator trabalho estimativas sobre os efeitos resultantes das mudanças qualitativas verificadas ao longo do tempo (por exemplo, maior nível de qualificação, menor número de horas trabalhadas, composição sexo-idade da força de trabalho, etc) e, de outra parte, quantificar o conjunto das forças explicativas relevantes do crescimento econômico, além do avanço do conhecimento. A preocupação central do autor consistia em fazer com que o resíduo resultante expressasse com fidelidade o “impacto dos elementos dinâmicos básicos” do crescimento econômico, depois de terem sido contabilizadas todos os fatores de produção e considerados seus aspectos qualitativos.

Denison (1967) também estabeleceu como um dos objetivos de seus estudos o exame dos fatores determinantes das diferenças verificadas nas taxas de crescimento entre os diversos países. Sua análise da contabilidade do crescimento abrangendo o período de 1950 e 1962 leva em consideração tanto as diferenças no nível da renda quanto das taxas de crescimento.

No que concerne aos estudos setoriais da produtividade, devemos destacar a contribuição de Gallop e Jorgenson¹⁰ na construção de estimativas da produtividade total dos fatores (PTF) no âmbito do setor industrial. Para isso, os mencionados autores utilizam funções de produção do tipo *translog* as quais são mais adequadas aos modelos que incorporam vários produtos e múltiplos insumos.

⁹ Edward F. DENISON publicou, entre outros, dois estudos considerados de grande relevância para o programa de pesquisa sobre a contabilidade do crescimento: *The Sources of Economic Growth and the Alternatives Before Us*, New York: Committee for Economic Development, 1962, e *Accounting for United States Economic Growth, 1692-1969*, Washington: Brookings Institution, 1974.

¹⁰ Referimo-nos especialmente ao trabalho de Frank M. GALLOP e Dale W. JORGENSON, publicado em J.W. KENDRICK e B. N. VACCARA, *New Development in Productivity Measurement and Analysis*, 1980.

Em contraposição à especificação padrão que inclui apenas os fatores capital e trabalho, a função de produção adotada pelos citados autores incorpora também insumos intermediários utilizados na produção, tais como matérias-primas e energia.

A partir das diversas contribuições originais, a medição e análise da produtividade têm evoluído com o crescimento da disponibilidade de informações proporcionado pelo aprimoramento dos sistemas de contas nacionais, bem como em decorrência do desenvolvimento das técnicas econométricas de estimação. Por outro lado, devido a sua importância na explicação da eficiência dos sistemas produtivos, seu uso tem sido direcionado para a comparação tanto do desempenho econômico quanto para o estudo da evolução das mais diferentes economias, tendo em vista suas evidentes implicações sobre o bem-estar econômico geral.

Uma das preocupações características do estudo da produtividade refere-se à verificação da posição ocupada por um sistema produtivo relativamente a outros, em dado momento do tempo, e, também, à investigação das causas determinantes de tal desempenho. Recentemente, tem-se utilizado a produtividade, cada vez com maior interesse, para analisar o decorrer do tempo o desempenho de conjuntos constituídos de vários sistemas produtivos, a fim de se determinarem suas trajetórias evolutivas. Com isso, busca-se investigar as condições e os fatores determinantes da ampliação ou redução das disparidades nos padrões de vida entre países, bem como as velocidades com que esses fatos ocorrem. De modo geral, procura-se avaliar o desempenho de cada país em termos de sua produtividade relativamente aos desempenhos observado para os países situados na fronteira tecnológica. Trata-se de estudos relacionados à hipótese da convergência.

Um dos estudos empíricos referenciais no exame da convergência foi desenvolvido por Maddison (1987). Utilizando em grande medida o procedimento metodológico da contabilidade do crescimento, o referido autor adota como ponto

central de análise o exame do desempenho da produtividade do trabalho, medida pelo Produto Interno Bruto por homem hora, dos seis países capitalistas mais avançados, que dispunham de dados em todo o período de estudo. A preocupação com o desempenho da produtividade decorre da ênfase do autor nas questões relacionados com o progresso técnico.

Na análise de Maddison, dois objetivos de interesse se destacam: primeiro, o diagnóstico dos momentos de maiores mudanças experimentadas pelo desenvolvimento capitalista no século XX e , em segundo, a preocupação com a natureza do processo de convergência, caracterizado pela aproximação dos países considerados seguidores em relação aos padrões de produtividade dos Estados Unidos.

BCME - BIBLIOTECA

No estudo, o autor faz referência à necessidade de ampliação da amostra em análises comparativas, através da incorporação daqueles países com um padrão de renda *per capita* e produtividade mais baixo, possibilitando uma maior compreensão sobre a natureza do processo de convergência e oportunidades ou desvantagens do atraso inicial.

Os estudos voltados para a identificação de processos de convergência envolvendo os mais diversificados grupamentos de países têm ganho vulto nas últimas décadas. Tal tarefa tem sido facilitada por um conjunto de fatores, dentre os quais destacamos: o surgimento de bancos de dados com informações estatísticas abrangendo um número muito grande de países; a evolução das técnicas econométricas de estimação, sobretudo de modelos complexos, e, ainda, em face da rápida evolução da informática e sua intensa aplicação na pesquisa econômica.

Nos trabalhos sobre a hipótese da convergência, em que os países são tomados como o nível mais geral de agregação de um sistema produtivo, servindo de sistemas de referência, a variável básica é representada pelo produto *per capita* da economia. Essa variável constitui uma medida aproximada da

produtividade média agregada, uma vez que, apesar de suas imperfeições como indicador econômico de criação de riqueza, representa ainda a melhor medida da evolução da prosperidade de um país¹¹. Nesse caso, tomada de forma agregada, a produtividade da mão-de-obra pode ser considerada como um indicador adequado de riqueza e eficiência econômica.

Em relação aos fatores que influenciam a produtividade, Simonsen (1997, p. 14) faz uma síntese da importância histórica de vários elementos. Destaca, inicialmente, o já bastante antigo reconhecimento da relevância do crescimento da produtividade para o desenvolvimento econômico e ensina que até duas décadas atrás a discussão sobre os fatores determinantes da produtividade orientavam-se para quatro aspectos básicos: estoque de capital físico por trabalhador (relação capital-trabalho), conhecimento técnico, grau de adestramento da mão-de-obra e economias de escala. Mais recentemente, um conjunto de outros fatores têm sido relacionados por sua contribuição na determinação da produtividade: funcionamento do sistema de preços; estabilidade da moeda; estabilidade das regras econômicas; nível da educação geral e moral da população; sistema tributário; funcionamento do mercado de capitais; capacidade de competição internacional; e cultura da empresa. Assim, a compreensão exata da relevância desses aspectos permite-nos entender melhor a natureza dos processos de convergência.

1.2 PRODUTIVIDADE: CONCEITO E MEDIDAS

1.2.1 Conceito

De início, convém definirmos o que vem a ser um sistema de produção em função do qual extrairemos uma conceituação genérica da produtividade para,

¹¹ No caso da competitividade, o Produto Interno Bruto (PIB) não distingue, por exemplo, receitas provenientes da exaustão de recursos não renováveis, como o petróleo, receitas decorrentes de inovação, tecnologia e processos de transformação, e receitas oriundas de ativos acumulados por gerações passadas.

em seguida, abordarmos os conceitos e medidas mais específicos, compreendendo a produtividade total de fatores (PTF) e a produtividade parcial. Fazendo assim, afastamo-nos da associação imediata do conceito de produtividade às funções de produção e, conseqüentemente, à inescapável configuração de posições eficientes no espaço produtivo, excluindo-se, pois, as situações mais gerais e recorrentes representadas por posições não necessariamente eficientes.

Um sistema de produção pode ser entendido como um conjunto qualquer constituído de distintas partes as quais, operando dentro de um quadro tecnológico, de modo consistente e combinado, tem por objetivo a transformação de uma série de insumos em produtos e serviços. Correspondem, portanto, a sistemas de conversão de insumos em produtos destinados ao suprimento do mercado. Um exemplo típico de sistema de produção é o de qualquer organização constituída por uma combinação de esforços individuais tendo por objetivo a concretização de propósitos coletivos¹².

Na realização de seus propósitos, as organizações utilizam o trabalho das pessoas, bem como um conjunto de outros recursos compreendendo: máquinas e equipamentos, dinheiro, tempo, energia, matérias-primas, espaço. Esses recursos são combinados dentro de um quadro tecnológico para a obtenção de produtos e serviços.

Moreira (1991, p. 1) faz referência à variada complexidade dos sistemas de produção. O caso mais simples é constituído por uma "só atividade com um objetivo restrito, passando-se daí a agrupamentos de atividades em uma mesma área de uma organização qualquer, a um departamento ou divisão, à empresa toda, a um setor econômico e assim por adiante. O sistema de produção mais

¹² Examinando o papel das organizações empresariais no desenvolvimento econômico, F.HARBISON, *Entrepreneurial Organization as a Factor in Economic Development*, *Quarterly Journal of Economics*, p.366, usa o termo organização em sentido mais restrito para expressar o conjunto integrado das pessoas envolvidas primariamente na administração do risco e da incerteza, planejamento e inovação, coordenação, administração, controle e supervisão de rotina de uma empresa.

complexo é, por excelência, a nação considerada como um agregado”. Em relação ao nível de maior complexidade dos sistemas de produção, podemos ampliá-lo ainda mais, de forma a abranger as comunidades de nações com mercados unificados ou integrados, como no caso dos países pertencentes à comunidade econômica européia.

A produtividade de um sistema de produção pode ser então definida como a relação entre o que este produz e os fatores de produção e insumos empregados num determinado período de tempo. A produtividade tomada como medida expressaria, em princípio, o grau de eficiência de um sistema de produção.

Uma vez que a produtividade possui em princípio uma ligação com o conceito de eficiência, ela constitui uma medida adequada para avaliação do desempenho relativo dos sistemas produtivos. Há na literatura econômica um consagrado uso da produtividade em dois tipos de comparações: primeiro, pode-se comparar sistemas produtivos distintos em um dado instante do tempo ou, em segundo lugar, pode-se avaliar o processo de crescimento da produtividade de um determinado sistema produtivo ao longo do tempo.

Mais recentemente, os estudos empíricos relacionados ao crescimento econômico têm utilizado diferentes medidas de produtividade para a verificação da hipótese da convergência. Ou seja, grupos distintos de países são estudados com o objetivo de se verificar se suas produtividades, avaliadas de acordo com alguma medida particular, evoluem seguindo determinadas trajetórias de tal modo que elas tendam a se aproximar no futuro, em termos de suas taxas de crescimento e de seus níveis absolutos. Na realidade, essa idéia constitui uma preliminar do conceito geral de convergência, o qual apresentaremos com maior rigor no próximo capítulo.

1.2.2 Medidas de Produtividade

A medida de produtividade mais comum é expressa pela relação entre a produção e os vários insumos utilizados no processo produtivo. Desse modo,

conclui-se que existem tantos índices de produtividade segundo os fatores de produção disponíveis. Além do mais, o índice de produtividade, conforme apresentado anteriormente, pode resultar em distintas medidas dependendo das definições de produção e insumos usadas na referida medição.

Na literatura econômica, há o procedimento usual de classificar os índices de produtividade em duas grandes categorias: os índices parciais e os índices globais. Os primeiros são simplesmente os produtos médios do trabalho ou capital, enquanto os índices globais referem-se às produtividades “quando são considerados dois ou mais insumos” (Moreira, 1990, p. 35). No caso deste último ser definido como a relação do produto por unidade combinada de capital e trabalho, estaremos então diante do conceito de produtividade total de fatores (PTF)¹³.

BCME - BIBLIOTECA

1.2.3 Índices Parciais de Produtividade

Os dois índices parciais mais utilizados são aqueles referentes à produtividade da mão-de-obra e do capital. Como já mencionados anteriormente, eles representam os produtos médios dos respectivos fatores de produção.

A produtividade da mão-de-obra é o índice mais freqüentemente utilizado por causa da maior facilidade de medição, chegando mesmo a ter uma identificação com o próprio conceito de produtividade.

Simbolicamente, pode-se expressar esses índices parciais do seguinte modo:

a. produtividade do trabalho:

$$PML = \frac{Y}{L} \quad (1)$$

¹³ Daniel A. MOREIRA, *Produtividade Industrial Brasileira: 1950-1984*, p.35, baseado em Kendrick, assinala que ao se considerar um terceiro ou quarto fator, os quais geralmente são representados por energia e matérias-primas, é conveniente o uso da expressão “produtividade múltipla de fatores” para que não ocorra confusão com o conceito de “produtividade total de fatores”.

onde:

PML → índice de produtividade parcial do trabalho

Y → medida de produção utilizada

L → medida da mão-de-obra

b. produtividade do capital:

$$PMK = \frac{Y}{K} \quad (2)$$

onde:

PMK → índice de produtividade do capital

Y → medida de produção utilizada

K → estoque de capital

Em relação ainda à produtividade do trabalho, constata-se com freqüência a sua utilização como medida de eficiência. Na verdade, trata-se de um procedimento não plenamente correto porque, além de captar as alterações de eficiência de um sistema produtivo, esse índice reflete também a substituição de fatores de produção e, ainda, diversos outros efeitos inerentes à dinâmica do processo de produção.¹⁴

Essa combinação de fatores determinantes da medida expressa pelo índice de produtividade da mão-de-obra pode ser melhor visualizada através de uma pequena alteração na equação (1). Supondo a existência de uma medida que englobe o conjunto dos demais insumos, por exemplo, Z, esta equação (1) pode então ser apresentada da seguinte forma:

$$PML = \frac{Y}{L} = \frac{Y}{Z} \times \frac{Z}{L} \quad (3)$$

¹⁴ Daniel A. MOREIRA, op. cit., p.37, argumenta o seguinte: "Qualquer índice parcial de produtividade pode ser uma aproximação para a medida da eficiência produtiva, desde que o efeito substituição não seja muito significativo. Ser ou não significativo depende da importância do insumo em questão no total agregado dos insumos e também da extensão da substituição. No caso de comparações de produtividade ao longo do tempo, a extensão é a diferença entre as razões de mudança de insumos em pauta e a razão de mudança de todos os outros insumos combinados".

A evolução do termo $\frac{Z}{L}$ na equação (3), ao longo do tempo, permite-nos avaliar o processo de substituição de fatores de produção nos sistemas produtivos considerados.¹⁵

1.2.4 Produtividade Total dos Fatores

A produtividade total dos fatores (PTF), também designada de residual ou de índice de progresso técnico, é definida como a produção por unidade combinada de trabalho e capital. (Nadiri, 1970, p.1138)¹⁶. As formulações originais sobre a forma e medi-la devem-se a Kendrick, que desenvolveu o índice aritmético, e a Solow, autor de índice geométrico¹⁷.

Nos estudos empíricos sobre convergência da produtividade, a utilização da medida da PTF tem a finalidade de averiguar a ocorrência de *catch up* nos padrões tecnológicos entre os países. Trata-se, conforme veremos mais adiante, do conceito de convergência residual.

1.3 PRODUÇÃO E INSUMOS

Como vimos antes, a produtividade é uma medida que estabelece uma relação entre certa grandeza usada para expressar uma forma específica de medir a produção e as diferentes medidas para os insumos. Em decorrência disso, medidas alternativas de produtividade podem ser obtidas.

¹⁵ A propósito da substituição de fatores, Daniel A. MOREIRA, op. cit., p.36, fez um estudo detalhado para a indústria de transformação brasileira, abrangendo o período de 1950-84.

¹⁶ Uma das principais razões para a utilização da produtividade total dos fatores está no fato de que considera a combinação dos mais importantes fatores de produção no cálculo da produtividade. Com isso, os eventuais aumentos da produtividade de um dos fatores de produção podem ser compensados pela redução dos demais.

¹⁷ Cf. Daniel A. MOREIRA, op. cit., p. 37, o índice aritmético já estava presente nos trabalhos pioneiros de Stigler (1947), Borton e Cooper (1948), Schmookler (1952), Fabricant (1954) e Abramovitz (1956). Contudo, havia nesses trabalhos algumas diferenças de cálculo e nomenclatura. Kendrick, por sua vez, popularizou o referido índice na sua obra intitulada *Productivity Trends in the United States*, 1961. Quanto ao índice geométrico, Solow estabeleceu seus fundamentos metodológicos no artigo *Technical Change and the Aggregate Production Function*, *The Review of Economics and Statistics*, v. 39, p. 312-20.

Passamos a examinar a seguir as peculiaridades conceituais envolvidas nas medições da produtividade, notadamente quando se trata de estudos empíricos.

1.3.1 Medida da Produção

BCME - BIBLIOTECA

É comum mencionar-se a existência de duas formas de contabilizar produtos e serviços: ou utilizando-se de medidas físicas ou através de uma expressão monetária.

A escolha da forma específica de medida depende da complexidade dos sistemas produtivos e do grau de homogeneidade dos produtos. É evidente que sistemas produtivos simples, nos quais apenas um produto está disponível, a medida natural da produção é representada pelas unidades físicas do próprio produto e/ou serviços. Se existirem vários produtos semelhantes, ainda assim há a possibilidade de a produção ser expressa em termos físicos, bastando para isso que se utilize na agregação uma unidade comum em relação à qual todos os produtos possam ser expressos.

As dificuldades começam a surgir quando existe uma grande variedade de produtos e serviços gerados pelos sistemas de produção. Nesse caso, recorre-se geralmente à construção de índices físicos de produção adotando-se um certo ano como período base. Este procedimento permite a comparabilidade das produções relativas a diferentes períodos.

Na prática, contudo, constitui um procedimento bem mais simplificado expressar as medidas dos produtos e serviços em termos monetários, facilitando a sua agregação. No entanto, fica evidente que a comparabilidade, em diferentes períodos, dos produtos e serviços reduzidos ao valor monetário somente será possível se os valores resultantes forem expressos em termos constantes e não em valores correntes. (Moreira, 1994, p.6).

1.3.1.1 PRODUÇÃO PELO VALOR DAS VENDAS

Como a própria denominação nos informa, essa medida utiliza o valor das vendas dos produtos e serviços como base para agregação e obtenção do valor da produção. A medida resultante expressa o valor a preços correntes, devendo adotar-se o procedimento de seu deflacionamento por um índice de preços compatível de forma a obter-se o correspondente valor a preços constantes. Essa providência possibilita-nos comparar os valores da produção medidos em períodos diferentes.

Em que pese a simplicidade dessa forma de contabilização do valor de produção, o conceito encerra três fontes de imprecisão que, às vezes, geram distorções na comparação das produções referentes a períodos distintos. Trata-se dos descontos e abatimentos concedidos que predominam em certos períodos e em outros não; das alterações nas incidências dos impostos indiretos e, por último, dos estoques que podem acarretar diferenças significativas entre as vendas e a produção efetiva, caso não se proceda à uma adequada contabilização.

1.3.1.2 VALOR DA PRODUÇÃO BRUTA

Obtém-se a medida do valor da produção bruta, procedendo-se à dedução dos impostos indiretos do valor contabilizado das vendas. Assim, o conceito mede o custo dos produtos e serviços acrescidos do lucro bruto¹⁸. Essa medida é que o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE publica a partir das pesquisas industriais.

1.3.1.3 VALOR ADICIONADO

O valor adicionado ou valor agregado refere-se às despesas de pessoal e do lucro bruto incorridas no processo de produção. Trata-se do valor efetivamen-

¹⁸ Cf. Daniel A. MOREIRA, *Os Benefícios da Produtividade Industrial*, p.8. o lucro bruto refere-se ao lucro medido antes do imposto de renda.

te agregado à combinação de insumos utilizados durante o processo produtivo. Segundo Moreira (1994, p.9), “para muitos, o valor adicionado é a melhor medida de produção, já que representa um resultado líquido”¹⁹.

1.3.2 As Medidas de Capital e Trabalho

Examinaremos a seguir os aspectos mais gerais sobre as medidas de capital e trabalho, abordando, também de forma genérica, os principais problemas envolvidos com os procedimentos de agregação.

1.3.2.1 CAPITAL

Embora haja muitas acepções empregadas em relação ao conceito de capital, limitaremos a discussão ao capital físico. No nível de uma economia, o capital constitui o “estoque acumulado de residências, máquinas, fábricas e equipamentos existentes num determinado ponto de tempo e que contribuem para o poder produtivo” (Sachs e Larrain, 1995, p.38).

Conceituado o capital, o segundo grau de dificuldades reside na forma adequada de agregação entre tipos diferentes de bens de capital. Esse aspecto é particularmente importante porque a medida de capital é imprescindível na determinação da produtividade total dos fatores (PTF) que, por sua vez, é obtida através da utilização de uma função de produção. Assim, sem uma adequada agregação não poderemos interpretar as propriedades de uma função de produção agregada, que governa a PTF. (Nadiri, 1970, p.1144).

Mas o problema da agregação do capital é uma das grandes fontes de controvérsia na teoria econômica²⁰. Joan Robinson (1953), Kaldor (1955) e ou-

¹⁹ Cf. Daniel A. MOREIRA, op. cit., p. 8, a adoção dessa medida de produção exigiria, rigorosamente, sob o ponto de vista teórico, a aplicação do procedimento de duplo deflacionamento. Ou seja, subtrair-se-iam do valor deflacionado da produção os valores de todos os custos, deflacionados cada um deles pelo seu próprio índice.

²⁰ Para mais detalhes sobre essa controvérsia, vejam-se, por exemplo, G.C. HARCOURT, Some Cambridge Controversies in The Theory of Capital, *Journal of Economic Literature*, p.369-405.

tros economistas sustentavam a impossibilidade de construção de um índice de quantidade de capital, argumentando que capital é essencialmente um conceito de valor, sendo, portanto, afetado pela mudanças nos preços relativos dos fatores (Nadiri, 1970, p. 1144).

Nos trabalhos empíricos, embora haja o reconhecimento das hipótese res- tritivas relacionadas à agregação de capital, Moreira (1994, p. 10) informa que:

“em termos de estoque de capital (a quantidade total disponível num dado instante), este costuma ser definido numa base mone- tária através da soma dos preços dos variados tipos numa data base. Um índice de evolução dos preços de capital (ou vários índices segundo os tipos de capital, se disponíveis) é utilizado então para compatibilizar (deflacionar) os valores monetários nos vários anos”.²¹

BCME - BIBLIOTECA

É importante assinalar, por fim, que nas flutuações cíclicas o capital deve ser ajustado pelas taxas de sua utilização de modo a afastar da medida de pro- dutividade as distorções induzidas por essas flutuações (Moreira, 1990, p. 63).

1.3.2.2 MÃO-DE-OBRA

Há três formas de medir a contribuição da mão-de-obra no processo pro- dutivo (Moreira, 1994, p. 11):

- a. através do total de horas pagas a todos os trabalhadores no período de produção observado;
- b. pelo total de horas efetivamente trabalhadas de todos os empregados;

²¹ Daniel A. MOREIRA, op. cit, p. 10, esclarece que “como medidas de produtividade são conseguidas através das funções de produção, relações matemáticas que unem a produção aos insumos, principalmente ao capital e ao trabalho, (...) as funções de produção, explícita ou impli- citamente usadas na determinação da produtividade exigem que tanto trabalho como o capital e a produção sejam medidos em termos de fluxo”.

- c. por meio do número médio de pessoal ocupado na produção no período de referência.

No caso do Brasil, as estatísticas disponíveis a partir da pesquisa industrial mensal do IBGE, possibilitam a construção de dois indicadores de produtividade do trabalho. O primeiro, relacionando o índice de quantidade produzida com o pessoal ocupado na produção. O segundo, relacionando o índice de quantidade produzida com o índice referente ao número de horas pagas na produção. Este último capta melhor as flutuações cíclicas na produtividade da mão-de-obra, visto que:

“muitas vezes a empresa pode lançar mão da intensificação ou relaxamento do uso de sua mão-de-obra, mantendo fixo o estoque de empregados. Mas, por outro lado, há que se convir que ambos indicadores tendem a apresentar comportamentos bem próximos, podendo-se, inclusive, admitir que o segundo pode ser tomado como indicador antecedente do primeiro”.
(Rodrigues, 1997, p. 2).

A mão-de-obra constitui também um agregado de elementos com características bastante diferenciadas, evidenciando a heterogeneidade de seus componentes. Assim, fatores como longevidade, qualidades produtivas, mobilidade, além de outros, devem ser consideradas no procedimento de agregação

1.4 PRODUTIVIDADE E FUNÇÕES DE PRODUÇÃO

Na determinação das produtividades totais de fatores (PTF), utilizam-se, seja de forma explícita, seja implicitamente, funções de produção. O índice geométrico de Solow explicita o uso de uma função de produção especificada na

forma de uma função Cobb-Douglas²². Já no índice aritmético de Kendrick, o uso da função de produção está implícito na própria definição da medida, na qual está incorporada uma função CES – *Constant Elasticity of Substitution*.²³

Nos estudos empíricos da hipótese da convergência realizados por Barro e Sala-i-Martin (1990 e 1992), bem como naqueles que seguem sua abordagem, há a pressuposição de uma função de produção do tipo Cobb-Douglas.

É importante assinalar, por outro lado, que tanto a função de produção Cobb-Douglas como a CES são construídas a partir das características e propriedades especificadas pela teoria neoclássica, compreendendo, basicamente, a taxa de substituição técnica, a elasticidade de substituição, a homogeneidade e os retornos de escala.²⁴

Nas discussões sobre a produtividade total dos fatores (PTF) e convergência supõe-se a existência de uma função de produção agregada e, ainda, que trabalho e capital são agregados homogêneos. Além disso, admite-se implicitamente que a função de produção apresenta estabilidade ao longo do tempo. A relevância dessas hipóteses, conforme já mencionamos antes, reside no fato de que uma adequada agregação permite-nos interpretar as propriedades de uma função de produção agregada e avaliar adequadamente a medida de produtividade total dos fatores, assim como também em relação aos processos de convergência.

Além dos problemas anteriormente mencionados acerca das controvérsias existentes na agregação dos fatores de produção, há também o problema de agregação de um conjunto de funções de produção microeconômicas incorporando processos técnicos diferentes. Sobre esse aspecto, Fisher (1969,

²² Vejam-se mais detalhes em Daniel A. MOREIRA, *Produtividade Industrial Brasileira: 1950-1984*, p. 43.

²³ Cf. M.I. NADIRI, Some Approaches to the Theory and Measurement of Total Productivity: A Survey, *Journal of Economic Literature*, v. VII, p. 1138.

²⁴ Para um exame detalhado sobre as propriedades e características das funções de produção Cobb-Douglas e CES, veja Hal R. VARIAN, *Microeconomic Analysis*, ch.1.

p. 53) apresenta as condições que devem ser preenchidas na agregação de capital, trabalho e produção, a partir das unidades de produção microeconômicas²⁵.

Considerando, ainda, que a função de produção constitui um conceito microeconômico que expressa, através de uma forma matemática, a “relação tecnológica entre os insumos e a produção em processos unitários de produção”, Moreira (1990, p. 43-8) resume as principais restrições, quanto ao seu uso, já identificadas e mencionadas por vários pesquisadores, a saber:

- a. do ponto de vista empírico, as funções de produção restringem-se à prática média e não à melhor prática no que concerne à tecnologia utilizada;
- b. as funções de produção deveriam incorporar o conjunto mais amplo possível de insumos, além dos fatores capital e trabalho, como variáveis explicativas. Por outro lado, quando se especifica como variável dependente na função o conceito de produção expresso pelo valor agregado, exige-se que ela assuma uma característica bastante restritiva;
- c. a definição de uma função de produção microeconômica não assegura sua existência em termos agregados;
- d. a função de produção deve, rigorosamente, exigir a definição de todas as variáveis – insumos e produção – em termos de fluxos. No entanto, na prática, utilizam-se sempre as variáveis definidas em termos de estoque por constituir um procedimento mais simples;
- e. a medida de mudança tecnológica, da forma em que foi definida por Solow abrange um conjunto relativamente amplo de efeitos, entre os quais se podem mencionar os “erros de especificação nas variáveis”.

No tocante à existência de funções de produção intrafirma, e a explicação para a ocorrência de significativa dispersão dos níveis de produtividade entre as

²⁵ Cf. F. FISHER; The Existence of Aggregate Production Functions, *Econometrica*. (37), p. 53.

firmas – tanto dentro de um país como entre países, vale mencionar, de forma sucinta, os trabalhos de Leibenstein (1980) e (1982) e Hodgson (1982).

Segundo Leibenstein (1980, p. 200), a idéia embutida na teoria da *x-efficiency* procura contrastar com a eficiência alocativa objeto da teoria neoclássica, uma vez que para esta última há a presunção de que as firmas minimizam custos, estando a eficiência na dependência apenas da alocação de recursos pelas unidades de decisão. Todavia, como o esforço é uma variável em certa medida discricionária, a ineficiência pode surgir em função dos níveis insuficientes de esforço empreendido pela força de trabalho no processo produtivo. O desvio observado entre os níveis ótimos de esforço, sob o ponto de vista da firma, e os níveis reais que os indivíduos são motivados a despende determina o grau de *x-inefficiency*. Colocado o problema da produtividade no contexto da teoria dos jogos, identifica-se em muitos sistemas de produção que o jogo estratégico envolvido enquadra-se na classificação do dilema dos prisioneiros, segundo o qual a racionalidade individual manifesta-se coletivamente irracional.

Hodgson (1981), de outro modo, direciona sua atenção para a explicação das causas das diferenças e variações na produtividade, partindo do fato de que uma significativa dispersão na produtividade persiste mesmo com disponibilidade similar de capital, trabalho e tecnologia. Para o citado autor, a teoria neoclássica da produção considera o produto como resultado automático e direto das provisões de capital e trabalho. Quando ocorre de o produto exceder aquele montante previsto através da função de produção, o resíduo é explicado então pelos melhoramentos introduzidos em tecnologia. Contudo, essa variável adicional é de difícil quantificação, talvez de medição até mais complexa que nos casos dos fatores trabalho e capital²⁶.

²⁶ M.I.NADIRI, op. cit., p. 1146, destaca, a propósito dos estudos sobre tecnologia, que o entendimento da natureza dinâmica da mudança técnica, da difusão de novas técnicas entre firmas e entre indústrias, das mudanças nas ligações entre unidades econômicas proporcionadas pelas economias externas, recomendam a realização de estudos desagregados.

CAPÍTULO II

A CONVERGÊNCIA DA PRODUTIVIDADE: CONCEITO, SIGNIFICADO, TEORIA APRECIATIVA E ESTUDOS EMPÍRICOS

2.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo visa apresentar uma resenha da literatura econômica sobre a hipótese da convergência do produto *per capita* e da produtividade. Os trabalhos discutidos abrangem os estudos empíricos referenciais e também aqueles inseridos na esfera da denominada teoria apreciativa²⁸. Esta refere-se a trabalhos de natureza empírica, em que as relações observadas constituem o fundamento para a interpretação dos seus nexos causais. A teoria apreciativa caracteriza-se pela observação e análise da realidade, tendo como elemento basilar a interpretação de fatos concretos do processo econômico, muitas da vezes sob uma perspectiva histórica. A teoria formal, por sua vez, trata de estruturas analíticas abstratas caracterizadas por conexões lógicas entre os elementos que a compõem. Nesta categoria, enquadra-se a teoria neoclássica do crescimento econômico que será objeto de exame no próximo capítulo.

Antes, porém, de percorrermos a trajetória da já consagrada literatura sobre convergência, nos termos antes mencionados, consideramos imprescindível qualificar alguns conceitos que têm sido responsáveis por eventuais equívocos na interpretação e análise de trabalhos empíricos relacionados ao tema.

Conforme mostrado por Baumol et al. (1994), identifica-se na literatura econômica a presença de sete interpretações distintas do conceito de conver-

²⁸ Cf. Richard NELSON e Sidney G. WINTER, Apud Jan FAGERBERG, Technology and International Differences in Growth Rates, *Journal of Economic Literature*, v. XXXII, p. 1155, "Appreciative theorizing tends to be close to empirical work and provides both guidance and interpretation. Mostly it is expressed verbally and is the analysts articulation of what he or she thinks really is going on...formal theorizing almost always proceeds at some intellectual distance from what is known empirically, and where it does directly appeal to data for support it generally appeals to stylized facts."

gência. A compreensão desses conceitos constitui, portanto, uma providência necessária para evitarmos ambigüidades quando do exame das diferentes variantes da convergência presentes nos estudos objeto deste e do próximo capítulos. No exame desses conceitos, que faremos na próxima seção, recorreremos à síntese sugerida pelos mencionados autores.

Uma das conseqüências mais importantes da existência de diferentes interpretações da convergência refere-se à escolha da metodologia de sua verificação empírica. O procedimento de construção do teste requer uma compatibilização com o particular conceito adotado. Por exemplo, uma das formas mais conhecidas de testar a convergência é examinar a correlação entre os níveis de renda de um certo ano e as subseqüentes taxas de crescimento. Ocorrendo uma correlação negativa, interpreta-se como evidência de convergência. Mas esse teste diz respeito especificamente ao conceito de *catch up* e não se aplica ao exame de outras formas de convergência.

Depois dos esclarecimentos sobre as questões conceituais, apresentaremos nas seções seguintes os estudos destacados por sua contribuição ao tema da convergência, abrangendo análises de grupos de países, regiões e setores produtivos. Iniciaremos pela abordagem das proposições formuladas por Gerschenkron (1952), cujas idéias são consideradas como precursora da hipótese da convergência e integra com destaque o âmbito da teoria apreciativa. Em seguida, discutiremos alguns trabalhos empíricos mais recentes, reconhecidos internacionalmente por sua importância na abordagem do tema, bem como um conjunto de estudos realizados no contexto da economia brasileira.

2.2 CONVERGÊNCIA: Importância, Conceitos e Qualificações

A criação de riqueza e a melhoria do padrão de vida das populações são aspectos característicos da prosperidade econômica dos países cujo fator determinante é a produtividade proporcionada pelo emprego de seus recursos.

Thurow (1985; p. 48), a esse respeito, afirma que:

“Productivity – output per hour work – is the best general measure of a country’s ability to generate a high and rising standard of living for its citizens. No country’s citizens can, for long enjoy, a higher standard of living than themselves produce, for no one can divide nonexistent output.”

Analisando o desenvolvimento econômico e o progresso das nações, Porter (1993; p. 612), por sua vez, destaca que:

“O nível e o crescimento da produtividade são uma função da variedade de indústrias e de segmentos de indústria (nos quais as empresas de um país podem competir com êxito) e da natureza das vantagens competitivas nelas obtidas com o tempo. As economias progredem aprimorando as posições competitivas, obtendo vantagens competitivas de ordem superior nas indústrias existentes e desenvolvendo a capacidade de competir com êxito em novas indústrias e segmentos de alta produtividade.”

Todo esse complexo processo de ganhos de produtividade e de desenvolvimento de capacidades competitivas nacionais produz diferenciais nas trajetórias do crescimento econômico entre os países, determinando, assim, níveis distintos nos padrões de vida e grau de prosperidade de suas populações. Na medida em que a distância nos níveis de prosperidade econômica dos países aumenta, torna-se evidente a distinção entre pobreza absoluta e relativa, passando a sua comparação a ter importante significado econômico. Desse modo, quanto maior for o distanciamento entre os níveis de renda *per capita* dos países ou regiões, mais profundas serão as diferenças nos níveis de bem-estar.

A hipótese da convergência possui um relevante significado para a teoria do crescimento econômico, uma vez que ela postula a redução do grau de desigualdades através de um processo de aproximação dos padrões de vida, decorrentes da elevação dos níveis de renda *per capita* verificadas nos países ou regiões menos desenvolvidas a taxas mais elevadas do que aquelas dos países

ou regiões desenvolvidas. O comportamento da produtividade agregada, aproximada pela medida do produto *per capita*, constitui em última instância o elemento básico determinante do processo de convergência nos termos antes mencionados.

Baumol et al (1994, p.5), comentando a importância da convergência na redução das disparidades entre os países, afirmam:

"Thus, convergence, in one or other of its senses, is surely a key matter for our evaluation of the world economy's well-being. A world of convergence is in a felicitous state, with poverty eroding and international disparities declining. If not offset by detrimental developments of other sorts, it is a desirable condition and a state of affairs in which one of the most intractable of income problems, inequality among countries in the distribution of income, is improving."

Após esse destaque inicial sobre a importância da hipótese da convergência para o crescimento harmonioso entre os países e regiões, cabe-nos, agora, examinar as várias acepções em que esse processo é considerado. Para o esclarecimento desse aspecto, recorreremos a Baumol et al (1994, p.7-11) que, examinando a vasta literatura acerca do tema, anotou sete conceitos diferentes:

1. Homogeneização: refere-se à redução da dispersão, no decorrer do tempo, da produtividade de um grupo observado de países - ou regiões ou indústrias. Como medida de dispersão utilizam-se geralmente o desvio-padrão ou a covariância.
2. *Catch up*: consiste na redução do hiato verificado entre o país situado na liderança econômica e o conjunto dos demais países pertencentes ao mesmo grupo de observação.
3. Convergência Bruta ou Incondicional²⁹: constitui um conceito aplicável tanto à homogeneização quanto ao *catch up* e se caracteriza pela

²⁹ Equivale ao conceito de convergência absoluta que será discutido mais adiante.

ocorrência de algum grau de convergência da produtividade sem que se considere a influência de variáveis condicionantes desse processo.

4. Convergência Explicada: corresponde à avaliação estatística sobre grau de influência exercida por um conjunto de variáveis mensuráveis na conformação da trajetória evolutiva da produtividade e do grau de convergência experimentado por um conjunto de países.
5. Convergência Residual: refere-se à possibilidade de que, após a remoção dos efeitos das variáveis estimadas do cálculo da convergência explicada, o componente residual, incorporando a influência de um conjunto de outras variáveis não identificadas sobre o comportamento da produtividade, comprove a ocorrência de convergência para o grupo de países estudados. BCME - BIBLIOTECA
6. Convergência Assintoticamente Perfeita: ocorre quando, no longo prazo, duas economias tendem a se aproximar assintoticamente do mesmo nível de produtividade ou produto *per capita*.
7. Convergência Limitada: ocorre quando as trajetórias evolutivas da produtividade conduzem a posições não necessariamente idênticas mas que podem ser consideradas, sob algum critério pré-estabelecido, relativamente próximas.

Alguns comentários complementares sobre esses critérios de conceituação da convergência precisam ser acrescentados. De início, é importante ressaltar que Baumol et al. (1994) introduzem as qualificações de fraca e forte aos conceitos de convergência identificados.

A qualificação de forte é estabelecida quando as trajetórias do produto *per capita* ou da produtividade de um grupo de países se dirigem precisamente para um nível comum e, ainda, que os desvios verificados nas variáveis pertinentes sejam transitórios. Na convergência fraca, as referidas trajetórias mostram uma

tendência de aproximação, embora o ritmo não ocorra com a intensidade suficiente de forma a assegurar que essa aproximação se dê no sentido de uma mesma posição. Ou seja, na convergência fraca, há uma aproximação das produtividades dos países, contudo, constata-se que, em alguns casos, esse movimento não é suficiente para eliminar as grandes disparidades nos padrões de vida que caracterizam os países mais pobres e aqueles posicionados na fronteira do desenvolvimento.

Reportando-nos aos conceitos anteriormente discutidos, podemos considerar, portanto, como variante forte a convergência assintoticamente perfeita, enquanto os conceitos de *catch up* e homogeneização integrariam a componente fraca. Já o conceito de convergência limitada, caracterizado pela aproximação das produtividades para posições próximas, constituiria uma variante intermediária, situada entre os critérios forte e fraco.

Baumol et al. (1994, p.10) identificam na literatura vários estudos relacionados com os dois conceitos mais utilizados nos estudos empíricos sobre a convergência: o *catch up* e a homogeneização. Dentre os estudos que abordam o primeiro conceito, e, portanto, integrantes da variante fraca, são apontados os seguintes: Barro (1984), Baumol (1986), De Long (1988), Barro (1991) e Barro e Sala-i-Martin (1990). Em relação ao conceito de homogeneização, também classificado no âmbito da variante fraca, destacam-se, principalmente, Barro (1984), Baumol (1986), Dowrick e Nguyen (1989) e Barro e Sala-i-Martin (1990). Estes últimos trabalhos constatam que, embora a dispersão das rendas *per capita* das economias estudadas apresente um declínio, os países pobres continuam ainda num nível de pobreza demasiadamente grande relativamente ao pequeno grupo de países ricos.

As críticas às variantes fracas da convergência, originadas da escola inglesa, principalmente de Bernard e Durlauf (1990) e Quah (1990), tinham como objetivo central o estabelecimento de um critério que evitasse a anomalia de

considerar como processo de convergência uma pequena redução nos desníveis das produtividades, permanecendo ainda uma grande distância nos padrões de bem-estar entre os países considerados. Disso resultou a proposição da variante forte, expressa pelo conceito de convergência assintoticamente perfeita, em contraposição às variantes fracas.

Para permitir a operacionalização dos trabalhos empíricos, no âmbito dessa variante, Bernard e Durlauf concebem o crescimento da produtividade ou do produto *per capita* como um processo através do qual os desvios verificados entre os países dão origem a uma tendência estocástica. Conforme os citados autores³⁰:

“Convergence requires that output deviations between countries i and j obey a zero mean stationary stochastic process”.

No caso de os níveis de produtividade de duas economias serem co-integrados³¹ e apresentarem diferenças somente devido ao termo aleatório, que se refere, por sua vez, a um processo estacionário com média igual a zero, teríamos então caracterizada a convergência estocástica³².

O critério de convergência forte, na forma anteriormente abordada, reduz de modo significativo as possibilidades de comprovação empírica da hipótese da convergência, mesmo restringindo-se o número de países ou regiões numa amostra selecionada. Não obstante, considera-se que esse conceito revela-se bastante útil no exame da influência das inovações tecnológicas sobre o processo de convergência, uma vez que elas podem ser interpretadas como uma forma de choque aleatório. Tal conveniência justifica-se porque o critério forte estabelece que os desvios do produto *per capita* ou da produtividade são, por definição, transitórios e possuem natureza aleatória.

³⁰ *Apud* William J. BAUMOL et al., op. cit., p. 10-11.

³¹ Diz-se que os produtos per capita (produtividade) de dois países são cointegrados quando suas respectivas tendências estocásticas apresentam um relacionamento linear.

³² *Ibid.*, p. 10.

Ames e Rosenberg (1963) já haviam propostos antes um critério de classificação semelhante para caracterizar especificamente as condições do *catching up* tecnológico entre países. De acordo com esses autores³³, uma parcela significativa da literatura sobre convergência está fundamentada, de uma forma geral, nas proposições sobre os movimentos envolvendo um país desenvolvido e dinâmico **C**, um país atrasado **A** e outro desenvolvido mas de tecnologia obsoleta **B**.

Um conceito de fraca convergência expressa que **A** e **B** deslocam-se em direção a **C**, mas o tempo gasto por **A** para alcançar **C** será menor que o despendido pelo país **B** partindo da situação de **A** em direção a **C**. Neste caso, **A** alcançará **C**, embora não necessariamente antes de **B**. Em grande parte, essa proposição fraca decorre do fato de que o país atrasado pode evitar os erros e os desperdícios cometidos durante o processo de crescimento econômico pelos países que se encontram em situação mais avançada.

A proposição moderada, por seu turno, estabelece que se **A** e **B**, a partir de dado instante, se deslocarem em direção a **C**, então **A** alcançará **C** num tempo menor, ocorrendo uma ultrapassagem de **B** por **A** no transcurso do processo de crescimento. Dois aspectos justificariam essa proposição: primeiro, quanto mais desenvolvido for um país menor será a sua taxa de crescimento; em segundo, o maior atraso relativo de **A** geraria um potencial de crescimento a uma taxa superior à de **B**, tendo em vista a possibilidade de adoção da tecnologia desenvolvida e utilizada por **C**.

Por fim, a proposição forte refere-se à situação em que o país **A** se moverá em direção a **C**, enquanto **B** permanecerá estacionado. Essa situação é justificada pela ocorrência de custos de transição envolvidos nas mudanças tecnológicas. No caso do país **B**, a relação custo-benefício não seria favorável, mas para o

³³ Cf. E. AMES e N. ROSENBERG, *Changing Technological Leadership and Industrial Growth*, *Economic Journal*, p. 419.

país A resultaria num grande salto de produtividade comparativamente aos custos envolvidos na adoção de nova tecnologia.³⁴

2.3 A ABORDAGEM APRECIATIVA DA CONVERGÊNCIA

2.3.1 As Primeiras Contribuições

A origem da noção de convergência encontra-se nas idéias desenvolvidas por Veblen (1915), o qual explicava o rápido crescimento dos países industrialmente mais atrasados da Europa Continental, ocorrido no século dezenove, como decorrente do processo de absorção da tecnologia. Para Veblen, o crescimento desses países era determinado fundamentalmente pelo acúmulo de inovações tecnológicas provenientes dos países industrialmente mais avançados ou, conforme sua proposição, decorria da tecnologia “emprestada”.

Posteriormente, Gerschenkron (1952) incorpora as idéias de Veblen na sua análise sobre o desenvolvimento da Europa Continental e as razões determinantes do atraso relativo do ingresso da Rússia no grupo dos países industrializados. Com esse objetivo, o autor desenvolve, numa perspectiva histórica, a mais consagrada obra, e por muitos pesquisadores também considerada como pioneira, versando sobre os desafios e as vantagens do atraso econômico dos países da Europa Continental que se encontravam em estágio retardatário de industrialização frente àqueles localizados na fronteira tecnológica.

Os elementos básicos da abordagem de Gerschenkron residem na constatação de dois relevantes fatos históricos. O primeiro deles diz respeito à observação de que os países estudados apresentavam, no século dezenove, diferenciados níveis de desenvolvimento. O segundo aspecto refere-se ao fato de que, ao mesmo tempo em que se constata uma heterogeneidade nos padrões de desenvolvimento, um rápido porém diferenciado processo de industrialização

³⁴ *Ibid.*, p. 425.

ocorre naqueles países mais atrasados. Assim, na opinião do autor, as diferenças relativas observadas no início do processo de industrialização constituiriam os fatores determinantes da natureza do desenvolvimento subsequente.

A proposição principal extraída do trabalho de Gerschenkron é a de que, baseado em exemplos históricos, os processos de industrialização quando iniciados nos países retardatários apresentam significativas diferenças relativamente àqueles experimentados antes pelos países mais avançados. Essas diferenças abrangem sobretudo os seguintes aspectos: a velocidade de desenvolvimento ou a taxa de crescimento industrial e as estruturas produtivas e organizacionais inerentes às indústrias surgidas desse processo. E, como conclusão, o autor argumenta que a extensão com que o potencial de crescimento ocorre, varia diretamente com o grau do atraso e com as potencialidades industriais naturais (Gerschenkron, 1952, p.8).

No entanto, para que os atributos do atraso redundem no desencadeamento de um efetivo processo de industrialização, deve-se considerar a atuação do mecanismo desafio-resposta, segundo o qual o esforço para superação dos desafios será tanto maior quanto maiores forem estes últimos. Assim é que, no estágio inicial de industrialização, o país depara-se necessariamente com um quadro de confronto entre os obstáculos que se antepõem à industrialização, tendo sua origem assentada sobre a estrutura econômica vigente, e as “promessas de desenvolvimento” inerentes ao próprio processo de industrialização.

Na opinião do autor, duas grandes forças podem dificultar a efetivação da grande promessa de industrialização. Uma delas diz respeito à forte resistência oriunda dos segmentos importantes e representativos da sociedade nos países atrasados. De outra parte, os grandes requerimentos de capital e de outros fatores com que se defrontam os países retardatários quando iniciam o processo de industrialização, comparativamente com o ocorrido com os países industrializados no estágio inicial de seu próprio desenvolvimento, constituem um obstáculo efetivo,

requerendo um grande esforço da sociedade desses países visando a sua superação, em especial na formação de poupança interna.

Conforme Fagerberg (1994, p.1156), Gerschenkron expressa de modo inequívoco que o *catch up* não ocorre, de modo algum, como um processo automático, mas sua presença “requer um significativo volume de esforço e de construção institucional”.³⁵ Assim, quanto maior for o grau de atraso de um país, maior será o seu potencial de crescimento e de industrialização, ficando a sua efetivação condicionada a um conjunto de pré-requisitos e a um esforço de mudanças internas no país para adequarem-se às características exigidas por uma industrialização exitosa.

Almeida (1986, p. 8) ressalta, por outro lado, que, de acordo com Gerschenkron, “fatores como recursos naturais, capacidade tecnológica, mão-de-obra qualificada, bem como a existência ou não de obstáculos institucionais à industrialização desempenham papel importante no início e na velocidade do processo de industrialização”. Cabe-nos acrescentar, ainda, uma especial atenção atribuída à existência de uma força de trabalho qualificada para a atividade industrial como um dos elementos básicos do sucesso do desenvolvimento econômico.³⁶

Por fim, destacamos que uma das idéias centrais contidas no trabalho de Gerschenkron está na constatação de que o hiato tecnológico separando os países atrasados dos países desenvolvidos (industrializados) representaria uma grande promessa de industrialização que poderia ser efetivamente concretizada quanto maior fosse o acúmulo de inovações tecnológicas “tomadas de empréstimo” pelos países retardatários daqueles em fase avançada de desenvolvimento.³⁷ Esta

³⁵ Cf. Jan FAGERBERG, op. cit., p. 1156, “Thus, following Gerschenkron, catch up is by no means automatic, but requires a significant amount of effort and institution building.”

³⁶ Cf. A. GERSCHENKRON, *Economic Backwardness in Historical Perspective, A Book of Essays*, p. 9.

³⁷ Ibid., p. 8.

proposição corrobora a idéia de Veblen sobre a importância crucial da “tecnologia emprestada” para o desenvolvimento dos países retardatários.

2.3.2 O Debate Recente no Contexto da Teoria Apreciativa

Um dos trabalhos empíricos pioneiros sobre convergência que reuniu informações acerca de um conjunto de países, abrangendo um largo período de tempo, foi desenvolvido por Maddison (1982) e tinha como preocupação central examinar a ocorrência do *catch up* e, também, a persistência de um processo de homogeneização relativamente à amostra dos países objeto de estudo. Posteriormente, outros trabalhos do autor permitiram a ampliação, tanto da amostra de países como também da atualização dos dados de produto *per capita* e de produtividade do trabalho, servindo, ainda, como fonte básica de informações para o desenvolvimento de novos estudos por outros pesquisadores.

O interesse de Maddison (1994) é dirigido, de início, para o exame do momento e das circunstâncias que resultaram na alternância da liderança econômica mundial desde o século dezoito, quando a Grã-Bretanha assumiu o lugar que estava em poder da Holanda e, posteriormente, no século dezenove, em que os Estados Unidos substituíram a Grã-Bretanha na hegemonia econômica, permanecendo, desde então, nessa situação.

Em seguida, Maddison (1994), ao examinar a convergência em termos do conceito estatístico da variância, observa que para um conjunto muito amplo de países este fenômeno não pôde ser constatado no passado e tampouco se verifica no presente. No entanto, considerando uma amostra mais restrita de países, integrada pelos membros da OCDE, observa o autor que os dados comprovam a ocorrência de convergência, medida pela variância do produto *per capita*, a partir de 1950, e que apenas poucos países menos desenvolvidos incorporaram-se ao clube de convergência.

Na análise feita anteriormente por Maddison (1987) sobre o desempenho de um grupo de países capitalistas desenvolvidos, dois períodos mereceram destaque. O primeiro deles, compreendido entre os anos de 1950 e 1973, foi denominado de "Idade Dourada", visto que as taxas de crescimento anual da produtividade do trabalho de todos os países analisados mantiveram-se num ritmo bastante elevado, superando em muito as taxas médias das fases anteriores. O período subsequente, 1973 a 1984, apresenta um decréscimo da produtividade para todos os integrantes da amostra (ver Quadro 2.1). Os fatores responsáveis por tal fenômeno foram, na opinião do autor, as grandes recessões de 1973-75 e 1980-81, a aceleração da inflação, em decorrência de dois choques do petróleo, e o colapso do sistema monetário instituído em Brentton Woods.³⁸

Quadro 2.1

FASES DE CRESCIMENTO NA PRODUTIVIDADE

(PIB por hora trabalhada) 1870 - 1984 (taxas de crescimento anual)

PAÍSES	I 1870-1913	II 1913-50	III 1950-73	IV 1973-84	Aceleração Fase I para Fase II	Desaceleração Fase III para Fase IV
França	1,7	1,1	5,1	2,2	+4,0	-2,9
Alemanha	2,8	1,3	5,9	1,7	+4,6	-4,2
Japão	2,5	2,2	9,4	3,8	+7,2	-5,6
Holanda	2,1	2,4	4,7	1,6	+2,3	-3,1
Reino Unido	1,9	1,3	3,0	1,1	+1,7	-1,9
Média dos Cinco Países	2,2	1,7	5,6	2,1	+4,0	-3,5
Estados Unidos	4,2	2,8	3,7	2,3	+0,9	-1,4

FONTE: Maddison A. "Growth and Slowdown in Advanced Capitalist Economies. Techniques of Quantitative Assessment". P. 650. (1987)

³⁸ Cf. Angus MADDISON, Growth and Slowdown in Advanced Capitalist Economies: Techniques of Quantitative Assessment, *Journal of Economic Literature*, v. XXV, p.649.

De acordo com Maddison, (1987, p. 669), no período compreendido entre 1913 e 1984, os Estados Unidos apresentaram níveis de renda real *per capita* e de produtividade mais elevados que todos os outros países, mantendo uma liderança surgida em torno de 1889 quando sua produtividade ultrapassou a do Reino Unido. Ele atribui o dinamismo inicial dos Estados Unidos à vantagem em relação à disponibilidade de recursos naturais, a taxas de investimento mais altas, a elevados níveis educacionais e à pesquisa, comparativamente aos demais países.

O mencionado autor acrescenta, por outro lado, que no longo prazo as vantagens da disponibilidade de recursos naturais desaparecem na medida em que os mecanismos de difusão técnica são aprimorados, a oferta de capital físico e humano presentes em outros países da OCDE aproximam-se dos padrões americanos e, ainda, a escala dos mercados é ampliada através do comércio internacional, favorecendo o processo de convergência.

Todos esses elementos combinados explicariam, conforme o autor, a convergência dos níveis de produtividade dos demais países em direção ao padrão americano, a partir do ano de 1950. Essa situação, portanto, caracterizaria o aproveitamento das oportunidades do atraso econômico relativo pelos demais países da OCDE. Conforme amplamente difundido na literatura, este aproveitamento consiste na adoção pelos países seguidores da tecnologia produzida nos Estados Unidos sem que haja o dispêndio de vultosos recursos com pesquisa e desenvolvimento. Como podemos observar no Quadro 2.1, esse processo de *catch up* está associado à fase III.

Já a fase III, apresentada no Quadro 2.1, refere-se à situação em que a velocidade de convergência tende a reduzir-se na medida em que os níveis de produtividade do trabalho e da renda *per capita* dos países seguidores aproximam-se daqueles níveis verificados para o país líder, nesse caso os Estados Unidos. Baseado nesta constatação, o autor sugere ser improvável que os Estados Unidos

percam a hegemonia econômica mundial, conforme já havia ocorrido antes com outros países.

BCME - BIBLIOTECA

Nem mesmo o Japão, que possuía a mais baixa produtividade em 1950 e apresentou a mais elevada taxa de crescimento no período compreendido entre 1950 e 1984, representaria ameaça à liderança americana. As razões de Maddison (1987, p. 669) para supor ser improvável a perda de tal liderança fundamentam-se em que altas taxas de investimento seriam cada vez menos lucrativas e que se exigiria um esforço continuamente maior em pesquisa e desenvolvimento da parte dos países seguidores, na medida em que se reduzisse o hiato tecnológico entre estes e o país líder.

Ainda em relação à abordagem apreciativa, dois trabalhos se destacam por suas contribuições para a análise dos processos de convergência: Baumol (1986) e Abramovitz (1986). Baseando-se nos dados construídos por Maddison (1982), Baumol (1986) encontrou para dezesseis países industrializados uma forte correlação inversa entre o nível da produtividade inicial de um país, no ano de 1870, e sua taxa de crescimento, no período compreendido entre 1870 e 1979. Constatou ainda o autor que o processo de convergência observado para os países da OCDE estendeu-se também para as economias de planejamento centralizado, embora, nesse caso, com menor intensidade. Quanto aos países menos desenvolvidos, as evidências foram de que o mencionado fenômeno não os contemplou.

O trabalho de Baumol foi objeto de muitas críticas que se fundamentaram em dois aspectos centrais: o primeiro referia-se à amostra adotada pelo autor para testar a convergência. Tal amostra era constituída dos países estudados por Maddison (1982) e se caracterizava por apresentar um forte viés, pois os países que a integravam tinham evidenciado convergência *ex-post* quando o correto teria sido a adoção do critério *ex-ante*. O segundo aspecto estava relacionado à utilização de estimativas para os dados referentes à produtividade inicial, no ano de 1870, através da extrapolação das taxas de crescimento.

Abramovitz (1986), por sua vez, estabelece a hipótese qualificada de *catch up* tecnológico sugerindo que o potencial de rápido crescimento dos países retardatários não é determinado exclusivamente pelo seu atraso tecnológico relativo, mas está também condicionado pela sua própria capacitação social³⁹. Esta última abrange os aspectos relacionados com a competência técnica, com as instituições financeiras, industriais, comerciais e políticas, sua integração política e o consenso da sociedade em favor do desenvolvimento.

A partir dessas considerações, Abramovitz (1986; p. 390) apresenta a hipótese ampliada de *catch up* que passa a ser expressa nos seguintes termos:

“Countries that are technologically backward have a potentiality for generating growth more rapid than that of more advanced countries, provided their social capabilities are sufficiently developed to permit successful exploitation of technologies already employed by the technological leaders. The pace at which potential for catch up is actually realized in a particular period depends on factors limiting the diffusion of knowledge, the rate of structural change, the accumulation of capital, and the expansion of demand”.

Na própria conceituação de *catch up* o autor introduz uma hipótese auxiliar relativa ao enfraquecimento do potencial de crescimento dos países seguidores, na medida em que seus níveis de produtividade ou produto *per capita* evoluem na direção do padrão verificado para o país situado na liderança tecnológica. Haveria, portanto, uma propriedade inerente ao processo de *catch up* cuja característica seria a de ele próprio se impor um limite, tendo como fundamento básico o esgotamento das possibilidades de substituição da tecnologia defasada dos países menos desenvolvidos pelos padrões tecnológicos do país líder. Ocorrendo essa convergência na utilização da tecnologia, verificar-se-ia uma

³⁹De acordo com Jan FAGERBERG, op. cit., p. 1156, a expressão *social capabilities* foi consagrada por Abramovitz (1986), mas teve sua formulação original em Kazushi OHKAWA e Henry ROSOVSKY, *Japanese Economic Growth: Trend Acceleration in the Twentieth Century*, 1973.

tendência natural de queda das taxas de crescimento da produtividade do trabalho e do produto *per capita*.

Em meados da década de 80, assume importância acadêmica o debate sobre a possível perda, pelos Estados Unidos, da hegemonia econômica mundial. Todo esse debate tem como uma de suas principais razões a constatação empírica de que os níveis de produtividade agregada dos países industrializados encontravam-se bastante próximos, embora os Estados Unidos ainda se mantivessem à frente. Tal fato, por sua vez, fora resultado da rápida convergência nos níveis de produtividade verificada a partir de 1950 no grupo de países mais desenvolvidos. Essa aproximação dos padrões de produtividade ocorre simultaneamente com uma acentuada redução no ritmo de crescimento da produtividade agregada de todos os países, sendo que, no caso dos Estados Unidos, essa redução leva-os a defrontarem-se com taxas de crescimento anuais inferiores àquelas observadas para o Japão. (ver Quadro 2.1).

Abramovitz (1989) realiza novos estudos com vistas a averiguar os dois mais importantes aspectos relacionados com a ameaça à hegemonia econômica dos Estados Unidos. Em primeiro lugar, observava-se uma acentuada redução do crescimento da produtividade envolvendo todos os países industrializados desde o início dos anos 70. De outra parte, estava a redução relativamente mais acentuada da taxa de crescimento dos Estados Unidos frente aos demais países industrializados, integrantes da OCDE, no período posterior à Segunda Guerra Mundial.

O citado autor analisa a experiência do pós-guerra relativamente ao grupo de países da OECD, segundo os conceitos de homogeneização, ou redução da dispersão de suas produtividades, e de *catch up* com os Estados Unidos⁴⁰. A

⁴⁰ As medidas utilizadas por Moses ABRAMOVITZ, *Catch-up and Convergence in the Postwar Growth Boom and After*, p. 86-125, para medir o *catch up* abrangem: (1) a média dos níveis de produtividade dos países considerados na amostra relativamente aos verificados para os Estados Unidos; (2) as medidas de variância relativa e (3) a correlação de rank entre os níveis iniciais de produtividade e suas subseqüentes taxas de crescimento.

análise é centrada sobre o maior potencial de crescimento da produtividade dos países retardatários em relação ao país situado na posição de liderança, bem como nos fatores considerados condicionantes do efetivo aproveitamento do potencial de crescimento expresso pelo hiato entre os níveis de produtividade.

Segundo Abramovitz, a capacidade de realização do potencial de crescimento está fortemente condicionada pela capacitação social e pela congruência tecnológica⁴¹ inerente a determinado país. Por outro lado, ele acrescenta que a velocidade com que o potencial de crescimento é efetivamente realizado está sujeito a flutuações as quais são condicionadas por um conjunto de outros fatores, compreendendo, em geral, os seguintes: capacidade de difusão e absorção do conhecimento, publicações científicas, leis e regras que governam a transferência de tecnologia, mobilidade do trabalho, incentivos ao investimento produtivo e propensão a poupar e outras condições de mercado.

Duas importantes conclusões são apresentadas pelo autor:

- (1) que ocorreu de fato um enfraquecimento do potencial de crescimento no conjunto dos países ricos e industrializados, criando, assim, a possibilidade de transferência do potencial de crescimento através do *catch up* para os países em processo de industrialização da Europa, Ásia e América Latina. E isso pode ser explicado pelo fato de que o estágio de desenvolvimento desses países gera condições objetivas para o aproveitamento das vantagens proporcionadas pelo seu atraso relativo.
- (2) os antigos países seguidores, que mantinham seu processo de crescimento baseado em “tomar emprestada” a nova tecnologia do

⁴¹ Ibid., p. 88, a expressão congruência tecnológica refere-se a “...the relevance or usefulness to less advanced countries of the techniques and forms of organization that characterize the frontiers of productivity in a leading economy. If factor supplies, markets, and their scales differ substantially among countries, the opportunities open to countries of equal productivity to take advantage of the methods of more productive economies will also differ. And in general, the potential of smaller countries to catch up to a productivity leader much larger in size will be restricted.”

líder e adaptá-la, passam a contribuir para o deslocamento da fronteira tecnológica para um patamar mais elevado. O autor afirma que no longo prazo os avanços no conhecimento originado de quaisquer fontes produzirão benefícios que serão compartilhados por todos os países conjuntamente.

Hikino e Amsden (1994) fazem uma minuciosa análise histórica do processo de industrialização recente ocorrida em alguns países.⁴² Conforme os autores, a diferença básica nos processos de industrialização dos países mais avançados e aqueles de industrialização mais recente reside no modo como a tecnologia se torna disponível.

Enquanto o primeiro conjunto de países é considerado como um grupo de inovadores, o segundo, constituído de países de industrialização recente, “tomam emprestado” as tecnologias desenvolvidas pelos inovadores e aplicam-nas, realizando melhorias incrementais. Quando esse processo é bem-sucedido, produz-se o processo de convergência. Um exemplo recente, conforme identificado em diversos trabalhos, ocorreu com os países integrantes da OCDE, que experimentaram um forte processo de convergência impulsionado pela transferência de tecnologia dos inovadores para aqueles em posição de atraso relativo. Mas os autores apontam para a existência de um paradoxo nesse processo:

“The quicker a country learns and the closer it approaches the world technological frontier, the sooner it will exhaust the opportunities to grow further by borrowing. In the learning paradigm, the precise reason for success creates the very

⁴² Takashi HIKINO e AliceH. AMSDEN, *Staying Behind, Stumbling Back, Sneaking Up, Soaring Ahead: Late Industrialization in Historical Perspective*, p. 285-315, classificam os países em seis grupos: “Group I: innovators (convergence club); Group II: 19th century followers (convergence club); Group III: 19th century cases of stumbling back; Group IV: underdeveloped or staying behind; Group V: learners or 20th century followers; Group VI: 20th century cases of stumbling back.”

condition for the disfunction of this particular growth mechanism, whereas in the innovating paradigm, the growth mechanism can, in theory, be sustained indefinitely." (Hikino e Amsden, 1994, p.309).

BCME - BIBLIOTECA

Conforme se pode observar, o paradoxo mencionado pelos autores mantém uma correspondência com a hipótese auxiliar de Abramovitz introduzida no conceito qualificado de *catch up*, segundo a qual o processo de convergência apresenta uma propriedade de auto-limitação que entra em funcionamento na medida em que os países seguidores aproximam-se dos líderes. Por outro lado, como único caso de país recém industrializado que já emergiu para a condição de inovador em processos tecnológicos, os autores apontam o Japão.

Hikino e Amsden (1994, p.286) argumentam em sua análise histórica que o processo de absorção tecnológica (segundo o critério de quem a produz e de quem somente a utiliza) condiciona três importantes aspectos da política de desenvolvimento industrial: o papel desenvolvimentista do governo, a competitividade das empresas e a estratégia, estrutura e operação das empresas líderes. Em relação à intervenção governamental, destacam que sua prioridade deve ser direcionada no sentido de promover o desenvolvimento da "alta tecnologia", como ocorre com o Japão, e no monitoramento das empresas. Na sua análise, os autores admitem tanto padrões de convergência como de divergência.

2.4 ESTUDOS EMPÍRICOS SOBRE A HIPÓTESE DA CONVERGÊNCIA

De Long (1988) apresenta uma contundente crítica ao estudo realizado por Baumol (1986), tendo como argumento central o fato de que na regressão utilizada por este autor, para a verificação da convergência, foi considerada uma amostra *ex post* de países que apresentaram trajetórias exitosas de crescimento e se tornaram países desenvolvidos. Para De Long, a escolha de Maddison excluiu da amostra aqueles países que não convergiram e que, no início do período estudado, configuravam uma situação de pobreza relativa. Assim, segundo De Long (1988, p.1139):

"Convergence is thus all but guaranteed in Baumol's regression, which tell us little about the strength of the forces making for convergence among nations that in 1870 belonged to what Baumol calls the convergence club."

Em decorrência dessa crítica, De Long (1988) propôs uma regressão sobre uma amostra de países de modo que se observasse o critério da seleção *ex ante*, ou seja, deveriam ser considerados aqueles países que tivessem apresentado indícios de que em 1870 provavelmente convergiriam no final do período de observação. Com essa providência ficaria eliminado o viés produzido pela decisão incorreta de Baumol (1986) quanto à seleção da amostra.

Assim, o autor inclui no seu estudo todos os países que demonstravam possuir grande potencial de crescimento econômico em 1870, ano marcado por uma fase de modernas transformações econômicas. Para corrigir o viés da amostra, De Long retira o Japão, que era o país mais pobre em 1870, na amostra de Maddison, e inclui a Espanha, Portugal, Argentina Chile, Irlanda e Nova Zelândia, cujas rendas *per capita* equiparavam-se à renda *per capita* da Finlândia, que, com a saída do Japão, passa a constituir-se no mais pobre do conjunto original. Além do mais, os seis países incorporados à amostra apresentavam em 1870 as condições necessárias para o aproveitamento das vantagens do atraso relativo e, portanto, de concretização das promessa de desenvolvimento.

A conclusão das estimações realizadas por De Long (1988), a partir da adoção de uma amostra de vinte e um países, após a correção do viés identificado na amostra selecionada por Maddison e utilizada por Baumol (1986), é a de que não mais se constata a tendência de convergência entre os níveis de produtividade ou produto *per capita* para o conjunto de países examinados, contrastando, pois, com os resultados obtidos anteriormente por Baumol.

Baumol e Wolff (1988) e Baumol, Blackman e Wolff (1989), após reconhecerem procedentes as críticas feitas por De Long (1988), reformulam suas

pesquisas iniciais e, observando o critério da amostra *ex ante*, comprovam que poucos países de fato começaram a apresentar convergência por volta do ano de 1860. Além do mais, para amostras contendo um número maior de países como a utilizada por De Long (1988), no seu período do estudo, não se constata a indicação de convergência.

Baumol e Wolff (1988) constroem, então, várias amostras de países em ordem decrescente dos produtos *per capita*, tomando como base as estimativas de Bairoch (1976)⁴³ para 19 países europeus de 1830 a 1913. Para cada amostra, contendo um número sempre maior de países, a partir dos oito primeiros colocados em expressão do produto *per capita*, são calculadas as séries temporais dos coeficientes de variação com base em estimativas disponíveis.

Os resultados obtidos mostram que até 1860 ocorria um crescente processo de divergência. Para a amostra contendo os oito países mais ricos a convergência inicia-se em torno de 1860 e consolida-se a partir de 1880, mas na medida em que um número maior de países com produtos *per capita* cada vez menores é acrescentado na amostra os dados voltam a apresentar divergência, que se mantém até o final do período, ou seja 1913.

Além disso, os autores mostram que, a partir dos dados fornecidos por Summers e Heston⁴⁴ sobre o produto bruto *per capita* de setenta e dois países, entre 1950 e 1980, há indicação de evidência de convergência⁴⁵, sendo esta tendência mais forte para o grupo de países de mais alta renda *per capita* que também apresenta uma redução do coeficiente de variação. Já em relação aos países de baixa renda na amostra, observa-se uma evidência de divergência.

⁴³ Cf. Paul BAIROCH, Europe's Gross National Product, 1800-1973, *Journal of European Economic History*, 5, p., 213-340.

⁴⁴ Robert SUMMERS e Alan HESTON, Improved International Comparisons of Real Product and its Composition, 1950-1980, *Review of Income and Wealth*, 30, p. 207-62.

⁴⁵ Neste teste os citados autores utilizam regressões da taxa de crescimento do produto **per capita**, verificada no período de 1950 a 1980 para várias amostras de países, sobre o produto **per capita** do ano de 1950.

No caso de amostras mais amplas de países, abrangendo grande heterogeneidade nos níveis de produto *per capita*, os autores não constataam a ocorrência de convergência e justificam:

... "in part because of the heterogeneous performance of the Less Developed Countries and failure of South American countries to live up to their growth promise". (Baumol e Wolff, 1988, p.1159).

Dowrick e Nguyen (1989) examinam a ocorrência de convergência da produtividade total de fatores (PTF) para os países que compõem a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), com o objetivo de verificar se esse processo explicaria uma possível tendência sistemática na convergência dos níveis de renda. Os autores buscam enfatizar o processo de *catch up* em termos da intensidade da difusão tecnológica entre os países da OCDE e, por esse motivo, utilizam o conceito da PTF.

Os resultados obtidos por Dowrick e Nguyen demonstram uma persistente tendência ao *catch up* da PTF ao longo de todo o período de 1950 a 1985, embora tenha sido observado o enfraquecimento do processo de convergência, a partir de 1973, em relação aos níveis de renda dos países da OECD. Esses resultados corroboram os resultados dos estudos realizados anteriormente por Abramovitz (1986) e Baumol e Wolff (1989), os quais já haviam constatado a tendência declinante do processo de convergência entre os níveis de renda *per capita* dos países componentes da OCDE, a partir de 1973, após longo período de rápida convergência que se iniciou após a Segunda Grande Guerra.

Uma das principais conclusões de Dowrick e Nguyen diz respeito à constatação de que a convergência da PTF (convergência residual) constitui um processo mais intenso e amplo do que a convergência do produto *per capita*, ou seja, verifica-se uma aproximação mais rápida nos padrões tecnológicos utilizados pelos países da OCDE do que nas suas produtividades do trabalho.

Dowrick (1989) retoma os estudos realizados inicialmente em parceria com Nguyen, delineando como um de seus objetivos explicar a “paradoxal consistência”⁴⁶ constatada em relação ao *catch up* da PTF. O autor tenta examinar se o *catch up* decorre da transferência de tecnologia do país líder para os seguidores ou se é consequência de uma constante realocação setorial de recursos dentro dos países. Apesar de formular essas questões com a pretensão de respondê-las, o autor não logra êxito no seu intento e reduz o seu estudo ao exame das causas da atenuação do ritmo de crescimento da renda *per capita* observada a partir de 1973, nos países componentes da OCDE. Dowrick apresenta como explicação para esse fato o esgotamento das possibilidades de crescimento da produtividade agregada proporcionadas pela transferência de trabalho da agricultura, onde a produtividade é mais baixa, para o setor industrial no qual ela apresenta padrões mais elevados.

Barro e Sala-i-Martin (1990) realizam uma abrangente investigação sobre a convergência relativamente a noventa e oito países, entre 1960 e 1985, utilizando os dados de Summers e Heston (1988). Estudos semelhantes são também realizados para os estados americanos. Com este propósito, os autores utilizam inicialmente uma regressão padrão entre a taxa de crescimento do produto *per capita* e o nível do produto inicial, que permite identificar a ocorrência de convergência absoluta ou incondicional.

Em seguida, adotam o procedimento de considerar uma regressão multivariada em que o conjunto de variáveis explicativas difere conforme sua pertinência para a análise da convergência entre os países ou para o caso específico dos estados americanos. Neste teste, admite-se que os países e estados apresentam diferentes *steady-states*, cujo controle é feito através da utilização das variáveis explicativas

⁴⁶ A expressão refere-se à constatação de que o *catch up* da PTF é relativamente insensível à seleção da amostra quando se procede à exclusão de países. Além disso, a aparência de paradoxo está no fato de que essa insensibilidade contrasta com resultados de estudos anteriores que demonstram serem as conclusões sobre a ocorrência de convergência ou divergência da renda *per capita* sensíveis à seleção da amostra de países.

consideradas, dentre as quais encontram-se: as taxas de matrícula no primeiro e segundo graus no ano de 1960 e a proporção média dos gastos do consumo do governo relativamente ao produto interno bruto entre 1970 e 1985. X

Como conclusões principais, os autores apontam, em primeiro lugar, para a ocorrência de convergência absoluta no caso dos estados americanos, contrastando com o resultado obtido para o conjunto de noventa e oito países, no teste da regressão padrão, que apresenta evidências de divergência. De outra parte, os testes mostram que há ocorrência de convergência para o conjunto de noventa e oito países, entre 1960 e 1985, somente quando o número de variáveis explicativas adicionais é mantido constante, constituindo, pois, uma clara manifestação de convergência condicional. Os autores estimam que os coeficientes de convergência das duas amostras analisadas são similares, situando-se em torno de 2% ao ano. BCME - BIBLIOTECA

Pesquisas empíricas objetivando determinar a existência de "clubes de convergência" de países em desenvolvimento também têm sido empreendidas com freqüência. Em relação à América Latina, destacamos o trabalho de Ruiz (1993) que examina a existência de uma robusta e sistemática tendência à convergência dos níveis de renda *per capita*, no período 1950-1987, relativamente a duas amostras alternativas de países.⁴⁷ Uma das principais metas do trabalho consiste em investigar se a convergência pode ser explicada por diferenças nas taxas de crescimento do grau de intensidade do fator trabalho ou por *catch up* da produtividade total do fator (PTF). X

Ruiz (1993) demonstra de forma conclusiva que há forte convergência nos níveis dos produtos *per capita* dos treze países mais ricos da América Latina. As

⁴⁷ Fernando O. RUIZ, *Convergence Hypothesis: The Latin America Experience*, p. 6, utiliza nos seus estudos duas amostras de países latinoamericanos. O primeiro grupo é constituído de dezoito países, sendo dezessete dos dezenove países do continente e um do Caribe. Já o segundo grupo, é representado por treze países considerados os mais estáveis politicamente do conjunto de dezoito países.

estimativas econométricas comprovam, por outro lado, que as diferenças nas taxas de crescimento dos treze países são explicadas pelo *catch up* da PTF e, também, na intensidade de uso dos fatores. Já em relação à amostra constituída de dezoito países, inclusive daqueles considerados politicamente instáveis, não existe qualquer evidência de convergência.

As tendências mais recentes nos estudos sobre a hipótese da convergência apontam na direção de análises cada vez mais desagregadas, tendo como objetivo central a identificação das fontes primárias dos ganhos de produtividade agregados.

Seguindo a preocupação de Abramovitz e de outros pesquisadores acerca da evolução da produtividade do trabalho nos Estados Unidos e nos países industrializados e suas implicações quanto à liderança americana na economia mundial, Dollar e Wolff (1988) e (1993) acrescentam valiosas explicações sobre a hipótese da convergência, considerada segundo o conceito de homogeneização, para cuja quantificação utilizam-se do coeficiente de variação. Assim, os autores usam dados para treze países industrializados⁴⁸ com o objetivo de examinar a convergência da produtividade do trabalho em nível de indústria individual, no período compreendido entre 1963 e 1982. Trata-se, mais especificamente, de investigar a ocorrência de convergência da produtividade do trabalho no setor manufatureiro, bem como nas indústrias que o compõem, naqueles países que têm revelado a presença do mencionado fenômeno no âmbito agregado da economia.

Dollar e Wolff (1988) ressaltam a importância da análise desagregada tendo em vista duas razões básicas: primeiro, ela permite uma maior compreensão da convergência em nível agregado porque esse processo deve ser consequência da convergência no nível micro e/ou decorrente da composição do emprego entre

⁴⁸ Os países considerados na amostra são os seguintes: Estados Unidos, Reino Unido, Itália, Suécia, Canadá, Alemanha, França, Japão, Dinamarca, Austrália, Finlândia, Áustria e Noruega.

indústrias com diferentes níveis de produtividade; a segunda razão apontada refere-se à verificação da hipótese de equalização do preço do fator entre os países industrializados em decorrência do comércio internacional.

Quanto aos resultados obtidos na verificação empírica, Dollar e Wolff mencionam os seguintes:

BCME - BIBLIOTECA

- (1) os treze países mais industrializados apresentaram convergência na produtividade do trabalho em quase todas as indústrias;
- (2) constatou-se que a variação na produtividade do trabalho entre os diversos países, relativamente a cada setor industrial, é maior do que se considerada para o setor industrial como um todo;
- (3) a variação na composição do emprego entre os diferentes países não possui muita relevância na explicação das diferenças observadas na produtividade do trabalho entre eles, não constituindo, portanto, fontes de convergência.

Na interpretação dos resultados, os autores sugerem duas hipóteses não mutuamente exclusivas para explicar a redução dos diferenciais de produtividade do trabalho na amostra considerada de países. Em primeiro lugar, que a relação capital-trabalho no nível da indústria tem apresentado convergência entre países. De outra parte, constatam que os níveis tecnológicos dos países se aproximaram, reduzindo-se, portanto, o hiato da produtividade do trabalho.

Bernard e Jones (1996), por outro lado, examinam os dados relativos a seis setores econômicos de quatorze países pertencentes à OCDE, com vistas à verificação da convergência da PTF. Os autores utilizam no seu estudo as técnicas de análise *cross-section* e de séries temporais⁴⁹ no período compreendido entre

⁴⁹ No caso das séries temporais, Bernard e Jones utilizam o conceito da convergência estocástica proposto em A. B. BERNARD e S. N. DURLAUF, *Interpreting Tests of the Convergence Hypothesis*, apud William J. BAUMOL et al., op. cit., p. 10.

os anos de 1970 e 1987. Em relação à importância de se proceder estudos desagregados em nível setorial, Bernard e Jones (1996, p.135) argumentam que:

“The issues and results on sectoral contributions to aggregate productivity convergence are central to the understanding of how countries grow and, in particular, of the followers catch up to leaders.”

Acrescentam, ainda, que uma abordagem adicional e relevante para o entendimento do papel das indústrias na convergência agregada pode ser encontrado na possível influência do comércio internacional sobre o mencionado processo.

Em relação aos resultados obtidos, Bernard e Jones (1996) mostram que sob o ponto de vista setorial há uma grande heterogeneidade nos movimentos de produtividade entre os diversos países da amostra, sendo que as evidências apontam para a existência de convergência em algumas indústrias, mas não para todas elas. Para os citados autores, as diferenças entre os setores influenciam no processo de convergência em nível dos países.

Além disso, eles constatam que a convergência da produtividade total dos fatores (PTF) agregada, observada para os países da OCDE, é impulsionada basicamente pelos setores econômicos não-manufatureiros, em especial o setor de serviços. Quanto à explicação para a ausência de convergência em grandes amostras de países identificada em vários estudos, apresentam o argumento de que esse fato decorre da variação na composição setorial em países com distintos níveis de renda.

2.5 A CONTRIBUIÇÃO DA EDUCAÇÃO NOS PROCESSOS DE CONVERGÊNCIA

Uma série de estudos dedicam uma especial atenção ao exame da contribuição de um conjunto de variáveis para o processo de convergência da produtividade ou do produto *per capita*.⁵⁰ Muitos desses trabalhos têm investigado

⁵⁰ A esse conjunto de variáveis William J. BAUMOL, op. cit., p. 62, denomina de *ancillary variables*, às quais atribui ...“influences that play no direct role in the convergence phenomenon”.

a relevância da educação quer para explicar sua influência no crescimento econômico dos países quer no desencadeamento e intensificação dos processos de convergência de suas rendas *per capita*. Esse é o caso de Baumol, Blackman e Wolff (1989, p.205-206) que examinam a importância da educação para o processo de convergência, concluindo que:

... "in effect, countries with similar educational levels were shown quite consistently to be converging among themselves in terms of RGDP, though not catching up with countries whose educational levels were higher."

BCME - BIBLIOTECA

Outros autores como Mankiw, Romer e Weil (1990), na tentativa de explicar as razões para a inconsistência apresentada nos estudos sobre a hipótese da convergência que incluem um grande número de países em modelos de crescimento com retornos decrescentes, testam um modelo de Solow ampliado no qual o papel da educação na convergência do produto *per capita* é igualmente examinado.

Os dados utilizados baseiam-se em Summers-Heston (1988) e em informações complementares sobre a educação secundária fornecidas pelo relatório anual da UNESCO. As conclusões básicas são sumariadas a seguir:

- (1) 80 por cento da variação na renda *per capita* poderia ser explicada pelo crescimento da população, pela poupança e escolarização da população;
- (2) a poupança e a escolarização possuem igual importância como fatores explicativos das variações da renda *per capita*;
- (3) os países convergiriam se eles todos tivessem as mesmas taxas de crescimento da população, de poupança e escolarização, estimando-se, nesse caso, que cerca de metade da diferença em suas rendas poderia ser eliminada num período de 35 anos.

Ram (1991) também examina a influência da educação no processo de convergência das rendas *per capita*. Utilizando dados para 59 países obtidos em Summers-Heston (1988), referentes ao período compreendido entre 1950 e 1985, e adotando uma função de regressão quadrática na renda à qual incorpora uma medida de escolaridade média da força de trabalho para cada país, Ram conclui que nos modelos convencionais, que não incorporam uma variável medindo a escolarização da força de trabalho, as estimativas de convergências não são confirmadas. No entanto, quando uma adequada medida relativa à escolarização é acrescentada ao modelo especificado, pode-se, então, comprovar a ocorrência de convergência.

Examinando os fatores determinantes do crescimento econômico e da convergência das rendas *per capita* dos países, Verspagen (1991) dá ênfase a dois aspectos: primeiro, no hiato tecnológico entre países retardatários e o país situado na fronteira do conhecimento e, em segundo lugar, à capacidade de assimilação do conhecimento disponível pelos países retardatários.

Na análise desses aspectos, o autor constrói um modelo simplificado o qual apresenta uma especificação não linear, permitindo a ocorrência de convergência - *catch up* - ou divergência - *falling behind* - dos países retardatários relativamente ao líder. A ocorrência de cada um dos processos antes mencionados dependerá da capacidade interna de aprendizado dos países seguidores, que constitui fator determinante da taxa de absorção do conhecimento e da tecnologia gerados no país líder.

Quando ocorrer a situação em que a capacidade de aprendizado dos países seguidores estiver posicionada acima de um certo nível previamente identificado, verificar-se-á, então, a possibilidade de efetivação do *catching up*. Em caso contrário, pode-se assegurar que o processo de divergência, ou *falling behind*, é inevitável.

Verspagen testa seu modelo para uma amostra de 135 países, obtendo resultados que confirmam suas hipóteses. Uma das mais importantes conclusões

decorrentes dos testes empíricos é a de que a educação da força de trabalho constitui o principal fator determinante da capacidade de assimilação do conhecimento e, portanto, responsável pela absorção adequada da tecnologia produzida nos países da fronteira tecnológica.

↪ Wolff e Gittleman (1993), por outro lado, desenvolvem uma investigação mais ampla, através de testes que incluem mais variáveis representativas da educação no processo de convergência, e apresentam novas e importantes evidências a esse respeito.

Trabalhos anteriores já haviam comprovado que a disponibilidade de educação fornecida aos habitantes de determinado país é um dos mais importantes fatores na explicação da redução do hiato de renda *per capita* relativamente às economias mais prósperas. No entanto, esses estudos não examinam com minúcia a importância relativa dos três níveis de escolarização – primário, secundário e superior – no processo de *catch up*. Essa verificação é feita pelos autores ao estabelecerem como objetivo a mensuração dos papéis dos três níveis da educação no processo de *catch up* com base nos dados de matrícula e do grau de escolarização. ↙

Quanto aos resultados obtidos, Wolff e Gittleman (1993) constatam que no período de 1960-85, considerando todos os países da amostra⁵¹, os três níveis educacionais, em termos de matrícula e grau de escolarização da força de trabalho, são estatisticamente significantes no nível de um por cento. Além do mais, quando consideradas amostras separadas de países segundo o grau de desenvolvimento, os autores constatam que para os países mais desenvolvidos a taxa de matrícula universitária constitui a única variável educacional significativa na explicação do crescimento econômico. ↙ Em relação aos países de renda baixa e média, as taxas

⁵¹ Os citados autores utilizam dados extraídos de Summers-Heston referentes ao produto per capita para 63 países no período 1950-1985 e 111 países para o período 1960-1985. As informações sobre educação referem-se a dados do Banco Mundial.

de matrícula no primeiro e segundo graus são significantes, o que não ocorre com a matrícula universitária.

Além do mais, os autores sugerem que o grau de escolarização age indiretamente como um fator que promove o crescimento por meio de seu efeito positivo sobre o investimento e que, ao mesmo tempo, há evidências sugerindo fortes complementaridades entre o investimento e a disponibilidade de força de trabalho treinada. Observam, ainda, que, apesar da importância da matrícula no nível universitário como determinante do crescimento nos países de mais alta renda, foi constatada a tendência de redução dessa importância ao longo do tempo. A explicação para isso reside no fato de que as habilidades requeridas na educação universitária estão se tornando menos relevantes para o crescimento da produtividade.⁵²

BCME - BIBLIOTECA

↘ Lichtenberg (1994) também desenvolveu ampla investigação sobre a importância da educação na convergência dos produtos *per capita*. Partindo das informações sobre os graus de escolarização relativas aos países, bem como de seu fator determinante, expresso pelas taxas de matrícula,⁵³ examina os efeitos das diferenças na educação sobre os distintos níveis de produtividade internacional e, por conseguinte, nos processos de convergência das rendas *per capita*.

Os resultados obtidos sugerem, na opinião do autor, que tanto em termos do níveis de escolarização como das taxas de matrícula têm ocorrido um processo de convergência entre os países. Essa convergência tem sido mais forte e significativa em relação às taxas de matrícula do que aos níveis de escolarização e, ainda, nos níveis mais baixos de educação do que em relação aos mais altos. De acordo ainda com o autor, os dados mostram que a convergência nas taxas

⁵² De acordo com Edward N. WOLFF e Maury GITTLEMAN, *The Role of Education in Productivity Convergence: Does Higher Education Matter?*, p. 165, "Among the advanced economies, university enrollment does exert a significant effect on growth but this effect seems to have diminished over the postwar period rather than increasing. One possible explanation is that the skills acquired in university education are becoming less relevant to productivity growth".

⁵³ Os dados educacionais referentes aos países têm como fonte a UNESCO.

de investimento em capital humano são acompanhadas da convergência nas taxas de investimento em capital físico, comprovando, assim, a suposição feita por Wolff e Gittleman (1993) acerca da complementaridade entre as duas modalidades de capital.

Para verificar o efeito da convergência das taxas de matrícula sobre a convergência da renda, o autor utiliza a estimativa de duas funções de produção distintas incorporando a variável capital humano. Na primeira função, os fatores de produção são representados pelo capital humano (taxas de matrícula), capital físico e trabalho, enquanto que na segunda o trabalho é desagregado em quatro categorias de instrução. Os resultados indicam que a convergência das taxas de matrícula do segundo grau devem resultar num grau similar de convergência da rendas *per capita*.

2.6 ESTUDOS EMPÍRICOS SOBRE A CONVERGÊNCIA NO BRASIL

O exame da hipótese da convergência no âmbito da economia brasileira tem sido objeto de vários estudos recentes, os quais apresentam basicamente como fundamentação teórica o modelo de crescimento econômico de inspiração neoclássica desenvolvido por Barro e Sala-i-Martin (1990). Estes autores verificaram a ocorrência de convergência, através de análise *cross-section*, entre as rendas *per capita* dos estados americanos utilizando dados relativos um período correspondente a um século.

Nos estudos iniciais realizados no Brasil, por inspiração do modelo aplicado para a economia americana, constata-se uma preocupação com a convergência da renda *per capita* como medida de produtividade agregada da economia. Além disso, há na maioria desses estudos uma subjacente motivação em submeter a teste empírico os pressupostos do modelo neoclássico de crescimento econômico, formulado segundo a versão original de Barro e Sala-i Martin.

Estudos mais recentes, contudo, têm procurado desenvolver análises mais desagregadas da convergência das rendas a partir de dados microrregionais ou

das produtividades setoriais. O objetivo básico desses trabalhos está voltado para a compreensão da dinâmica própria intra-regional ou de setores específicos, bem como para seus efeitos sobre o processo de crescimento econômico de longo prazo. Observa-se, mais recentemente, em relação a esses estudos, a incorporação de variáveis explicativas auxiliares (*ancillary variables*) que possuem supostamente um efeito indireto sobre o processo de convergência.

Quanto ao período das análises da hipótese da convergência, observa-se uma concentração nos anos compreendidos entre 1950 e 1995. Trata-se de um período de tempo bem menos extenso que aqueles geralmente utilizados em vários trabalhos empíricos abordados pela já bastante vasta literatura econômica internacional. É certo que, no caso brasileiro, os estudos sobre crescimento econômico, particularmente quanto ao exame da hipótese da convergência, estão fortemente limitados pela disponibilidade e confiabilidade dos dados disponíveis. Alguns trabalhos têm utilizado inclusive dados estimados para determinados anos pela falta de observações estatísticas. Em face do reduzido tamanho da amostra Ellery Jr. e Ferreira (1995, p.32) afirmam ser impossível obter-se uma conclusão definitiva sobre a ocorrência de um processo histórico de convergência dos PIB *per capita* entre os estados brasileiros.

É importante assinalar, por outro lado, que o período de 1950-85 abrange uma fase da história econômica brasileira na qual se observa a intensificação do processo de industrialização, cujas características básicas constituem fatores relevantes à compreensão do crescimento econômico com implicações sobre a convergência. Alguns aspectos deste processo merecem ser destacados embora de modo sucinto por não se constituir objetivo desta dissertação a abordagem do processo de industrialização brasileira.⁵⁴

⁵⁴ Para um exame mais detalhado sobre a origem do processo de industrialização brasileiro, vejam-se Celso FURTADO, *Formação Econômica do Brasil*, e Wilson SUZIGAN, *Indústria Brasileira - Origem e Desenvolvimento*.

Nos anos 50, as políticas governamentais foram orientadas para o aprofundamento da industrialização, cujo início remonta aos anos 30 como consequência das crises verificadas nos balanços de pagamento e da expansão do mercado interno, sendo conduzida através de um processo de substituição de importações (ISI) e que resultou na consolidação da hegemonia industrial da região Sudeste do país, constituindo a principal beneficiária do crescimento econômico. Essas políticas governamentais propiciaram ainda um declínio na posição absoluta da região Nordeste, caracterizando, assim, uma tendência de ampliação das disparidades econômicas regionais que já vinham sendo constatadas desde o declínio do ciclo da cana-de-açúcar e o consequente deslocamento do centro dinâmico para a região Sudeste, em face da exploração da atividade econômica do café. Verifica-se, assim, de acordo com Vergolino e Monteiro Neto (1996, p.2)

... “um claro processo de divergência na trajetória da renda per capita entre as regiões do Brasil.”

Em 1959, foi criado o Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN) que, conforme assinalam Vergolino e Monteiro Neto (1996, p.2),

...”procurou estabelecer um conjunto de políticas que perseguiram exatamente o preconizado pelo modelo neoclássico – a convergência das rendas per capita entre as regiões.”

E para a concretização da política regional foi criada a SUDENE que estabeleceu entre os seus objetivos a intensificação dos investimentos industriais com a finalidade de criar fontes de empregos nas zonas urbanas. Utilizando o instrumento dos incentivos fiscais, a SUDENE procurou transferir capital da região Sudeste do país para o Nordeste. Na verdade buscava reproduzir, entre Sul-Nordeste, a relação existente entre os países desenvolvidos e o Brasil, no mesmo período. (Bresser Pereira, 1982, p.86).

Tratava-se, portanto, de aplicar internamente o processo de substituição de importações, adotado em nível da economia brasileira, como política governamental direcionada para a industrialização. Esses aspectos relacionados à industrialização brasileira, bem como a atuação do governo na ampliação da infra-estrutura da região, constituem elementos relevantes mencionados nos estudos como fatores que contribuem para a intensificação dos processos de convergência ou divergência.

A importância desses estudos é ressaltada por Almeida et al (1997, p.278-279):

BCME - BIBLIOTECA

“Duas décadas após o início do processo de industrialização da região, centrado no mecanismo de incentivos fiscais, e mais recentemente no Fundo de Desenvolvimento do Nordeste (FNE), faz-se necessária a realização de estudos comparativos sobre a evolução do setor industrial do Nordeste. De particular importância é a análise sobre a existência ou não de um processo de convergência da produtividade do trabalho em nível de setor e de gêneros industriais.”

Quanto às conclusões dos estudos empíricos realizados para a economia brasileira sobre a hipótese da convergência, podemos destacar que, em geral, o período compreendido entre 1950 e 1985, no qual há maior disponibilidade de dados, apresenta inquestionavelmente um processo de convergência entre os PIB *per capita* dos estados. Estudos realizados para o período posterior a 1985, contudo, mostram resultados controversos.

Ellery Jr. e Ferreira (1995) constatam a ocorrência de convergência entre os PIB *per capita* dos estados brasileiros, tanto segundo o conceito de convergência absoluta como no conceito de homogeneização, no período compreendido entre 1970 e 1990. Esses autores atribuem a ocorrência de convergência à atuação do governo federal através da transferência de rendas entre os estados.

No que respeita aos estudos de âmbito microrregional, Vergolino e Monteiro Neto (1996, p.21), analisando a convergência dos PIB *per capita* das microrregiões nordestinas, afirmam que

“...há poucas evidências que este processo esteja de fato acontecendo no período de 1970 a 1993-nesta região.”

E acrescentam que as capitais dos estados constituem a fonte básica dos processos de divergência regional.

Wanderley (1997) realiza um estudo para a convergência do PIB *per capita* dos municípios do Estado de Minas Gerais entre 1985 e 1995, introduzindo um teste com o objetivo de quantificar a importância do capital humano nesse processo. Ele constata como conclusão a efetividade do processo de convergência, sendo este

“...fortemente condicionado pela proporção de alfabetizados na população maior de dez anos e, em menor grau, pela proporção da população que atendeu ao primeiro grau.”

Em relação à estimação da importância do capital humano, representado pelo tempo (número de anos) médio de escolarização da população economicamente ativa (PEA), para a explicação do crescimento econômico interestadual no Brasil, Andrade (1997) utiliza dois modelos para medir o impacto dessa contribuição no período de 1970 a 1995. O primeiro modelo refere-se à abordagem neoclássica convencional na qual o capital humano participa da função de produção como um insumo. Um segundo modelo adota a concepção do crescimento endógeno e neo-schumpeteriana. Nesse caso, a importância do capital humano vai além de sua participação como insumo na função de produção, passando também a ser considerado como um fator condicionante da geração, adoção e implementação de inovações tecnológicas.

Os resultados obtidos nas estimações evidenciam a superioridade da abordagem neoclássica como forma de especificação para medir a contribuição

da relevância do capital humano na explicação do processo de crescimento do produto bruto interestadual no Brasil. O coeficiente estimado para essa variável indica que “para cada ano adicional de escolaridade média da população economicamente ativa, o produto interno bruto se eleva em aproximadamente 32%”, Andrade (1997, p. 1528). A elevada magnitude do coeficiente estimado é atribuída pela autora ao acentuado crescimento observado na escolarização média da população economicamente ativa, que em 1970 era de 2,5 anos de estudo e, em 1995, alcançava a média de 5,5 anos de estudo.

Por outro lado, Andrade (1997, p. 1544) comprova também no seu trabalho a hipótese da convergência das rendas *per capita* estaduais, no período 1970-1995, por meio da estimação do coeficiente da renda inicial com valor negativo e significativo.

Almeida et al (1997), por sua vez, procedem a uma análise mais desagregada da convergência ao investigarem a sua ocorrência em termos da produtividade do trabalho entre estados nos vários gêneros da indústria de transformação entre os anos de 1950 e 1985. Como resultado empírico, constata-se a evidência de fraca convergência em relação aos gêneros industriais e relatam a existência de convergência entre 1950 e 1985 e de 1970 a 1985 quanto à produtividade do trabalho para a indústria de transformação como um todo.

Em suma, podemos afirmar que os resultados empíricos obtidos para a economia brasileira quanto à hipótese da convergência têm dado origem a uma intensa discussão sobre os padrões do crescimento econômico do país, tendo como uma das questões centrais a distribuição regional dos seus benefícios. É certo, por outro lado, que as limitações na disponibilidade de dados censitários mais utilizados têm impedido a ampliação dos estudos, notadamente em relação à inclusão de períodos mais recentes. Observamos, contudo, um amplo espaço para incorporação de vários elementos que permitam uma melhor compreensão do fenômeno da convergência e de seus fatores determinantes, inclusive na ótica das novas teorias do crescimento econômico.

Capítulo III

REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresentamos a abordagem do crescimento concebida por Ramsey (1928) e aprimorada por Cass (1965) e Koopmans (1965). Essa concepção do modelo neoclássico difere das formulações iniciais de Solow (1956) e Swan (1956) principalmente pela utilização de fundamentos microeconômicos e pela forma de determinação das variáveis econômicas agregadas. Além do mais, enquanto no modelo original de Solow a taxa de poupança é considerada constante e exógena, na abordagem de Ramsey, Cass e Koopmans ela é determinada endogeneamente por meio do processo de otimização dinâmica, no qual as famílias e as empresas interagem em mercados competitivos.

De acordo com Solow (1991, p.395), o seu modelo postula uma função consumo que pode ser testada econometricamente, estabelecendo uma relação entre consumo agregado e renda nacional⁵⁵. Nessa relação, a propensão a consumir é mantida constante, o mesmo acontecendo, portanto, com a propensão a poupar. A sua abordagem ele denomina de comportamental, enquanto que a versão refinada de Ramsey, Cass e Koopmans é classificada por ele como otimizadora, pois adota o procedimento de deduzir o consumo a partir da maximização da função utilidade da família representativa sujeita a uma específica restrição orçamentária⁵⁶.

A importância atribuída nesses modelos à taxa de poupança reside no fato de sua magnitude determinar, juntamente com outros parâmetros, os níveis

⁵⁵ Robert M.SOLOW, Growth Theory, *Companion to Contemporary Economic Thought*, p.395, resume as equações de seu modelo, em termos agregados a uma relação que expressa a função de produção e a uma equação de equilíbrio representada pela igualdade entre investimento e poupança.

⁵⁶ Robert M.SOLOW, op. cit., p. 396, ao referir-se à abordagem de otimização fundamentada em Ramsey e outros, afirma que "It is, so to speak, a planned economy, but planned by the representative family."

das variáveis macroeconômicas no *steady-state*. Além do mais, no caso específico do modelo de Ramsey-Cass-Koopmans, a taxa de poupança, sendo determinada endogeneamente, representa a trajetória ótima efetivamente desejada, afastando, em conseqüência, a possibilidade de ocorrência de superestimação, o que não acontece nos modelos de Solow e Swan nos quais a taxa de poupança é constante e exógena.

A concepção distinta para a taxa de poupança nos dois enfoques neoclássicos do crescimento também produz diferenças na dinâmica de transição para o *steady-state*. A adoção de uma taxa de poupança variável com o crescimento econômico acarreta alterações sobre a velocidade de convergência do produto *per capita* para o equilíbrio estacionário. Caso ocorra uma elevação da taxa de poupança em virtude do crescimento da relação capital-trabalho e, por conseguinte, da renda *per capita*, então, haverá uma redução da velocidade de convergência relativamente àquela constatada nos modelos originais de Solow e Swan.

BCME - BIBLIOTECA

O caso oposto, ou seja, a redução da relação capital-trabalho, ensejará uma elevação da velocidade de convergência. Observamos, no entanto, que a propriedade da convergência manter-se-á no modelo Ramsey-Cass-Koopmans, como no modelo de Solow, em decorrência da suposição de rendimentos decrescentes do capital (Barro e Sala-i-Martin, 1995).

A referência básica deste capítulo encontra-se nos textos de Kamien e Schwartz (1991), Chiang (1992), Barro e Sala-i-Martin (1992) e (1995), Blanchard e Fischer (1994), Romer (1996) e Sala-i-Martin (1996).

O capítulo está dividido do seguinte modo: na Seção 3.2 apresentamos o modelo de Ramsey-Cass-Koopmans; na Seção 3.3 discutimos a convergência no modelo de Barro e Sala-i-Martin; na Seção 3.4 abordamos os modelos econométricos tanto na formalização de Baumol (1986) quanto a abordagem de Barro e Sala-i-Martin (1992), que serão utilizados no teste empírico da ocorrência

ou não de convergência da produtividade do trabalho na indústria de transformação brasileira, no período 1950-1985; e, finalmente, na Seção 3.5 destacamos as limitações do modelo teórico.

3.2 O MODELO DE CRESCIMENTO: A FORMALIZAÇÃO DE RAMSEY-CASS-KOOPMANS

3.2.1 Pressupostos do Modelo

A questão fundamental abordada inicialmente por Ramsey consistia em determinar quanto um país deveria poupar, utilizando o enfoque da otimização intertemporal dos recursos disponíveis ao longo de um horizonte de tempo determinado. Como consequência desse procedimento, a taxa de poupança passava a ser determinada endogeneamente⁵⁷.

O modelo apresentado nesta seção constitui um aprimoramento metodológico dessa idéia central de Ramsey. Na sua essência, está presente a preocupação com a maximização do bem-estar no contexto de uma análise intertemporal. Trata-se, portanto, de considerar um horizonte temporal bastante amplo no qual o processo de otimização na alocação de recursos, ao longo desse período, é resolvido de forma dinâmica. Como resultado, obtêm-se trajetórias que descrevem a evolução das variáveis macroeconômicas relevantes no horizonte de tempo definido. E dentre estas trajetórias encontram-se fronteiras particulares que descrevem as trajetórias ótimas. Estas últimas são, portanto, as que realmente importam.

No modelo que se refere a uma economia fechada e sem governo, dois agentes desempenham papel central no processo de otimização. De um lado, estão as famílias que são responsáveis pela oferta dos serviços de trabalho e

⁵⁷ J.O. BLANCHARD e S. FISCHER, *Lectures on Macroeconomics*, p. 38, apresentam a questão central proposta por Ramsey e a forma de resolvê-la: "how much a nation save and solved it using a model that is now the prototype for studying the optimal intertemporal allocation of resources.". Ou seja, a poupança passa a ser determinada através de um procedimento de otimização dinâmica.

detêm a propriedade da totalidade dos ativos da economia. As famílias recebem, em compensação pela propriedade dos fatores, salários e rendimentos de juros. Elas também adotam decisões sobre o consumo de bens e serviços, bem como de quanto poupar para acumulação de novos ativos nos períodos subseqüentes.

As firmas, por seu turno, empregam trabalho e capital, produzem bens e serviços e vendem a produção num ambiente de mercado de concorrência perfeita.

Face à importância desses dois agentes na formulação do modelo, explicitaremos a seguir as hipóteses nas quais seus comportamentos estão fundamentados. Com esse objetivo, abordaremos de início as famílias e as empresas, separadamente, para, em seguida, estabelecermos a interação entre os dois agentes no processo de otimização.

A) Famílias

BCME - BIBLIOTECA

O modelo refere-se ao agente representativo de todas as famílias. A atuação do agente representativo reflete o comportamento do conjunto das famílias da economia. Essas possuem a propriedade dos fatores de produção os quais são utilizados pelas firmas em troca do pagamento de remuneração dos seus serviços, abrangendo salários e rendimentos de juros. Ademais, adotam decisões de consumo e poupança as quais afetam a acumulação de novos ativos.

Cada família é composta de um ou mais membros adultos que constituem trabalhadores da geração presente. Ao estabelecer seus planos, esses trabalhadores levam em consideração o bem-estar tanto dos atuais como dos seus futuros descendentes⁵⁸. Observa-se, assim, um processo de interação entre gerações no qual a maximização do bem-estar corrente afeta aquele relativo às gerações futuras. Desse modo, o modelo contempla a maximização da utilidade da família representativa no tempo corrente sujeita a uma restrição orçamentária que abrange um período de tempo infinito.

⁵⁸ Cf. Robert J. BARRO e Xavier SALA-I-MARTIN, *Economic Growth*, p. 60.

Conforme destacado por Barro e Sala-i-Martin (1995, p.60), esse comportamento corresponde a considerar as famílias como possuidoras de existência infinita, embora os indivíduos possuam tempo de vida limitado. Trata-se, portanto, de um padrão de comportamento em que as pessoas transferem ativos reais e financeiros de modo seqüenciado, geração após geração, para seus herdeiros.

A população, L_t , cresce a uma taxa constante n que é determinada exogeneamente pela influência líquida dos fatores fertilidade e mortalidade. Essa taxa de crescimento pode ser considerada como sendo a mesma para o tamanho da família representativa ou de várias famílias idênticas. Então, no tempo t o tamanho da família é dado por:

$$L(t) = L_0 \cdot e^{nt}$$

BCME - BIBLIOTECA

O consumo *per capita* $c(t)$ é representado pela relação entre o consumo e a população total, ou seja, $c(t) = \frac{C(t)}{L(t)}$.

Cada membro da família deriva utilidade do seu próprio consumo sendo essa utilidade expressa por:

$$u(c(t)) \quad (1)$$

A função utilidade representativa que deve ser maximizada é definida então como sendo a seguinte:

$$U = \int_0^{\infty} u\left[\frac{C(t)}{L(t)}\right] L(t) \exp(-\rho t) dt \quad (2)$$

Substituindo $L(t)$ em (2) obtém-se:

$$U = L_0 \int_0^{\infty} u[c(t)] \exp(n - \rho)t dt \quad (3)$$

A equação (3) constitui a função de bem-estar da família no tempo t , a qual é dada pela soma descontada das utilidades instantâneas $u(t)$. Já a função

utilidade $u(t)$, equação (1), também conhecida como "função da felicidade", apresenta, por hipótese, as seguintes propriedades: é uma função côncava e crescente do consumo *per capita* das famílias, ou seja: $u'(c) = \frac{du}{dc}[c(t)] > 0$ e $u''(c) = \frac{d^2u}{dc^2}[c(t)] < 0$; e satisfaz as condições de Inada: $u'(c) \rightarrow \infty$ quando $c \rightarrow 0$ e $u'(c) \rightarrow 0$ quando $c \rightarrow \infty$.

O parâmetro ρ , utilizado na equação (2) para descontar as utilidades instantâneas, representa a taxa de preferência temporal ou taxa de impaciência e tem valor sempre positivo. A razão para que esse parâmetro assuma valor positivo reside no fato de que as gerações preferem uma unidade do seu próprio consumo do que uma unidade de consumo da geração futura. Ou então, apresentando de outra forma, o consumo é valorizado diferentemente ao longo do tempo. Observa-se, ainda, que quanto maior for o valor de ρ (preferência temporal) menor será o valor que a família atribui ao consumo futuro relativamente ao consumo corrente. (Romer, 1996, p.39).

B) Firms

As firmas produzem um único produto $Y(t)$ usando capital, $K(t)$, e trabalho $\hat{L}(t) = A(t)L(t)$, expresso em unidades de eficiência, por meio de uma função de produção $F(K(t), A(t)L(t))$, homogênea de grau 1 e na qual se incorpora o progresso técnico aumentador de trabalho $A(t)$ ou Harrod-neutro⁵⁹.

A hipótese de rendimentos constantes de escala permite que a função de produção possa ser expressa sob a forma intensiva, ou seja:

$$\hat{y} = \frac{Y}{AL} = F\left(\frac{K}{AL}, 1\right) = \frac{1}{AL} F(K, AL) \quad (4)$$

⁵⁹ Progresso técnico neutro segundo o critério de Harrod ocorre quando a função de produção se desloca ao longo do tempo de acordo com a seguinte especificação: $Y = F(K, A(t)L)$, onde $A(t) = 1$ para todo $t = 0$ e $A(t) > 1$, $A'(t) > 0$ para todo $t > 0$. Esta definição de neutralidade do progresso técnico é mais consistente com os modelos de crescimento econômico porque permite uma relação capital-trabalho variável no tempo, sendo, portanto, compatível com a noção de *steady-state*.

Definindo-se $Y(t)$ como o produto por unidade de tempo, $\hat{y} = \frac{Y}{AL}$, o produto médio do trabalho em unidades de eficiência e $\hat{k} = \frac{K}{AL}$, a relação capital-trabalho, também em unidades de eficiência, podemos escrever a função de produção sob a forma intensiva como:

$$\hat{y} = f(\hat{k}) \quad (5)$$

Admite-se que os fatores capital e trabalho representados na função de produção são igualmente essenciais e que ambos contribuem para a produção, não sendo possível a obtenção de produto com a utilização de apenas um fator de produção. Essa suposição pode ser expressa do seguinte modo $F(0, L) = F(k, 0) = 0$.

Acrescentamos ainda as hipóteses de que as produtividades marginais do capital e trabalho são positivas e decrescentes. Na forma da função de produção intensiva, expressão (5), temos que $f'(k) > 0$ e $f''(k) < 0$.

As firmas, em cada momento, empregam capital e trabalho e vendem o resultado da sua produção no mercado competitivo. Dessa forma, a taxa de retorno no tempo t é determinada por $i(t) = f'(\hat{k}(t))$, enquanto o salário real por unidade de trabalho efetivo é expresso por:

$$w(t) = f(\hat{k}(t)) - \hat{k}(t)f'(\hat{k}(t))$$

BCME - BIBLIOTECA

3.2.2 Otimização Dinâmica no Modelo Ramsey-Cass-Koopmans

Sob o aspecto formal, há duas abordagens alternativas, embora equivalentes, sobre o modo de tratar com o problema da otimização da função utilidade. Uma abordagem supõe a existência de um planejador central que deseja no tempo $t=0$ maximizar o bem-estar da família (Blanchard e Fischer, 1994, p.39). A outra forma supõe uma economia descentralizada, concorrência perfeita, dois

fatores de produção (capital - K e trabalho - L), remunerados segundo suas produtividades marginais⁶⁰, e que, em qualquer ponto no tempo, cada família decide quanto capital e trabalho ofertar às empresas em troca de remuneração dos seus serviços, sob as formas de salário - w e juro - i , bem como quanto deve poupar ou consumir (Blanchard e Fischer, 1994, p.49).

As duas abordagens produzem resultados equivalentes, embora o procedimento para alcançá-los exija alguma adaptação, notadamente em relação à equação de restrição. Pode-se acrescentar, ainda, que a restrição na abordagem do planejador central conforma-se mais apropriadamente ao conceito do produto, enquanto na versão de uma economia descentralizada ela se adequa melhor ao conceito da renda. Neste último enfoque, há que se introduzir uma restrição adicional conhecida como condição No-Ponzi-Game⁶¹ que impede a ocorrência da solução trivial caracterizada pela maximização da utilidade da família decorrente simplesmente do estabelecimento de graus crescentes de endividamento.

De acordo com a abordagem do planejador central, o produto possui duas destinações: consumo e investimento. Este último, constituído do investimento líquido e da parcela destinada à reposição do estoque de capital, permite a ampliação do estoque de capital da economia e, em conseqüência, do consumo futuro, afetando, assim, o bem-estar da família representativa.

Formalmente, podemos escrever:

$$Y(t) = F(K(t), L(t)) = C(t) + I(t) \quad (6)$$

ou ainda:

$$F(K(t), L(t)) = \frac{dK}{dt} + \delta K + C(t) \quad (7)$$

⁶⁰ Ver nota explicativa 1, Anexo 1.

⁶¹ Cf. J.O. BLANCHARD e S. FISCHER, op. cit., p. 49, Charles Ponzi foi um norte-americano que ficou rico e famoso na década de 20, utilizando-se do que hoje é conhecido como corrente da fortuna. A restrição No-Ponzi-Game (NPG) impede graus crescentes de endividamento.

Considerando as hipóteses sobre a função de produção e lembrando que δ representa a taxa de depreciação e n a taxa de crescimento da população e da força de trabalho, a equação (7) pode ser reescrita como⁶²:

$$\dot{k}_t = f(k(t)) - c(t) - (\delta + n)k(t), \text{ onde } \dot{k} = \frac{dk}{dt}$$

(8) 

A equação (8) constitui a restrição orçamentária da economia que será considerada no processo de otimização.

Como já foi dito anteriormente, a família representativa tem como objetivo a maximização de seu bem-estar no tempo $t=0$, considerando que em cada momento do horizonte de tempo (neste caso, infinito) ela escolhe entre consumir ou investir no aumento do estoque de capital, o que determinará padrões subsequentes de consumo diferenciados conforme a decisão adotada.

A trajetória ótima de crescimento pode ser então definida a partir da solução do seguinte problema:

$$\text{Maximização de } U(t) = L_0 \int_0^{\infty} e^{-(\rho-n)t} u(t) dt \quad (9)$$

$$\text{Sujeito a: } \frac{dk(t)}{dt} = \dot{k} = f(k(t)) - c(t) - (n + \delta)k(t) \quad (10)$$

$$\text{e } k(0) = k_0, \quad 0 \leq c(t) \leq f(k(t))$$

Em relação à função-objetivo (9), podemos introduzir a suposição feita por Cass de que $\rho - n > 0$, que equivale a definirmos uma taxa de desconto (r) positiva para o consumo de modo que $r \equiv \rho - n > 0$, assegurando, assim, a convergência no modelo neoclássico. Uma suposição simplificadora pode ser, ainda, acrescentada à função (9), sem prejuízo para o modelo, qual seja a de considerar $L_0 = 1$.

⁶² Ver nota explicativa 2, Anexo 1.

Adotadas as mencionadas alterações e simplificando a notação com a omissão da variável tempo por conveniência de apresentação, o problema de otimização apresentado em (9) e (10) pode ser reescrito da seguinte forma:

$$\text{maximização de } U(t) = \max \int_0^{\infty} u(c)e^{-rt} dt \quad (9)'$$

$$\text{sujeito a: } \dot{k} = f(k) - c - (n + \delta)k \quad (10)'$$

$$\text{e } K(0) = k_0, \quad 0 \leq c \leq f(k)$$

A solução resulta do princípio de máximo, segundo o qual as trajetórias ótimas são derivadas a partir da função Hamiltoniana descrita a seguir⁶³:

$$H(c, k, \mu, t) = e^{-rt} u(c) + \mu [f(k) - c - (n + \delta)k] \quad (11)$$

As condições necessárias e suficientes⁶⁴ para obtenção de trajetórias ótimas são abordadas sob o seguinte conjunto de equações:

$$H_c = \frac{\partial H}{\partial c} = 0 \Rightarrow e^{-rt} u'(c) = \mu \quad (12)$$

$$-H_k = \frac{\partial \mu}{\partial t} \Rightarrow \dot{\mu} = -\mu [f'(k) - (n + \delta)] \Rightarrow -\frac{\dot{\mu}}{\mu} = f'(k) - n - \delta \quad (13)$$

⁶³ Dois procedimentos podem ser adotados na solução deste problema de otimização dinâmica. O primeiro deles refere-se à utilização do instrumental do cálculo de variação, através do qual se obtém a equação de Euler como condição de primeira ordem. O segundo procedimento utiliza o controle ótimo, que é mais geral, e, a partir da função Hamiltoniana (princípio de máximo), obtêm-se as condições de primeira ordem, resultando também na equação de Euler.

⁶⁴ Para um exame mais detalhado a respeito do assunto, ver M.I.KAMIEN e N.I.SCHWARTZ, *Dynamic Optimization – The Calculus of Variations and Optimal Control in Economics and Management*, p 115-124; Alpha C.CHIANG, *Elements of Dynamics Optimization*, p. 167-177.

$$\dot{k} = f(k) - c - (n + \delta)k \quad (14)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \mu(t)k(t) = 0 \quad (15)$$

Diferenciando toda a equação (12) e substituindo o resultado na equação (13), de modo que seja eliminada a variável auxiliar ou coestado $\mu(t)$, tem-se que:

$$-re^{-\pi t}u'(c) + e^{-\pi t}u''(c)\dot{c} = \dot{\mu} \quad (16)$$

$$-re^{-\pi t}u'(c) + e^{-\pi t}u''(c)\dot{c} = -e^{-\pi t}u'(c)[f'(k) - n - \delta] \quad (16)'$$

Depois de realizadas as simplificações na expressão (16)', obtemos a conhecida equação de Ramsey:

$$\dot{c} = -\frac{u'(c)}{u''(c)}[f'(k) - (r + n + \delta)] \quad (17)$$

De modo equivalente:

$$\left[\frac{cu''(c)}{u'(c)} \right] \left(\frac{dc/dt}{c} \right) = r + n + \delta - f'(k) \quad (17)'$$

Blanchard e Fischer (1994) apresentam esta última expressão como forma de dar realce à expressão, cujo significado é o de refletir a curvatura da função utilidade. Demonstram, ainda, que a mencionada expressão é igual à elasticidade da utilidade marginal em relação ao consumo a qual, por sua vez, está relacionada à elasticidade instantânea de substituição, $\sigma(c(t))$, para variações muito pequenas no tempo⁶⁵.

⁶⁵ A elasticidade de substituição (s) relativa a dois pontos distintos no tempo, (t) e (s), tem sua expressão dada por: $s(c_t) = \{[u'(c_t)/u'(c_s)]/[c_s/c_t]\} \cdot \{d[c_s/c_t]/d[u'(c_s)/u'(c_t)]\}$

Quando "s" se aproxima de "t", pode-se assegurar que s tende a igualar-se à relação: $-u'(c)/u''(c) \cdot c$

Desse modo, a equação (17)' pode ser reescrita de forma a incorporar a elasticidade instantânea de substituição:

$$\frac{dc(t)/dt}{c(t)} = \sigma(c(t)) [f'(k) - \delta - n - r]$$

BCME - BIBLIOTECA (17)

A expressão (17)'' é de particular interesse quando se adota uma função utilidade que apresenta características bastante especiais no que concerne ao comportamento da elasticidade instantânea de substituição.

Na literatura econômica de crescimento econômico e em trabalhos empíricos envolvendo a análise intertemporal, dois tipos de funções de utilidade são frequentemente adotados. Uma das classes de funções utilidade é caracterizada por possuir a elasticidade de substituição constante, constituindo o caso mais comum. O outro tipo de função utilidade apresenta a elasticidade de substituição decrescente em relação ao nível de consumo⁶⁶.

Retomando as equações diferenciais (14) e (17), resultantes da solução do problema de otimização definido pelas expressões (9)' e (10)', podemos afirmar que elas constituem as taxas ótimas de crescimento das variáveis $k(t)$ e $c(t)$ ao longo do horizonte de tempo definido. A solução desse sistema de equações diferenciais permite a obtenção das trajetórias ótimas das mencionadas variáveis, atendidas as condições iniciais e de transversalidade.

Caso não sejam conhecidas as formas específicas das funções de produção e utilidade, somente será possível procedermos a uma análise qualitativa do modelo, a qual é feita por meio da utilização do diagrama de fase, que mostra as propriedades dinâmicas das variáveis estado e controle - $k(t)$ e $c(t)$, respectivamente, definidas no modelo, tendo como referência o equilíbrio de *steady-state*.

⁶⁶ Sobre esse assunto, ver mais detalhes em J.O BLANCHARD e S. FISCHER, op. cit., p. 42.

3.2.3 Diagrama de Fase

Construímos o diagrama de fase utilizando as equações (14) e (17) como base para o desenho da curva $\dot{k}=0$ e da linha $\dot{c}=0$. Ambas funções são construídas no espaço c,k , conforme pode ser observado nas figuras 3.1(b) e 3.2.

Figura 3.1

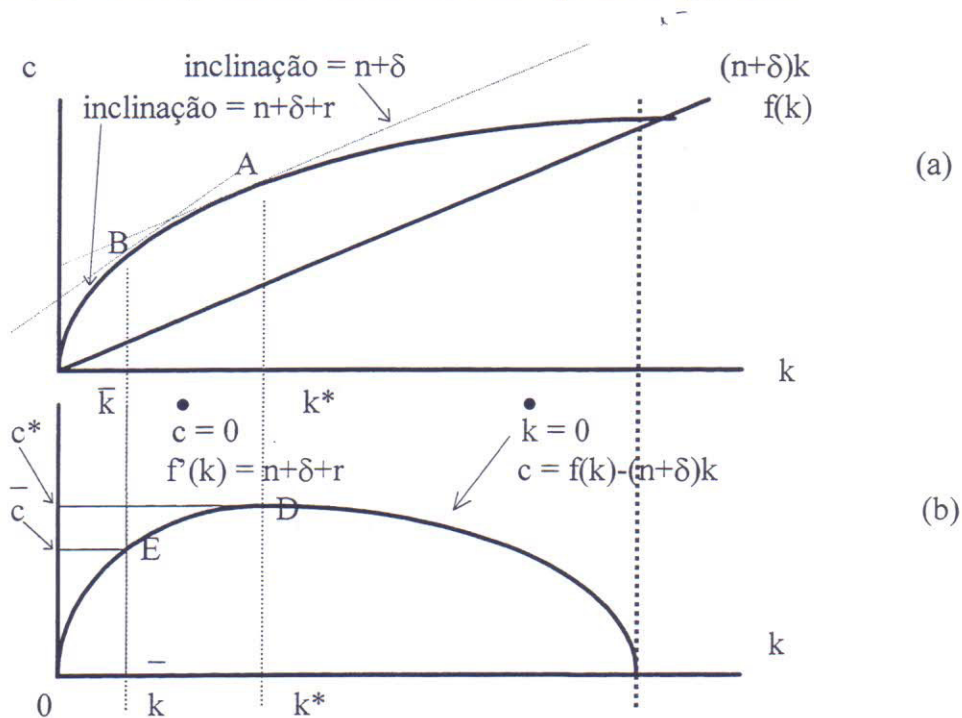
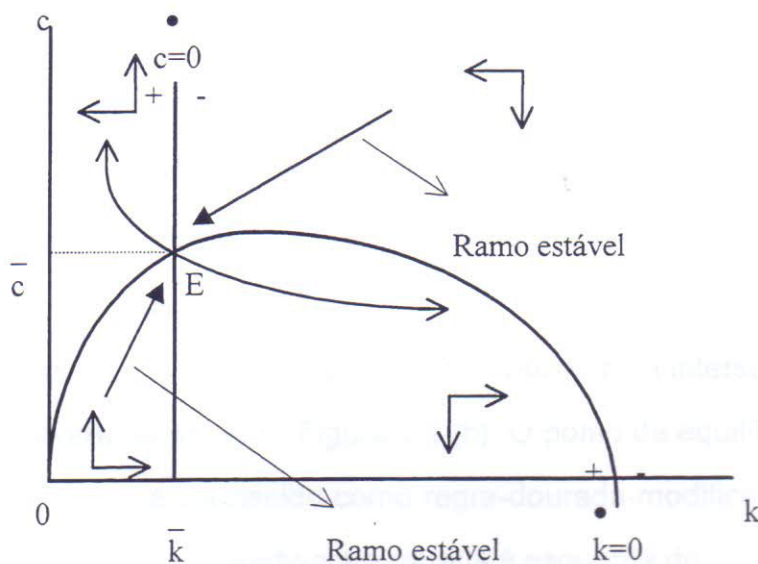


Figura 3.2



Inicialmente, fazemos $\dot{k}=0$ na equação (14), resultando na curva representada por $c = f(k) - (n + \delta)k$.

Como podemos observar, esta função é expressa pela diferença de duas outras funções, $f(k)$ e $(n+\delta)k$, ambas dependentes da variável k , sendo a primeira delas, $f(k)$, côncava e a outra, $(n+\delta)k$, linear com inclinação dada por $(n+\delta)$. Essas duas funções estão representadas na Figura 3.1 (a)⁶⁷.

A curva $c=f(k)-(n+\delta)k$, corresponde a $k=0$, é representada geometricamente pela distância compreendida pela função côncava $f(k)$ e a linha reta ascendente $(n+\delta)k$. Para $k=0$, a função $c=f(k)-(n+\delta)k$ assume valor igual a zero. À medida que k cresce c também cresce até alcançar o valor máximo quando $k=k^*$. A partir daí, o valor de c decresce com o crescimento de k , chegando a se igualar a zero quando $f(k)=(n+\delta)k$. O gráfico de $c=f(k)-(n+\delta)k$ encontra-se expresso na Figura 3.1 (b) e é representado por uma função côncava cujo valor máximo é alcançado em D .

Fazendo, agora, $\frac{0}{c} = 0$, na equação (17) obtém-se:

$$f'(k) = n + \delta + r$$

Uma vez que $f'(k)$ é uma função monótona decrescente e $(n+\delta+r)$ uma função constante (independente de k), as duas curvas interceptam-se em um único ponto, o que determina solução única dada em $k = \bar{k}$.

O único ponto que satisfaz a condição $f'(\bar{k}) = n + \delta + r$ é indicado por B, na Figura 3.1(a), correspondendo, portanto, a um valor único para $k = \bar{k}$. Geometricamente, os pontos nos quais $\frac{0}{c} = 0$ são representados pela linha reta vertical originada em $k = \bar{k}$, Figura 3.1 (b).

Os valores de k e c no *steady-state* são obtidos pela interseção das duas curvas, o que ocorre no ponto E, Figura 3.1 (b). O ponto de equilíbrio resultante da combinação (\bar{k}, \bar{c}) é conhecido como regra-dourada-modificada porque ele determina uma posição de *steady-state* situada à esquerda do ponto D, (k^*, c^*) , o qual é tradicionalmente denominado pela literatura de regra-dourada. Nesta últi-

⁶⁷ Cf. Alpha C. CHIANG, op. cit., p. 259-260.

ma situação de equilíbrio, o consumo *per capita* alcança o valor máximo (Figura 3.1, (b), ponto D).

A razão para essa divergência decorre nitidamente da introdução, no presente modelo, da taxa de preferência temporal com valor positivo, conforme suposição de Cass. Esse resultado reflete um comportamento segundo o qual cada geração prefere uma unidade do seu próprio consumo, em relação a uma unidade de consumo das gerações futuras. (Romer, 1996, p.39).

A análise do diagrama de fase pode ser visualizada na Figura 3.2, em que o plano ck foi subdividido em quatro subplanos delimitados pelas curvas $\dot{c} = 0$ e $\dot{k} = 0$. Em cada um desses quatro subplanos as variáveis c e k apresentam distintas combinações de comportamento dinâmico representadas pelas direções das setas. Estas indicam as trajetórias das variáveis quando elas se afastam das linhas traçadas a partir das condições dadas por $\dot{c} = 0$ e $\dot{k} = 0$, que se referem ao crescimento zero do consumo *per capita* e da relação capital-trabalho, ambos medidos em unidades de eficiência.

Essa dinâmica pode ser melhor compreendida a partir da diferenciação parcial das equações (14) e (17) que nos permite indicar a direção do deslocamento de uma variável quando a outra se altera, de modo a induzi-la ao afastamento da linha de estacionariedade correspondente. Assim, temos que:

$$\frac{\partial \dot{k}}{\partial c} = -1 < 0 \quad (18)$$

$$\frac{\partial \dot{c}}{\partial k} = -\frac{u'(c)}{u''(c)} f''(k) < 0 \quad (19)$$

Desse modo, pode-se verificar pela equação (18) que todos os pontos acima da curva $\dot{k} = 0$ indicam trajetórias decrescentes em k , enquanto aqueles abaixo evidenciam comportamento inverso.

Da equação (19), por sua vez, constata-se que à direita da linha $\dot{c} = 0$ a variável c decresce na medida em que k aumenta, enquanto à esquerda da mencionada linha ocorre um crescimento de c quando k decresce.

Os subplanos I e III são dominados por trajetórias estáveis conduzindo as variáveis c e k para o ponto $E, (\bar{k}, \bar{c})$, no qual ocorre um equilíbrio de ponto de sela⁶⁸. Os outros dois subplanos são caracterizados por apresentarem trajetórias instáveis que induzem ao afastamento do ponto de equilíbrio E .

Pode-se observar que no equilíbrio de *steady-state*, ponto E , a relação capital-trabalho, o produto *per capita* e o consumo *per capita* são constantes devido à definição preliminar da função de produção adotada neste tópico, da qual se omitiu o progresso técnico. Posteriormente, quando analisarmos a questão da convergência, este será incorporado à função de produção.

3.2.4 A Condição de Transversalidade

A condição de transversalidade compõe o conjunto de condições de primeira ordem do processo de otimização dinâmica, cabendo a ela assegurar que as trajetórias obtidas correspondam efetivamente às melhores trajetórias dentre todas aquelas possíveis.

Num processo de otimização com horizonte de tempo infinito, a condição de transversalidade pode ser comparada à condição terminal para o caso em que o intervalo de tempo é finito⁶⁹. Embora pouco rigorosa do ponto de vista formal, essa idéia pode ser bastante útil para compreensão de sua importância

⁶⁸ Cf. M.I.KAMIEN e N. L. SCHWARTZ, op. cit., p. 309, um sistema composto de duas equações diferenciais nas variáveis $x(t)$ e $y(t)$, tendo como solução:

$$x(t) = A_1 e^{r_1 t} + A_2 e^{r_2 t} \quad y(t) = B_1 e^{r_1 t} + B_2 e^{r_2 t}$$

sendo r_1 e r_2 as raízes reais, com $r_1 > 0 > r_2$. Se $A_1 = B_1 = 0$ e $A_2 \neq 0$ e $B_2 \neq 0$, então $x(t)$ e $y(t)$ convergirão para o ponto de equilíbrio (x_s, y_s) quando "t" crescer. A esse equilíbrio chamamos de "ponto de sela" (*saddlepoint*).

⁶⁹ Robert J. BARRO e Xavier SALA-I-MARTIN, op. cit., p.65, advertem, no entanto, que "the interpretation of the condition in the infinite-horizon problem as the limit of the corresponding condition for a finite-horizon problem is not always correct".

na obtenção das trajetórias ótimas. De outra parte, ela desempenha, ainda, a função de assegurar a ocorrência da convergência no modelo neoclássico, conforme será visto mais adiante.

A interpretação econômica da condição de transversalidade constitui etapa relevante no estudo do modelo neoclássico de crescimento para cuja compreensão devemos-nos orientar a partir de agora.

Em primeiro lugar, é importante observar que a expressão (15) - condição de transversalidade - apresenta-se como o limite do produto de dois fatores. Estes são representados pelas variáveis coestado, $\mu(t)$, e estado, $k(t)$. A condição imposta a esse limite é que ele seja igual a zero. Nesse produto a variável coestado $\mu(t)$ constitui o preço-sombra associado ao estoque de ativos pertencentes à família representativa que é expresso pela variável estado, $k(t)$. Logo, o produto $\mu(t)k(t)$ expressa o valor do estoque de ativos pertencentes à família no tempo t .

A imposição de que $\lim_{t \rightarrow \infty} \mu(t)k(t) = 0$ assegura que na vizinhança da fronteira superior do modelo de horizonte infinito a família não manterá valores de estoque de ativos diferentes de zero. Desse modo, fica assegurado no modelo que a família representativa optará pela transformação do estoque total de ativos em consumo, elevando assim o seu nível de bem-estar na vizinhança do limite superior de tempo e garantindo a escolha da trajetória ótima de consumo ao longo do horizonte temporal.

Caso essa condição não fosse atendida, a família poderia acumular, por exemplo, ativos com valores positivos por todo horizonte de tempo, significando dizer que o processo de otimização intertemporal produziria uma trajetória de consumo que não seria seguramente a trajetória ótima. No entanto, agindo diferentemente, a família poderia elevar o nível de bem-estar na vizinhança da fronteira superior, caso adotasse o comportamento de consumir a totalidade dos ativos, ao invés de mantê-los com valores positivos, o qual implicaria, nesta situação, um nível de consumo mais baixo e, em conseqüência, um padrão de bem-estar inferior.

Uma forma alternativa de apresentação da condição de transversalidade pode ser deduzida através da utilização da expressão (13). Em primeiro lugar, determina-se a trajetória do preço-sombra⁷⁰ - variável coestado ou auxiliar - por meio da seguinte integração:

$$\int \left(\frac{\mu'(t)}{\mu(t)} \right) dt = - \int_0^t [f'(k) - (n + \delta)] dv \Rightarrow \mu(t) = \mu(0) \exp \left\{ - \int_0^t [f'(k) - (n + \delta)] dv \right\} \quad (20)$$

Na equação (12), obtém-se o valor do termo $\mu(0)$ que é dado por $\mu(c(0))$ e cuja magnitude é positiva haja vista que $c(0)$ é finito. Assim, substituímos $\mu(t)$ descrito pela equação (20) na condição de transversalidade, expressão (15), omitindo o termo $\mu(0)$, porque sendo este constante e positivo não afetará o limite que, como será visto a seguir, terá seu valor condicionado pelo comportamento da exponencial. A nova expressão passa a ser então dada por:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left\{ k(t) \exp \left[- \int_0^t [f'(k) - (n + \delta)] dv \right] \right\} = 0 \quad (21)$$

Pode-se observar da equação (21) que a condição de transversalidade requer que $f'(k) - (n + \delta) > 0$ ou, ainda, $f'(k) - \delta > n$. Ou seja, a taxa de retorno no *steady-state* deve superar a taxa de crescimento da população que, por sua vez, é igual à taxa de crescimento do estoque de capital, no caso da ausência de progresso técnico.

A forma adotada na expressão (21) realça a restrição ao crescimento do ativo *per capita*, a fim de que seja garantida a trajetória ótima de consumo. Tal restrição assegura ao modelo que o ativo *per capita* não crescerá assintoticamente a uma taxa maior que $i - (n + \delta)$ ⁷¹, ou de modo equivalente, que o nível dos ativos não deverá crescer a uma taxa maior que a taxa de juros, i .

⁷⁰ Preço-sombra deve ser entendido como aquele prevalecente no equilíbrio de concorrência perfeita e na ausência de distorções na economia.

⁷¹ Mais detalhes sobre esse assunto veja em Robert J. BARRO e Xavier SALA-I-MARTIN, op. cit., p.87. A variável i corresponde à taxa de juros cujo valor de equilíbrio é igual à produtividade marginal do capital.

Na abordagem alternativa da otimização, baseada numa economia descentralizada, na qual a família representativa toma decisões de consumo, que, em certos períodos pode levá-la a recorrer a financiamentos, impõe-se a condição de transversalidade como restrição impeditiva ao endividamento crescente. Essa restrição, conhecida como *No-Ponzi-Game*, não permite que ocorra a solução de ótimo caracterizada pela ampliação crescente do consumo, e, conseqüentemente, do bem-estar, sustentado pelo endividamento sem limite.

Em certos intervalos de tempo precisos, no entanto, é permitido à família uma eventual elevação da dívida, mas essa situação não pode caracterizar um comportamento sistemático que resulte numa trajetória de endividamento crescente ao longo do horizonte de tempo definido.

BCME - BIBLIOTECA

3.3 A CONVERGÊNCIA NO MODELO NEOCLÁSSICO DE CRESCIMENTO

ECONÔMICO: A ABORDAGEM DE BARRO E SALA-I-MARTIN

Nos modelos neoclássicos de crescimento, tanto na versão original de Solow (1956) quanto nas contribuições de Ramsey (1928), Cass (1965) e Koopmans (1965), a convergência da renda *per capita* constitui um importante corolário. A diferença básica entre o modelo de Solow e os demais é que, no primeiro, os países pobres crescem inequivocamente a taxas maiores que os países ricos. Isso se deve ao fato de que a taxa de poupança é exógena e mantida constante, sendo, portanto, independente da relação capital-trabalho medida em termos de eficiência.

Nos demais modelos, embora ocorra uma tendência geral para os países pobres crescerem mais rapidamente que os países ricos, é possível encontrar um padrão contrário em alguns intervalos de \hat{k} . Neste caso, a razão para a ocorrência desse padrão distinto está na dependência da taxa de poupança à relação capital-trabalho, medida em termos de eficiência. (Barro e Sala-i-Martin, 1990, p.410). Ou seja:

$$s \equiv [f(\hat{k}) - \hat{c}] / f(\hat{k})$$

No entendimento de Fotti e Targetti (1997, p.28), a existência de um mundo no qual coexistem vários países, todos eles possuindo o mesmo conhecimento tecnológico disponível, representado pela função de produção, e, ao mesmo tempo, todos eles dispondendo da mesma capacidade de absorção do progresso técnico, o modelo neoclássico de crescimento mostra que os níveis de produto *per capita* entre os países convergirão.

O fator básico determinante do processo de convergência no modelo neoclássico é constituído pela existência de retornos decrescentes do fator capital. Nos países ou regiões mais pobres ocorrem elevadas taxas de retorno do capital investido e, em consequência, produz-se uma tendência no sentido do mais rápido crescimento da renda *per capita* nesses países ou regiões comparativamente àquelas mais desenvolvidas.

Outros fatores podem contribuir para reforçar a tendência de convergência. Em primeiro lugar, os fluxos de capital e tecnologia provenientes dos países ou regiões mais avançadas para os países ou regiões mais atrasadas. Em segundo lugar, se menciona o processo migratório da força de trabalho destes países ou regiões para aqueles. Dessa forma, quanto mais intenso for o intercâmbio comercial entre os países ou regiões e maior for a mobilidade de fatores de produção entre elas, mais rapidamente se verificará a convergência para a mesma taxa de crescimento do produto *per capita*.

Neste ponto, torna-se necessário enfatizar dois aspectos distintos do conceito de convergência. Primeiro, diz-se que a convergência é absoluta quando, não havendo diferenças de preferências e de tecnologia entre os países ou regiões, estes tendem a evoluir para o mesmo nível de renda *per capita* de equilíbrio no *steady-state*. Entretanto, a ocorrência de diferenças entre os países ou regiões quanto aos mencionados elementos conduz-nos ao processo da convergência condicional, segundo o qual a trajetória de deslocamento dar-se-á na direção de níveis de *steady-state* diferenciados.

Passamos a examinar, a partir deste ponto, a propriedade da convergência no modelo neoclássico de crescimento, utilizando a versão de Barro e Sala-i-Martin (1990). Esse enfoque introduz ao modelo de Ramsey-Cass-Koopmans duas importantes especificações que permitem determinar as trajetórias de

evolução das principais variáveis em direção ao equilíbrio de *steady-state* e possibilitam, ainda, a caracterização do conjunto de parâmetros que influenciam a velocidade de convergência. As mencionadas especificações referem-se às funções de utilidade e de produção.

É importante acrescentar, ainda, que a introdução dessas modificações mantém rígida coerência com os pressupostos gerais da versão de Ramsey-Cass-Koopmans do modelo neoclássico e, como veremos mais adiante, permite que se conceba um modelo econométrico operacionalmente adequado para o teste empírico da hipótese da convergência.

O primeiro passo consiste em especificar a função de produção sob a forma intensiva de modo a assegurar as propriedades e pressupostos explicitados no modelo. Isto é feito adotando-se uma função Cobb-Douglas expressa da seguinte forma:

$\hat{y} = f(\hat{k}) = A\hat{k}^\alpha$, onde $0 < \alpha < 1$ e \hat{y} e \hat{k} correspondem ao produto e capital por unidade de trabalho efetivo, Le^{xt} , sendo L o trabalho e x a taxa de progresso técnico exógeno e neutro segundo o conceito de Harrod.

A etapa seguinte refere-se à especificação da função utilidade. Esta é representada por uma função CRRA (*Constant Relative Risk Aversion*) em que a elasticidade de substituição instantânea é constante. A expressão da função utilidade é dada por:

$$u(c) = \frac{c^{1-\theta} - 1}{1-\theta}, \text{ onde } \theta > 0, \text{ tal que a elasticidade instantânea de}$$

substituição $\sigma(c(t))$ é igual a $\frac{1}{\theta}$. Tem-se ainda que $c = c(t) = \frac{C(t)}{L(t)}$.

O problema de otimização do tipo proposto por Ramsey torna-se, agora, o seguinte:

$$\text{maximizar } U(O) = \int_0^{\infty} u(c)e^{nt}e^{-\rho t} dt \quad (22)$$

$$\text{sujeito a: } \dot{\hat{k}} = f(\hat{k}) - \hat{c} - (\delta + x + n)\hat{k} \quad (23)$$

e $\hat{k}(0) \geq 0$, onde: $\hat{c} = C/Le^{xt}$, δ é a taxa de depreciação, n a taxa de crescimento do trabalho L e ρ constitui a taxa de preferência temporal.

A função Hamiltoniana do problema de otimização é dada por:

$$H(c, k, \mu, t) = \left(\frac{c^{1-\theta} - 1}{1-\theta} \right) e^{-(\rho-n)t} + \mu(t) \left[f(\hat{k}) - ce^{-xt} - (\delta + n + x)\hat{k} \right] \quad (24)$$

As condições de primeira ordem são representadas por:

$$H_c = 0 \Rightarrow c^{-\theta} e^{-(\rho-n-x)t} = \mu(t) \quad (25)$$

$$-H_k = \mu \Rightarrow -\frac{\mu}{\mu} = \left[f'(\hat{k}) - (\delta + n + x) \right] \quad (26)$$

$$\hat{k} = f(\hat{k}) - \hat{c} - (\delta + x + n)\hat{k} \quad (27)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \mu(t)k(t) = 0 \quad (28)$$

BCME - BIBLIOTECA

Diferenciando-se totalmente (25), substituindo a expressão resultante em (26) e realizando-se as simplificações, obtém-se:

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\theta} \left[f'(\hat{k}) - \delta - \rho \right] \quad (29)$$

Visto que $\hat{c} = ce^{-xt}$, então:

$$\frac{\dot{\hat{c}}}{\hat{c}} = \frac{\dot{c}}{c} - x \quad (30)$$

$$\text{Logo, } \frac{\dot{\hat{c}}}{\hat{c}} + x = \frac{1}{\theta} \left[f'(\hat{k}) - \delta - \rho \right] \quad (31)$$

No *steady-state*, temos que:

$$\frac{\dot{\hat{c}}}{\hat{c}} = \frac{\dot{\hat{y}}}{\hat{y}} = \frac{\dot{\hat{k}}}{\hat{k}} = 0 \quad \text{e} \quad \frac{\dot{c}}{c} = \frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{k}}{k} = x$$

Assim, a equação (31) resulta na expressão:

$$x = \frac{1}{\theta} \left[f'(\hat{k}) - \delta - \rho \right] \Rightarrow f'(\hat{k}) = \delta + \rho + \theta x \quad (32)$$

Substituindo (32) em (26), temos que:

$$\frac{\mu}{\mu} = -[\rho - n - (1 - \theta)x] \quad (33)$$

A integração de (33) permite a obtenção da trajetória da variável coestado (preço-sombra do total de ativos):

$$\int_{\mu}^0 \frac{1}{\mu} dt = - \int_0^t [\rho - n - (1-\theta)x] dv \quad (34)$$

ou

$$\mu(t) = \mu(0) \exp \left[- \int_0^t [\rho - n - (1-\theta)x] dv \right] \quad (35)$$

De (25), obtém-se:

$$\mu(0) = c(0)^{-\theta} > 0 \quad (36)$$

Substituindo (35) na condição de transversalidade (28) tem-se que:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left\{ k(t) \exp \left[- \int_0^t [\rho - n - (1-\theta)x] dv \right] \right\} = 0 \quad (37)$$

Para que o limite acima seja satisfeito é condição suficiente que $\rho - n - (1-\theta)x > 0$ ou, ainda, $\rho > n + (1-\theta)x$, que passa a constituir, de agora em diante, a condição de transversalidade, a qual assegura que o estoque de capital cresce assintoticamente a uma taxa menor que a taxa de retorno, $f'(\hat{k})$ (Barro e Sala-i-Martin, 1990, p.409).

A dinâmica de transição pode ser devidamente avaliada e quantificada através da expansão de Taylor, nas equações (27) e (31) log-linearizadas, em torno do *steady-state*⁷².

Substituindo nas equações (27) e (31) a expressão correspondente à função Cobb-Douglas, podemos reescrevê-las do seguinte modo:

$$\frac{d\hat{k}}{dt} = \hat{k} = A\hat{k}^\alpha - \hat{c} - (x + n + \delta)\hat{k} \quad (38)$$

$$\frac{1}{\hat{c}} \frac{d\hat{c}}{dt} = \frac{\hat{c}}{c} = \frac{c}{c} - x = \frac{1}{\theta} (A\alpha\hat{k}^{\alpha-1} - \delta - \rho - \theta x) \quad (39)$$

⁷² Para um exame mais detalhado sobre este procedimento, veja M.I.KAMIEN e N.L.SCHWARTZ, op. cit., p.310; William G. McCALLUM et al., *Cálculo de Várias Variáveis*, p. 89-92.

De (38), temos que:

$$\frac{d}{dt}(\ln \hat{k}) = \frac{1}{\hat{k}} \frac{d\hat{k}}{dt} = \frac{1}{\hat{k}} \left[A\hat{k}^\alpha - \hat{c} - (x + n + \delta)\hat{k} \right] \quad (40)$$

ou ainda:

$$\frac{d}{dt}(\ln \hat{k}) = A\hat{k}^{-(1-\alpha)} - \frac{\hat{c}}{\hat{k}} - (x + n + \delta) \quad (41)$$

Devemos observar que:

$$A \exp[-(1-\alpha) \ln \hat{k}] = A\hat{k}^{-(1-\alpha)}$$

e

$$\exp[\ln(\hat{c}/\hat{k})] = \frac{\hat{c}}{\hat{k}}$$

Desse modo, as equações log-linearizadas de (38) e (39) são as seguintes:

$$\frac{d}{dt}(\ln \hat{k}) = A e^{-(1-\alpha) \ln \hat{k}} - e^{\ln(\hat{c}/\hat{k})} - (x + n + \delta) \quad (42)$$

$$\frac{d}{dt}(\ln \hat{c}) = \frac{1}{\theta} \left[\alpha A e^{-(1-\alpha) \ln \hat{k}} - (\rho + \theta x + \delta) \right] \quad (43)$$

No equilíbrio de *steady-state*, temos que:

$$A e^{-(1-\alpha) \ln \hat{k}^*} - e^{\ln(\hat{c}^*/\hat{k}^*)} = x + n + \delta \quad (44)$$

$$\alpha A e^{-(1-\alpha) \ln \hat{k}^*} = \rho + \theta x + \delta \quad (45)$$

A aproximação log-linear do sistema de equações diferenciais (42) e (43) na vizinhança do equilíbrio de *steady-state* é obtida pela expansão de Taylor do sistema em torno de $(\ln \hat{k}^*, \ln \hat{c}^*)$, mantendo-se apenas os termos de primeira ordem.

Na forma matricial, podemos expressar esse resultado do seguinte modo:

$$\begin{bmatrix} \frac{d}{dt}(\ln \hat{k}) \\ \frac{d}{dt}(\ln \hat{c}) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho - n - (1-\theta)x & x + n + \delta - (\rho + \theta x + \delta)/\alpha \\ -(1-\alpha)(\rho + \theta x + \delta)/\theta & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ln\left(\frac{\hat{k}}{\hat{k}^*}\right) \\ \ln\left(\frac{\hat{c}}{\hat{c}^*}\right) \end{bmatrix} \quad (46)$$

O determinante da matriz característica é expresso por:

$$\det M_c = -[(\rho + \theta x + \delta)/\alpha - (x + n + \delta)](\rho + \theta x + \delta)(1-\alpha)/\theta \quad (47)$$

O exame do valor desse determinante permite-nos concluir sobre a existência de raízes que constituirão as soluções para o sistema de equações diferenciais descrito em (46).

Podemos notar que:

$\alpha < 1 \Rightarrow (\rho + \theta x + \delta)(1 - \alpha) / \theta > 0$ e que, da condição de transversalidade (37), $\rho + \theta x > x + n \Rightarrow (\rho + \theta x + \delta) / \alpha - (x + n + \delta) > 0$.

Portanto, o determinante da matriz característica (47) tem valor negativo o que implica a existência de duas raízes reais com sinais opostos.

Na determinação das raízes, recorreremos à seguinte condição⁷³:

$$\det \begin{bmatrix} h - \epsilon & x + n + \delta - (\rho + \theta x + \delta) / \alpha \\ -(1 - \alpha)(\rho + \theta x + \delta) / \theta & -\epsilon \end{bmatrix} = 0$$

sendo que $h = \rho - n - (1 - \theta)x$

A resolução desse determinante resulta na seguinte forma quadrática:

$$\epsilon^2 - h\epsilon - [(\rho + \theta x + \delta) / \alpha - (x + n + \delta)] [(\rho + \theta x + \delta)(1 - \alpha) / \theta] = 0 \quad (48)$$

As duas raízes obtidas da forma quadrática (48) são expressas por:

$$2\epsilon = h \pm \left[h^2 + 4 \left(\frac{1 - \alpha}{\theta} \right) (\rho + \theta x + \delta) [(\rho + \theta x + \delta) / \alpha - (x + n + \delta)] \right]^{\frac{1}{2}} \quad (49)$$

Denominando as duas raízes de ϵ_1 e ϵ_2 , sendo ϵ_1 a raiz com sinal positivo e ϵ_2 , a raiz com sinal negativo, temos então que a solução log-linearizada para a variável $\ln \hat{k}(t)$ assume a seguinte expressão:

$$\ln(\hat{k}(t)) = \ln(\hat{k}^*) + \varnothing_1 e^{\epsilon_1 t} + \varnothing_2 e^{\epsilon_2 t} \quad (50)$$

onde \varnothing_1 e \varnothing_2 são constantes arbitrárias de integração.

Examinando a equação (50), verificamos que se $\varnothing_1 \neq 0$, então o termo com sinal positivo ($\epsilon_1 > 0$) dominará a solução e, como consequência, $\log \hat{k}(t)$ crescerá sem limite, configurando, portanto, uma violação à condição de

⁷³ Maiores detalhes sobre a construção desse determinante podem ser encontradas em M.I.KAMIEN e N.L.SCHWARTZ, op. cit., p. 306-307.

transversalidade. Mas, se $\varnothing_1 = 0$ e $\varnothing_2 \neq 0$, temos que a solução convergirá assintoticamente para $\log \hat{k}^*$, sendo, neste caso, compatível com a condição de transversalidade⁷⁴.

Para a determinação de \varnothing_2 recorreremos à condição inicial, ou seja:

$$\varnothing_2 = \ln \hat{k}(0) - \ln(\hat{k}^*)$$

Substituindo o valor de \varnothing_2 em (50) e fazendo $\epsilon_2 = -\beta$, encontramos a expressão final para a variável, $\ln \hat{k}(t)$, definindo a sua trajetória ótima de evolução ao longo do tempo:

$$\ln \hat{k}(t) = \ln(\hat{k}) + \left\{ \ln[\hat{k}(0)] - \ln[\hat{k}^*] \right\} e^{-\beta t}$$

BCME - BIBLIOTECA

Ou ainda:

$$\ln \hat{k}(t) = (1 - e^{-\beta t}) \ln(\hat{k}^*) + e^{-\beta t} \ln[\hat{k}(0)] \quad (51)$$

A trajetória para a variável $\ln \hat{y}(t)$ é determinada na função de produção Cobb-Douglas, ou seja:

$$\ln \hat{y}(t) = \ln(A) + \alpha \ln \hat{k}(t)$$

Disso resulta que podemos expressar a trajetória de variável $\ln \hat{y}(t)$ por:

$$\ln \hat{y}(t) = (1 - e^{-\beta t}) \ln \hat{y}^* + e^{-\beta t} \ln \hat{y}(0) \quad (52)$$

A partir de (52) deduzimos a equação de ajustamento da variável $\ln \hat{y}(t)$. Segundo esta equação, o valor do logaritmo do produto *per capita* – $\ln \hat{y}(t)$ – evolui na direção do $\ln \hat{y}^*$ a uma taxa que é proporcional à distância entre o valor corrente $\ln y(t)$ e o valor desejado, ou de *steady-state*, $\ln \hat{y}^*$.

Para determinarmos esta equação de ajustamento, inicialmente expressamos (52) de um modo ligeiramente diferente, ou seja:

$$\ln \hat{y}(t) = \ln \hat{y}^* + e^{-\beta t} \left[\ln \hat{y}(0) - \ln \hat{y}^* \right] \quad (53)$$

Dessa expressão, obtemos o valor para $(\ln \hat{y}(0) - \ln \hat{y}^*)$ que é dado por:

$$\ln \hat{y}(0) - \ln \hat{y}^* = (\ln \hat{y}(t) - \ln \hat{y}^*) e^{\beta t} \quad (54)$$

Agora, derivamos (53) em relação ao tempo:

$$\frac{d}{dt} \ln \hat{y}(t) = -\beta e^{-\beta t} \left[\ln \hat{y}(0) - \ln \hat{y}^* \right] \quad (55)$$

⁷⁴ Cf. já examinado anteriormente, essa situação caracteriza um equilíbrio de "ponto de sela".

Substituindo (54) em (55), encontramos que a equação de ajustamento é representada por:

$$\frac{d}{dt} \ln \hat{y}(t) = \beta [\ln \hat{y}^* - \ln \hat{y}(t)] \quad (56)$$

onde β é a taxa de ajustamento ou a velocidade com que $\ln \hat{y}(t)$ se move em direção a $\ln \hat{y}^*$, sendo este último o valor de *steady-state*. Conforme pode ser observado em (49), β depende de uma série de parâmetros do modelo, destacando-se dentre eles a taxa de preferência temporal e o coeficiente de participação do fator capital $-\alpha$ -na função de produção.

Barro e Sala-i-Martin (1990) assinalam que o coeficiente α da função de produção tem um forte efeito sobre β . Utilizando um conjunto de simulações, os referidos autores mostram que para pequenos valores de α verifica-se um grande valor para β e, por conseguinte, uma rápida convergência. Quando o valor de α se aproxima da unidade, os retornos decrescentes do capital desaparecem e β tende a zero, levando o conceito de meia-vida, cujo significado veremos mais adiante, a tender ao infinito. Esta última situação, na qual inexistente convergência, configura o caso da maioria dos modelos de crescimento econômico endógeno.

3.4 Os MODELOS ECONÔMETRICOS UTILIZADOS

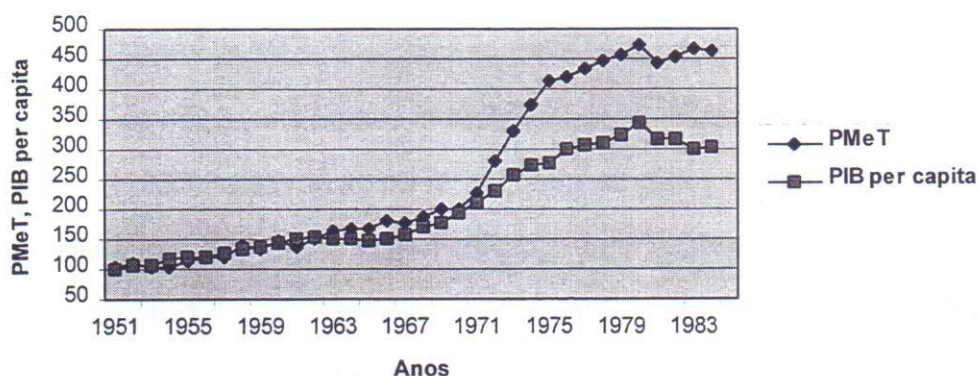
O surgimento de bancos de dados bastante amplos, abrangendo informações sobre um vasto espectro de países, tais como aqueles originados dos trabalhos de Summers e Heston (1987 e 1992) e do Banco Mundial, contribuiu nos últimos anos para um fértil debate relacionado à hipótese da convergência. A maior contribuição tem sido quanto ao exame da ocorrência de convergência entre os níveis de renda *per capita* de diversificados conjuntos de países. A renda (produto) *per capita* representa nesses estudos uma medida de produtividade agregada da economia cuja evolução mantém um estreito vínculo com o nível de bem-estar econômico dos países.

A ampliação dos estudos, inclusive pela desagregação, tem contemplado várias nuances da questão da convergência, contribuindo para a ampliação do debate e maior aprofundamento das pesquisas sobre o crescimento econômico.

Nos estudos empíricos relacionados à convergência setorial verifica-se uma predominância das pesquisas sobre o setor industrial. Explica-se este fato pela importância do mencionado setor na formação do produto e na determinação da produtividade agregada dos países desenvolvidos e também pela significação que estes mesmos aspectos têm assumido de forma crescente nas economias emergentes. Dentre os estudos empreendidos no âmbito da convergência da produtividade industrial, podemos destacar Baumol (1986), Dollar e Wolff (1988) e (1993), Bernard e Jones (1996) e, no Brasil, Almeida et al (1997).

Utilizando números índices construídos a partir da série de Produto Interno Bruto do Brasil, de 1950 a 1984, a preços constantes de 1985, fornecida por Penn World Tables, pode-se fazer uma comparação com a série de números índices, no mesmo período e base de referência, da produtividade do trabalho na indústria de transformação brasileira elaborada por Moreira (1990). O comportamento de ambas as séries é mostrado na Figura 3.3.

Figura 3.3



Constatamos do exame da Figura 3.3 uma forte correlação entre as taxas de crescimento da produtividade do trabalho na indústria de transformação e do

produto *per capita* ao longo de todo o período analisado, sendo que, na sua maior parte, o crescimento da produtividade supera o do produto.

Adotando procedimento semelhante ao de vários pesquisadores, que têm investigado a hipótese da convergência em níveis cada vez mais desagregados, utilizamos nesta dissertação a versão de Baumol (1986) e o modelo de Barro e Sala-i-Martin (1990), este último examinado anteriormente, com o objetivo de verificarmos a sua ocorrência ou não para o caso da produtividade do trabalho na indústria de transformação entre os estados brasileiros, no período compreendido entre os anos de 1950 e 1985.

Na aplicação empírica, adotaremos também uma versão ampliada das duas abordagens, incorporando uma variável relativa à educação, medida pelo grau de escolaridade da população economicamente ativa na indústria de transformação, com o objetivo de testar o poder explicativo dessa variável sobre a convergência da produtividade⁷⁵.

Passamos, então, ao exame das abordagens que fundamentarão os testes empíricos da convergência.

3.4.1 A Abordagem de Baumol

Baumol(1986) verificou a existência de convergência da renda *per capita* para um grupo de dezesseis países industrializados, utilizando dados fornecidos por Maddison (1982) relativos ao período compreendidos entre os anos de 1870 a 1979. Para esse exame, Baumol adotou uma regressão relacionando o crescimento do produto *per capita* no mencionado período com o logaritmo do nível do produto *per capita* observado em 1870.

⁷⁵ Sobre a importância da educação no processo de crescimento da renda *per capita* e da convergência, veja F. LICHTENBERG, *Have International Differences in Educational Attainment Levels Narrowed?*; Daniel COHEN, *Tests of the Convergence Hypothesis: Some Further Results*, *Journal of Economic Growth*, v.1, p. 351-61; E.N. WOLFF e M.GITTLEMAN, op. cit., p. 147-67.

Utilizando a regressão de Baumol, nós estimaremos a seguinte equação:

$$\ln[(Y/L)_{i,t}] - \ln[(Y/L)_{i,t-1}] = a + b \ln[(Y/L)_{i,t-1}] + \epsilon_i \quad (57)$$

onde:

$\ln(Y/L)$ → logaritmo da produtividade do trabalho na indústria de transformação;

t → refere-se a um determinado ano do período;

$t-1$ → é o ano de referência ou inicial;

ϵ_i → é o termo relativo ao erro;

i → refere-se à indústria de transformação do estado i .

Haverá convergência se o coeficiente b estimado resultar negativo, ou seja, estados com mais altos níveis iniciais de produtividade apresentarem um crescimento menor. No caso em que $b=1$, ocorrerá convergência perfeita. Por outro lado, quando $b=0$ não haverá correlação entre o crescimento e o nível inicial de produtividade do trabalho.

3.4.2 O Modelo de Crescimento de Barro e Sala-i-Martin

Como vimos na seção anterior, a equação (56) que expressa a velocidade de ajustamento da renda *per capita* em relação a seu nível de *steady-state* constitui uma equação diferencial de primeira ordem. Podemos adequar essa equação de modo a poder expressar a velocidade de ajustamento da produtividade do trabalho na indústria de transformação em relação a seu nível no *steady-state* que, por seu turno, deve estar associado ao nível de produto *per capita* numa situação de equilíbrio geral.

Desse modo, a velocidade de convergência (β) entre a produtividade do trabalho no *steady-state* y^* e o nível observado no tempo t , $y(t)$, pode ser representado da seguinte forma:

$$\frac{d \ln y(t)}{dt} = \beta [\ln y^* - \ln y(t)] \quad (58)$$

A solução da equação (58) é dada pela seguinte expressão logarítmica:

$$\ln y(t) = (1 - e^{-\beta t}) \ln y^* + e^{-\beta t} \ln y(0) \quad (59)$$

De (59) podemos obter uma nova expressão como resultado da subtração de $\ln y(0)$ de ambos os lados e divisão da equação por t , a fim de obtermos a taxa de crescimento da produtividade no período de tempo $(0, t)$ (Cárdenas e Pontón, 1995). Essa nova expressão é a seguinte:

$$\frac{1}{t} \ln \left[\frac{y(t)}{y(0)} \right] = \frac{1 - e^{-\beta t}}{t} \ln \left[\frac{y^*}{y(0)} \right] \quad (60)$$

BCME - BIBLIOTECA ▲

Acrescentamos, agora, uma constante x para representar o progresso técnico exógeno, resultando então:

$$\frac{1}{t} \ln \left[\frac{y(t)}{y(0)} \right] = x + \frac{1 - e^{-\beta t}}{t} \ln \left[\frac{y^*}{y(0)} \right] \quad (61)$$

Reescrevendo (61) para incorporar o índice representativo do setor da indústria de transformação de cada estado, o termo estocástico e o intervalo de tempo discreto, temos que:

$$\frac{1}{T} \ln \left[\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-T}} \right] = a - \frac{\ln y_{i,t-T} (1 - e^{-\beta T})}{T} + u_{it} \quad (62)$$

onde:

$i \rightarrow$ índice para o setor da indústria da transformação do estado i ;

$(i=1,2,\dots,20)$;

$a \rightarrow$ refere-se ao termo constante relacionado aos parâmetros tecnológicos do modelo;

$t-T \rightarrow$ representa o início do período em exame, enquanto t expressa o final desse período;

$u_{it} \rightarrow$ refere-se ao termo estocástico com média zero e variância σ_{ut}^2 constante; distribuído independentemente de $\ln(y_{i,t-T})$ e também dos valores defasados de u_{it} .

Na equação (62) está implícito que $x_t = x$, ou seja, que o progresso técnico é idêntico no setor da indústria de transformação de cada estado e que os níveis de produtividade no *steady-state* coincidem, não havendo, portanto, distinção entre os conceitos de convergência condicional e absoluta. O termo constante é representado por:

$$a = x + \left[(1 - e^{-\beta T}) / T \right] \left[\ln y^* + x(t - T) \right] \quad (63)$$

Essas hipóteses são aceitáveis quando se trata de uma economia em que os padrões tecnológicos e preferências não apresentam muitas diferenças. Este é o caso de estudos envolvendo regiões dentro de um mesmo país. Porém, constituem hipóteses muito discutíveis quando tratamos de examinar países distintos (*cross-country*) em que predominam grandes desníveis de desenvolvimento ou uma acentuada heterogeneidade cultural. Nestes casos há que se incorporar suposições diferentes objetivando captar esses elementos de heterogeneidade na regressão.

A equação (62) pode então receber a versão final que deverá constituir a base para as estimações (Almeida, et al., 1997):

$$\frac{1}{T} \ln \left[\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-T}} \right] = B - \xi \ln(y_{i,t-T}) + u_{it} \quad (64)$$

onde:

i → setor da indústria de transformação do estado i ;

$t-T$ → tempo inicial;

T → extensão do intervalo de tempo;

$y_{i,t}$ → produtividade do trabalho na indústria de transformação do estado i , no tempo t ;

$y_{i,t-T}$ → produtividade do trabalho na indústria de transformação do estado i , no tempo $t-T$;

y^* → valor do *steady-state* (constante);

$$B \rightarrow \text{intercepto} = x + \frac{(1 - e^{-\beta T})}{T} \ln[y + x(t - T)]$$

X → taxa de progresso técnico exógena;

β → parâmetro que governa a velocidade de ajustamento para o *steady-state*;

$u_{i,t}$ → perturbações estocásticas;

$\xi T = (1 - e^{-\beta})/T$ = coeficiente angular para a reta de regressão, expressando, ainda, a relação entre ξ e β .

Retomando a equação (62) e fazendo $T=1$, podemos determinar a dispersão dos logaritmos das produtividades entre os estados no tempo t e, simultaneamente, estabelecer a relação entre os conceitos de σ - convergência e β - convergência⁷⁶. Assim, temos que:

$$\text{Var}(\ln y_{i,t}) = \text{Var}(e^{-\beta} \ln y_{i,t-1}) + \text{Var}(u_{i,t}) \quad (65)$$

$$\text{Var}(\ln y_{i,t}) = e^{-2\beta} \text{Var}(\ln y_{i,t-1}) + \text{Var}(u_{i,t}) \quad (66)$$

Tendo em vista as hipóteses sobre o termo estocástico do erro e considerando $\text{Var}(\ln y_{i,t}) = \sigma_t^2$, podemos reescrever (66):

$$\sigma_t^2 = e^{-2\beta} \sigma_{t-1}^2 + \sigma_{ut}^2 \quad (67)$$

Se a variância do erro, σ_{ut}^2 for constante ao longo do tempo ($\sigma_{ut}^2 = \sigma_u^2$ para todo t), então a solução⁷⁷ para a equação de diferença de primeira ordem (67) será dada por (Barro e Sala-i-Martin, 1995, p.385):

$$\sigma_t^2 = \frac{\sigma_u^2}{1 - e^{-2\beta}} + \left(\sigma_0^2 - \frac{\sigma_u^2}{1 - e^{-2\beta}} \right) e^{-2\beta t} \quad (68)$$

⁷⁶ O conceito de σ -convergência refere-se ao desvio padrão dos logaritmos das produtividades calculado em determinado ano. Ocorre σ -convergência quando $\sigma_t < \sigma_{t-1}$.

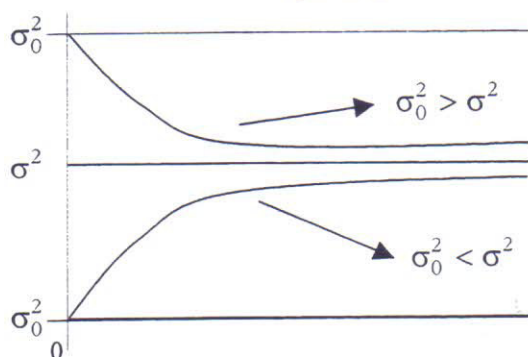
⁷⁷ A solução geral da equação de diferença de primeira ordem consiste da soma de dois componentes: uma integral particular, que corresponde a qualquer solução da equação não homogênea completa, e de uma função complementar, que é constituída pela solução geral da equação reduzida.

Da equação (68), pode-se concluir que a ocorrência de valor positivo para o coeficiente β (β - convergência) não determinará obrigatoriamente uma redução na variância dos logaritmos das produtividades (σ - convergência). Para que seja assegurada σ -convergência, ou seja, $\sigma_t^2 \rightarrow \sigma^2 = \frac{\sigma_u^2}{1 - e^{-2\beta}}$, há necessidade de que uma condição adicional seja atendida⁷⁸. Esta condição é expressa por:

$$\sigma_0^2 > \sigma^2 = \sigma_u^2 / (1 - e^{-2\beta})$$

A Figura 3.4 mostra os possíveis comportamentos da variância dos logaritmos das produtividades ao longo do tempo na presença de β - convergência ($\beta > 0$) e segundo três combinações factíveis para os valores de σ_0^2 e σ^2 . Quando $\sigma_0^2 > \sigma^2$, a dispersão dos logaritmos das produtividades cai no decorrer do tempo, aproximando-se assintoticamente de σ^2 . Se $\sigma_0^2 = \sigma^2$, vemos que a dispersão se mantém constante e quando $\sigma_0^2 < \sigma^2$ a dispersão tende a aumentar.

Figura 3.4



Fonte: R.Barro e X. Sala-I-Martin – *Economic Growth and Convergence Across United States*, p.457.

⁷⁸ Podemos deduzir da equação (68) o seguinte:

- (1) σ_t^2 aproxima-se do valor no steady-state, $\sigma^2 = \sigma_u^2 / (1 - e^{-2\beta})$;
- (2) quando σ_u^2 cresce $\rightarrow \sigma_t^2$ cresce;
- (3) quando β cresce $\rightarrow \sigma_t^2$ declina;
- (4) σ_t^2 cai(sobe), ao longo do tempo, se o valor inicial σ_0^2 é maior(menor) que o valor no steady-state σ^2 .

Finalmente, cabe uma menção ao conceito de meia vida que sempre é muito utilizado nos trabalhos empíricos sobre crescimento econômico cujo suporte teórico é o modelo neoclássico aqui focado. Este conceito refere-se ao número de anos para o $\ln y(t)$ mover-se à metade da distância entre o valor inicial $\ln y(0)$ e o valor no *steady-state* $\ln y^*$.

3.5 LIMITAÇÕES DA ABORDAGEM TEÓRICA

O debate sobre a hipótese da convergência tem-se intensificado desde o surgimento do trabalho empírico de Baumol (1986) e, também, em decorrência do desenvolvimento das intituladas novas teorias do crescimento, iniciado com Romer (1986) e Lucas (1988). Desde então, muita discussão tem-se realizado tanto no campo teórico dos modelos de crescimento como no âmbito da metodologia empírica para verificação da hipótese da convergência.

Do ponto de vista da nova teoria do crescimento, os modelos neoclássicos inspirados em Solow (1956) tornaram o progresso técnico inexplicado ao assumirem, como hipótese básica, a sua exogeneidade. E essa suposição do modelo neoclássico constitui a explicação básica para o crescimento do produto no longo prazo. Acrescentam, ainda, que a proposição central, de que todos os países convergiriam para o mesmo nível de produtividade, não seria corroborada pelos fatos. A suposição de uma tecnologia comum a todos os países e de inexistência de interdependência entre países ricos e atrasados em que as taxas de crescimento dos primeiros não afetariam as taxas de crescimento dos últimos, deveria ser substituída pela endogeneização do progresso técnico no modelo de crescimento.

Nos primórdios das novas teorias de crescimento, duas idéias básicas foram desenvolvidas⁷⁹: a primeira consistia em considerar o aprendizado como

⁷⁹ Cf. Jan FAGERBERG, op.cit. p. 1163, que afirma terem ocorrido já nos anos 60 algumas tentativas no sentido de se desenvolverem modelos de crescimento econômico com progresso técnico endogeneizado.

uma externalidade positiva de outras atividades e, a segunda, considerava a tecnologia como resultado da produção de um setor econômico especializado no seu fornecimento. Essa nova concepção rejeitou a suposição básica dos modelos neoclássicos de crescimento com retornos decrescentes e adotou a suposição de retornos constantes no nível da firma, mas retornos crescentes de escala no nível agregado da economia (Fagerberg, 1944, p.1163).

Por outro lado, muitos outros pesquisadores constataram que a exogeneidade do progresso técnico, tornando-o um bem público e, por causa disso, livremente disponível, não explicava satisfatoriamente as diferenças no crescimento entre os países. Em face disso, passaram a adotar outras variáveis capazes de explicar a existência de hiatos tecnológicos, partindo da concepção de uma tecnologia pelo menos parcialmente apropriável e menos neutra (Fagerberg, 1994, p. 1163).

BCME - BIBLIOTECA

Na verdade, a tecnologia sendo um bem público e sua difusão efetivada sem nenhum custo, resultaria que a convergência dos níveis de produtividade e renda *per capita* entre os países ocorreria de forma automática. No entanto, Albuquerque (1997, p.225), fazendo referência a Dosi (1988) menciona que os “estudos sobre tecnologia tem enfatizado o seu caráter simultaneamente público e privado”. E conclui que “a previsão de sua difusão automática tem uma frágil fundamentação teórica e empírica”.

Barro e Sala-i-Martin (1997), por outro lado, desenvolvem um modelo de difusão tecnológica baseado no processo de invenção e imitação que combina características dos modelos de crescimento endógeno com implicações do modelo neoclássico de crescimento. Uma destas implicações está no surgimento de uma forma específica de convergência condicional que, segundo os autores, constitui uma propriedade encontrada nos dados sobre crescimento econômico entre os países.

É evidente que toda essa discussão tem uma grande relevância quando tratamos de comparações entre países, notadamente entre aqueles denominados

de líderes na produção de tecnologia, situados, portanto, na fronteira tecnológica, e aqueles seguidores ou imitadores que absorvem essa tecnologia. Nesse caso, a adoção de um modelo teórico estabelecendo a suposição da exogeneidade do progresso técnico para explicar as diferenças de crescimento da produtividade através da dinâmica de transição representa uma limitação à compreensão da realidade.

No caso do presente trabalho, contudo, a hipótese de exogeneidade do progresso técnico é perfeitamente justificável, porque as fontes produtoras da tecnologia utilizada pela indústria brasileira situam-se basicamente fora do país. As diferenças de produtividade no setor industrial brasileiro decorrem muito mais do volume de capital investido e de aspectos organizacionais, além de outros fatores, do que da produção de tecnologia originada do próprio setor, ou ainda, de inovações incrementais significantes. Essa característica é particularmente relevante durante o período considerado neste trabalho compreendido entre 1950 a 1985.

CAPÍTULO IV

ANÁLISE EMPÍRICA DA CONVERGÊNCIA DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA: 1950 - 1985

4.1 INTRODUÇÃO

No capítulo anterior, apresentamos os modelos matemático e econométrico que contemplam, no contexto da teoria neoclássica do crescimento econômico, a hipótese da convergência da produtividade ou do produto *per capita*.

O propósito deste capítulo é o de apresentar os testes empíricos da ocorrência de convergência da produtividade do trabalho, na indústria de transformação brasileira, no período amostral compreendido entre os anos de 1950 e 1985, a partir de dados agregados por estado e mantendo como referência a divisão federativa existente em 1950, a fim de se garantir a comparabilidade das amostras.

Com esse fim, valemo-nos das referências teóricas básicas representadas pela equação de Baumol e pelo modelo de Barro e Sala-I-Martin discutidos minuciosamente nos capítulos precedentes. Testes destinados à verificação da persistência do processo de convergência são também apresentados e discutidos.

Assim, o presente capítulo está organizado da seguinte forma: na Seção 4.2 explicitam-se os objetivos e a natureza dos testes; na Seção 4.3 o setor analisado e as variáveis utilizadas são apresentados com mais detalhes; na Seção 4.4 discutem-se os métodos de estimação e, por fim, na Seção 4.5 as estimações dos modelos básicos e de uma versão ampliada⁸⁰ são apresentadas; a trajetória

⁸⁰ Denominamos de modelo ampliado à equação básica acrescida de um vetor linha de variáveis explicativas. No caso do modelo de Barro e Sala-I-Martin, a regressão objeto de estimação passa a ser expressa por:

$$(1/T) \cdot \ln(y_{i,t} / y_{i,t-T}) = a - [\ln(y_{i,t-T})] \cdot (1 - \exp(-BT)) \cdot (1/T) + \text{outras variáveis} + e_{i,t}$$

de σ - convergência é estabelecida e são construídos os testes complementares relativos à persistência do processo de convergência.

4.2 OBJETIVO E NATUREZA DOS TESTES

Neste capítulo apresentamos os testes empíricos consagrados pela literatura do crescimento econômico com vistas à verificação da hipótese da convergência. Procedemos inicialmente à aplicação empírica da regressão especificada por Baumol (1986) quando do exame da convergência do produto *per capita* de 16 países industrializados. A equação básica expressa uma relação linear inversa entre a taxa de crescimento do produto *per capita*, no período de análise, e o nível inicial do logaritmo do produto *per capita*. A ocorrência de convergência é confirmada quando resultar da estimação do coeficiente angular da equação um valor negativo e significativo.

Uma vez que este trabalho tem como objetivo a verificação da convergência da produtividade do trabalho para a classe de indústrias de transformação, a equação de Baumol incorpora essa variável de forma a permitir o teste empírico da referida hipótese. Acrescentamos, ainda, à equação básica outras variáveis relativas ao grau de escolarização da população economicamente ativa na referida indústria, com o objetivo de verificar a existência de convergência condicional e em que grau ela ocorre.

Após a realização desse teste preliminar, procedemos à estimação da equação básica do modelo de Barro e Sala-i-Martin(1990), bem como de sua versão ampliada a qual incorporamos uma *dummy* regional e, novamente, o grau de instrução da população economicamente ativa na indústria de transformação.

Como já foi demonstrado no Capítulo III, esse último modelo adota a abordagem de maximização da utilidade, seguindo a versão neoclássica de Ramsey-Cass-Koopmans, da qual resulta a equação que expressa o comportamento das variáveis especificadas na vizinhança do equilíbrio

estacionário (*steady-state*). Na concepção de Barro e Sala-i-Martin, três conceitos distintos de convergência são considerados:

- a. β - convergência: há duas formas de defini-la: β -convergência absoluta ou incondicional e β -convergência condicional.
 - a.1. β -convergência absoluta ou incondicional ocorre quando as economias mais pobres tendem a crescer a um ritmo mais rápido que a economia mais avançada (líder), de modo que as primeiras aproximam-se da última em termos do nível do produto *per capita* ou da produtividade e de suas taxas de crescimento. A metodologia utilizada na verificação desta classe de convergência procura determinar a correlação entre os níveis iniciais de renda *per capita* e as taxas de crescimento subseqüentes. Constatando-se uma significativa correlação negativa, pode-se interpretar como evidência de convergência tanto em termos do nível de renda como de taxas de crescimento (Islam, 1995, p.1130).

Considerando $\gamma_{i,t,t+T} \equiv \log(y_{i,t+T} / y_{i,t}) / T$ como a taxa de crescimento anual do produto *per capita* da economia *i* no período *t* e *t+T*, e $\log(y_{i,t})$ o logaritmo do produto da economia *i* no tempo *t*, pode-se afirmar que a regressão

$\gamma_{i,t,t+T} = \alpha - \beta \log(y_{i,t}) + \varepsilon_{i,t}$ evidenciará a ocorrência de convergência absoluta quando β estimado apresentar valor positivo ($\beta > 0$).

- a.2. β -convergência condicional refere-se à previsão do modelo neoclássico⁸¹ de que a taxa de crescimento de um país será positivamente relacionada à distância que o separa de seu próprio *steady-state*. Ou seja, a convergência entre países verificar-se-á para *steady-states* que configuram características estruturais similares.

⁸¹ Cf. Xavier SALA-I-MARTIN, The Classical Approach to Convergence Analysis, *The Economic Journal*, (106), p. 1027.

No caso do teste de convergência condicional têm-se que considerar constante o *steady-state* de cada país. Dois procedimentos são usualmente utilizados na estimação dessa classe de convergência. O primeiro deles introduz variáveis na regressão especificada para a convergência absoluta, de modo a se captarem as diferenças nos *steady-states*. Dessa forma, estima-se a seguinte equação:

$$y_{i,t+T} = a - b \cdot \log(y_{i,t}) + \Psi \cdot X_{i,t} + \varepsilon_{i,t+T}$$
, sendo que $X_{i,t}$ corresponde a um vetor de variáveis responsáveis pela diferenciação do *steady-state* do país i , e $b = (1 - e^{-\beta T}) / T$. Se na estimação β resultar positivo e significativo, mantido constante $X_{i,t}$, então pode-se assegurar a ocorrência de β -convergência condicional.

A outra maneira de considerar constantes os *steady-states* se dá através da adoção de amostras de países que apresentam características tecnológicas e de padrões de desenvolvimento bastante similares. Tais fatores asseguram a coincidência do equilíbrio estacionário para a amostra homogênea de países.

Feitas essas considerações, podemos afirmar, portanto, que a identidade conceitual entre convergência absoluta e condicional somente ocorrerá quando os países ou regiões convergirem para um mesmo *steady-state*

b. σ - convergência: corresponde à dispersão do produto ou renda *per capita* entre os países, numa determinada data, medida pelo desvio padrão dos logaritmos das referidas variáveis.⁸²

Dessa forma, verificar-se-á uma tendência de homogeneização da amostra em termos da variável analisada - produto *per capita* ou produtividade - quando se constatar que $\sigma_t > \sigma_{t+T}$. Quer isso dizer que toda vez que o σ do período subse-

⁸² Paul M. ROMER, Increasing Returns and Long-Run Growth, *Journal of Political Economy*, v. 94, p. 1012, argumenta que a maneira correta de testar a convergência em termos das taxas de crescimento é através da utilização de uma medida de dispersão dos logaritmos dos níveis de renda ou produto *per capita*, em vez da dispersão dos próprios níveis dessas variáveis. Este procedimento se justifica porque, se as taxas de crescimento forem constantes para diferentes países que partem de distintos níveis de renda inicial, a dispersão dos logaritmos dos níveis de renda ou produto permanecerá constante, embora a dispersão nas variáveis originais tendam a aumentar.

quente for medido numa magnitude inferior à do período de referência ficará caracterizada a convergência no sentido da homogeneização da amostra analisada.

Outras medidas de dispersão têm sido mencionadas também por vários autores como formas alternativas de identificar a convergência conceituada nos termos antes referidos. Entre elas estão o coeficiente de variação e a variância. Friedman (1992), por exemplo, enfatiza que Hotelling considerava a medida da variância como o teste real de uma tendência convergente e, ao mesmo tempo, realça a cautela com que se deve utilizar os testes envolvendo regressões, tais como no modelo especificado por Baumol.⁸³

BCME - BIBLIOTECA

A convergência do primeiro tipo, β -convergência, tende a gerar convergência do segundo tipo, σ -convergência. No entanto, esse processo pode ser compensado por perturbações que elevam a dispersão dos produtos *per capita* ou das produtividades dos países ou regiões em distintos períodos. Ou seja, β -convergência representa uma condição necessária mas não suficiente para a ocorrência de σ -convergência.

Para medir a velocidade de convergência, que é representada pelo conceito de β -convergência, utilizamos o modelo de regressão especificado por Barro e Sala-i-Martin (1990) nos seus estudos feitos para os estados americanos. Como consequência, a estimativa do parâmetro β na equação especificada pelo referido modelo deve resultar positivo e significativo, caso se constate a ocorrência de convergência.

Nos estudos iniciais de Barro e Sala-i-Martin, bem como aqueles realizados por muitos outros autores, foram utilizadas regressões *cross-section* a partir de informações obtidas em bancos de dados bastante amplos. Mais recentemente,

⁸³ A propósito desse assunto, Milton FRIEDMAN, Do Old Fallacies Ever Die?, *Journal of Economic Literature*, v. xxx, p. 2129-32, afirma que: "I suspect that the regression fallacy is the most common fallacy in the statistical analysis of economic data, alleviated only occasionally by consideration of the bias introduced when all variables are subject to error".

observa-se a tendência de utilização da técnica de painel, uma vez que esse procedimento econométrico disponível permite um tratamento mais adequado para os problemas relacionados com o efeito específico de cada país ou estado - efeito individual - possibilitando também uma abordagem mais conveniente para a endogeneidade surgida em virtude da utilização na regressão *cross-section* de um vetor de variáveis explicativas do crescimento do produto *per capita* ou da produtividade.⁸⁴

O termo painel - *panel data* - refere-se a dados em que a unidade de observação varia em duas ou mais dimensões. Em recentes estudos, os conjuntos de dados em painel têm-se caracterizado por apresentarem um amplo número de informações do tipo *cross-section* combinado com um número relativamente reduzido de séries temporais.

Na técnica de painel as séries temporais são derivadas a partir da divisão do período de tempo abrangido pela análise em determinado número de sub-períodos, aplicando-se, em seguida, métodos de estimação compatíveis com a caracterização dos parâmetros e dos componentes aleatórios da equação de crescimento, que corresponde à explicitação dos modelos utilizados pela referida técnica.

Para a medida de σ -convergência, o padrão utilizado originalmente por Barro e Sala-i-Martin (1990), bem como em vários outros testes empíricos realizados posteriormente pelos citados autores, tem sido expressa pelo desvio-padrão dos logaritmos dos produtos *per capita*. Assim, usaremos a mesma medida de dispersão relativa aos logaritmos da produtividade do trabalho para os estados, nos vários períodos de observação, para a magnitude de σ -convergência.

Aos testes anteriormente mencionados, acrescentamos um item específico para o exame da persistência do processo de convergência, consistindo na

⁸⁴ Uma discussão detalhada sobre esse tema é encontrada em F. CASELLI, G. ESQUIVEL e F. LEFORT, Reopening the Convergence Debate: A New Look at Cross-Country Growth Empirics, *Journal of Economic Growth*, v. 1, p. 363-89.

verificação das alterações ocorridas nas posições ocupadas - *rank* - pelas indústrias de transformação nos estados, no que concerne à produtividade do trabalho, por todo o período da análise. Com esse propósito, são examinados os resultados das regressões expressas através da relação entre o *rank* no período "t" e o *rank* no período inicial, cuja especificação é apresentada a seguir:

$$r_t = \delta r_{t_0} + e_t$$

Dessa regressão, obtêm-se dois conjuntos de informações relevantes para a composição do teste de persistência. O primeiro refere-se ao coeficiente de *rank*, ou elasticidade de crescimento, δ , e o segundo é representado pelo coeficiente de determinação, R^2 .

Um terceiro teste diz respeito ao coeficiente de correlação de *rank*⁸⁵ que tanto pode ser obtido da regressão anterior como pode ser calculado diretamente através da fórmula desenvolvida por Spearman⁸⁶:

$$r = 1 - (6\sum D^2) / N(N^2 - 1)$$

onde: D = diferença entre os *ranks* dos estados em relação à produtividade do trabalho;

N = número de observações.

4.3 O SETOR ANALISADO, VARIÁVEIS DO MODELO E DADOS UTILIZADOS

4.3.1 O Setor Analisado

Analisamos a ocorrência da hipótese de convergência em relação à produtividade do trabalho, na classe da indústria de transformação brasileira, no período de 1950 a 1985. Os dados são considerados de forma agregada para todos os gêneros industriais abrangidos pela referida indústria, conforme os estados em que estavam instaladas.

⁸⁵ Entre as medidas usadas por Moses ABRAMOVITZ, op. cit., p. 392, para verificação da hipótese da convergência está a correlação de *rank*, que o referido autor define como as correlações "between initial levels of productivity and subsequent growth rates".

⁸⁶ Sobre esse assunto, veja A. KOUTSOYANNIS, *Theory of Econometrics*, p. 40.

É importante salientar, que a classificação dos gêneros industriais integrantes da indústria de transformação sofreu várias alterações desde o Censo Industrial de 1950 até o último realizado, em 1985. Mas de acordo com o IBGE, as modificações processadas não acarretaram prejuízo para a comparabilidade dos dados dos censos. Em relação ao presente trabalho, essas alterações não afetam em nada a comparação das variáveis nos distintos períodos censitários porque os dados são tomados agregadamente para a indústria de transformação, não dependendo, portanto, dos critérios usados nas classificações.

A escolha dessa classe de indústria deveu-se em grande parte à sua importância estratégica para o crescimento econômico brasileiro, a partir de meados da década de 50. Conforme já examinado no Capítulo II, o período compreendido pelo estudo contempla uma fase histórica relevante da trajetória de crescimento industrial brasileiro, na qual se destacam dois momentos de ativa atuação governamental materializada, sobretudo, pela adoção de políticas industriais efetivas. No primeiro momento, situado em meados da década de 50, intensifica-se o processo de substituição de importações. Já o segundo momento ocorre em meados da década de 70, quando se processa uma maior integração das cadeias produtivas na indústria brasileira.

Os dados disponíveis comprovam a acentuada transformação da estrutura econômica do país, no período de 1950 a 1985, e a significativa contribuição da indústria de transformação para a configuração desse quadro de mudanças. Cabe-nos mencionar aqui alguns dos aspectos mais relevantes associados a essas mudanças:

- a. ao longo do período assinalado, reduz-se a participação relativa da agropecuária no PIB, resultando numa inversão de posição com a indústria;
- b. da indústria como um todo, o segmento de transformação responde por cerca de 60% da mudança, seguido pela indústria de construção civil com 20%;

- c. observa-se uma queda da participação da PEA no ramo agropecuário de 65,9%, em 1940, para 30,2%, em 1980, que se faz acompanhar de um crescimento de 11% para 20% na indústria de transformação, de 5,4% para 12,2% no comércio e de 10,7% para 23,3% em outros serviços;
- d. a indústria de transformação aumentou de 10,5% sua participação no PIB, no período de 1950 a 1980, enquanto a absorção de mão-de-obra pelo setor cresceu em proporção menor, cerca de 7,2%, refletindo a utilização de técnicas mais avançadas e intensivas de capital.⁸⁷

4.3.2 Variáveis do Modelo e Dados Utilizados

BCME - BIBLIOTECA

Nos testes empíricos objetivando a verificação da hipótese da convergência, adotou-se como variável básica o conceito de produtividade parcial do trabalho, medida pela relação entre o Valor da Transformação Industrial (VTI) e o Pessoal Ocupado Total (POT), na indústria de transformação, considerada agregadamente por estado da federação, em cada ano de realização do Censo Industrial pelo IBGE.

Na definição adotada pelo IBGE, o Valor da Transformação Industrial (VTI) e o Pessoal Ocupado Total (POT) são expressos do seguinte modo:

- a. Valor da Transformação Industrial (VTI): "é calculado subtraindo-se do valor da produção as importâncias despendidas com o emprego de matérias-primas e componentes, material de embalagem e acondicionamento, combustíveis e lubrificantes, energia elétrica consumida e com o pagamento de serviços contratados". Essa definição representa, portanto, o valor agregado pelo trabalho industrial ao valor das matérias-primas e demais componentes e materiais consumidos durante o processo de geração do produto.

⁸⁷ Para um exame mais detalhado sobre o crescimento da produtividade na indústria de transformação brasileira, no período compreendido entre 1950 e 1985, veja Daniel M. MOREIRA, *Produtividade Industrial Brasileira: 1950-1984*, Tese de Livre-Docência – USP.

b. Pessoal Ocupado Total (POT): “abrange o total das pessoas em atividade, tanto de homens como de mulheres que no último dia do ano do Censo exerciam ocupação efetiva, não importando a existência de vínculo empregatício, nos estabelecimentos industriais recenseados e de conformidade com as características funcionais delinêdas no questionário”.

Desse modo, podemos representar a produtividade do trabalho pelo seguinte quociente:

$$PT_{i,t} = VTI_{i,t} / POT_{i,t}$$

onde:

$PT_{i,t}$ = produtividade do trabalho da indústria de transformação do estado i no ano t ;

$VTI_{i,t}$ = Valor da Transformação Industrial do estado i no ano t ;

$POT_{i,t}$ = Pessoal Ocupado Total na indústria de transformação do estado i no ano t .

Os dados têm como fonte primária os Censos Industriais realizados pelo IBGE nos anos de 1950, 1960, 1970, 1975, 1980 e 1985. Inicialmente procedeu-se ao cálculo da produtividade em valores correntes, sendo estes, transformados, em seguida, em valores constantes de julho de 1996, tomando-se como índice referencial de preços o Índice Geral de Preços - IGP, calculado pela Fundação Getúlio Vargas- FGV.

Tendo em vista a necessidade de adequação dos dados utilizados às peculiaridades do modelo de Barro e Sala-i-Martin, bem como a especificação da equação usada por Baumol, os valores das produtividades são transformados para sua expressão em termos de logaritmos naturais, possibilitando dessa forma a efetivação dos testes empíricos.

Em relação às mudanças ocorridas no número de estados através de desmembramentos territoriais e, também, da transferência do Distrito Federal

para Brasília, houve a adoção de procedimentos destinados à compatibilização dos dados extraídos dos Censos Industriais, de forma a se manter a comparabilidade das informações em todos os anos considerados. Desse modo, manteve-se o número de estados em 20, adotando-se como referência territorial a base do Censo Industrial de 1950. Embora esse procedimento seja discricionário, ele é necessário para se manter a coerência dos dados considerados na análise.

Nos modelos ampliados, acrescentamos outras variáveis explicativas com o objetivo de examinar a ocorrência de convergência condicional. Nesta dissertação, incorporamos algumas medidas relativas à educação da população economicamente ativa na indústria de transformação como *proxy* do capital humano.

Vários trabalhos empíricos têm procurado medir a contribuição do capital humano no crescimento da produtividade assim como nos processos de convergência inerentes a essa medida de performance. De acordo com o que vimos no Capítulo II desta dissertação, um dos estudos sobre esse tema foi desenvolvido por Wolff e Gittleman (1993), os quais utilizaram seis medidas alternativas para a variável educação, tendo como referência a taxa de matrícula e o grau de escolarização da população dos países analisados.

Ao considerarem o grau de escolarização, os mencionados autores sugerem que os valores relevantes e, portanto, mais representativos do insumo educacional médio relativo a um determinado período de estudo referem-se às observações tomadas no meio do intervalo de tempo da análise (op. cit., p.154). Adotando-se esse procedimento seria possível captar nas regressões a contribuição do grau de qualificação médio da força de trabalho no período considerado.

Para testarmos a contribuição da variável capital humano no processo de convergência da produtividade industrial, utilizamos também a medida do grau de escolarização da população economicamente ativa (PEA), na indústria de transformação, tomando separadamente as porcentagens da PEA com primeiro e segundo graus completos, em relação à PEA total nos anos de 1970 e 1980.

Quanto ao grau de escolarização relativo ao terceiro grau, deixamos de considerá-lo porque os dados obtidos para vários estados mostraram-se pouco significativos e até mesmo inexistentes.

Os dados utilizados na construção das variáveis educacionais foram extraídos das fontes primárias constituídas pelos Censos Demográficos de 1970 e 1980, realizados pelo IBGE. Essas variáveis receberam as seguintes denominações:

EDUCP70 = PEA na indústria de transformação com primeiro grau completo em relação à PEA total, por estado, segundo o Censo Demográfico de 1970;

EDUCS70 = PEA na indústria de transformação com segundo grau completo em relação à PEA total, por estado, segundo o Censo Demográfico de 1970;

EDUCP80 = PEA na indústria de transformação com primeiro grau completo em relação à PEA total, por estado, segundo o Censo Demográfico de 1980;

EDUCS80 = PEA na indústria de transformação com segundo grau completo em relação à PEA total, por estado, segundo o Censo Demográfico de 1980.

Por fim, introduzimos ainda uma variável *dummy* regional na regressão básica do modelo de Barro e Sala-i-Martin com a finalidade de captar possíveis efeitos regionais fixos embutidos no termo aleatório, em relação ao Nordeste. Em alguns testes empíricos que consideram diferentes unidades territoriais dentro de um mesmo país - por exemplo: os estados - a inclusão de *dummies* regionais tende a elevar o coeficiente de convergência, no caso de sua ocorrência.⁸⁸

4.4 MÉTODOS DE ESTIMAÇÃO

Na estimação da equação de Baumol, utilizamos o Método de Mínimos Quadrados Ordinários (OLS) e também a Técnica Iterativa de Máxima Verossimilhança (ML), sendo esta última destinada à correção da correlação

⁸⁸ Veja por exemplo o estudo realizado por M. CÁRDENAS e A. PONTÓN, Growth and Convergence in Colombia: 1950-1990, *Journal of Development Economics*, v. 47, p. 5-37, sobre o crescimento econômico e convergência na Colômbia.

serial de primeira ordem. O procedimento de estimação deverá observar, ainda, a necessidade de estimação de parâmetros que atendam às características de robustez, ou seja, que resultem consistentes mesmo na presença de heterocedasticidade.⁸⁹

A interpretação dos resultados da estimação depende do valor do coeficiente do logaritmo da produtividade do trabalho defasado pelo período de trinta e cinco anos ou referentes a intervalos de tempo menores, no caso da realização de estimações em subperíodos. Resultando um coeficiente negativamente significativo, poderemos afirmar que a estimação será consistente com a previsão do modelo neoclássico de que haverá convergência da produtividade do trabalho na indústria de transformação.

BCME - BIBLIOTECA

Em relação à abordagem de Barro e Sala-i-Martin, na análise *cross-section*, o método de estimação utilizado é o de Mínimos Quadrados Não-Lineares (LSQ), o qual permite fornecer diretamente o valor do coeficiente de convergência (β), tendo em vista a especificação da equação básica do modelo.

Devemos mencionar, contudo, que muitos autores fazem a estimação dos parâmetros da equação do modelo de Barro e Sala-i-Martin utilizando o método de Mínimos Quadrados Ordinários (OLS) que, no entanto, somente possibilitam a obtenção do coeficiente de convergência (β) de modo indireto.⁹⁰ Além disso, vale ressaltar que a utilização desse método (OLS) na estimação dos parâmetros acarreta um real prejuízo na utilização dos testes estatísticos.⁹¹

A estimação do modelo de Barro e Sala-i-Martin através da técnica de painel adotado neste trabalho usa o método de estimação de Mínimos Quadrados

⁸⁹ Considerando-se uma amostra de N observações, diz-se que a_n é um estimador consistente do parâmetro a da população se $\text{plim } a_n = a$.

⁹⁰ O valor do coeficiente de convergência é obtido através da seguinte fórmula:

$$b = -\ln(1 + bT)/T, \text{ onde: } b = \text{coeficiente estimado da variável } LPT_{t-T};$$

$b = \text{coeficiente de convergência};$

$T = \text{intervalo de tempo utilizado nas observações.}$

⁹¹ Veja mais detalhes sobre esse assunto em Manoel B. de ALMEIDA et al., *Revista Econômica do Nordeste*, v. 28, n. especial, p. 282.

Generalizados (GLS) que é aplicado segundo os modelos alternativos de regressões apresentados a seguir.⁹²

As definições dos modelos a serem estimados supõem que há observações sobre i estados, $i = 1, 2, \dots, N$, para cada $t = 1, 2, \dots, T$ anos. A variável dependente é expressa por y_{it} e as variáveis independentes são representadas pelo vetor X_{it} .⁹³

O modelo de regressão total (*pooled* clássico) é, então, denotado por:

$$y_{it} = X_{it} b + a + m_{it}$$

onde a é o intercepto geral e m_{it} constitui o termo aleatório. Neste modelo supõe-se a ocorrência de um único conjunto de coeficientes angulares para todas as observações.

O modelo de efeito fixo ou *WITHIN* supõe que as inclinações são comuns mas que cada unidade *cross-section* tem seus próprios interceptos que podem ser ou não correlacionadas com os X 's. Esse modelo é expresso por:

$$y_{it} = X_{it} b + a_i + m_{it}$$

O modelo *BETWEEN* considera a relação entre as médias das variáveis referentes aos estados:

$$y_i = X_i b + a + m_i$$

$$\text{onde: } y_i = \frac{\sum y_{it}}{T}$$

BCME - BIBLIOTECA

O modelo de efeitos aleatórios ou *VARCOMP* apresenta uma semelhança com o modelo *WITHIN*, embora ele suponha que os interceptos sejam obtidos de distribuições comuns com média a e variância s_a^2 . Nesse modelo, as estimativas não serão consistentes se os interceptos forem correlacionados com as variáveis independentes previamente especificadas.

⁹² Uma discussão crítica sobre os métodos de estimação em painel e propriedades dos estimadores é encontrada em F. CASELLI, G. ESQUIVEL e F. LEFORT, op. cit., p.367-70.

⁹³ W. H. GREENE, *Econometric Analysis*, p. 487, afirma, a propósito dos modelos *pooled*, *within* e *between* que: "All three are generalized regressions models, and, in principle, all three could be estimated, at least consistently if not efficiently, by ordinary least squares."

Podemos mencionar, ainda, que os estimadores *WITHIN* são exatamente os mesmos estimadores de Variáveis *dummy* de Mínimos Quadrados (LSDV) e que os *pooled* são estimadores de Mínimos Quadrados Ordinários (OLS), podendo serem expressos como uma matriz resultante da média ponderada dos estimadores *WITHIN* e *BETWEEN*.⁹⁴

Nos testes de persistência, as regressões são estimadas através da Técnica Iterativa de Máxima Verossimilhança (ML), com vistas à correção da correlação serial de primeira ordem relativa ao erro. Esse método adota o procedimento de impor a condição de estacionariedade à estimativa do parâmetro de correlação serial, além de considerar a primeira observação da amostra ao invés de desprezá-la⁹⁵. Tal procedimento é adotado para que se obtenham estimativas eficientes de equações que apresentam correlação serial de primeira ordem.⁹⁶

4.5 ESTIMAÇÃO: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

4.5.1 A Estimação da Equação de Baumol

A Tabela 4.1 mostra os resultados das estimações, referentes aos períodos de 1950 a 1980 e 1950 a 1985. As estimativas foram obtidas através da utilização do método de mínimos quadrados com correção da heterocedasticidade e da técnica iterativa de máxima verossimilhança em amostras abrangendo 19 ou 20 estados. Essa variação no tamanho da amostra é explicada por dois fatores: no primeiro período, o número de estados foi fixado em 19 tendo em vista a disponibilidade de informações, enquanto no segundo período os dados disponíveis permitiram a utilização de uma amostra de 20 estados. Quanto à utilização da amostra

⁹⁴ W. H. GREENE, op. cit., p. 488.

⁹⁵ Essa técnica refere-se ao método de estimação de Beach e MacKinnon que considera a primeira observação com um peso de $(1-r^2)^{1/2}$. Veja a esse respeito, TSP - User's Guide, p.34, 1996.

⁹⁶ TSP - Reference Manual: Version 4.4, p.14-18, 1997.

de 19 estados, no período 1950-85, teve como objetivo examinar os efeitos da exclusão do Estado da Bahia sobre as estimativas dos coeficientes, uma vez que se identificou a existência de valores discrepantes (*outliers*) da produtividade deste estado no final do período integral da análise.

Nosso interesse inicial foi de considerar a equação representativa da convergência absoluta ou incondicional, que denominamos de equação padrão, constituída de uma constante e do logaritmo da produtividade inicial como única variável independente. Em seguida, introduzimos, no período 1950-85, a variável educação para a qual utilizamos quatro medidas relativas ao grau de instrução da força de trabalho antes já definidas. Com esse procedimento, estávamos interessados em examinar a influência da variável educacional sobre o processo de convergência, buscando, assim, identificar também a ocorrência de convergência condicional.

BCME - BIBLIOTECA

A primeira coluna da Tabela 4.1 refere-se aos intervalos de tempo objeto de estudo, bem como à identificação dos métodos de estimação utilizados. A partir da segunda coluna, apresentam-se as estimativas do intercepto, dos coeficientes do logaritmo da produtividade do trabalho no início do período e da variável educação; o coeficiente de determinação; o coeficiente de determinação ajustado; a estatística Durbin-Watson; o erro padrão da regressão; a estatística F e o tamanho da amostra. Os valores correspondentes ao teste "t" encontram-se entre parênteses, abaixo das estimativas do intercepto e dos coeficientes das variáveis explicativas.

Tabela 4.1

REGRESSÕES DO CRESCIMENTO DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO SOBRE A
PRODUTIVIDADE INICIAL(LPT) E GRAU DE ESCOLARIDADE DA PEA NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO

MÉTODO DE ESTIMAÇÃO	CONSTANTE	LPT INICIAL	VAR. EDUCAÇÃO	R ²	R ²	DW	ERRO PADRÃO DA REGRESSÃO	F	Nº DE OBSERVAÇÕES
A. PERÍODO 1950-1980									
OLS	5,440 (3,30)	-0,439** (-2,39)	-	0,321	0,281	1,575	0,312	8,033	19
ML(AR1)	5,98 (3,93)	-0,502*** (-2,89)	-	0,343	0,305	1,844	0,307	-	19
B. PERÍODO 1950-1985									
OLS	5,423 (7,24)	-0,419*** (-5,07)	-	0,354	0,318	1,287	0,269	9,869	20
ML(AR1)	5,629 (4,18)	-0,444*** (-2,89)	-	0,426	0,394	1,939	0,255	-	20
OLS	17,556 (6,60)	-0,671*** (-4,69)	0,217* (1,95)	0,396	0,324	1,433	0,843	5,563	20
OLS	16,192 (5,29)	-0,572*** (-3,58)	0,19 (1,27)	0,389	0,318	1,498	0,847	5,430	20
OLS	17,800 (5,99)	-0,661*** (-3,88)	0,154 (0,91)	0,373	0,299	1,375	0,858	5,068	20
OLS	16,570 (4,96)	-0,648*** (-3,64)	0,449* (1,90)	0,553	0,501	1,602	0,725	10,528	20
OLS ⁽¹⁾	4,943 (9,44)	-0,370*** (-6,13)	-	0,537	0,508	1,187	0,167	19,607	19
ML(AR1) ⁽²⁾	4,998 (5,95)	-0,377*** (-3,95)	-	0,589	0,534	1,705	0,158	-	19

NOTA: A variável dependente é expressa por: $\ln(P_{i,t}/P_{i,t-1})$

Os valores de "t" estão apresentados entre parênteses abaixo das estimativas dos coeficientes

(1) e (2) - Exclui-se da amostra o Estado da Bahia. O motivo da exclusão deve-se à constatação de que, no final do período de observação, verificam-se valores discrepantes (*outliers*) da produtividade. *, **, *** - Indicam que o coeficiente é significativamente diferente de zero nos níveis de significância de 10, 5 e 1 por cento, respectivamente.

OLS: Mínimos Quadrados Ordinários.

ML(AR1): Técnica Iterativa de Máxima Verossimilhança com correção da autocorrelação de primeira ordem.

Os parâmetros estimados para as variáveis educacionais correspondem, de cima para baixo, às variáveis: EDUCP70, EDUCS70, EDUCP80 e EDUCS80.

No período compreendido entre 1950 e 1980, estimamos apenas a equação padrão de Baumol. Como se pode observar na Tabela 4.1, as estimativas dos coeficientes da produtividade inicial, segundo os dois métodos de estimação utilizados, apresentam sinais negativos, sendo, portanto, consistentes com a predição de convergência. Os valores dos testes “t”, por seu turno, mostram-se estatisticamente significantes. No método de mínimos quadrados ordinários, o valor de “t” indica que o coeficiente estimado da variável explicativa é significativamente diferente de zero no nível de 5%. Já no método de máxima verossimilhança, a citada estimativa apresenta-se significativa no nível de 1%.

Em relação aos coeficientes de determinação, constatamos que os baixos valores encontrados sugerem a existência de convergência condicional entre as produtividades do trabalho nas indústrias de transformação dos estados brasileiros, assim como indicam também que o *catching up* das produtividades constitui um processo menos expressivo.⁹⁷

BCME - BIBLIOTECA

No período integral abrangido pelo estudo, de 1950 a 1985, iniciamos também pela estimação da equação padrão de Baumol. Podemos observar na Tabela 4.1 que os coeficientes estimados pelos dois métodos já mencionados apresentam sinais também negativos, mantendo-se, portanto, consistentes com a predição de convergência. Além do mais, os coeficientes estimados da variável explicativa são significativos no nível de 1%, enquanto os coeficientes de determinação ainda permanecem com baixos valores, embora superiores aos do período 1950-80. A combinação desses dois aspectos indica a ocorrência de um processo de convergência com uma força maior que no período anterior, embora possamos considerá-la como convergência condicional pelas razões discutidas anteriormente.

Introduzindo-se a variável educação na equação padrão, o coeficiente da produtividade inicial mantém-se negativo e significativo. O nível de significância desse coeficiente, quando introduzidas alternadamente as quatro modalidades

⁹⁷ Cf. Edward N. WOLFF e Maury GITTLEMAN, *op. cit.*, p. 154.

definidas da variável educação, no período 1950-85, é de 1%. Desse modo, os estados detentores de força de trabalho na indústria de transformação com níveis educacionais similares apresentam convergência entre eles, embora não tenha sido constatada a ocorrência do *catching up* em relação aos estados com padrões educacionais mais elevados.

BCME - BIBLIOTECA

No mesmo período, os coeficientes das variáveis educação mostram-se uniformemente positivos, conforme previsto, porém apenas a educação primária, em 1970, e a educação secundária, em 1980, resultam significantes no nível de 10%. Já os coeficientes relativos às variáveis educação secundária em 1970 e primária em 1980 demonstram ser não significantes. Quanto ao coeficiente de determinação resultante da estimação da equação padrão acrescida da variável educação secundária, em 1980, observamos que sua magnitude apresenta-se superior a 50%, evidenciando, portanto, uma forte influência desse grau de escolarização da força de trabalho no processo de convergência da produtividade, entre 1950 e 1985.

Os dados disponíveis para os anos de 1970 e 1980 mostram uma crescente participação de trabalhadores com grau de instrução secundária na força de trabalho da indústria de transformação. Esse fato certamente é consequência da introdução de novas técnicas baseadas cada vez mais em informação, sendo, assim, consistente com a elevação requerida do grau de instrução da força de trabalho, uma vez que esta variável constitui um indicador direto do insumo capital humano na função de produção.⁹⁸ Aliás, sobre esse aspecto, alguns autores têm argumentado que a Quarta Revolução Industrial ocorreu efetivamente durante os anos 70 com a adoção de tecnologias comandadas por computador.⁹⁹

Por fim, as estimativas feitas com a exclusão do Estado da Bahia da amostra original de 20 estados são apresentadas nas duas últimas linhas da Tabela 4.1.

⁹⁸ Veja uma discussão a esse respeito em William J. BAUMOL, S. A. B. BLACKMAN e E. N. WOLFF, *Productivity and American Leadership: The Long View*, MIT Press, Cambridge.

⁹⁹ Veja por exemplo P. A. DAVID, *Computer and Dynamo: The Modern Productivity Paradox in a Not-Too-Distant Mirror*, in: *Technology and Productivity: The Challenge for Economic Policy*, OECD, p. 315-48.

Como se pode observar, os resultados das estimações, quer através de mínimos quadrados quer pela utilização da técnica iterativa de máxima verossimilhança, demonstram um melhor ajustamento em relação às estimações da equação padrão para a amostra completa. A razão para essa substancial melhora das estimações reside no fato de que, com a exclusão da Bahia, a discrepância (*outlier*) em relação à produtividade, constatada no final da série de dados desaparece.

Com isso, fica evidenciada a existência de um processo de convergência absoluta mais nítido para os 19 estados da amostra. Os coeficientes estimados apresentam sinais negativos e são significantes no nível de 1%, enquanto agora o coeficiente de determinação supera os 50%, quase alcançando os 60% na estimação pelo método de máxima verossimilhança.

BCME - BIBLIOTECA

Entre as causas da acentuada elevação da produtividade do trabalho na indústria de transformação da Bahia, responsável pela discrepância observada nos dados, ocorrida por volta de meados da década de 80, colocando este estado na vanguarda do *ranking* nacional, podemos atribuir principalmente à implantação e entrada em operação do complexo petroquímico de Camaçari, pois os maiores saltos de produtividade estão localizados nas indústrias química e farmacêutica. Além do mais, o complexo petroquímico implantado na Bahia induziu a uma atualização tecnológica na indústria local, impulsionando a elevação da produtividade do trabalho em todo o setor.

É importante ressaltar que o impacto verificado sobre a produtividade do setor industrial da Bahia decorreu, em grande medida, da política de desenvolvimento do governo federal, pois o II Plano Nacional de Desenvolvimento contemplou entre seus objetivos a problemática regional, notadamente em relação ao Nordeste, estabelecendo um programa de investimentos federais na região, no qual se inseria o pólo petroquímico de Camaçari.¹⁰⁰

¹⁰⁰ De acordo com Werner BAER, *Economia Brasileira*, p. 303, o II PND "ênfatisou a criação de vários pólos de desenvolvimento para regiões atrasadas – o pólo petroquímico na Bahia, por exemplo, um pólo de fertilizantes, um complexo de metal e maquinário elétrico, além do fortalecimento dos setores mais tradicionais (têxteis e calçados)."

4.5.2 Estimação do Modelo de Barro e Sala-i-Martin

4.5.2.1 β -CONVERGÊNCIA

BCME - BIBLIOTECA

Os resultados das estimações de β -convergência para os períodos 1950-70, 1970-85, 1950-80 e 1950-85 são mostrados na Tabela 4.2. As estimativas do coeficiente β foram obtidas adotando-se tanto a técnica de análise em *cross-section* como a técnica em painel. Esta última limitou-se a apenas dois intervalos de tempo, 1950-70 e 1950-80, tendo em vista que a divisão do período mais abrangente em sub-períodos requer intervalos de tempo iguais e para os quais existam dados disponíveis, o que não se mostrou viável nos demais períodos.

Quanto aos métodos de estimação empregados na técnica de painel, eles dependem da particular forma de especificação do modelo adotado, conforme já vimos anteriormente. Na análise *cross-section*, o método utilizado foi o de mínimos quadrados não lineares que permite a obtenção direta do coeficiente β .

As estimações em *cross-section* e em painel são mostradas na Tabela 4.2. Na primeira coluna, apresentam-se as referências das regressões em relação aos intervalos de tempo analisados. A partir da segunda coluna, são mostrados o valor estimado do intercepto; o coeficiente do logaritmo da produtividade inicial resultante da estimação em painel; as estimativas de β , do coeficiente da variável educação e da variável *dummy* regional; o coeficiente de determinação; o coeficiente de determinação ajustado; a estatística de Durbin-Watson; o erro padrão da regressão e o número de observações utilizadas.

O interesse inicial orientou-se para o exame da convergência absoluta ou incondicional. Nas análises *cross-section* referentes a todos os períodos estudados, as estimativas de β apresentam-se uniformemente com sinal positivo, sugerindo, conforme o modelo de Barro e Sala-i-Martin, a existência de processos de convergência das produtividades do trabalho. As taxas de convergência oscilam entre 0,8%, em 1950-70 e 1950-80, e 1,56% , no período 1950-85. Entretanto, apenas os β 's relativos ao subperíodo 1970-85 e ao período 1950-85 mostraram-se significantes nos níveis de 10% e 5%, respectivamente, enquanto aqueles referentes aos demais subperíodos resultam não significantes.

Tabela 4.2

REGRESSÕES: TAXAS DE CRESCIMENTO DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO
CONTRA O LOGARITMO DA PRODUTIVIDADE INICIAL (LPT)

PERÍODO	CONSTANTE	LPT _{t-10}	β	VARIÁVEL EDUCAÇÃO	VAR. DUMMY REGIONAL	R ²	DW	ERRO PADRÃO DA REGRESSÃO	Nº DE OBSERVAÇÕES
R _{50/70}	0,109 (1,87)		0,008 (1,09)	-	-	0,081	2,081	0,218	18
PAINEL _{50/70}		-0,026 (-0,6)	0,03 ¹			0,135	-		36
R _{70/85}	0,282 (3,12)		0,028* (1,95)	-	-	0,267	1,658	0,229	18
R _{50/80}	0,181 (4,00)		0,0193** (2,09)	-	-	0,321	1,575	0,312	19
R _{50/80}	0,113 (2,29)		0,008 (1,09)	-	-	0,091	1,722	0,273	17
PAINEL _{50/80}		0,042 (3,75)	0,035 ²	-	-	0,365	-		51
R _{50/85}	0,155 (4,63)		0,0156** (2,36)	-	-	0,354	1,288	0,269	20
R _{50/85}	0,139 (3,39)		0,0127* (1,79)	-	0,103 (0,71)	0,373	1,203	0,273	20
R _{50/85}	0,502 (4,75)		0,0318* (1,82)	0,209 (1,08)	-	0,396	1,433	0,843	20
R _{50/85}	0,463 (4,27)		0,0243* (1,90)	0,190 (0,99)	-	0,389	1,498	0,847	20
R _{50/85}	0,509 (4,61)		0,031* (1,73)	0,154 (0,73)	-	0,374	1,375	0,858	20
R _{50/85}	0,473 (5,24)		0,0298** (2,25)	0,449*** (2,75)	-	0,553	1,602	0,725	20

NOTA: A variável dependente é $[\ln(P_{T,t}) - \ln(P_{T,t-1})]/T$

*, **, *** indicam que o coeficiente é significativamente diferente de zero nos níveis de significância de 10, 5 e 1 por cento, respectivamente.

(1) e (2) Impõe um coeficiente angular comum para todas as equações; refere-se ao estimador WITTIN. O valor de β é obtido indiretamente através da fórmula: $\beta = -\ln(1 + b \cdot 10)/10$. O estimador BETWEEN produz estimativas consistentes, porém não significantes.

Os parâmetros estimados para as variáveis educacionais correspondem, de cima para baixo, às variáveis: EDUCP70, EDUCS70, EDUCP80 e EDUCS80.

Quanto aos coeficientes de determinação,¹⁰¹ os valores encontrados revelam-se sempre baixos, inferiores a 35%, valor este referente ao período 1950-85. Assim, a combinação desses resultados com os testes "t" permite-nos concluir que, efetivamente, a convergência absoluta verificada no período integral do estudo, 1950-85, foi de fraca intensidade, o mesmo ocorrendo no subperíodo 1970-85. Estes resultados mostram-se consistentes com aqueles obtidos na estimação da equação de Baumol, sugerindo a predominância da convergência condicional.

BCME - BIBLIOTECA

Após o exame da convergência absoluta, na equação padrão de Barro e Sala-i-Martin, passamos à verificação dos resultados obtidos com a equação ampliada. De início, introduzimos na equação uma variável *dummy* regional com o objetivo de capturar as diferenças nos *steady-states* e também dos efeitos regionais fixos, no caso do Nordeste, no termo aleatório u_{it} .¹⁰² A estimativa do coeficiente da referida variável, no intervalo de tempo de 1950 a 1985, apresenta-se, no entanto, não significativa, indicando a inexistência de efeitos regionais fixos.

A incorporação das variáveis educacionais, como variáveis explicativas na equação ampliada, acarreta uma elevação da taxa de convergência em todas as situações, chegando mesmo a duplicar o seu valor em relação àquele estimado na equação básica ou padrão do modelo de Barro e Sala-i-Martin. Todas as estimativas das variáveis educacionais apresentam sinais positivos previstos, mas apenas a variável educação secundária em 1980 resultou significativa. Aliás, o coeficiente estimado da mencionada variável mostrou-se significativamente diferente de zero no nível de 1%. Nesse caso, ainda, a taxa de convergência, que foi estimada na equação padrão de Barro e Sala-i-Martin para o período 1950-85 em 1,56%, eleva-se para 2,98%.

¹⁰¹ Sobre o uso do coeficiente de determinação em modelos de regressão não-lineares, William H. GREENE, op. cit., p. 337.

¹⁰² Veja a esse respeito M CÁRDENAS e A. PONTÓN, op. cit., p. 15.

Desse modo, podemos concluir pela ocorrência predominante de convergência condicional da produtividade do trabalho na indústria de transformação brasileira, para a amostra de 20 estados, no período de 1950 a 1985, conforme já havíamos constatado no modelo de Baumol para o mesmo período de referência. Além do mais, podemos comprovar mais uma vez a crêscente relevância da força de trabalho com grau de instrução secundária como fator determinante do crescimento da produtividade na indústria de transformação. De outra parte, devemos ressaltar que as estimativas de β obtidas no presente trabalho apresentam-se consistentes com os valores já encontrados em outros estudos empíricos sobre a convergência da produtividade, que o situam entre 1,5 e 2,3%.

O passo seguinte na estimação do modelo de Barro e Sala-i-Martin consistiu na utilização de regressões em painel. O objetivo foi de verificar a possível melhora nos resultados das estimativas da taxa de convergência.¹⁰³ No entanto, os testes mostram-se incompletos e não conclusivos por causa do pequeno número de observações e também porque a série de dados de produtividade não permitiu uma adequada divisão em subperíodos com intervalos de tempo iguais, abrangendo o período integral da análise, ou seja, 1950-85.

Por outro lado, a estimação em painel não produziu elevação da taxa de convergência e, no caso do período 1950-80, resultou até num valor negativo para o coeficiente β que, neste caso, é consistente com a existência de divergência, e não de convergência. Para entendermos este fato, realizamos uma estimação em *cross-section* numa amostra comparável¹⁰⁴ (quinta linha da Tabela 4.2) e o resultado mostrou um coeficiente muito pequeno e também não significativo, levando-nos a acreditar numa influência desfavorável à convergência determinada

¹⁰³ Esse fato é relatado por Nazul ISLAM, Growth Empirics: A Panel Data Approach, *Quarterly Journal of Economics*, p. 1127-70.

¹⁰⁴ Comparável aqui tem o sentido de que adotamos o mesmo número de estados. Mas como na análise *cross-section* são considerados os pontos médios enquanto que na técnica em painel incluem-se todas as observações dos subperíodos, não podemos, rigorosamente, afirmar que as estimativas são comparáveis.

pelo conjunto mais amplo de observações quando da utilização da técnica de painel, ocasionando, em conseqüência, a reversão do sinal do coeficiente, uma vez que os pontos médios da estimação em *cross-section*, por si só, mostram resultados insatisfatórios. Além disso, observamos nesse período uma elevação da dispersão dos logaritmos das produtividades dos estados, fato esse que pode ter contribuído para os maus resultados das estimações.

Os resultados aqui discutidos sobre a estimação em painel referem-se ao estimador *WITHIN* que impõe um coeficiente angular comum para todas as regressões dos estados e diferencia os efeitos individuais. O estimador *BETWEEN*, por seu turno, apresentou resultados compatíveis com a predição de convergência para todos os períodos, mas os coeficientes não se mostram significantes.

4.5.2.2 σ -CONVERGÊNCIA

As Tabelas 4.3 e 4.4 mostram as séries temporais dos desvios padrões e coeficientes de variação dos logaritmos das produtividades do trabalho relativas à indústria de transformação brasileira, tomada de forma agregada, e a três outras composições regionais, compreendendo o Nordeste, o Norte/Nordeste e o Sudeste/Sul. Na Tabela 4.3, os dados da produtividade da indústria brasileira referem-se a uma amostra de 17 estados que dispunham de informações para os seis anos indicados. Na Tabela 4.5, a série temporal dos desvios padrões diz respeito a 19 estados. Já a Tabela 4.4, apresenta os valores dos coeficientes de variação determinados de acordo com a mesma base de dados da Tabela 4.3.

Tabela 4.3

DESVIO PADRÃO DOS LOGARITMOS DAS PRODUTIVIDADES DO TRABALHO

BRASIL/REGIÕES	1950	1960	1970	1975	1980	1985
BRASIL ¹	0,4089	0,3902	0,3920	0,3510	0,4189	0,3531
NORTE/NORDESTE	0,2047	0,3181	0,2692	0,2737	0,3888	0,3368
NORDESTE	0,1981	0,3244	0,2850	0,2894	0,4110	0,3555
SUDESTE/SUL	0,2090	0,3092	0,2919	0,2205	0,1582	0,1696

Fonte: Censos Industriais - IBGE: 1950, 1960, 1970, 1975, 1980 e 1985.

1- Refere-se a uma amostra de 17 estados

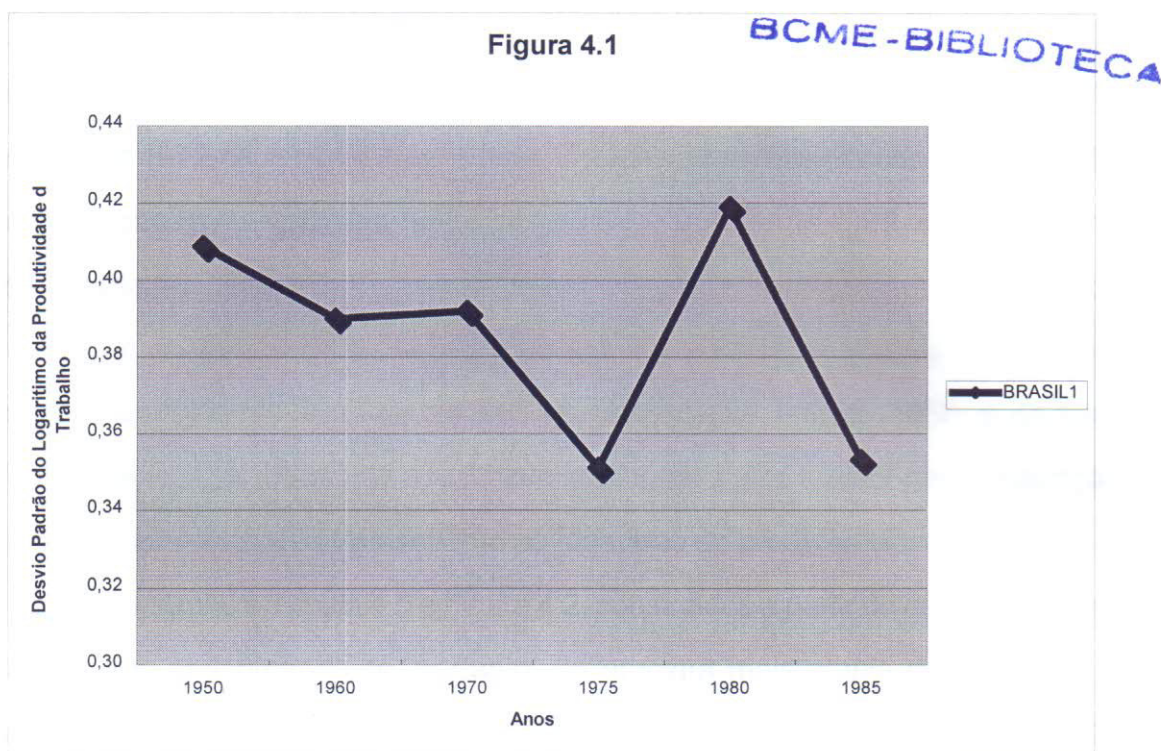


Tabela 4.4

COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DOS LOGARITMOS DAS PRODUTIVIDADES DO TRABALHO

	1950	1960	1970	1975	1980	1985
BRASIL	0,0465	0,0432	0,0408	0,0347	0,0404	0,0334
NORTE/NORDESTE	0,0241	0,0360	0,0287	0,0276	0,0383	0,0324
NORDESTE	0,0233	0,0368	0,0304	0,0292	0,0406	0,0342
SUDESTE/SUL	0,0227	0,0332	0,0294	0,0212	0,0148	0,0157

Fonte: Censos Industriais - IBGE: 1950, 1960, 1970, 1975, 1980 e 1985.

As Figuras 4.1 e 4.2 mostram as trajetórias dos σ -convergência, para o conjunto da indústria de transformação brasileira, entre 1950 e 1985, cujos dados encontram-se apresentados nas Tabelas 4.3 e 4.5, respectivamente. Por outro lado, a Figura 4.5, por sua vez, refere-se às trajetórias de σ -convergência para as regiões Nordeste e Sudeste/Sul, no mesmo intervalo de tempo da análise.

O exame dos dados das tabelas, auxiliado pela observação do comportamento descrito pelas trajetórias, possibilita uma melhor compreensão sobre o σ -convergência. Conforme podemos observar na Tabela 4.3 e Figura 4.1, que se referem a uma amostra de 17 estados, a evolução dos desvios padrões apresenta algumas peculiaridades que passamos a analisar em seguida.

Em primeiro lugar, no período 1950-75, ocorre uma tendência de homogeneização da amostra, ou seja, verifica-se σ -convergência. Já em relação ao período 1975-80, constatamos a reversão da tendência, ocorrendo uma elevação da dispersão dos logaritmos das produtividades. A partir de 1980, volta a reduzir-se a dispersão, conduzindo novamente à tendência de homogeneização verificada no período anterior a 1975. Se observarmos, no entanto, os valores dos desvios padrões relativos ao início do período de observação, ano de 1950, e do final, 1985, podemos constatar que o resultado aponta para uma maior homogeneização da amostra de estados relativamente ao logaritmo da produtividade do trabalho.

Em relação à Tabela 4.5 e Figura 4.2, construídos a partir de uma amostra de 19 estados, aproximando-se, portanto, da amostra mais ampla de 20 estados, podemos constatar a confirmação da tendência de crescente homogeneização verificada para o conjunto de 17 estados, se considerarmos o ano de 1985 em relação ao início do período, que está situado no ano de 1950. No entanto, na presente situação, a queda na dispersão dos logaritmos da produtividade ocorre de forma mais acentuada que na amostra examinada anteriormente. Mais uma vez, repete-se aqui também a reversão dessa tendência a partir de 1975, voltando a manifestar-se a redução na dispersão desde 1980. Nesse caso, entretanto, o ritmo é mais lento que na situação apresentada pela amostra composta de 17 estados. Em todo o período, a tendência geral, conforme já mencionamos, é de queda da dispersão dos logaritmos da produtividade e, portanto, de ocorrência de σ -convergência.

Tabela 4.5

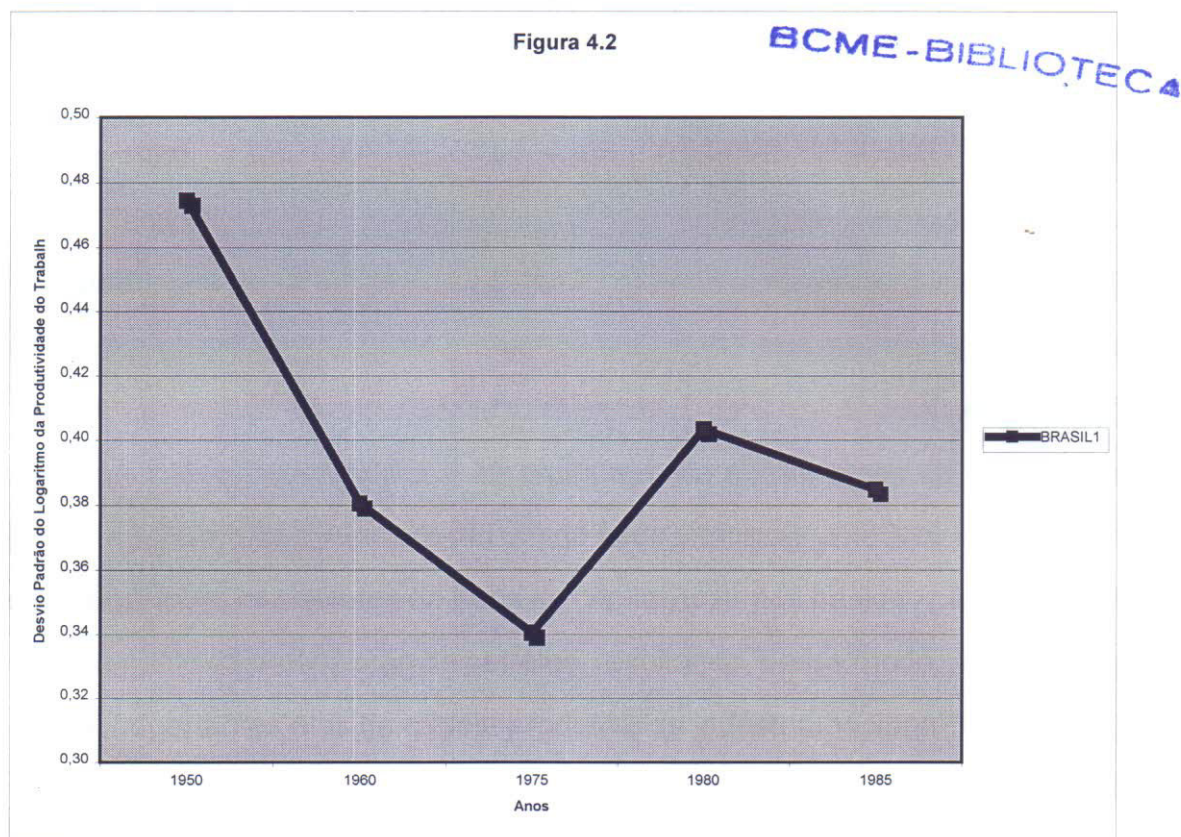
BCME - BIBLIOTECA

DESVIO PADRÃO DOS LOGARITMOS DAS PRODUTIVIDADES DO TRABALHO

BRASIL/REGIÕES	1950	1960	1975	1980	1985
BRASIL ¹	0,4744	0,3804	0,3405	0,4033	0,3848
NORTE/NORDESTE	0,3298	0,3065	0,2603	0,3689	0,3713
NORDESTE	0,1981	0,3244	0,2894	0,4110	0,3555
SUDESTE/SUL	0,2090	0,3092	0,2205	0,1582	0,1696

Fonte: Censos Industriais - IBGE: 1950, 1960, 1975, 1980 e 1985.

1 - Refere-se a uma amostra de 19 estados



A elevação da dispersão das produtividades observada a partir de 1975 e mantida até 1980 reflete inicialmente o choque adverso de oferta produzido pelas crises no fornecimento de petróleo ocorridas no final de 1973 e no ano de 1979. Neste último ano, a crise foi agravada ainda mais pela grande elevação das taxas de juros internacionais decorrentes das políticas monetárias restritivas implementadas pelos Estados Unidos. Essa conjunção de fatores acarretou uma drástica elevação nos custos das empresas e uma retração na oferta de bens e serviços, produzindo impactos adversos sobre a tendência de homogeneização da amostra de estados relativamente à produtividade do trabalho, afetando adversamente, com maior intensidade, as indústrias dos estados menos desenvolvidos. Esse fato pode ser observado na Figura 4.3.

Destacamos, por outro lado, que a política industrial implementada a partir do II PND (Plano Nacional de Desenvolvimento), cuja vigência se iniciou em 1975, também produziu significativo e não uniforme impacto nos ritmos de crescimento

das produtividades do trabalho nas indústrias de transformação dos estados, afetando, assim, a sua dispersão ao longo de todo período compreendido entre 1975 e 1980.

BCME - BIBLIOTECA

Tendo como uma de suas principais características a destacada participação do Estado, quer por meio da atuação das empresas estatais nas áreas de energia, aço, infra-estrutura econômica, quer pelo fornecimento de crédito, através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE), às empresas privadas que assim eram estimuladas a se ocuparem de outras áreas de interesse do plano, o II PND estabeleceu como um de seus principais objetivos a substituição de importações nos setores de bens de capital, insumos básicos para a indústria e no aumento da prospecção de petróleo, resultando, desse modo, na internalização de importantes elos da cadeia produtiva da indústria nacional¹⁰⁵.

Em decorrência dessas políticas, as áreas que configuravam maiores vantagens proporcionadas por economias externas, decorrentes da disponibilidade de mão-de-obra especializada e de uma variada gama de bens e serviços complementares, ou, ainda, aquelas áreas que receberam significativos investimentos das empresas estatais apresentaram uma melhor performance quanto aos padrões de produtividade do trabalho na indústria de transformação, relativamente a outras áreas menos dinâmicas ou mais atrasadas, quando da execução dos investimentos concebidos sob a égide do referido plano.¹⁰⁶

Podemos acrescentar, ainda, como explicação para o aumento da dispersão das produtividades, observado a partir de 1975 e mantido até 1980, o fato de que

¹⁰⁵ Cf. Wilson SUZIGAN, *Experiência Histórica de Política Industrial no Brasil, Texto para Discussão – IE/UNICAMP*, n. 48, p. 12, além desses aspectos positivos característicos da política industrial do II PND, podem ser destacados ainda: o início de constituição de um sistema nacional de desenvolvimento tecnológico e adoção de providências preliminares visando a incorporação de indústrias de tecnologia em estágio mais avançado.

¹⁰⁶ Cf. Werner BAER, *op.cit.*, p. 292: "Embora o impulso de crescimento geralmente seja cumulativo na área dinâmica, ele poderia, em determinadas circunstâncias, espalhar parte de seu dinamismo a outras áreas. Em outras palavras, o crescimento da área dinâmica pode agir como uma força centrífuga em determinadas situações, mas pode também atuar como uma força centrípeta e extrair qualquer potencial de crescimento que possa haver nas áreas marginais."

os incentivos fiscais, que tiveram uma importância destacada desde a segunda metade da década de 60 até o início dos anos 70 na atração de investimentos privados para o Nordeste, foram consideravelmente afetados pela redução na disponibilidade de recursos para esse fim. Esta redução decorreu sobretudo da instituição de novos incentivos para diversos setores e outras regiões do país, resultando em prejuízo para o Nordeste. Com isso, o setor industrial da região, em particular a indústria de transformação dos estados menos desenvolvidos, defrontou-se com essa restrição de recursos, dificultando novos investimentos privados e a ampliação e modernização das indústrias já instaladas.

Em 1980, observamos um ponto de inflexão na tendência observada no subperíodo anterior, a partir do qual passa a firmar-se a ocorrência de σ -convergência. A explicação para essa mudança está relacionada ao fato de que a crise pela qual o país atravessou entre 1980 e 1983 atingiu o Nordeste de forma menos intensa do que o conjunto da economia brasileira. No período 1980-86, a região Nordeste apresentou um crescimento industrial superior ao restante do país devido, sobretudo, a uma queda bastante menor ocorrida entre 1980 e 1983. A razão básica para o melhor desempenho do Nordeste está diretamente relacionado aos investimentos compensatórios realizados pelo governo federal e também à atuação das empresas estatais¹⁰⁷.

Se considerarmos, no entanto, uma perspectiva mais longa, abrangendo o período integral da análise, que se inicia em 1950 e termina em 1985, observamos uma queda da dispersão nas produtividades do trabalho na indústria de transformação brasileira. No início do período, o desvio padrão utilizado no cálculo de σ -convergência era de 0,41 para a amostra de 17 estados, enquanto no ano de 1985 a referida medida tinha apresentado uma redução para 0,35. No caso da amostra de 19 estados, estes valores mostram uma redução de 0,47 para 0,38.

¹⁰⁷ Sobre esse assunto, veja-se Gustavo MAIA GOMES, "Da Recessão de 1981-83 aos Impactos do Plano Cruzado no Brasil e no Nordeste: um alerta para o presente", mimeo., p. 40-41.

No tocante às regiões, consideradas de acordo com os critérios aqui adotados, observamos uma nítida tendência de queda na dispersão para o Sudeste/Sul desde 1960 até 1980, quando então se evidencia uma leve tendência de aumento. Já em relação ao Nordeste, entre 1950 e 1960 há um aumento na dispersão das produtividades entre os estados da região; enquanto no período 1960-75 ocorre uma tendência de queda, revertendo-se de 1975 a 1980 para um novo aumento da dispersão que, a partir de 1980 volta a cair. No longo prazo, 1950-85, o Nordeste apresenta uma maior heterogeneidade da amostra, no que respeita às produtividades do trabalho na indústria da transformação¹⁰⁸.

Podemos observar na Tabela 4.6 que entre 1970 e 1985 verificou-se uma efetiva descentralização na indústria. O Sudeste apresentou uma perda em relação à renda do setor industrial um pouco superior a 10% para todas as outras regiões, sendo que a região Sul foi a mais beneficiada. Quanto ao Nordeste, em 1980 esta região recupera a participação que detinha em 1949 (9,5%), ampliando-a para 12% em 1985. De outra parte, a mencionada descentralização industrial foi acompanhada de uma tendência de uniformização dos logaritmos das produtividades do trabalho entre os estados das regiões Sudeste e Sul, desde 1960 até 1980, consoante pode ser observado na Figura 4.4.

BCME-BIBLIOTECA▲

Tabela 4.6
DISTRIBUIÇÃO REGIONAL DA RENDA DO SETOR INDUSTRIAL, 1949-1985
(distribuição percentual)

	1949	1959	1970	1980	1985
Norte	1,0	1,7	1,3	3,0	4,0
Nordeste	9,4	8,3	5,6	9,5	12,0
Sudeste	75,4	76,9	80,6	69,0	65,8
Sul	13,5	12,3	11,7	16,2	15,0
Centro-Oeste	0,7	0,8	0,8	2,3	3,2
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: BAER, Werner, *A Economia Brasileira*, p. 287.

¹⁰⁸ Esses comportamentos, se considerados conjuntamente, podem constituir uma explicação para os maus resultados das estimações em painel apresentados em seção anterior.

A razão para uma expansão mais homogênea da atividade industrial no Sudeste/Sul residiu no fato de que o dinamismo econômico da região Sudeste beneficiou outras áreas menos dinâmicas da região Sul, através da descentralização industrial, em face das externalidades proporcionadas pelos efeitos da aglomeração, disponibilidade de infra-estrutura econômica e ocasionadas também por uma mais intensa articulação econômica dessa região com os centros mais dinâmicos do país.

Em relação ao Nordeste, a redução dos incentivos fiscais e a crise de energia, em meados da década de 70, a concentração dos investimentos das empresas estatais no Estado da Bahia e, em menor escala, em Pernambuco, todos esses fatores explicam grande parte da elevação na dispersão dos logaritmos das produtividades do trabalho entre os estados da região, no período 1975 e 1980. A Figura 4.3 mostra o distanciamento crescente do nível de produtividade do Estado da Bahia em relação aos demais estados do Nordeste, a partir de 1980.

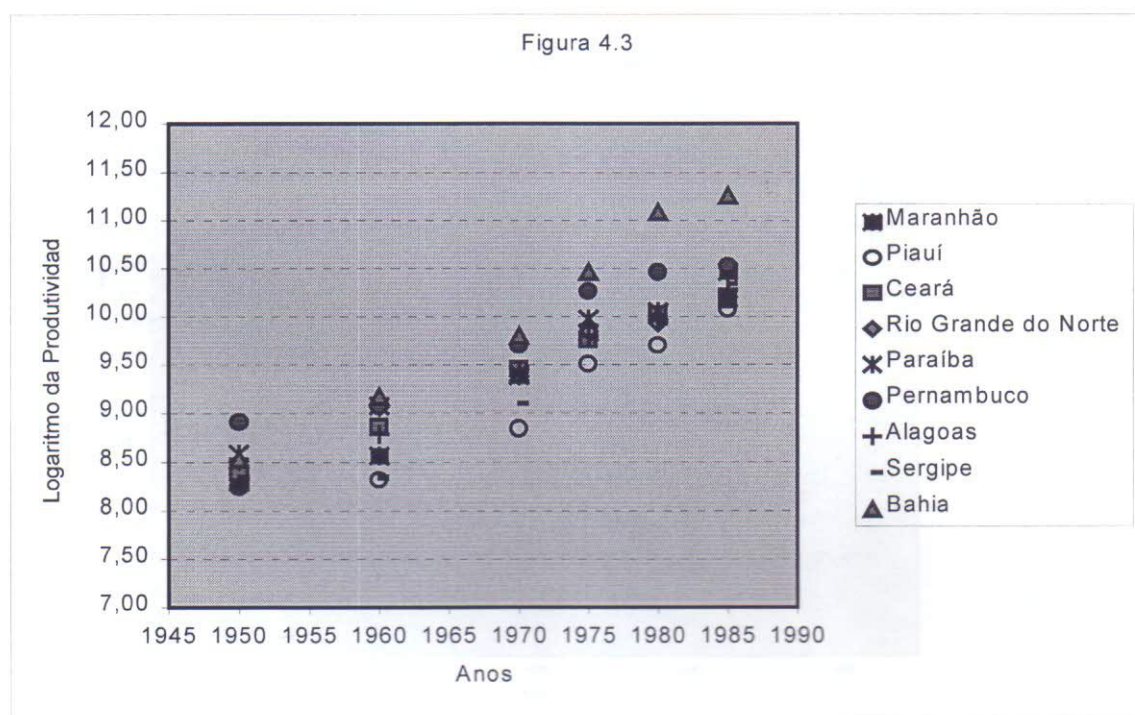
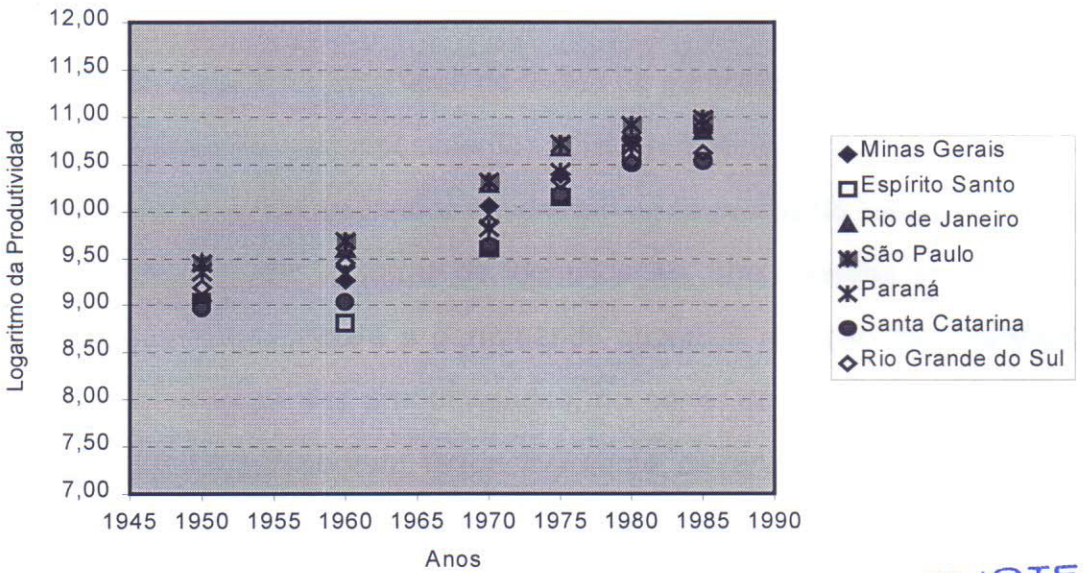


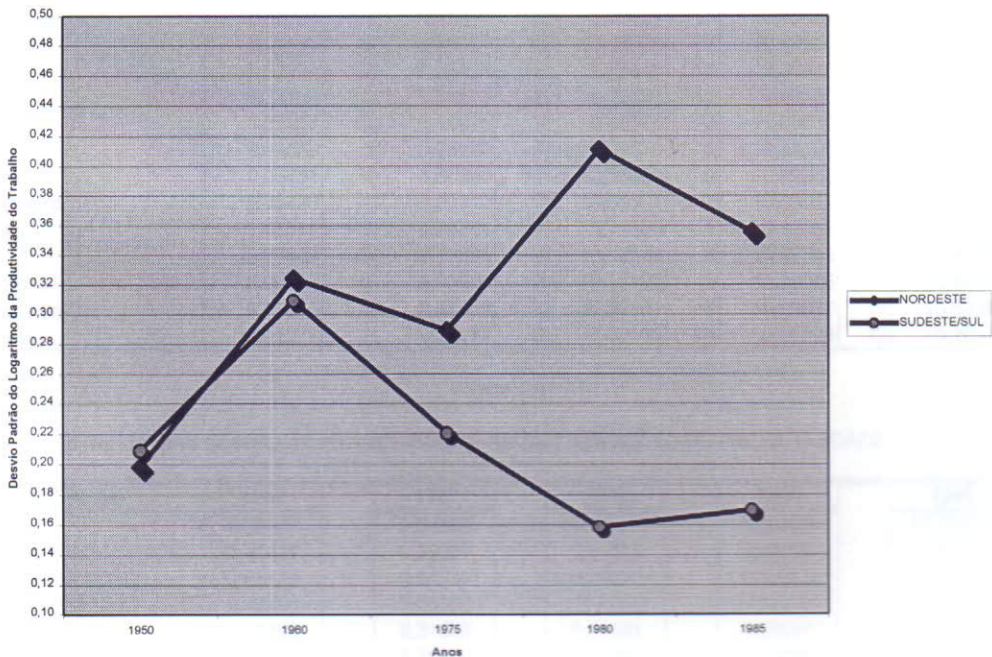
Figura 4.4



BCME-BIBLIOTECA

Finalmente, podemos destacar que, de acordo com as razões anteriormente apresentadas, verifica-se que as trajetórias dos logaritmos das produtividades das regiões Nordeste e Sudeste/Sul apresentaram um comportamento oposto, no período compreendido entre 1970 e 1985, conforme podemos observar na Figura 4.5.

Figura 4.5



4.5.3 Testes de Persistência do Processo de Convergência das Produtividades

Foram realizados três tipos de testes de persistência: a.) o coeficiente de *rank* (ou elasticidades de crescimento), b.) o coeficiente de determinação e c.) a correlação de *rank*. Os resultados encontram-se dispostos na Tabela 4.9, na qual se apresenta também o *status* de identificação, que constitui uma categoria classificatória utilizada para a performance quanto à redução das correlações obtidas nos *rankings* das produtividades, no correr do período de análise. As Tabelas 4.7 e 4.8 apresentam, respectivamente, os *rankings* das produtividades do trabalho em termos de logaritmos e estatísticas complementares sobre as distribuições das produtividades.

Tabela 4.7

RANK DOS LOGARITMOS DAS PRODUTIVIDADES DO TRABALHO NA
INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO: 1950-1985.

ESTADO	LPT50	r50	LPT60	r60	LPT75	r75	LPT80	r80	LPT85	r85
Pará	8,75077	10	9,08073	8	9,98017	10	10,23131	10	10,28529	12
Amapá	7,62795	19	8,65402	16	9,85582	13	10,16984	11	9,75049	19
Maranhão	8,30153	17	8,56712	18	9,82764	15	10,03307	14	10,46363	10
Piauí	8,25152	18	8,31852	19	9,51141	19	9,69940	19	10,08103	18
Ceará	8,38626	15	8,85622	13	9,75274	18	10,02001	15	10,16706	17
Rio Grande do Norte	8,51050	14	9,05693	11	9,84149	14	9,92768	18	10,20132	15
Paraíba	8,58873	11	9,06820	10	9,97257	11	10,05534	13	10,18295	16
Pernambuco	8,90976	9	9,07027	9	10,26705	7	10,46650	9	10,52090	9
Alagoas	8,53794	12	8,78387	15	9,79945	16	9,95648	16	10,28353	13
Sergipe	8,34766	16	8,34682	18	9,76381	17	9,93180	17	10,33700	11
Bahia	8,53387	13	9,16890	7	10,46671	3	11,08666	1	11,25647	1
Minas Gerais	9,04599	5	9,26680	5	10,39570	5	10,75503	4	10,87252	5
Esp. Santo	9,03651	6	8,80940	14	10,15699	9	10,62660	6	10,93901	3
Rio de Janeiro	9,46436	1	9,60310	2	10,68307	2	10,86949	3	10,85728	6
São Paulo	9,45082	2	9,68384	1	10,71665	1	10,92213	2	10,98588	2
Paraná	9,35602	3	9,33551	4	10,42344	4	10,69799	5	10,91664	4
Sta. Catarina	8,96328	8	9,03626	12	10,18102	8	10,50785	8	10,53911	8
Rio Grande do Sul	9,18816	4	9,45179	3	10,33091	6	10,53607	7	10,62369	7
Mato Grosso	9,01678	7	9,20197	6	9,88102	12	10,06728	12	10,28077	14

Tabela 4.8

ESTATÍSTICAS COMPLEMENTARES SOBRE AS DISTRIBUIÇÕES DE PRODUTIVIDADE

DESCRIÇÃO	1950	1960	1970	1980	1985
MÉDIA	8,75097	9,01896	10,09514	10,34529	10,50235
DESVIO PADRÃO	0,47437	0,38037	0,34050	0,40334	0,38478
COEF. DE VARIAÇÃO	0,05421	0,04217	0,03373	0,03899	0,03664
LOG. PROD. MÁXIMO	9,46436	9,68384	10,71665	11,08666	11,25647
LOG. PROD. MÍNIMO	7,62795	8,31852	9,51141	9,69940	9,75049
QUARTIL INFERIOR	8,44838	8,79664	9,83457	10,02654	10,24105
QUARTIL SUPERIOR	9,04125	9,23439	10,36331	10,66229	10,86490

Os dados na Tabela 4.9 mostram que para a indústria de transformação brasileira os itens relativos aos coeficientes de *rank* e de determinação na regressão de *rank* apresentam valores iniciais altos mas, ao longo do tempo, sofrem uma persistente redução. Essa evolução, contudo, ocorre de forma estável sem que se constate alteração significativa nas posições ocupadas pelos estados, caracterizada por deslocamentos de um extremo a outro do *ranking*. Em outras palavras, não se verificam mudanças radicais na distribuição de frequência das produtividades ao longo do tempo de observação, de modo que estados apresentando baixos níveis de produtividade, em determinado ano, não passam a assumir posições destacadas no *ranking* a partir de então, ou vice-versa, embora seja perceptível alguma mobilidade.

Por outro lado, há de se destacar a significativa redução do coeficiente de determinação, R^2 , que, iniciando com um valor aproximado de 0,72, cai para quase a metade em 1985. Esta constatação permite-nos concluir pela ocorrência de mobilidade dos estados, ainda que não correspondam a mudanças radicais, em relação às posições ocupadas por eles ao longo do tempo do estudo, significando uma alternância de posições que, por seu turno, é consistente com ocorrência de um processo de convergência.

Quanto à correlação entre as variáveis, item c, observa-se também um valor bastante elevado no período inicial, demonstrando que as variáveis eram fortemente correlacionadas. Mas, no correr do tempo, os valores da correlação de *rank* evidenciam também, como no caso dos itens a e b, uma persistente tendência de queda. Observamos, por outro lado, que os valores da correlação de *rank* apresentam sempre magnitude positiva, confirmando, portanto, a inexistência de mudanças extremas nas distribuições de frequência das produtividades. O *status* de identificação designado para qualificar a performance das correlações de *rank* é classificado na categoria de redução, uma vez que se observa uma diminuição no valor do citado item em todos os períodos para os

quais foi calculado, conforme é mostrado na Tabela 4.9. Ao lado disso, o *status* de identificação inerente ao teste da correlação de *rank* sinaliza no sentido da existência de um processo de convergência.

Em resumo, os testes de persistência efetuados mostram a ocorrência de uma forte correlação entre as posições dos estados, em todos os subperíodos abrangidos pelo presente estudo, evidenciando uma reduzida mobilidade no *ranking* das indústrias de transformação estaduais, em termos da medida de produtividade do trabalho. Por outro lado, os dados também revelam uma persistente redução na forte correlação observada, visto que os valores do último período apresentam sempre magnitudes menores que aquelas constatadas para o período de referência. Os resultados encontrados com a aplicação dos testes de persistência são, portanto, consistentes com aqueles mostrados pelas regressões que já foram objeto de análise. Assim, configura-se um processo de convergência das produtividades do trabalho, de fraca intensidade mas persistente, entre as indústrias de transformação dos estados brasileiros, no período objeto deste estudo, ou seja, 1950-85.

BCME-BIBLIOTECA

Tabela 4.9
REGRESSÕES: RANKING DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DE
TRANSFORMAÇÃO, SEGUNDO OS ESTADOS, NO PERÍODO "t"
, CONTRA O RANKING DO PERÍODO INICIAL.

COEFICIENTES	1960 CONTRA 1950	1975 CONTRA 1950	1980 CONTRA 1950	1985 CONTRA 1950	STATUS DE IDENTIFICAÇÃO
COEFICIENTE DE RANK ⁽¹⁾	0,9748	0,9564	0,9313	0,9207	REDUÇÃO
R ² NA REGRESSÃO DE RANK CORRELAÇÃO DE RANK ⁽²⁾	0,7228	0,6477	0,4723	0,396
	0,857	0,814	0,7386	0,6965	REDUÇÃO

NOTA: (1) Coeficiente δ estimado numa regressão do tipo: $r_t = \delta r_{t-1} + e_t$, onde r corresponde ao *rank*.

(2) Refere-se ao coeficiente de correlação de Spearman.

CONCLUSÃO

Nesta dissertação, examinamos empiricamente a hipótese da convergência da produtividade do trabalho no âmbito da indústria de transformação brasileira, no período compreendido entre 1950 e 1985, partindo dos dados agregados em nível dos estados. Para isso, utilizamos como referência teórica básica a regressão proposta por Baumol para verificação empírica da convergência e, sobretudo, o modelo de inspiração neoclássica desenvolvido por Barro e Sala-I-Martin, a partir das contribuições de Ramsey, Cass e Koopmans. No modelo de Barro e Sala-I-Martin, investigamos com particular interesse as medidas de β -convergência e σ -convergência. Além disso, complementamos o estudo com a aplicação de testes de persistência, também largamente empregados na literatura sobre crescimento econômico.

Os resultados encontrados nas estimações da equação de Baumol e do modelo de Barro e Sala-I-Martin indicaram a predominância de um processo de convergência condicional no período integral da análise, ou seja, 1950-85. Esta conclusão decorreu da constatação de que os coeficientes estimados da variável explicativa nas equações básicas de ambas abordagens apresentaram sinais compatíveis com a previsão de convergência e mostraram-se significantes, embora os coeficientes de determinação tenham resultado em valores baixos.

No modelo de Barro e Sala-I-Martin, foram realizadas estimações de β -convergência para os períodos 1950-70, 1970-85, 1950-80 e 1950-85. As estimativas foram obtidas adotando-se tanto a técnica de análise em *cross-section* como a técnica em painel. Esta última restringiu-se a apenas dois períodos de tempo, 1950-70 e 1950-80, tendo em vista as limitações de dados disponíveis para os demais períodos.

Inicialmente, no exame da convergência incondicional ou absoluta, as análises *cross-section* referentes a todos os períodos estudados mostraram

uniformemente as estimativas de β com sinal positivo, sugerindo a existência de processos de convergência das produtividades do trabalho. As taxas de convergência oscilaram entre 0,8% em 1950-70 e 1950-80, e 1,56%, no período 1950-85. No entanto, apenas os β 's referentes ao subperíodo 1970-85 e ao período 1950-85 apresentaram-se significantes nos níveis de 10% e 5%, respectivamente, enquanto nos demais resultaram não significantes.

Na identificação da convergência condicional, adotamos como variável auxiliar a educação, medida pelos graus de instrução primária e secundária da população economicamente ativa (PEA) na indústria de transformação relativamente à PEA total, nos anos de 1970 e 1980. Examinamos, portanto, a contribuição do grau de escolarização ao processo de convergência da produtividade. Desse exame, excluímos o grau de instrução superior porque, nos dois anos considerados, os dados observados revelaram-se pouco significativos para a maioria dos estados brasileiros.

Os resultados obtidos nas estimações evidenciaram a grande contribuição do grau de escolarização secundária relativa ao ano de 1980 para a elevação da taxa de convergência, no período compreendido entre 1950 e 1985. Em relação à educação primária, a estimativa feita no modelo de Barro e Sala-i-Martin não resultou significativa, embora na equação de Baumol o resultado tenha sugerido que a influência dessa variável sobre o crescimento da produtividade ocorrera com maior intensidade na década de 1970.

A incorporação de variáveis educacionais, como variáveis explicativas na equação ampliada do modelo de Barro e Sala-i-Martin, resultou na elevação da taxa de convergência em todas as situações, sendo que o seu valor chegou mesmo a duplicar em relação àquele estimado na equação padrão. Todas as estimativas feitas para os coeficientes das variáveis educacionais apresentaram sinais positivos previstos, embora apenas a variável educação secundária em 1980 tenha resultado significativa. Neste caso, a taxa de convergência estimada

para o período 1950-85 elevou-se de 1,56%, na equação padrão, para 2,98%. Esses resultados mostraram-se também consistentes com as estimativas realizadas com base na equação de Baumol.

BCME - BIBLIOTECA

Em decorrência da convergência condicional, captada pela variável educação, observamos que os estados com níveis educacionais da força de trabalho similares apresentaram convergência entre eles mesmos, em termos das taxas de crescimento da produtividade. De outra parte, o *catching up* dos estados possuidores de força de trabalho com menor nível de escolarização em relação àqueles com um nível educacional mais elevado resultou um processo de fraca intensidade. Neste último caso, podemos identificar o processo com a convergência absoluta ou incondicional.

De outra parte, observamos que os resultados obtidos com a variável educação, tomada como *proxy* do capital humano, confirmaram uma gama bastante ampla de estudos na literatura internacional, cuja preocupação básica tem sido orientada para o dimensionamento da contribuição da educação aos processos de convergência dos produtos *per capita* de países e da produtividade do trabalho em setores específicos, como, por exemplo, o industrial.

Em relação ainda à educação, vale ressaltar que os resultados obtidos apontam uma prevalência, na década de 70, da escolarização primária da força de trabalho na convergência da produtividade do trabalho, enquanto o segundo grau passou a ter maior importância nos anos 80. Estas conclusões mostraram-se consistentes com vários trabalhos empíricos que indicaram uma variabilidade da importância dos diferentes graus de escolarização sobre o desenvolvimento econômico, de acordo com distintos períodos de tempo e grupos de países estudados.

De acordo com esses trabalhos, as novas tecnologias, baseadas em informação, tendo sido introduzidas nos países situados na fronteira tecnológica durante a década de 70, exigiram trabalhadores com mais tempo de estudo. No

caso do Brasil, apenas por volta do final da década de 70, a indústria de transformação passou por uma relativa atualização tecnológica, cujos efeitos sobre a exigência de mão-de-obra melhor qualificada tornaram-se perceptíveis somente na década de 80.

Além do mais, esses resultados revelaram-se consistentes ainda com a constatação de estudos empíricos sobre a variabilidade dos requerimentos de habilidades da força de trabalho, conforme o nível de renda *per capita* dos países ou regiões. Quando estes possuem baixos níveis de renda, a educação primária pode constituir o nível de habilidade satisfatório requerido pelo sistema produtivo. Países com nível médio de renda, habilidades mais especializadas e avançadas são requeridas, sugerindo, assim, a importância relativa da educação secundária. Já nos países de alta renda, as habilidades requeridas estão relacionadas com o conhecimento científico e, de modo geral, com o desempenho de atividades profissionais, sugerindo, portanto, a uma maior importância da educação universitária.

Como um comentário adicional, importa assinalar, por outro lado, que os níveis educacionais e o tempo médio de estudo têm sofrido variações tanto entre países como no correr do tempo. Pode-se comprovar a ocorrência de convergência nos graus de escolarização entre países, além de o fenômeno ocorrer também entre países com níveis de desenvolvimento similares, implicando, por conseguinte, uma decrescente importância da referida variável como fator explicativo básico das diferenças nas taxas de crescimento observadas. Assim, o valor da variável educacional em capturar a convergência condicional fica mais evidente na medida em que há uma grande heterogeneidade na amostra estudada, em termos dos níveis de desenvolvimento ou de padrões educacionais.

Quanto às estimativas em painel, realizadas no modelo de Barro e Sala-i-Martin, estas não produziram elevação na taxa de convergência e, no caso do período 1950-80, observou-se que o valor do coeficiente β resultou consistente

com a ocorrência de divergência, contrariando a hipótese de convergência. A explicação para esse resultado pode estar relacionada com a significativa dispersão nos logaritmos das produtividades do trabalho verificada entre 1975 e 1980.

Em relação à medida de σ -convergência sugerida por Barro e Sala-I-Martin, constatamos que numa perspectiva mais ampla, compreendendo o período integral da análise, ou seja, de 1950 a 1985, ocorreu uma queda na dispersão das produtividades do trabalho na indústria de transformação brasileira. No ano de 1950, a medida de σ foi de 0,41 para uma amostra de 17 estados, enquanto no ano de 1985 a referida medida apresentou uma redução para 0,35. Já na amostra de 19 estados, verificou-se uma redução de 0,47 para 0,38, evidenciando, portanto, a existência de σ -convergência para o conjunto dos estados. **ECME-BIBLIOTECA**

Considerando as regiões do país, segundo os critérios adotados no estudo, observamos uma nítida tendência de queda na dispersão dos logaritmos das produtividades do trabalho para o Sudeste/Sul desde 1960 até 1980, quando então se evidenciou uma leve tendência de aumento. Quanto ao Nordeste, o resultado final mostrou que entre 1950 e 1985 ocorreu uma maior heterogeneidade da amostra decorrente de um aumento na dispersão dos logaritmos das produtividades.

A aplicação dos testes de persistência evidenciou consistência com aqueles obtidos nas regressões. Assim, é que os dados revelaram uma persistente redução na correlação de *ranking*, uma vez que os valores do último período apresentaram magnitudes sempre menores que aquelas encontradas para o período de referência.

Em suma, o estudo empírico confirmou a hipótese da convergência, segundo a qual os estados com menores níveis de produtividade do trabalho, no ano inicial do período amostral, apresentaram maiores taxas de crescimento da produtividade. Constatamos, por outro lado, a ocorrência tanto de convergência absoluta ou incondicional como convergência condicional. No entanto, os testes indicaram a forte evidência de predominância da convergência condicional. Em relação ao conceito de homogeneização, medido pelo desvio padrão dos logaritmos das

produtividades, observamos a ocorrência de uma redução da dispersão da amostra em 1985 relativamente a 1950. Além do mais, os resultados dos testes de persistência confirmaram a tendência de convergência entre os estados, no que respeita à produtividade do trabalho na indústria de transformação.

A constatação sobre a ocorrência predominantē da convergência condicional, bem como a influência exercida pela educação secundária sobre a taxa de convergência da produtividade sugerem a proposição de uma maior atuação dos diversos níveis de governo e também dos organismos empresariais, no sentido de ampliar as oportunidades educacionais da força de trabalho, melhorando a sua qualificação e, conseqüentemente, a produtividade da indústria, adequando-a às exigências dos novos avanços tecnológicos. Assim sendo, políticas públicas adequadamente formuladas podem ser utilizadas para induzir processos de convergência e também no sentido de reverter possíveis tendências de divergência, notadamente das rendas *per capita* entre regiões de um país.

O conceito de convergência condicional possibilita a ampliação das linhas de pesquisas no campo da convergência, quer em nível agregado do produto *per capita* dos países quer no âmbito dos setores econômicos e de regiões de um mesmo país. A identificação de variáveis explicativas dos processos de convergência ou divergência constitui um largo campo de estudo, sobretudo no caso da economia brasileira. Nosso trabalho, nesse particular, apresentou um modesto avanço na compreensão de tão complexo fenômeno, ao incorporar variáveis educacionais nas regressões padrões utilizadas nas abordagens de Baumol e Barro e Sala-I-Martin.

Seguindo a linha de trabalho adotada por Abramovitz, também pode ser esclarecedor o desenvolvimento de investigações que permitam compreender o funcionamento dos mecanismos condicionadores dos processos de *catching up* tecnológico, abrangendo um conjunto de fatores relacionados com a “capacitação social” e a “congruência tecnológica”. De acordo com o mencionado autor, a

ocorrência de processos convergentes não constitui um mecanismo automático, mas é decorrente de fatores favoráveis presentes na economia em determinado momento, correspondendo aos aspectos condicionadores. Dependendo da conjunção desses aspectos, poder-se-ão verificar processos convergentes ou divergentes.

Outra importante linha de pesquisa no campo do crescimento econômico refere-se ao papel exercido pela tecnologia no desenvolvimento industrial recente e suas implicações para o processo de convergência, bem como o grau de endogeneidade do progresso técnico. Neste aspecto, as teorias de crescimento endógeno assumem importância como referencial teórico de análise. Trata-se, portanto, de ampliar as hipóteses formuladas em nosso modelo de trabalho, de modo a permitir a incorporação de outras dimensões de análise do processo de crescimento econômico.

Do ponto de vista metodológico, a verificação da hipótese da convergência comporta ainda uma série de outros procedimentos que podem ser explorados em futuros trabalhos empíricos, não se enquadrando necessariamente no contexto da teoria neoclássica de crescimento e tampouco no âmbito dos modelos de crescimento endógeno. Dentre eles, destacamos a metodologia proposta por inspiração dos integrantes da escola inglesa, especialmente por Quah (1996), que criticou a abordagem tradicional de se estudar a convergência a partir de análises *cross-section*.

Conforme o mencionado autor, o procedimento mais adequado deve fundamentar-se no acompanhamento, no decorrer do tempo, das distribuições de frequência das variáveis objeto de estudo, a produtividade ou o produto *per capita*. Este acompanhamento permitirá a observação da alteração na posição dos elementos integrantes da distribuição e, também, na forma que ela própria poderá apresentar ao longo do tempo de estudo. A análise desses aspectos ensejará uma melhor compreensão sobre a performance das variáveis estudadas, podendo resultar na identificação de padrões de convergência ou divergência e, ainda, quanto a formação de *clusters* de países ou regiões.

Quanto às técnicas de estimação dos modelos, um campo relativamente novo e ainda pouco explorado refere-se à utilização da técnica de painel, que permite a considerável ampliação das possibilidades de obtenção de melhores resultados nas estimativas das taxas de convergência. Tal fato pode acontecer na medida em que se associa a técnica de painel com um método de estimação capaz de corrigir a correlação dos efeitos individuais e das fontes de endogeneidade, que, neste último caso, ocorre quando são adotadas mais variáveis explicativas na equação de crescimento.

Alguns métodos de estimação têm sido recomendados recentemente, encontrando-se entre eles o procedimento de Chamberlain (1984), conhecido também como matriz - Π e a aplicação do método de momentos generalizados (GMN), sugerido por Caselli, Esquivel e Lefort (1996), cujos estimadores obtidos mostram-se consistentes. Deste modo, uma fértil vertente de pesquisa empírica sobre crescimento econômico e, particularmente, sobre convergência surge com a possibilidade de adoção de métodos de estimação mais apropriados que levem em consideração o maior número possível de dados e não apenas os valores médios.

No desenvolvimento da presente dissertação, defrontamo-nos com algumas limitações que condicionaram de certa forma a amplitude dos objetivos inicialmente delineados. A mais importante delas deveu-se à disponibilidade de dados censitários sobre o setor industrial brasileiro que nos impossibilitou de percorrer um horizonte de tempo superior ao que efetivamente adotamos, ou seja, 1950-85. Em alguns anos, a falta de informações obrigou-nos à redefinição do tamanho da amostra de modo a podermos realizar as estimações.

Não obstante, o período da análise revelou-se uma conveniente opção porque alguns trabalhos sobre a convergência do produto *per capita* entre estados na economia brasileira já haviam sido realizados, permitindo-nos, assim, confirmar a referida hipótese também em relação à produtividade do trabalho no âmbito da

indústria de transformação. Por outro lado, um período de tempo de 35 anos é relativamente pequeno para permitir uma conclusão definitiva sobre a existência de um processo histórico de convergência da produtividade do trabalho na mencionada classe de indústria. A este respeito, a literatura econômica tem registrado vários estudos abrangendo períodos de tempo superiores a um século.

Em relação às limitações dos modelos neoclássicos de crescimento econômico inspirados em Solow (1956), uma das críticas mais freqüentes refere-se à hipótese de que o progresso técnico é exógeno e neutro, sendo, portanto, inexplicado. E essa suposição do modelo neoclássico constitui a razão básica para o crescimento do produto no longo prazo.

De acordo com os adeptos das novas teorias do crescimento econômico, a proposição básica de que todos os países ou regiões convergiriam no tempo para o mesmo nível de produtividade não era corroborada pelos fatos. A suposição de que a tecnologia seria comum a todos países ou regiões e que não haveria interdependência entre países ricos e pobres, de modo que as taxas de crescimento dos primeiros não afetariam as taxas de crescimento dos últimos, deveria ser substituída por uma hipótese mais realista de endogeneização do progresso técnico no modelo de crescimento. Além disso, a exogeneidade do progresso técnico, tornando-o um bem público e, portanto, livremente disponível não permite uma explicação satisfatória para as diferenças no crescimento entre os países ou regiões.

Por outro lado, as hipóteses dos modelos neoclássicos de crescimento econômico, como na abordagem de Barro e Sala-i-Martin, abrangendo a exogeneidade do progresso técnico, mercados competitivos e mobilidade dos fatores de produção resultam numa excessiva valorização do papel do capital físico no crescimento econômico e, dessa forma, nos processos de convergência de produtividade, simplificando demasiadamente a compreensão de processos tão complexos. De acordo com Abramovitz e muitos outros autores, o processo

de convergência da produtividade não ocorre de forma automática mas está condicionado à existência internamente nas economias de determinados fatores, para que se possa efetivamente concretizar.

BCME - BIBLIOTECA

A constatação de que nas regiões mais pobres a insuficiente disponibilidade de capital resulta em produtividade marginal mais elevada que nas regiões desenvolvidas não constitui condição suficiente para o desenvolvimento das áreas mais atrasadas pelo atrativo que elas exercem em face da remuneração do fator escasso. Recentes abordagens da teoria do crescimento econômico, nas quais são incorporadas hipóteses de não convexidade na função de produção, demonstram que a conclusão neoclássica sobre a ocorrência de convergência na renda *per capita* e produtividade não seria necessariamente verificada em termos concretos. Em particular, a ocorrência de economia de escala no nível agregado redundaria na presença de externalidades que poderiam compensar e até mesmo reverter a tendência de convergência. Desse modo, um complexo conjunto de fatores abrangendo o aparato institucional, externalidades, atuação do governo como indutor do crescimento econômico, estabilidade política e outros aspectos condicionam em última instância a efetividade dos processos de convergência.

Como um comentário final, devemos acrescentar que a inexistência de dados censitários sobre a produtividade industrial após 1985 impossibilitou-nos de verificar os efeitos sobre a convergência das mudanças ocorridas na economia brasileira, particularmente no setor industrial, a partir do início dos anos 90. A abertura econômica com o incremento das possibilidades comerciais, a maior concorrência internacional e a reestruturação tecnológica da indústria de transformação, forçada pela baixa competitividade externa do setor, resultaram em efeitos sobre a produtividade do trabalho, influenciando, certamente, sobre o processo de convergência entre estados. Na medida em que estiverem disponíveis dados mais atualizados, novos trabalhos poderão prosseguir com a tarefa de ampliar os estudos sobre a convergência no âmbito do setor industrial e também sobre suas conseqüências no contexto regional.

ANEXOS

ANEXO 1

NOTA EXPLICATIVA 1:

As expressões das produtividades marginais do capital e trabalho são assim obtidas:

a) Produtividade marginal do capital:

$$Y = F(K, AL) \Rightarrow \frac{Y}{AL} = F\left(\frac{K}{AL}, 1\right) \Rightarrow Y = ALF\left(\frac{K}{AL}, 1\right) = ALf(k)$$

$$PMgK = \frac{\partial Y}{\partial K} = AL \frac{\partial f}{\partial k} \frac{\partial k}{\partial K} = f'(k) \quad \therefore PMgK = \frac{\partial Y}{\partial K} = \frac{dy}{dk} = f'(k)$$

b) Produtividade marginal do trabalho:

$$Y = ALf(k) \Rightarrow \frac{\partial Y}{\partial AL} = f(k) + AL \frac{\partial f(k)}{\partial AL} = f(k) + AL \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \frac{\partial k}{\partial AL} = f(k) - k \cdot f'(k)$$

$$PMgL = f(k) - kf'(k)$$

NOTA EXPLICATIVA 2:

Essa equação é obtida da seguinte forma:

$$F(K_t, L_t) = \frac{dK_t}{dt} + \delta K_t + C_t \quad (1)$$

onde:

$$\frac{dK_t}{dt} = K' \quad \text{e } \delta \text{ é a taxa de depreciação.}$$

Assim:

$$F\left(\frac{K_t}{L_t}, 1\right) = L_t f(k_t) = L_t f(k_t) \quad (2)$$

Onde:

$$k_t = \frac{K_t}{L_t}$$

Substituindo (2) em (1), temos:

$$L_t f(k_t) = \frac{dK_t}{dt} + \delta K_t + C_t \quad (3)$$

Observamos que:

$${}^0 k_t = \frac{d}{dt} (K_t / L_t) = \frac{K_t'}{L_t} - \frac{L_t'}{L_t} \frac{K_t}{L_t} \Rightarrow {}^0 k_t = \frac{K_t'}{L_t} - nk_t \Rightarrow \frac{K_t'}{L_t} = {}^0 k_t + nk_t \quad (4)$$

onde n é a taxa de crescimento da força de trabalho (população)

Substituindo (4) em (3), temos:

$${}^0 k_t = \frac{dk_t}{dt} = f(k_t) - (\delta + n)k_t - c_t$$

BCME - BIBLIOTECA ▲

ANEXO 2

COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DOS RANKS (COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN)

2.1. 1950 - 1960:

Tabela de Coeficientes de Correlação

	<i>r</i> 60	<i>r</i> 50
<i>r</i> 60	1	
<i>r</i> 50	0,85701754	1

BCME - BIBLIOTECA

2.2. 1950 - 1975:

Tabela de Coeficientes de Correlação

	<i>r</i> 75	<i>r</i> 50
<i>r</i> 75	1	
<i>r</i> 50	0,81403509	1

2.3. 1950 - 1980:

Tabela de Coeficientes de Correlação

	<i>r</i> 80	<i>r</i> 50
<i>r</i> 80	1	
<i>r</i> 50	0,73859649	1

2.4. 1950 - 1985:

Tabela de Coeficientes de Correlação

	<i>r</i> 85	<i>r</i> 50
<i>r</i> 85	1	
<i>r</i> 50	0,69649123	1

$$r' = 1 - (6\sum D^2) / N(N^2 - 1)$$

onde: D = diferenças entre os *ranks* das produtividades do trabalho da indústria de transformação dos estados;
N = número de observações.

ANEXO 3

Tabela 1
ÍNDICES DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA
DE TRANSFORMAÇÃO E DO PRODUTO PER CAPITA - 1950-1985.

ANO	PMeT	PIBper capita
1950	100	100
1951	102	101
1952	109	108
1953	105	107
1954	105	116
1955	112	120
1956	120	119
1957	121	127
1958	139	132
1959	135	137
1960	148	142
1961	138	149
1962	150	153
1963	164	150
1964	168	150
1965	168	148
1966	181	151
1967	178	156
1968	187	171
1969	199	178
1970	200	193
1971	226	210
1972	281	231
1973	330	256
1974	375	275
1975	414	278
1976	421	300
1977	432	307
1978	447	309
1979	456	324
1980	474	342
1981	445	318
1982	455	316
1983	468	299
1984	465	305
1985	#N/A	320

Fonte: Penn World Tables 1996. Produtividade Industrial Brasileira 1950-1984. Daniel A. Moreira

Tabela 2

PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA, SEGUNDO ESTADOS - 1950-1985.

Indústrias de transformação	1950	1960	1970	1975	1980	1985
Brasil	11207,83979	13650,9347	25532,19855	37478,3242	48021,73682	52123,67716
Norte	6874,511235	12278,09258	14120,45276	#VALORI	44977,73456	51064,98041
Rondônia	#DIV/0!	8240,286364	9131,448032	15425,23496	21358,46395	41888,75921
Acre	5954,960924	3459,446396	9403,413499	#VALORI	#VALORI	34592,53786
Amazonas	6569,038667	23459,63969	21314,44812	42020,11903	#VALORI	#VALORI
Roraima	#DIV/0!	3878,55	#VALORI	12002,34149	20880,34267	17898,56115
Pará	6315,527267	8784,359573	11306,7166	21593,92099	27758,77394	29298,34568
Amapá	2054,841121	5733,152941	#VALORI	19069,01146	26103,97068	17162,61969
Nordeste	5837,041751	7933,272984	14659,86747	25166,60791	35358,73948	41987,55691
Maranhão	4030,044263	5255,954002	11849,66642	18539,15353	22766,98247	35018,31751
Piauí	3833,458056	4099,084199	6965,794965	13512,99108	16307,79634	23885,5223
Ceará	4386,370094	7017,895706	12710,89012	17201,29888	22471,56624	26031,31139
Rio Grande do Norte	4866,629028	8577,737395	11809,79655	18797,73694	20489,72506	26938,81715
Paraíba	5370,798274	8675,035789	12178,26717	21430,52346	23279,76702	26448,39049
Pernambuco	7403,88268	8692,983632	16321,43791	28768,92596	35118,94772	37082,54221
Alagoas	5104,812891	6528,115672	12478,26069	18023,88932	21088,53587	29246,81833
Sergipe	4220,287139	4216,739982	8910,634717	17392,76895	20574,39395	30853,41078
Bahia	5084,062795	9594,064873	18019,85508	35126,53234	65294,47872	77378,79768
Sudeste	12844,76933	15131,42935	29276,58352	43220,98159	53701,42352	57140,38354
Minas Gerais	8484,481515	10580,86276	23284,57847	32718,74719	46864,97139	52707,94837
Espírito Santo	8404,430216	6696,915979	14693,12617	25770,63715	41216,81212	56331,28513
Rio de Janeiro	12891,99277	14810,63181	29491,44014	43611,31617	52548,1782	51910,64196
São Paulo	12718,61015	16056,03947	30324,90996	45100,60675	55388,68383	59034,58888
Sul	9662,904253	11335,28159	18193,92109	30297,65476	38963,14041	43421,47847
Paraná	11568,23451	11333,401	18481,00954	33639,07832	44266,63144	55085,26132
Santa Catarina	7810,92194	8402,301242	15257,43563	26397,27265	36601,59795	37763,95263
Rio Grande do Sul	9780,593191	12730,94162	19575,11993	30666,12174	37649,26827	41097,14795
Centro-Oeste	10361,06084	11090,62903	13293,31328	#VALORI	26165,58918	33816,07579
Mato Grosso	8240,188142	9916,680905	#VALORI	19555,62915	23559,37029	29166,38384
Goiás	12856,3236	12219,68844	#VALORI	#VALORI	27672,08658	#VALORI
Média Nacional	8788,671574					

FONTE: Censos Industriais - IBGE: 1950, 1960, 1970, 1975, 1980 e 1985.

NOTA: Valores a preços constantes de julho de 1996.

Tabela 3

BCME - BIBLIOTECA

GRAU DE INSTRUÇÃO DA POPULAÇÃO
ECONOMICAMENTE ATIVA NA INDÚSTRIA DE
TRANSFORMAÇÃO - 1970, EM RELAÇÃO À PEA TOTAL

ESTADO	1 GRAU	2 GRAU	SUPERIOR
RONDÔNIA	0,0790	0,0018	0,0004
ACRE	0,0749	0,0008	-
AMAZONAS	0,1111	0,0037	0,0003
RORAIMA	0,0530	0,0038	-
PARÁ	0,1014	0,0025	0,0001
AMAPÁ	0,1147	0,0052	-
MARANHÃO	0,1513	0,0025	0,0002
PIAUI	0,1012	0,0016	0,0001
CEARÁ	0,1078	0,0038	0,0002
R. G. NORTE	0,0821	0,0019	0,0001
PARAÍBA	0,0891	0,0015	-
PERNAMBUCO	0,1163	0,0031	0,0000
ALAGOAS	0,1088	0,0028	0,0001
SERGIPE	0,1179	0,0036	0,0005
BAHIA	0,1097	0,0032	0,0001
MINAS GERAIS	0,1330	0,0028	0,0001
ESPIRITO SANTO	0,1107	0,0031	0,0001
RIO DE JANEIRO	0,1320	0,0047	0,0003
SÃO PAULO	0,1870	0,0040	0,0002
PARANÁ	0,1070	0,0020	0,0001
STA. CATARINA	0,1467	0,0011	0,0001
R. G. SUL	0,1283	0,0024	0,0001
MATO GROSSO	0,0971	0,0013	0,0001
GOIÁS	0,0940	0,0024	0,0002

FONTE: Censo Demográfico de 1970 - IBGE.

NOTA: Refere-se ao total da PEA na indústria de transformação com determinado grau de instrução relativamente à PEA total.

Tabela 4

**GRAU DE INSTRUÇÃO DA POPULAÇÃO
ECONOMICAMENTE ATIVA NA INDÚSTRIA DE
TRANSFORMAÇÃO -1980, EM RELAÇÃO À PEA TOTAL**

ESTADO	1 GRAU	2 GRAU	SUPERIOR
RONDONIA	0,0138	0,0033	0,0003
ACRE	0,0138	0,0049	0,0004
AMAZONAS	0,0424	0,0145	0,0005
RORAIMA	0,0171	0,0064	0,0003
PARA	0,0270	0,0091	0,0005
AMAPA	0,0219	0,0104	0,0001
MARANHÃO	0,0215	0,0091	0,0003
PIAUI	0,0203	0,0066	0,0003
CEARA	0,0277	0,0096	0,0005
R. G. NORTE	0,0228	0,0088	0,0005
PARAIBA	0,0185	0,0077	0,0005
PERNAMBUCO	0,0258	0,0096	0,0006
ALAGOAS	0,0180	0,0087	0,0004
SERGIPE	0,0241	0,0096	0,0006
BAHIA	0,0253	0,0133	0,0009
MINAS GERAIS	0,0238	0,0102	0,0006
ESPIRITO SANTO	0,0264	0,0122	0,0006
RIO DE JANEIRO	0,0369	0,0142	0,0010
SAO PAULO	0,0373	0,0134	0,0013
PARANA	0,0211	0,0065	0,0004
STA. CATARINA	0,0382	0,0064	0,0004
R. G. SUL	0,0269	0,0071	0,0004
MATO GROSSO	0,0134	0,0044	0,0004
GOIAS	0,0201	0,0078	0,0005

Fonte: Censo Demográfico de 1980 - IBGE.

NOTA: Refere-se ao total da PEA na indústria de transformação com determinado grau de instrução relativamente à PEA total.

Tabela 5

**VARIAÇÃO NA INSTRUÇÃO: PESSOAS DE 10 ANOS OU
MAIS COM CURSO COMPLETO
POR GRAU E ESPÉCIE DO CURSO , SEGUNDO A
CONDIÇÃO DA ATIVIDADE -1970-1980
LOG(EDU80/EDUC70)**

ESTADO	1 GRAU	2 GRAU	SUPERIOR
RONDÔNIA	(1,7420)	0,5914	(0,2860)
ACRE	(1,6927)	1,7662	#DIV/0!
AMAZONAS	(0,9637)	1,3687	0,5711
RORAIMA	(1,1303)	0,5180	#DIV/0!
PARÁ	(1,3234)	1,2996	1,3615
AMAPA	(1,6562)	0,6855	#DIV/0!
MARANHÃO	(1,9513)	1,2865	0,7974
PIAUI	(1,6057)	1,4119	1,0325
CEARA	(1,3583)	0,9196	0,7751
R. G. NORTE	(1,2825)	1,5390	1,3751
PARAIBA	(1,5741)	1,6527	#DIV/0!
PERNAMBUCO	(1,5078)	1,1143	2,6879
ALAGOAS	(1,7977)	1,1513	1,6958
SERGIPE	(1,5894)	0,9659	0,1768
BAHIA	(1,4655)	1,4366	1,8014
MINAS GERAIS	(1,7220)	1,2761	1,5672
ESPIRITO SANTO	(1,4315)	1,3752	2,0262
RIO DE JANEIRO	(1,2753)	1,0930	1,3981
SÃO PAULO	(1,6117)	1,2104	1,7572
PARANA	(1,6235)	1,1668	1,3785
STA. CATARINA	(1,3458)	1,7826	1,7333
R. G. SUL	(1,5621)	1,0802	1,4186
MATO GROSSO	(1,9808)	1,1845	1,1914
GOIAS	(1,5425)	1,1618	0,6587

FONTE: Censos Demográficos de 1970 e 1980 - IBGE

NOTA: Os dados referem-se à medida expressa por: $\ln(EDUC80/EDUC70)$

Tabela 6

BCME - BIBLIOTECA

**VARIAÇÃO NA INSTRUÇÃO: PESSOAS DE 10 ANOS OU
MAIS COM CURSO COMPLETO
POR GRAU E ESPÉCIE DO CURSO, SEGUNDO A
CONDIÇÃO DA ATIVIDADE -1970-1980**

ESTADO	1 GRAU	2 GRAU	SUPERIOR
RONDÔNIA	0,1752	1,8066	0,7512
ACRE	0,1840	5,8487	#DIV/0!
AMAZONAS	0,3815	3,9301	1,7702
RORAIMA	0,3229	1,6786	#DIV/0!
PARÁ	0,2662	3,6677	3,9020
AMAPÁ	0,1909	1,9848	#DIV/0!
MARANHAO	0,1421	3,6202	2,2198
PIAUI	0,2007	4,1037	2,8082
CEARA	0,2571	2,5083	2,1708
R. G. NORTE	0,2773	4,6600	3,9555
PARAIBA	0,2072	5,2209	#DIV/0!
PERNAMBUCO	0,2214	3,0476	14,7009
ALAGOAS	0,1657	3,1621	5,4511
SERGIPE	0,2041	2,6272	1,1933
BAHIA	0,2310	4,2066	6,0581
MINAS GERAIS	0,1787	3,5825	4,7933
ESPIRITO SANTO	0,2390	3,9558	7,5850
RIO DE JANEIRO	0,2793	2,9831	4,0476
SÃO PAULO	0,1995	3,3548	5,7959
PARANÁ	0,1972	3,2117	3,9690
STA. CATARINA	0,2603	5,9451	5,6593
R. G. SUL	0,2097	2,9453	4,1312
MATO GROSSO	0,1380	3,2690	3,2918
GOIAS	0,2138	3,1957	1,9323

FONTE: Censos Demográficos: 1970 e 1980, IBGE.

NOTA: Os dados referem-se à variação nos percentuais da variável educação no período compreendido entre 1970 e 1980.

Tabela 7

LOGARITMOS DAS PRODUTIVIDADES DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO
BRASILEIRA - 1950-1985

INDÚSTRIAS/ESTADOS	LPT50	LPT60	LPT70	LPT75	LPT80	LPT85
Acre	8,691980	8,148864	9,148828			10,451393
Pará	8,750767	9,080728	9,333152	9,980167	10,231307	10,285286
Amapá	7,627954	8,654021		9,855820	10,169843	9,750489
Maranhão	8,301533	8,567117	9,380055	9,827640	10,033067	10,463627
Piauí	8,251523	8,318519	8,848767	9,511407	9,699399	10,081028
Ceará	8,386257	8,856219	9,450214	9,752740	10,020006	10,167055
Rio Grande do Norte	8,510497	9,056925	9,376685	9,841492	9,927679	10,201324
Paraíba	8,588732	9,068205	9,407408	9,972572	10,055340	10,182951
Pernambuco	8,909760	9,070272	9,700235	10,267051	10,466496	10,520902
Alagoas	8,537939	8,783874	9,431743	9,799453	9,956485	10,283526
Sergipe	8,347658	8,346818	9,095001	9,763810	9,931803	10,337003
Bahia	8,533866	9,168900	9,799229	10,466712	11,086663	11,256468
Minas Gerais	9,045994	9,266802	10,055547	10,395704	10,755026	10,872522
Espírito Santo	9,036514	8,809402	9,595135	10,156991	10,626602	10,939005
Rio de Janeiro	9,464362	9,603101	10,291855	10,683072	10,869486	10,857279
São Paulo	9,450822	9,683840	10,319725	10,716651	10,922131	10,985879
Paraná	9,356018	9,335509	9,824499	10,423444	10,697986	10,916637
Santa Catarina	8,963278	9,036261	9,632822	10,181016	10,507847	10,539110
Rio Grande do Sul	9,188155	9,451791	9,882015	10,330914	10,536069	10,623694
Mato Grosso	9,016778	9,201974	#VALOR!	9,881018	10,067279	10,280772

FONTE: CENSOS INDUSTRIAIS: 1950, 1960, 1970, 1975, 1980, 1985. - IBGE.

Tabela 8

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA INDÚSTRIA QUÍMICA POR ESTADO: 1950-1985

Química	1950	1960	1970	1975	1980	1985
Brasil	17.508	26.915	64.493	139.407	212.452	172.649
Norte	5.441	56.799	76.584	55.571	185.807	118.913
Rondônia	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!	#VALOR!	51.413
Acre	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!	#VALOR!
Amazonas	4.258	75.538	180.975	#VALOR!	297.896	167.744
Roraima	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#VALOR!	#DIV/0!
Pará	6.461	5.668	8.148	17.293	111.420	63.228
Amapá	#DIV/0!	800	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Nordeste	8.128	26.003	48.944	106.254	183.879	189.699
Maranhão	20.231	10.148	54.462	63.529	66.460	126.876
Piauí	8.070	13.925	26.111	34.984	44.992	34.144
Ceará	10.190	16.493	34.594	44.632	53.319	43.356
Rio Grande do Norte	7.198	19.690	15.042	19.184	39.674	62.140
Paraíba	8.514	15.524	29.744	42.157	42.064	35.592
Pernambuco	7.684	22.332	34.561	80.484	108.400	78.286
Alagoas	6.135	16.688	48.668	51.314	50.063	90.998
Sergipe	3.945	8.987	16.554	45.788	14.288	120.812
Bahia	6.352	39.223	72.501	184.742	335.326	334.289
Sudeste	19.415	26.464	68.858	149.392	221.391	170.739
Minas Gerais	6.739	15.119	63.500	99.395	179.621	182.165
Espírito Santo	8.173	2.256	40.482	30.838	120.818	110.755
Rio de Janeiro	20.742	17.075	88.529	147.409	189.047	140.654
São Paulo	19.640	29.560	63.387	154.741	234.043	179.156
Sul	16.448	30.569	52.063	131.227	214.762	183.860
Paraná	16.280	18.673	39.877	97.519	285.727	239.151
Santa Catarina	13.874	9.307	18.345	37.893	118.739	70.563
Rio Grande do Sul	18.322	45.168	69.014	176.333	191.943	169.507
Centro-Oeste	28.744	4.970	22.481	48.320	53.385	74.561
Mato Grosso	28.744	4.766	7.635	46.385	88.963	64.638
Goiás	#DIV/0!	12.318	55.566	49.696	36.230	#VALOR!

FONTE: Censos Industriais: 1950, 1960, 1970, 1975, 1980, 1985. IBGE

NOTA: Valores expressos a preços constantes de julho de 1996.

MCME - BIBLIOTECA

Tabela 9

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA DE PRODUTOS FARMACÊUTICOS E MEDICINAIS: 1950-1985.

Produtos farmacêuticos e medicinais	1950	1960	1970	1975	1980	1985
Brasil	30.943	22.034	73.895	113.230	114.016	98.718
Norte	34.571	12.438	#VALORI	#VALORI	40.662	21.505
Rondônia	#DIV/01	#DIV/01	#DIV/01	#DIV/01	#DIV/01	#DIV/01
Acre	#DIV/01	#DIV/01	#DIV/01	#DIV/01	#DIV/01	#DIV/01
Amazonas	1.099	#DIV/01	#DIV/01	#DIV/01	#VALORI	#VALORI
Roraima	#DIV/01	#DIV/01	#DIV/01	#DIV/01	#DIV/01	#DIV/01
Pará	38.132	12.438	#VALORI	#VALORI	#VALORI	#VALORI
Amapá	#DIV/01	#VALORI	#DIV/01	#DIV/01	#DIV/01	#DIV/01
Nordeste	15.444	7.850	23.972	27.103	31.024	30.878
Maranhão	5.418	6.522	17.638	20.897	6.548	44.807
Piauí	8.416	4.065	#VALORI	41.283	#VALORI	143.081
Ceará	14.050	6.385	14.657	19.134	60.365	30.046
Rio Grande do Norte	#DIV/01	1.459	#VALORI	#VALORI	14.279	16.630
Paraíba	8.924	6.855	#VALORI	#VALORI	#VALORI	12.020
Pernambuco	18.233	9.557	34.352	34.486	18.034	13.352
Alagoas	13.742	15.695	#DIV/01	#VALORI	#VALORI	#VALORI
Sergipe	9.319	#DIV/01	#VALORI	#VALORI	#VALORI	#VALORI
Bahia	16.126	7.146	12.658	#VALORI	22.549	23.820
Sudeste	32.015	22.761	76.922	#VALORI	#VALORI	109.660
Minas Gerais	19.878	12.962	22.138	45.266	46.206	#VALORI
Espirito Santo	#DIV/01	4.973	#VALORI	#VALORI	#VALORI	#VALORI
Rio de Janeiro	29.823	26.635	#VALORI	101.885	122.258	103.878
São Paulo	35.273	20.414	80.822	136.651	132.804	118.423
Sul	18.632	12.095	34.791	#VALORI	54.936	45.126
Paraná	12.054	10.841	#VALORI	#VALORI	54.284	25.909
Santa Catarina	18.623	13.652	#VALORI	42.641	63.776	60.993
Rio Grande do Sul	19.368	11.947	29.096	59.792	53.381	49.056
Centro-Oeste	6.737	5.009	#VALORI	31.853	#VALORI	35.622
Mato Grosso	#DIV/01	5.009	#DIV/01	#DIV/01	#VALORI	#VALORI
Goiás	6.737	#DIV/01	#VALORI	31.853	28.547	#VALORI

FONTE: Censos Industriais: 1950, 1960, 1970, 1975, 1980, 1985. IBGE.

NOTA: Valores expressos a preços constantes de julho 1996.

Tabela 10

Distribuição Regional de Renda por Setores, 1949-85
(distribuição percentual)

	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Oeste	Total
Agricultura						
1949	1,6	18,7	54,2	22,2	3,3	100,0
1959	1,7	21,0	43,7	28,8	4,8	100,0
1970	2,3	20,9	40,0	29,6	7,2	100,0
1980	5,0	19,5	34,7	29,5	11,3	100,0
1985	6,5	20,6	38,3	27,1	7,5	100,0
Indústria						
1949	1,0	9,4	75,4	13,5	0,7	100,0
1959	1,7	8,3	76,9	12,3	0,8	100,0
1970	1,3	5,6	80,6	11,7	0,8	100,0
1980	3,0	9,5	69,0	16,2	2,3	100,0
1985	4,0	12,0	65,8	15,0	3,2	100,0
Serviços						
1949	2,0	13,1	70,7	12,9	1,3	100,0
1959	2,2	13,0	69,1	13,8	1,9	100,0
1970	2,3	12,1	65,8	16,0	3,8	100,0
1980	2,8	12,4	62,9	15,1	6,8	100,0
1985	3,6	13,5	58,2	16,2	8,5	100,0

Fonte: BAER, Werner, *A Economia Brasileira*, p. 287.

BCME - BIBLIOTECA

REFERÊNCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

OHLSCH, R. Espaço regional, convergência e convergência das Rendas Regionais: Uma abordagem à Luz da Nova Teoria do Crescimento. Anais da ANPEC, v. 1, p. 1-10, 1992.

_____. Prática. São Paulo: Ed. Nobel, 1990.

_____. Prática. 1ª ed. New York: Wiley, 1987.

ABRAMOVITZ, M. Resource and Output Trends in the United States since 1870. American Economic Review. V. XLVI, n. 2, p. 5-23, 1956.

_____ Catching up Forging Ahead and Falling Behind. Journal of Economic History, v. XLVI, p. 385-406, jun. 1986.

_____ Catch up and Convergence in the Postwar Growth Boom and After. In: Convergence of Productivity : Cross-National Studies and Historical Evidence. New York: Baumol, W. et al. (eds.), Oxford University Press, 1994, cap. 4, p. 86-125.

ALBUQUERQUE, E. M. Notas sobre os Determinantes Tecnológicos do Catching Up: Uma Introdução à Discussão sobre o Papel dos Sistemas Nacionais de Inovação na Periferia. Estudos Econômicos. São Paulo, v. 27, n. 2, p. 221-53, mai/ago. 1997.

ALMEIDA, M. B. Produtividade: A Hipótese da Convergência. Relatório de Pesquisa n. 44, CAEN. Fortaleza, 1996.

ALMEIDA, M. B., CASTELAR, L. I., CARVALHO Jr., J. R. A. & FRANÇA, J. M. S. Padrões de β -Convergência e σ -Convergência: Uma Análise da Indústria Brasileira. Revista Econômica do Nordeste, v. 28, n. especial, p.275-88, jul. 1997.

AMES E. & ROSENBERG N. Changing Technological Leadership and Industrial Growth. Economic Journal. P. 13-31, mar. 1963.

ANDRADE, Mônica V. Educação e Crescimento Econômico no Brasil: Evidências Empíricas para os Estados Brasileiros - 1970/1995. XXV Encontro Nacional de Economia, Anais da Anpec, v. 3, p. 1528-48, dez. 1997.

ARROW, K. The Economic Implications of Learning by Doing. Review of Economic Studies. (29), p. 155-73, 1962.

AZZONI, C. R. Crescimento Econômico e Convergência das Rendas Regionais: O Caso Brasileiro à Luz da Nova Teoria do Crescimento. Anais da ANPEC, p. 185-205, 1992.

BAER, W. Economia Brasileira. São Paulo: Ed. Nobel, 1996.

BARRO, R. J. Macroeconomics. 1st ed. New York: Wiley, 1984.

BARRO, R. J. & SALA-I-MARTIN, X. Economic Growth and Convergence across the United States. Mimeo, Harvard University, p. 404-63, jul. 1990.

BARROS, Alexandre R. C. Desigualdades Regionais no Brasil: causas da reversão da tendência da última década. XXV Encontro Nacional de Economia. Anais da Anpec, v.1, p. 40-60, dez. 1997.

_____ Convergence. Journal of Political Economy. V. 100, n. 2, p. 223-51, 1992.

BCME - BIBLIOTECA

_____ Economic Growth. New York: McGraw-Hill, 1995.

_____ Technological Diffusion, Convergence and Growth. Journal of Economic Growth. V. 2, p. 1-26, 1997.

BAUMOL, W. Productivity Growth, Convergence and Welfare. American Economic Review. V. 76, p. 1072-85, dec. 1986.

_____ Multivariate Growth Patterns: Contagion and Common Sources of Convergence. In: Convergence of Productivity: Cross-National Studies and Historical Evidence. New York : Baumol, W. et al. (eds), Oxford University Press, 1994, cap. 3, p. 62-84.

BAUMOL, W. & WOLFF E. N. Productivity Growth, Convergence and Welfare Reply. American Economic Review. V. 78, p. 1155-59, 1988.

BAUMOL, W. J., BLACKMAN, S. A. B. & WOLFF, E. N. Productivity and American Leadership, The Long View. Cambridge: The MIT Press, 1989.

BAUMOL, W., NELSON R. R. & WOLFF E. N. Introduction : The Convergence of Productivity, Its Significance, and Its Varied Connotations. In: Convergence of Productivity: Cross-National Studies and Historical Evidence. New York: Baumol, W. et al. (eds), Oxford University Press, 1994, cap.1, p. 3-19.

BECKMANN, M. J. & SATO, R. Aggregate Production Function and Types of Technical Progress: A Statistical Analysis. American Economic Review. LIX(1), p. 88-101, 1969.

BERNARD, A. B. & JONES, C. I. Productivity Across Industries and Countries: Time Series Theory and Evidence. The Review of Economics and Statistics, v. 78, n. 1, p.135-46, feb. 1996.

- _____ Technology and Convergence. The Economic Journal. V. 106, p. 1037-44, jul. 1996.
- BISHOP J. A; FORMBY, J. P. & THISTLE P. D. Convergence and Divergence of Regional Income Distributions and Welfare. The Review of Economics and Statistics. V. LXXVI, n.2, p. 228-35, may 1994.
- BLANCHARD, J. O & FISCHER, S. Lectures on Macroeconomics. Cambridge: The MIT Press, 1994.
- BLOMSTROM, M., LIPSEY, R. E. & ZEJAN, M. What Explains the Growth of Developing Countries? In: Convergence of Productivity: Cross-National Studies and Historical Evidence. New York: Baumol, W. et al. (eds), Oxford University Press, 1994, cap. 9, p. 243-59.
- _____ Is Fixed Investment the Key to Economic Growth? Quarterly Journal of Economics, p. 269-76, feb. 1996.
- BROADBERRY, S. Manufacturing and Convergence Hypothesis: What the Long-Run Data Show? The Journal of Economic History. V. 53, n. 4 , p. 772-95, dec. 1993.
- BURMEISTER, E. & DOBELL, R. Mathematical Theories of Economic Growth. New York: Macmillan, 1970.
- CÁRDENAS, M. & PONTÓN, A . Growth and Convergence in Colombia: 1950-1990. Journal of Development Economics. V. 47, p. 5-37, 1995.
- CARNEIRO, D. D. Crise e Esperança: 1974-1980. In: Cem Anos de Política Econômica: 1889-1989. ABREU, M. P. (org.), Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1992, cap. 11, p. 295-322.
- CARNEIRO, D. D. & MODIANO, E. Ajuste Externo e Desequilíbrio Interno: 1980-1984. In: Cem Anos de Política Econômica: 1980-1984. ABREU, M. P. (org.), Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1992, cap. 12, p. 323-45.
- Carta do IBRE: Produtividade, Mitos e Realidade. Conjuntura Econômica. V. 51, n. 4, abr. 1997.
- CASELLI, F., ESQUIVEL, G. & LEFORT, F. Reopening the Convergence Debate: A New Look at Cross-Country Growth Empirics. Journal of Economic Growth. V. 1, p. 363-89, sept. 1996.

CASS, D. Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation. Review Economics Studies. V. 32, p. 233-40, jul. 1965.

CASTRO, A. B. & SOUZA, F. E. P. A Economia Brasileira em Marcha Forçada. Rio de Janeiro: Ed. Paz e Terra. 1985.

CHATTERJI, P. Convergence and Growth Amongst Rich and Poor. Mimeo. Vassar College, 1992.

CHIANG, Alpha C. Elements of Dynamic Optimization. New York: McGraw-Hill Inc., 1992.

BCME - BIBLIOTECA

CHO, D. An Alternative Interpretation of Conditional Convergence Results. Journal of Money, Credit and Banking. V. 28, p. 669-81, nov. 1996.

COHEN, D. Tests of the "Convergence Hypothesis": Some Further Results. Journal of Economic Growth. V. 1, p. 351-61, sept. 1996.

DARLAUF, S. N. Controversy on the Convergence and Divergence of Growth Rates, An Introduction. The Economic Journal. V. 106, p. 1016-18, jul. 1996.

DE LONG, J. B. Productivity Growth, Convergence and Welfare: Comment. American Economic Review. V. 78, p. 1138-59, dec 1988.

DENISON, E. F. The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before Us. Committee for Economic Development. Washington. DC, 1962.

_____ Why Growth Rates Differ. Washington, DC: Brookings Inst., 1967.

_____ Trends in American Economic Growth: 1929-82. Washington, DC: Brookings Institution, 1985.

DOGRAMACI, A. Developments in Econometric Analysis of Productivity - Measurement and Modeling Issues. Boston: Dogramaci, A. (ed.), Kluwer - Nijhoff Publishing, 1983.

DOLLAR, D. & WOLFF, E. N. Convergence of Industry Labor Productivity Among Advanced Economies, 1963-1982. The Review of Economics and Statistics. v. LXX., p. 549-58, nov. 1988.

_____ Competitiveness, Convergence and International Specialization. Cambridge: The MIT Press, 1993.

DOSI, G. Technological Paradigms and Technological Trajectories. Research Policy 11. Amsterdam: North-Holland Publishing Co., p 147-62, 1982.

DOSI, G., FREEMAN, C. & FABIANI, S. The Process of Economic Development: Introducing some Stylised Facts and Theories on Technologies, Firms and Institutions. Industrial and Corporate Change. v. 3, n.1, 1994.

DOUGLAS, P. H. The Cobb-Douglas Production Function, Once Again: It's History, It's Testing, and Some New Empirical Values. Journal of Political Economy. V. 84, n.5, p.903-15, 1976.

BCME - BIBLIOTECA

DOWRICK, S. & NGUYEN, Duc-Tho. OECD Comparative Economic Growth 1950-85: Catch-up and Convergence. American Economic Review. (79), p.1010-30, 1989.

DOWRICK, S & QUIGGIN, J. True Measures of GDP and Convergence. American Economic Review. (87), p. 41-64, mar. 1997.

EDWARDS Jr., C. H. & PENNEY, D. E. Equações Diferenciais Elementares - Com Problemas de Contorno. Prentice-Hall do Brasil, 1995.

ELLERY Jr., R. G. & FERREIRA, P. C. Convergência entre as Rendas Per-capita dos Estados Brasileiros. Ensaios Econômicos n. 255. EPGE-FGV, jan.1995.

ELMSLIE, B. & MILBERG W. The Productivity Convergence Debate: A Theoretical and Methodological Reconsideration. Cambridge Journal of Economics. (20), p. 153-82, 1996.

EVANS, P. & KARRAS, G. Do Economies Converge? Evidence from Panel of U. S. States. The Review of Economics and Statistics. P.384-88, feb. 1995.

_____ Convergence Revisited. Journal of Monetary Economics. (37), april 1996.

FABRICANT, S. Economic Progress and Economic Change-Thrity-fourth Annual Report. New York: National Bureau of Economic Research (NBER), 1954.

FAGERBERG, J. Technology and International Differences in Growth Rates. Journal of Economic Literature. Vol.XXXII, p. 1147-75, sept.1994.

FISHER, F. The Existence of Aggregate Production Functions. Econometrica. (37), p. 553-57, oct. 1969.

FRIEDMAN, M. Do Old Fallacies Ever Die? Journal of Economic Literature. V. XXX, p. 2129-32, dec. 1992.

FURTADO, C. Formação Econômica do Brasil. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1972.

→ GALOR, O . Convergence? Inferences from Theoretical Models. The Economics Journal V. 106, n. 437, p.1056-80, jul.1996. X

BCME-BIBLIOTECA

→ GERSCHENKRON, A . Economic Backwardness in Historical Perspective. A Book of Essays. Frederick Q. A Praeger Publishers, 1962.

GOMES, G. M. & VERGOLINO, J. R. A Macroeconomia do Desenvolvimento Nordeste: 1960/1994. Texto para Discussão n. 372, IPEA, maio de 1995.

GREENE, W. H. Econometric Analysis. New York: Macmillan Publishing Company, 1990.

GROSSMAN, G. M. & HELPMAN, E. Trade Innovation and Growth. American Economic Review (Papers and Proceedings). (80), p. 86-91, may, 1990.

_____ Endogenous Innovation in the Theory of Growth. National Bureau of Economic Research (NBER), Working Paper n. 4527, nov. 1997.

HARBISON, F. Entrepreneurial Organization as a Factor in Economic Development. Quarterly Journal of Economics P. 364-79, 1957.

HARCOURT, G. C. Some Cambridge Controversies in the Theory of Capital. Journal of Economic Literature. P. 369-405, 1969.

HIKINO, T. & AMSDEN, A . H. Staying Behind, Stumbling Back, Sneaking Up, Soaring Ahead: Late Industrialization in Historical Perspective. In: Convergence of Productivity: Cross-National Studies and Historical Evidence. New York: Baumol, W. et al. (eds), Oxford University Press, 1994, cap. 11, p. 285-315.

HIRSCHMAN, A. O . Estratégia do Desenvolvimento Econômico. 1ª. ed. Brasileira, Ed. Fundo de Cultura S/A, 1961.

HODGSON, G. Theoretical and Policy Implications of Productivity Variable. Cambridge. Journal of Economics. N.6, p . 213-26, 1982.

- _____ Institutional Rigidities and Economic Growth. Cambridge Journal of Economics. V. 13, n. 1, mar. p. 79-101, 1989.
- HSING, M. On the Measurement of Aggregate Production Functions. Cambridge Journal of Economics. V. 16, p. 463-74, 1992.
- IBGE - Censos Industriais, anos de 1950, 1960, 1970, 1975 e 1985.
- IBGE - Censos Demográficos, anos de 1960 e 1970.
- INGRAM, G. K. Social Indicators and Productivity Convergence in Developing Countries. In: Convergence of Productivity: Cross-National Studies and Historical Evidence. New York: Baumol, W. et al. (eds), Oxford University Press, 1994, cap. 12, p. 316-33. BCME - BIBLIOTECA
- ISLAM, N. Growth Empirics: A Panel Data Approach. Quarterly Journal of Economics. p. 1127-70, nov. 1995.
- KALDOR, N. Alternative Theories of Distribution. R. Ec. Stud., p. 83-100, 1955/6.
- _____ Economics Without Equilibrium. New York: M.E. Sharp, 1985.
- KAMIEN, M. I. & SCHWARTZ, N. L. Dynamic Optimization - The Calculus of Variations and Optimal Control in Economics and Management. Amsterdam: North-Holland, 1991.
- KENDRICK, J. W. Understanding Productivity - An Introduction to the Dynamics of Productivity Change. Baltimore and London: The John Hopkins University Press, 1977.
- _____ Productivity Trends in the United States. In: Lagging Productivity Growth - Causes and Remedies. Cambridge: Maital, S. & Meltz, N. M. (eds.), Ballinger Publishing Company, 1980.
- KENDRICK, J. & VACCARA, B. N. New Development in Productivity Measurement and Analysis. National Bureau of Economic Research (NBER), 1980.
- KRUGMAN, P. Trade, Accumulation, and Uneven Development. Journal of Development Economics. V. 8, p. 149-61, 1981.

KLEIMAN, E., HALEVI, N. & LEVHARI, D. The Relationship Between Two Measures of Total Productivity. The Review of Economics and Statistics. V. 48, p. 345-47, 1966.

KOOPMANS, T. C. On The Concept of Optimal Growth in Econometric Approach to Development Planning. Amsterdam: North-Holland, 1965.

KOUTSOYIANNIS, A. Theory of Econometrics. Second Edition: McMillan Press Ltd, 1977.

→ KUZNETS, S. Six Lectures on Economic Growth. New York: The Free Press, p. 29-35, 1959.

_____ Population, Capital, and Growth: Selected Essays. New York: Norton, 1973.

BCME - BIBLIOTECA

LICHTENBERG, F. Have International Differences in Educational Attainment Levels Narrowed? In: Convergence of Productivity: Cross-National Studies and Historical Evidence. New York: Baumol, W. et al. (eds), Oxford University Press, 1994, cap. 8, p. 225-42.

LEIBENSTEIN, H. X-Efficiency, Intrafirm Behavior and Growth. In: Lagging Productivity Growth - Causes and Remedies. Cambridge: Ballinger Publishing Company, 1980.

_____ The Prisoners Dilemma in Invisible Hand: An Analysis of Intrafirm Productivity. American Economic Review. (72), p. 92-97, 1982.

LOYAZA, N. V. A Test of The International Convergence Hypothesis Using Panel Data. Policy Reserch Working Paper 1333. Washington: The World Bank, aug.1994.

LUCAS Jr., R. E. On The Mechanics of Economic Development. Journal of Monetary Economics. V. 22 , p. 2-42, 1988.

_____ Why Doesn't Capital Flow from Rich to Poor Countries? American Economic Review (Papers and Proceedings). V. 80, n. 2, p. 92-96, may 1990.

_____ Making a Miracle. Econometrica. V.61, n.2, p. 251-71, mar. 1993.

- MADDALA, G. S. Introduction to Econometrics. 2nd. Edition: MacMillan, 1992.
- MADDISON, A. Phases of Capitalist Development. Oxford: Oxford University Press, 82.
- _____ Growth and Slowdown in Advanced Capitalist Economies: Techniques of Quantitative Assessment. Journal of Economic Literature. 25(2), p.649-98, jun. 1987.
- _____ Explaining the Economic Performance of Nations, 1820-1989. In: Convergence of Productivity: Cross-National Studies and Historic Evidence. New York: Baumol, W. et al. (eds), Oxford University Press, 1994, cap, 2, p. 20-61.
- BCME - BIBLIOTECA
- MAIA GOMES, G. Da Recessão de 1981-83 aos Impactos do Plano Cruzado no Brasil e no Nordeste. Recife, 1987, mimeo.
- MANKIW, N. G. Macroeconomia. LTC Editora, 1995.
- MANKIW, N. G., ROMER, D. & WEIL, D. N. A Contribution to the Empirics of Economic Growth. Quarterly Journal of Economics. P. 407-37, may 1992.
- McCALLUM, W. G., HUGHES-HALLETT et al. Cálculo de Várias Variáveis. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1997.
- MELLO, Jr., LUIZ R. Crescimento Econômico Endógeno: Uma Resenha. Série Textos Didáticos - UnB. 1996.
- MOREIRA, D. A. Produtividade Industrial Brasileira: 1950-1984. Tese de Livre-Docência apresentada à Faculdade de Economia e Administração da USP, 21/12/90.
- _____ Medida da Produtividade na Empresa Moderna. São Paulo: Ed. Pioneira, 1991.
- _____ Os Benefícios da Produtividade Industrial. São Paulo: Ed. Pioneira, 1994.
- NADIRI, M. I. Some Approaches to the Theory and Measurement of Total Factor Productivity : A Survey. Journal of Economic Literature. V.VIII (4), p. 1137-77, 1970.

NELSON, R. R. & WRIGHT, G. The Rise and Fall of American Technological Leadership: The Postwar Era in Historical Perspective. Journal of Economic Literature. V. XXX, p. 1931-64, dec 1992.

BCME-BIBLIOTECA

OHKAWA, K. & ROSOVSKY, H. Japanese Economic Growth. Palo Alto: Stanford University Press, 1973.

OSTRY, S. & RAO, P. Productivity Trends in Canada. In: Lagging Productivity Growth: Causes and Remedies. Cambridge: Maital, S. & Metz, N. M. (eds.), Ballinger Publishing Company, 1980.

ORENSTEIN, L. & SOCHACZEWSKI, A. C. Democracia com Desenvolvimento: 1956-1961. In: Cem Anos de Política Econômica: 1889-1989. ABREU, M. P. (org.), Rio de Janeiro: Ed. Campus, cap. 7, p.171-95.

PEREIRA, L. C. B. Economia Brasileira. Uma Introdução Crítica. São Paulo: Brasiliense. 1983.

PEREZ, C. & SOETE, L. Catching Up in Technology: Entry Barriers and Windows of Opportunity. Technological Change and Economic Theory. London: Dosi, G et al. (eds.), Pinter Publishers, p. 458-79, 1988.

PORTER, M. E. A Vantagem Competitiva das Nações. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1993.

QUAH, Danny T. Galton's Fallacy and Tests of the Convergency Hypothesis. Scandinavian Journal of Economics. Vol. 95, n.4, p. 427-43, 1993.

_____. Twin Peaks: Growth and Convergence in Models of Distribution Dynamics. The Economic Journal. (106), p. 1045-55, jul. 1996.

_____. Empirics for Growth Distribution: Stratification, Polarization, and Convergence Clubs. Journal of Economic Growth. (2), p. 27-59, 1997.

RADELET, S. & SACHS, J. O Ressurgimento da Ásia. Foreign Affairs, ed. Brasileira, n. 14, nov. 1997.

RAM, R. Education and the Convergence Hypothesis: Additional Cross-Country Evidence. Economia Internazionale. P. 244-53, may/aug. 1991.

RAMSEY, F. P. A Mathematical Theory of Saving. Economic Journal. (38), p. 543-59, dec. 1928.

RASSEKH, F. The Role of International Trade in the Convergence of Per Capita GDP in the OECD: 1950-85. International Economic Journal. V. 6, p. 1-16, 1992.

REES, A. . On Interpreting Productivity Change. In: Lagging Productivity Growth: Causes and Remedies. Cambridge: Maital, S. & Metz, N. M. (eds.), Ballinger Publishing Company, 1980.

RENELT, D. & LEVINE, R. A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions. American Economic Review. V. 82, n. 4, p. 942-63, sept.1992.

ROBINSON, J. The Production Function and the Theory of Capital. R. Ec. Stud., p. 81-106, 1953/4.

ROMER, P. Increasing Returns and Long Run Growth. Journal of Political Economy. V. 94, p. 1002-37, oct.1986.

SCME-BIBLIOTECA

_____ Two Strategies for Economic Development: Using Ideas and Producing Ideas. World Bank Conference on Development Economics 1992, Washington, 1993.

_____ The Origins of Endogenous Growth. Journal of Economics Perspectives. V. 8, n.1, p. 3-22, 1994.

ROMER, D. Advanced Macroeconomics. McGraw-Hill, 1996.

RODRIGUES, M. C. P. Produtividade Cresceu 14%. Conjuntura Econômica. Seção Indústria, vol. 51, n.4, abril de 1997.

RUIZ, F. O . Convergence Hypothesis: The Latin American Experience. A thesis submitted in Partial Fulfillment of Requirements for the Degree Doctor of Philosophy. Rice University, aug.1993.

SACHS, J. D. & LARRAIN, F. B. Macroeconomia. São Paulo: Makron Books, 1995.

SALA-I-MARTIN, X. The Classical Approach to Convergence Analysis. The Economic Journal. (106), p. 1019-36, jul. 1996.

SCHMOOKLER, J. The Changing Efficiency of the American Economy, 1869-1938. The Review of Economics and Statistics. V. XXXIV, n. 3, p. 214-31, 1952.

SERRA, J. Ciclos e Mudanças Estruturais na Economia Brasileira do Após-Guerra. Revista de Economia Política. V. 2/2, n. 6, p.5-45, abr/jun. 1982.

SHESHINSKI, E. Optimal Accumulation with Learning-By-Doing. In: K. Shell (Ed.) Essays on the Theory of Optimal Economic Growth. Cambridge: MIT Press, 1967.

SIMONSEN, M. H. Dinâmica Macroeconômica. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

_____ A Produtividade é o que Importa. Revista Exame, São Paulo, abr. 1997, p. 13-14. Edição Especial.

SIMONSEN, M. H. & CYSNE, R. P. Macroeconomia. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 1995.

BCME - BIBLIOTECA

SILVERBERG, G. Adoption and Diffusion of Technology as Collective Evolutionary Process. New Explorations in the Economics of Technological Change. London: Freeman, C. & Soete, L. (eds.), Pinter Publishers, p. 177-92, 1990.

SOETE, L. & VERSPAGEN, B. Technology and Growth: The Complex Dynamics of Catching Up, Falling Behind and Taking Over. Explain Economic Growth. Elsevier Science Publishers B. V. , p. 101-26, 1993.

SOLOW, R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. Quarterly Journal of Economics. V. 70, p. 65-94, 1956.

_____ Technical Progress and Productivity Change. The Review of Economics and Statistics. V. 39, p. 312-20, 1957.

_____ Technical Progress, Capital Formation, and Economic Growth. American Economic Review (Papers and Proceedings). V. 52, p. 76-90, 1962.

_____ Growth Theory. Companion to Contemporary Economic Thought. Greeaway, D. et al. (eds.), Routledge, 1991.

STIGLER, G. J. Trends in Output and Employment. New York: National Bureau of Economic Research (NBER), 1947.

SUMMERS, R. & HESTON, A. A New Set of International Comparasions of Real Product and Price Levels: Estimates for 130 Countries. Review of Income and Wealth. P. 1-25, mar. 1988.

SUZIGAN, W. Indústria Brasileira - Origem e Desenvolvimento. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1986.

_____ Experiência Histórica de Política Industrial no Brasil. Texto para Discussão - IE/UNICAMP, n. 48, 1995.

TARGETTI, F. & FOTTI, A. Growth and Productivity: A Model of Cumulative Growth and Catching Up. Cambridge Journal of Economics. (21), p. 27-43, 1997.

THUROW, L. C. The Zero Sum Solution. Simon and Schuster Inc., p. 27-69, 1985.

TORNATZKY, L. G. & FLEISCHER, M. Technological Innovation: Definition and Perspectives. The Process of Technological Innovation. Lexington Books, ch. 2, p. 9-25, 1990.

ECME - BIBLIOTECA

TIME SERIES PROCESSOR-TSP, VERSION 4.3. User's'S Guide, 1996.

TIME SERIES PROCESSOR-TSP, VERSION 4.4, Reference Manual, 1997.

VARIAN, H. R. Microeconomic Analysis. 3rd. ed., W. W. Norton & Company, 1992.

VERGOLINO, J. R. O. & MONTEIRO NETO, A. A Hipótese da Convergência da Renda: Um Teste para o Nordeste do Brasil com Dados Microrregionais, 1970-1983. Texto para Discussão IPEA. 1996.

VERSPAGEN, B. A New Empirical Approach to Catching up or Falling Behind. Structural Change and Economic Dynamics. V. 2, n. 2, 1991.

WANDERLEY, C. B. O Processo de Convergência do Produto Per Capita Municipal em Minas Gerais, 1985-1995. Revista Econômica do Nordeste. V. 28, n. especial, p. 41-54, julho 1997.

WOLFF, E. N Capital Formation and Productivity Convergence Over the Long Term. American Economic Review. (81), p. 565-79, oct. 1991.

YOUNG, A. Learning by Doing and the Dynamics Effects of International Trade. Quarterly Journal of Economics. (106), p.269-405, 1991.

WOLFF, E. N. & GITTLEMAN, M. The Role of Education in Productivity Convergence: Does Higher Education Matter? Explain Economic Growth. Elsevier Science Publishers B., v., p.147-67, 1993.