

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

**UMA ANÁLISE DO CAPITAL HUMANO E  
CRESCIMENTO ECONÔMICO BRASILEIRO NO  
PERÍODO DE 1970-2001**

André da Silva Pereira

Porto Alegre, 2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

**UMA ANÁLISE DO CAPITAL HUMANO E  
CRESCIMENTO ECONÔMICO BRASILEIRO NO  
PERÍODO DE 1970-2001**

André da Silva Pereira

Orientador: Prof. Dr. Sabino da Silva Porto Júnior

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Doutor em Economia

Porto Alegre, 2004

**P436**      **Pereira, André da Silva**

**Uma Análise do Capital humano e Crescimento Econômico Brasileiro no Período de 1970-2001 / André da Silva Pereira. – Porto Alegre, 2004.**

**148f ilu**

**Tese (Doutorado) UFRGS**

**1. Capital Humano.    2. Crescimento Econômico.    3. Educação.    4. Uma Análise do Capital Humano e Crescimento Econômico Brasileiro no Período de 1970-2001.**

**CDU 330.54**

Esta tese foi julgada adequada para obtenção do título de DOUTOR EM ECONOMIA e aprovada em sua forma final pelo orientador e pelo Programa de Pós Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Sabino da Silva Porto Júnior  
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil  
**Orientador**

Prof. Eduardo Pontual Ribeiro  
PhD pela University of Illinois – Urbana, Estados Unidos  
**Coordenador do Programa de Pós Graduação em Economia**

**Banca examinadora**

Prof. Nali de Jesus de Souza  
Docteur pela Université de Paris (Pantheon-Sorbonne), França

Prof. Jorge Araújo  
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Prof. Clailton Ataíde de Freitas  
Dr. pela Universidade de São Paulo (ESALQ), Brasil

# AGRADECIMENTOS

Ao término de mais esta fase de aprendizado, conhecimento, amizade e realização pessoal, gostaria de agradecer às pessoas e instituições que tanto contribuíram para esta realização:

- mais uma vez, à Universidade Santa Úrsula (USU/RJ) e, em especial, ao professor José Luiz Carvalho;
- aos amigos e professores Nali Jesus de Souza e Sabino da Silva Porto Júnior, pela experiência de vida, paciência e dedicação dispensados para com a minha pessoa;
- aos professores do Curso de Pós-Graduação em Economia da UFRGS;
- às bibliotecárias da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, pela ajuda e paciência nestes anos de convívio;
- às secretárias Iara, Lurdes, Cláudia e Raquel pelo carinho;
- à Universidade de Passo Fundo pela experiência proporcionada, aos professores e a todos os meus alunos;
- à Rosana pelas palavras encorajadoras e a minha hérnia de disco pela oportunidade de um novo recomeço;
- à minha Mãe, sem a qual não teria chegado até aqui;
- à Elvira, meu eterno obrigado mais uma vez;
- aos amigos deixados na cidade maravilhosa, dentre eles, Cláudio Fonseca Pereira, Marcelo Porto Alegre e Maria das Graças;
- a todos os meus companheiros de turma e de Universidade, em especial ao meu irmão Geraldo Edmundo pela longa caminhada juntos;
- à minha irmã Rosy e aos meus amigos do peito RJ e Cheyenne;
- à vida, sublime presente de Deus;
- a Deus, pela existência.

*“Lutar sempre, cair as vezes, desistir jamais”*

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>A ESTRUTURA DO CAPITAL HUMANO .....</b>	<b>16</b>
2.1	Uma Análise Investigativa do Capital Humano .....	18
2.1.1	Algumas Mensurações de Capital Humano em Trabalhos Empíricos Estudados.....	23
2.1.2	ISCED 1997 e a UNESCO .....	26
2.2	O Modelo de MANKIW <i>et al.</i> (1992) – MRW .....	31
2.3	O Modelo de LUCAS (1988, 1993) .....	36
2.4	O Modelo de ROMER (1990) .....	43
2.5	O Modelo de KLENOW e RODRIGUEZ-CLARE (1997) .....	47
2.6	Considerações Finais .....	55
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>ESCOLARIDADE E CRESCIMENTO ECONÔMICO UMA ANÁLISE PARA OS ESTADOS BRASILEIROS.....</b>	<b>58</b>
3.1	A Educação no Brasil nos Anos 90 .....	64
3.2	Os Modelos: Introdução .....	71
3.2.1	O Modelo de LAU <i>et al.</i> (1993) .....	71
3.2.2	O Modelo de BENHABIB e SPIEGEL (1994).....	79
3.2.3	A Análise de ANDRADE (1997) para os Modelos Anteriores.....	87
3.3	Síntese Crítica dos Modelos .....	92
3.4	Análise para o Caso Brasileiro via Cross-section e Dados de Painel .....	93
3.5	Considerações Finais .....	101

<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>UMA ANÁLISE DE CONVERGÊNCIA PARA O CAPITAL HUMANO NO BRASIL .....</b>	<b>104</b>
4.1	Revisão da Literatura .....	105
4.2	Uma Análise da Convergência do Capital Humano via 3SLS: uma revisão da técnica econométrica .....	108
4.3	Examinando a Convergência do Capital Humano Segundo SAB e SMITH (2002) .....	109
4.4	A Convergência de Capital Humano para os Estados Brasileiros .....	112
4.5	Considerações Finais .....	116
<b>CAPÍTULO 5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>117</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>		<b>120</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>132</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 3.1 LOCALIZAÇÃO DAS MAIORES EMPRESAS POR REGIÃO .....	67
--------------------------------------------------------------	----

# LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 NÍVEIS DE EDUCAÇÃO – ISCED/1997.....	29
TABELA 3.1 ANALFABETISMO POR REGIÃO CONSIDERANDO PESSOAS DE 15 ANOS DE IDADE OU MAIS (1970, 1980, 1991, 2001) (%).....	68
TABELA 3.2 TAXA DE ANALFABETISMO NA FAIXA DE 15 ANOS OU MAIS POR GRUPOS DE IDADE – 1994/2000.....	69
TABELA 3.3 NÚMERO MÉDIO DE ANOS DE ESTUDO DE PESSOAS DE 10 ANOS OU MAIS DE IDADE NO BRASIL, POR GÊNERO– 1970/2001.....	69
TABELA 3.4 INDICADORES DE PRODUTIVIDADE POR NÍVEL DE ENSINO – 1995/1999.	70
TABELA 3.5 ANOS DE ESTUDO, TAXAS DE CRESCIMENTO DO PIB, TAXA DE CRESCIMENTO DO PIB PER CAPITA, DA PEA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA POR ESTADOS – 1970/1995.....	89
TABELA 3.6 RESULTADOS DO MODELO DE LAU ET AL. (1993) PARA DADOS DE PAINEL .....	100
TABELA 3.7 RESULTADOS DO MODELO DE BENHABIB; SPIEGEL (1994) PARA DADOS DE PAINEL .....	101
TABELA 4.1 MODELO DE PAINEL PARA ESCOLARIDADE .....	113
TABELA 4.2 MODELO DE PAINEL PARA A EXPECTATIVA DE VIDA – CONVERGÊNCIA INCONDICIONAL.....	114
TABELA 4.3 ESTIMAÇÃO PARA A CONVERGÊNCIA CONDICIONAL .....	115

## RESUMO

Frente ao crescente interesse e necessidade de buscar mais informações sobre a real relação do capital humano, nesse caso educação, com o crescimento econômico brasileiro, esta tese procurou examinar suas dinâmicas de inter-relação seguindo os modelos clássicos de abrangência na área, exógeno e endógeno.

Dessa forma, apresenta-se, na primeira parte do trabalho uma resenha sobre os textos clássicos na área de estudo de crescimento econômico, exógeno e endógeno, que são os de MANKIW; ROMER e WEIL (1992), LUCAS (1988 e 1993) ROMER (1990) e KLENOW e RODRIGUEZ-CLARE (1997), focando na análise das diferentes formas de medir a variável capital humano (CH). Diferenças não faltam para medi-la, assim como formatos diferentes de expressar a mesma variável de representatividade de qualificação educacional. Este processo de análise tomou por base a proposta do ISCED-1997 elaborado pela UNESCO.

Na segunda parte do trabalho buscou-se através de dois trabalhos (LAU *et al.*, 1993; BENHABIB; SPIEGEL, 1994; ANDRADE, 1997) desenvolvidos para análise da economia brasileira, mais precisamente estadual, analisar e comparar, via *cross-section* e dados de painel, qual o efeito da escolaridade sobre o crescimento econômico nacional entre o período de 1970 e 2001.

A terceira parte apresenta um segundo grupo de análises empíricas desenvolvido neste trabalho envolvendo a variável capital humano. Através do trabalho desenvolvido por SAB e SMITH (2001 e 2002), buscou analisar a convergência do capital humano no âmbito estadual (Brasil) através do processo da convergência condicional e não condicional.

Concluiu-se que existe uma relação tênue entre as variáveis educação e crescimento econômico para os estados e o Brasil como um todo. Isso devido aos mais diversos fatores como qualidade dos dados, período analisado (tamanho da amostra), as diferentes medidas de capital humano, as diferenças de modelagem das variáveis. Sugere-se, portanto, que outras variáveis representativas inseridas nos modelos, em conjunto com a educação, podem mostrar resultados mais significativos para explicar o desenvolvimento econômico destas regiões e do país.

# ABSTRACT

Considering the interest and the need for more information about the relation between human capital, education, and the economic development of Brazil, this thesis investigated the dynamics of this relationship based on the exogenous and endogenous classical models for economic growth.

The first part of this work presents a review of classical texts on economic growth, which were MANKIW; ROMER and WEIL (1992), LUCAS (1988 e 1993) ROMER (1990) e KLENOW and RODRIGUEZ-CLARE (1997). This review focused on the different measures for the human capital, concluding that many different forms exists for measuring this variable. This review took as a basis for analysis the ISCED-1997 proposition.

In the second part of this thesis, three studies about economic development in Brazil (LAU *et al.*, 1993; BENHABIB and SPIEGEL, 1994; ANDRADE, 1997) were reviewed and took as a basis for comparing and analysing the relationship between education and economic development across Brazilian states during 1970-2001. For this purpose a cross section and panel data analysis were developed.

The third part of this thesis presents another cluster of human capital empirical. Based on SAB and SMITH (2001; 2002) work the converge of human capital on Brazilian states was analysed using conditional and non conditional convergence process.

It was concluded that there is a weak relation between education and economic development for Brazilian states and for Brazil as a whole. This can be credited to the quality of available data, the period of analysis (sample size), the measurement of human capital adopted, the models and econometric analysis used. Also it can be credited to the real significance of human capital in accounting for Brazilian economic development. The work suggests the others variables, in addition to human capital, could have a stronger significance on explaining the differences in economic growth and development between Brazilian states and Brazil as a whole.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

Sabe-se que a educação, o capital humano, que as pessoas adquirem ao longo do tempo influi positivamente na vida pessoal e na vida de uma empresa e de um país. Ao longo dos anos, muitos trabalhos têm sido direcionados para este campo de pesquisa cujo objetivo é averiguar efeitos e conseqüências da educação sobre o crescimento econômico. SCHULTZ (1973) e BECKER (1993) demonstraram que a educação se apresenta como uma rica fonte de informações quando se tenta entender relações econômicas e sociais de um indivíduo com o meio onde está inserido.

O desenvolvimento da teoria do capital humano propiciou aprofundar a análise desta variável na explicação da pobreza, da riqueza e das diferenças na trajetória de desenvolvimento das diferentes regiões e países, tendo, dessa forma, direcionado a pesquisa no campo das teorias de crescimento econômico. PRITCHETT (1997), BARRO (1999a, 1999b), JONES (2001) e outros realçam a importância que a variável educação possui para explicar o crescimento econômico de um determinado país e, assim, explicar as suas diferenças de renda, de produtividade e de desempenho ao longo do tempo.

Assim, ao desenvolver o estudo do tema capital humano muitos economistas apresentaram como proposição a idéia de que países com mais anos de estudo per capita possuem taxas de crescimento da renda e da produtividade da economia mais altas do que países mais atrasados neste quesito. Isto é, os países e regiões mais ricos e avançados são os que possuem uma bagagem maior de capital educacional.

Este acúmulo de capital educacional da população poderia, então, explicar o desempenho que estas economias possuem na construção de suas riquezas (medida pela quantidade de capital físico, trabalhadores mais educados, taxa de crescimento populacional, qualidade de saúde, etc.).

No entanto, ao analisar empiricamente as relações do capital educacional, com o desempenho da economia (crescimento da renda), os resultados são bastante díspares. Diversos estudos procuram mostrar as relações entre a educação, o

crescimento econômico e a produtividade de uma economia dentre eles os de KYRIACOU (1991), LAU *et al.* (1991 e 1993), MANKIW *et al.* (1992), BARRO (1993), BENHABIB e SPIEGEL (1994), ISLAM (1995).

Entretanto, mesmo sabendo que a educação apresenta um peso importante no desenvolvimento de um país, os resultados empíricos nem sempre são claros. Os estudos de OECD (1998), TEMPLE (2001), BARRO (2000), JONES (2001), WOLF (2002), dentre outros, enfatizam uma relação pouco significativa entre estas variáveis.

Dada a relevância do tema, este trabalho foi direcionado para a compreensão das relações apresentadas entre a teoria sobre capital humano e desenvolvimento econômico, considerando dados empíricos do Brasil e seus Estados.

Assim, a análise da literatura sobre o capital humano e suas relações com o crescimento econômico, permite enfatizar determinadas questões que serão exploradas ao longo deste trabalho. A primeira está relacionada não à definição de capital humano, mas à sua mensuração. Observa-se na literatura uma diversidade de maneiras de mensuração e análise desta variável.

Essa diversidade de mensurações se apresenta como o primeiro questionamento deste trabalho. Diferentes autores, BARRO e LEE (1993), KYRIACOU (1991), LAU *et al.* (1993), BENHABIB e SPIEGEL (1994), NEHRU *et al.* (1995), TEMPLE (1999a, 1999b), WOLFF (2000), DE LA FUENTE e DONÉNECH (2000), PETRAKIS e STAMATAKIS (2002), dentre outros, em função de acesso a dados, maneiras diferentes de mensuração e qualidade de dados disponíveis propõem diferentes formas de mensuração para esta variável.

Esses mesmos autores, embora reconheçam a importância desta variável para explicar o crescimento econômico e as diferenças entre países e regiões, são veementes em apontar as deficiências das mensurações utilizadas por outros autores e seus efeitos no resultado final. Esses autores propõem, por sua vez, uma forma “mais adequada” de utilização de bases de dados e combinações de fatores para mensuração do capital humano.

Solow, em 1956, quando construiu seu modelo de análise neoclássica para estudar o crescimento econômico da economia americana, detectou que os fatores produtivos empregados na análise eram satisfatórios. No entanto, o resíduo<sup>1</sup>, fator

---

<sup>1</sup> Chamado na literatura de resíduo de Solow.

não explicado, era elevado. Isto é, outras variáveis deveriam estar presentes na função de produção analisada. Este fato conduziu a literatura de crescimento econômico a se expandir em duas frentes, uma com a função de produção ampliada e a outra com crescimento endógeno para explicar os problemas observados no crescimento econômico dos países

Assim, MANKIW *et al.* (1992), analisando um modelo exógeno no estilo Solow, no qual a poupança, o crescimento populacional e a tecnologia são determinados fora do modelo, inserem no mesmo o termo capital humano. Como resposta inicial ao estudo, verificou-se a importância da inserção do capital humano na função de produção e a significativa inter-relação com o crescimento da renda (produto) do país.

Paralelamente ao estudo de MANKIW *et al.* (1992), dois trabalhos importantes foram lançados em relação ao capital humano e crescimento econômico na literatura neoclássica que foram os de análise endógena desenhados por LUCAS (1988 e 1993) e ROMER (1990). Em ambos, o contorno dado às variáveis capital humano e tecnologia tomaram rumos diversos ao anterior. O capital humano teve a companhia da tecnologia na determinação do produto e no crescimento das economias.

A partir dos modelos exógenos e endógenos, de inserção do termo capital humano na análise empírica e do comportamento da tecnologia nas economias desenvolvidas e em desenvolvimento, surgiram vários trabalhos empíricos visando analisar as relações existentes entre essas variáveis e o crescimento econômico dos países e, também, investigar sua influência nas desigualdades entre regiões e convergência/divergência de suas rendas (sejam elas nacionais e ou regionais).

Ao investigar as relações entre o capital humano e o crescimento econômico, procurou-se estudar a economia brasileira através dos modelos de LAU *et al.* (1993), BENHABIB e SPIEGEL (1994) e ANDRADE (1997), os quais, analisando o período de 1970 a 1995, detectaram existir diferenças nas correlações entre as variáveis renda, capital físico, capital humano e progresso tecnológico para os modelos de análise de crescimento econômico exógeno e endógeno.

Como tarefa final desta pesquisa, buscou-se identificar dentro da literatura de crescimento e desenvolvimento econômico<sup>2</sup>, a validade da hipótese de convergência do capital humano para a economia brasileira, objetivo central deste

---

<sup>2</sup> A literatura de crescimento econômico evidencia que a convergência das rendas *per capita* são díspares entre os países. Já na literatura de desenvolvimento, os indicadores de saúde e de educação são usados para mensurar o progresso nos países.

trabalho. Para isso, seguindo os estudos iniciados por BAUMOL (1986), BARRO (1999a, 1999b)<sup>3</sup> e MANKIW *et al.* (1992), analisa-se o comportamento da convergência da renda per capita entre os países ricos e a divergência no mundo como um todo. E de uma maneira geral, investigar, concomitantemente, a convergência do capital humano nos estados brasileiros segundo a análise de SAB e SMITH (2002)<sup>4</sup>.

Pode-se então apontar como objetivo principal desta tese analisar a trajetória que a variável capital humano, educação, teve na economia brasileira. Mais precisamente, analisar, a partir de modelos exógeno e endógeno, a importância do capital humano para o crescimento dos estados brasileiros. Para esta análise os seguintes objetivos específicos foram definidos:

a) apresentar as variadas formas de se medir a variável capital humano na literatura de crescimento econômico, dando destaque à classificação internacional padrão de educação ISCED/1997 da UNESCO;

b) apresentar uma revisão dos modelos de crescimento econômico de MANKIW *et al.* (1992), LUCAS (1988, 1993), ROMER (1990) e KLENOW e RODRIGUEZ-CLARE (1997) e como os mesmos consideram a variável capital humano na análise de crescimento econômico;

c) apresentar resumidamente os resultados empíricos e os modelos de LAU *et al.* (1993), BENHABIB e SPIEGEL (1994) e ANDRADE (1997) levando em conta a importância para a economia dos estados brasileiros da variável capital humano;

d) replicar aos modelos de LAU *et al.* (1993) e BENHABIB e SPIEGEL (1994), apresentados por ANDRADE (1997), realizando uma análise *cross-section* do capital humano para o período de 1970 a 2001 e verificar como os modelos e respostas encontrados nos mesmos se comportam quando se emprega na análise de dados de painel;

e) mensurar a convergência do capital humano brasileiro segundo a metodologia empregada por SAB e SMITH (2002).

Para atingir estes objetivos, foi realizada, inicialmente, uma resenha sobre a mensuração da variável capital humano a partir das diferentes formulações empíricas encontradas na literatura de crescimento e desenvolvimento econômico,

---

<sup>3</sup> Texto similar pode ser encontrado em BARRO (1991).

<sup>4</sup> SAB e SMITH (2002) usam o método de mínimos quadrados de três estágios para medir a convergência.

seguida da descrição dos principais modelos de análise exógena (MANKIW *et al.*, 1992) e endógena (LUCAS, 1988 e 1993; ROMER, 1990; KLENOW e RODRIGUEZ-CLARE, 1997). Esta resenha está apresentada no Capítulo 2.

A seguir procurou-se estudar o crescimento econômico brasileiro através da evolução da relação capital humano e renda (produto) dos estados brasileiros entre 1970 e 2001, através de técnicas econométricas, *cross-section* e de dados de painel (contribuição principal do trabalho). Apresenta-se no Capítulo 3 a revisão dos trabalhos dos autores LAU *et al.* (1993) e ANDRADE (1997) para os estados brasileiros e o de BENHABIB e SPIEGEL (1994) o qual considera a economia brasileira como um todo. Esses estudos serviram de base comparativa para o estudo empírico realizado.

Duas hipóteses direcionaram a elaboração deste estudo:

- a) a formulação da variável capital humano no enfoque endógeno ou exógeno influencia os resultados da análise para o caso brasileiro e;
- b) A variável educação (capital humano), sozinha, não representa um fator relevante para explicar o crescimento econômico, para o caso brasileiro.

Finalmente, seguindo a proposta de SAB e SMITH (2002), estimou-se a convergência do capital humano brasileiro. Para essa estimativa, construiu-se um painel para a escolaridade e a expectativa de vida utilizando-se da técnica de mínimos quadrados ordinários (OLS), cujos resultados encontram-se no Capítulo 4.

A hipótese direcionadora deste último estudo considera que a convergência condicional explica o comportamento da renda dos estados brasileiros mais pobres, quando comparados aos estados mais ricos.

## CAPÍTULO 2

### A ESTRUTURA DO CAPITAL HUMANO

Este capítulo tem por objetivo apresentar as diferentes formas de análise e mensuração do capital humano (CH), bem como, a estrutura desta variável em quatro modelos de crescimento econômico (exógeno/endógeno).

Na primeira seção, discute-se as distintas formas de análise e mensuração do capital humano (CH), complementando esta discussão através da proposta de homogeneização da mensuração da educação<sup>5</sup> da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Científica e Cultural), ISCED.

As quatro seções seguintes discorrem sobre as contribuições dos modelos de MANKIW; ROMER e WEIL (1992) - MRW; LUCAS (1988, 1993), ROMER (1990) e KLENOW e RODRIGUEZ-CLARE (1997) para o estudo da relação entre capital humano e crescimento econômico. Em cada seção destaca-se a mensuração empírica desenhada por cada autor e suas justificativas, os principais passos no desenvolvimento dos modelos propostos e os resultados empíricos encontrados pelos autores.

O tema, apesar de estar sendo desenvolvido ao longo das últimas quatro décadas por economistas como SCHULTZ (1961, 1973), BECKER (1993), dentre outros, ainda provoca controvérsias quanto aos efeitos e relações desta variável sobre a economia dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Esta discussão será abordada como complemento aos modelos apresentados.

O primeiro modelo a ser apresentado é o proposto por MANKIW; ROMER e WEIL (1992). Estes autores, partindo do modelo de SOLOW (1956) investigaram a implicação e a inserção do capital humano na função de produção<sup>6</sup> neoclássica tradicional e sua relação com o crescimento econômico. Procura-se, ainda, dentro desta seção, relacionar os trabalhos empíricos de BARRO e LEE (1993), LEE e BARRO (2001) e o de ISLAM (1995) com o de MRW. A finalidade de tal exercício é

---

<sup>5</sup> Esta mensuração é feita através da Classificação Padrão Internacional da Educação, ISCED/97, apresentado em novembro de 1997 pela UNESCO ([www.unesco.org/isced1997.pdf](http://www.unesco.org/isced1997.pdf)).

<sup>6</sup> Ver FERREIRA *et al.* (2003) ao analisar testes usados na função produção quando se estuda o crescimento econômico dos países.

investigar as relações entre a educação e o crescimento econômico e as críticas quanto às mensurações da variável educação.

Os modelos de Lucas analisados são os de 1988 e 1993 (LUCAS, 1988, 1993). Neles, o autor procurou, a partir da construção de uma nova teoria de crescimento econômico endógeno, investigar como as variáveis mudança tecnológica, capital humano e capital físico influenciam o desenvolvimento econômico. Para construir sua proposta de trabalho, o autor utilizou dois modelos distintos: o primeiro enfatiza a acumulação de capital físico e a mudança tecnológica<sup>7</sup> e, o segundo mostra o efeito transbordamento (*spillovers*) do capital humano. Dessa forma, ao tornar endógena a variável mudança tecnológica e ao incorporar na mensuração de capital humano a força de trabalho, o trabalho desse autor destaca, dentro da análise estrutural, a importância do capital humano, focando os efeitos dos trabalhadores habilitados e não-habilitados no processo de crescimento econômico.

O terceiro modelo a ser discutido é o de ROMER (1990)<sup>8</sup>. Nele, o autor ao inserir no modelo as idéias de conhecimento (dividido em dois componentes que são o capital humano e a tecnologia) como fonte geradora de crescimento, a concorrência monopolística e retornos crescentes, determina um novo perfil para o capital humano na função de produção. Dessa forma, Romer concluiu que a taxa de crescimento depende positivamente da quantidade de recursos e de capital humano aplicados em pesquisa e que essa mesma pesquisa passa a se comportar como fator diferenciador entre países ricos e pobres.

O último modelo analisado é o de KLENOW e RODRIGUEZ-CLARE (1997). A relevância deste modelo para a teoria do crescimento econômico se deve ao formato dado pelos autores ao modelo de MRW no que tange a mensuração de capital humano e a sua relação com a produtividade. Reexaminando metodologicamente o modelo, Klenow e Rodriguez-Clare deram um enfoque diferente à estimativa do efeito do capital humano no crescimento do produto. Os autores impuseram, primeiramente, uma atualização nos dados através da inserção de

---

<sup>7</sup> Dos três modelos apresentados por Lucas em 1988, procurou-se apresentar o primeiro que conjuga o fator mudança tecnológica. Levando-se em conta a relevância que o progresso tecnológico possui na estruturação do modelo neoclássico tradicional, as transformações da variável apresentadas neste modelo somadas ao trabalho de 1993, que estuda o capital humano, constituem uma importante contribuição do autor para o tema em questão.

<sup>8</sup> Segundo PORTO JÚNIOR (2000, p.52) a nova teoria do crescimento endógeno propiciou, nas formulações teóricas e empíricas, a inserção de novas variáveis explicativas visando melhorar a formulação final de respostas para a variação de renda per capita entre os países e o abandono da hipótese de retornos decrescentes. Isto é, “os trabalhos seminais que retomaram essas análises foram os de ROMER (1986), que enfatiza as externalidades da acumulação de capital, o de LUCAS (1988) que privilegia o capital humano incorporado na força de trabalho como a causa do crescimento de longo prazo, e o de ROMER (1990) que privilegia os gastos com pesquisa e desenvolvimento como a fonte de progresso tecnológico...”.

informações sobre a educação primária (uma vez que esta varia menos entre os países) e terciária, bem como através da introdução de evidências de que a mudança na produtividade é mais intensiva em trabalho e menos intensiva em capital físico do que a produção de outros bens, reduzindo, assim, a diferença entre países na estimativa do estoque de capital humano. Por fim, a última seção apresenta as considerações finais.

## **2.1 Uma Análise Investigativa do Capital Humano**

O capital humano, mais precisamente a educação, tornou-se um fator de grande importância para compreender o crescimento econômico. Isto se deve à busca dos países por alavancar suas economias através do aumento de sua inserção no comércio internacional. Desta forma, os setores econômicos (agricultura, indústria, comércio e serviços) passam a produzir melhores produtos e sistemas produtivos mais intensivos em tecnologia, dentre outros fatores competitivos internos e externos.

Percebe-se que a prosperidade dos países desenvolvidos e em desenvolvimento somente pode ser alcançada através de uma mão de obra qualificada e bem treinada. Uma população analfabeta ou sem capacitação técnica adequada não conseguiria conduzir um processo de crescimento do produto e produtividade de uma economia.

Para SCHULTZ (1973, p.60), “a educação, por conseguinte, além do acréscimo em apresentar altos valores culturais, é efetivamente também um investimento nas pessoas, à medida que aperfeiçoa as suas capacitações e portanto aumenta os futuros rendimentos a serem auferidos pelos indivíduos”<sup>9</sup>.

O que vem a ser capital humano? Como mensurá-lo economicamente? É relevante o seu papel para o crescimento do produto dos países ao longo do tempo? Esta seção busca desenvolver essas e outras questões, tentando definir, primeiramente, o que se denomina capital humano.

SCHULTZ (1973, p.53), apresenta o conceito de capital “como sendo entidades que têm a propriedade econômica de prestar serviços futuros em um valor determinado”. Dessa forma, o autor especifica um diferencial entre o que vem a ser capital humano e não-humano, no tocante a uma função de produção.

---

<sup>9</sup> DENNY (2003) afirma que existe uma forte relação entre a educação e os benefícios externos (retorno social excedendo ao retorno privado) gerados pela mesma. Quanto ao retorno estimado da educação, este movimentou o status das pessoas no mercado de trabalho e a saúde através do bem-estar. Com isso, “a moral do capital humano” é o de que a educação aumenta a capacidade de produtividade dos mais educados e a manutenção da sociedade como um todo.

Para SCHULTZ (1973, p.53):

“a característica distintiva do capital humano é a de que é ele parte do homem. É humano porquanto se acha configurado no homem, e é capital porque é uma fonte de satisfações futuras, ou de futuros rendimentos, ou ambas as coisas. Onde os homens sejam pessoas livres, o capital humano não é um ativo negociável, no sentido de que possa ser vendido. Pode, sem dúvida, ser adquirido, não como um elemento de ativo, que se adquire no mercado, mas por intermédio de um investimento no próprio indivíduo”.

O investimento em capital humano é, provavelmente, a principal explicação para as diferenças nos resultados do produto nacional, homens-hora, reprodução do capital físico e uso da qualificação e conhecimento. “... a aquisição do conhecimento e a qualificação possuem valor econômico. Esse conhecimento e a qualificação são em grande parte o produto do investimento e, combinados com outros investimentos humanos, predominantemente, explicam o porquê da superioridade produtiva tecnologicamente dos países mais avançados” (SCHULTZ, 1961, p.4). Isto é, a difusão do conhecimento é um importante elemento de avanço econômico e social de um país.

SHAFFER<sup>10</sup> *apud* SCHULTZ (1973, p.53-58) critica veemente a equiparação do homem como um elemento mensurável tipo capital humano. Shaffer, embora veja os resultados positivos da educação sobre a renda do indivíduo ao longo do tempo, considera muito difícil mensurar o homem como capital humano para fins de testes empíricos.

A principal contestação de SHAFFER (1961, p.1062) à idéia de Schultz é econômica. Para o autor, o indivíduo tem muito pouco a ganhar e muito a perder por causa da aplicação universal do conceito de capital ao homem. A dificuldade em separar o que é investimento e o que é gasto com consumo torna a discussão estritamente relacionada a como conduzir os gastos em educação pelo homem no mercado de trabalho. Isto é, a diferenciação do capital em humano e físico pode levar a análise final da variável a distorções de causas e efeitos.

BECKER (1993, p.21) enfatiza que a mensuração do capital humano deve inserir todo e qualquer investimento que uma pessoa faça em si mesmo no

---

<sup>10</sup> SHAFFER, H. G. Investment in human capital: comment. The American Economic Review, n.51, p.1026-1035, dezembro, 1961.

transcorrer dos anos, esteja ela no mercado de trabalho ou não. Assim, a qualificação, educacional e por treinamento, que as pessoas possam ter dentro das empresas, pode ser considerada como acumulação de capital humano.

Dessa forma, o que explica o crescimento contínuo da renda *per capita* nos países desenvolvidos (mais ricos) é a expansão do conhecimento técnico e científico que os indivíduos adquirem com a educação ao longo do tempo (seu ciclo de vida produtivo).

Além disso, o aumento da produtividade do fator trabalho e de outros fatores de produção está relacionado com a expansão do conhecimento técnico e científico. A produção de conhecimento científico de bens, por sua vez, aumenta o valor da educação, da escolaridade técnica, do treinamento de funcionários pelas empresas e do conhecimento pessoal.

Para BLANCHARD (1997, p.480), “o capital humano pode ser mensurado como um conjunto de qualificações obtidas pelos trabalhadores em uma economia”. Em uma economia com muitos trabalhadores com alta qualificação é comum ser mais produtiva aquela região que possui o maior volume de trabalhadores que saibam ler e escrever.

Capital humano na visão de GROSSMAN e HELPMAN (1997, p.122) vem a ser aquele que os indivíduos, através de suas qualificações especializadas, “devotam”, em um determinado tempo, para uma atividade denominada escolaridade. Quanto maior o tempo que um indivíduo gasta em escola, tanto maior é o capital humano que a pessoa acumula no tempo.

SCHERER (1999) argumenta que uma definição para capital humano para uma economia, deve levar em conta as elevações básicas de qualificação do homem através da educação e do treinamento. Tendo, *a posteriori*, uma relação com o crescimento do produto da economia e da mudança técnica pelo país.

ROMER (2001)<sup>11</sup>, ao estender ao modelo de Solow, definiu o capital humano como sendo as habilidades adquiridas pela pessoa, a qualificação e o conhecimento dos trabalhadores obtidos individualmente junto ao mercado de trabalho.

---

<sup>11</sup> Ver seção 3.8 em ROMER (2001, p.133-138) que fala da extensão do modelo de Solow com inclusão do capital humano.

Como se pode observar, as diferentes definições de capital humano relacionam sempre esta variável com a obtenção, pelas pessoas, de educação, qualificação, conhecimento, saúde e bem estar pelas pessoas.

Portanto, o capital humano está relacionado com constituição de um “bem intangível” com capacidade para aumentar ou sustentar a produtividade, a inovação e a empregabilidade. Esse insumo, na função de produção, é formado através do aprendizado das atividades organizacionais sob a forma de educação e treinamento. Conhecimento, qualificação, competência e outros atributos combinam diferentes maneiras de medir o *status* educacional de um indivíduo (OECD, 1998).

Busca-se, a seguir, delimitar diferentes formas de medir empiricamente o capital humano. Sabe-se que o tema e as formas de medir o capital educacional são diversos e controversos quanto à sua aplicabilidade, isto é, existem diversas mensurações, diferentes formulações e construções da variável capital humano.

Apresenta-se a seguir a proposta de mensuração do capital humano da OECD (1998) para, posteriormente, levantar outras mensurações (resultados empíricos) como, por exemplo, as propostas por KYRIACOU (1991), BARRO (1999a, 1999b e 2000)<sup>12</sup>, LAU *et al.* (1993), JORGENSON e FRAUMENI (1993), BENHABIB e SPIEGEL (1994), MULLIGAN e SALA-I-MARTIN (1993), DE LA FUENTE e DONÉNECH (2000)<sup>13</sup>, LEE e BARRO (2001) TEMPLE (2001), JONES (2001) e outros.

Segundo OECD (1998, p.31), os diferentes indicadores utilizados para medir o estoque de capital humano, bem como suas limitações, podem ser assim distinguidos:

(a) nível de educação da população com idade entre 25-64 anos: mostra o percentual de pessoas, nesta faixa etária, com escolaridade secundária e/ou terciária. É uma medida de padrão internacional do nível de educação alcançado, porém não considera conhecimentos e habilidades específicos da mão de obra analisada;

---

<sup>12</sup> LEE e LEE (1995) ao estudarem a relação do capital humano com o crescimento econômico, enfatizam que os estudos de BARRO (1999) e outros que buscam mostrar a evolução temporal da educação como fonte explicativa do crescimento da renda dos países desenvolvidos e em desenvolvimento pode ser correta. Os resultados encontrados em testes para diversos países levando em consideração a equação de BARRO (1999),  $y = \alpha + \beta(GDP)_0 + \gamma(H)_0$ , conduz a afirmativa positiva da relação capital humano e crescimento econômico nos países.

<sup>13</sup> Em seu trabalho sobre as regressões de capital humano e crescimento econômico, os autores mostram que as diferenças na qualidade dos dados podem interferir nos resultados empíricos encontrados.

(b) média em anos de escolaridade da população com idade de 25-64 anos: mostra a estimativa do número médio de anos gastos/completos na educação primária, secundária e terciária, para a população dentro desta faixa etária. Fornece um dado único para o estoque de capital humano, mas considera um ano de educação como uma unidade constante independente do nível e, também, não considera conhecimentos e habilidades específicas da mão de obra;

(c) educação obtida pela população adulta dividida em faixas etárias: procura medir o percentual de pessoas com escolaridade secundária, ou mais, para as faixas etárias de 25-34 anos e 35-64 anos. Indica diferenças entre gerações devido a mudanças na educação de jovens ao longo do tempo, porém, não separa o efeito da educação de adultos;

(d) educação obtida e taxas de qualificação divididas por gênero: analisa as diferenças entre homens e mulheres, entre 25-64 anos, quanto ao nível de educação secundária e taxas de qualificação;

(e) diferença educacional entre gerações: procura medir a taxa de mudanças dos ganhos de qualificação terciária de pessoas cujos pais alcançaram este nível educacional com ganhos de pessoas cujos pais não completaram ensino secundário. Este indicador possibilita obter um índice de mobilidade entre gerações o que propicia analisar tanto a igualdade de oportunidades quanto apresenta uma possibilidade de aumento do estoque de capital humano ao longo do tempo;

(f) qualificação da população adulta: permite mensurar a alfabetização nos domínios de análise da amostra conforme a distribuição de escolaridade analisada pela UNESCO (ISCED/1997). Dessa forma, apresenta diretamente uma mensuração de um conjunto de qualificação com relevância econômica. Porém, somente como um indicativo de como a educação e outras experiências explicam estas qualificações da mão de obra;

(g) faixas de alfabetização por idade: mostram percentuais de idade, por exemplo, 16-25 anos e 46-55 anos, analisando o nível obtido de alfabetização da amostra. Analisa a baixa alfabetização obtida por alguns países, concentrada em idades mais avançadas, reflexo da deterioração da qualificação, ao longo do tempo, pela educação;

(h) mensuração pela variável alfabetização por setor de atividade econômica: analisa o percentual de trabalhadores em setores selecionados com

elevado nível (4 e 5)<sup>14</sup> e baixo nível (1 e 2) de alfabetização. Dessa forma, mostra como a alfabetização tende a ser maior à medida que se caminha para setores onde o conhecimento é a base do processo de produção;

(i) mensuração do capital humano pela alfabetização (obtenção educacional das pessoas): mostra a média de um *score* de alfabetização de cada país levando em consideração os níveis obtidos de educação por cada pessoa. Dessa forma, analisa as diferenças de educação, alfabetização, entre países, permitindo uma comparação entre os mesmos ao relacionar o número de analfabetos e em processo de alfabetização por cada amostra de país.

Observa-se, portanto, que os tipos e as formas de mensuração do capital humano (CH) são diversificadas. O objetivo desta seção não é o de esgotá-las, mas sim de identificar as mais utilizadas por trabalhos da área de crescimento econômico/capital humano. Apresenta-se, a seguir, algumas dessas formulações, escolhidas por sua praticidade e, também, pela técnica utilizada no transcorrer do processo de análise da variável frente ao crescimento do produto dos países.

### **2.1.1 Algumas Mensurações de Capital Humano em Trabalhos Empíricos Estudados**

KYRIACOU (1991) construiu como *proxy* para o estoque de capital humano<sup>15</sup> a variável anos de escolaridade da força de trabalho medindo a mesma para um grupo de países entre 1970-1985. Como resultado final, encontrou que níveis iniciais de CH são positivamente relacionados com o crescimento futuro da economia. Já o coeficiente de capital humano (anos de escolaridade da força de trabalho) é negativo e insignificante, contrariando evidências de que a educação e o crescimento econômico caminham juntos.

BARRO (1999a, 1999b) trabalhou com mensurações do tipo escolaridade primária, secundária e terciária na formulação da variável capital humano. Dessa forma, a relação obtida entre o crescimento do produto e o CH foi positiva e significativa para o período 1960/1985. Neste trabalho outras variáveis, como, por exemplo, democracia, foram utilizadas como variáveis explicativas no estudo do comportamento da economia para um conjunto de países selecionados<sup>16</sup>.

---

<sup>14</sup> A seção seguinte vai apresentar a classificação padrão da UNESCO, ISCED/1997, que padroniza os vários níveis educacionais existentes. Este tem como finalidade, como dito anteriormente, padronizar as várias maneiras de medir cada nível de escolaridade existente.

<sup>15</sup> PSACHAROPOULOS e ARRIAGADA (1986) trabalharam com um grupo de 99 países para o período de 1965-1985, a variável educação sendo ano médio de escolaridade da força de trabalho. Os resultados encontrados foram positivos e significativos do efeito educação e crescimento do produto.

<sup>16</sup> Ver em BARRO (1999a, 1999b) os países selecionados, 86 no total, e os grupos estudados.

LAU *et al.* (1991) ao estudar os efeitos que a educação e a produtividade teriam na função de produção dos países em desenvolvimento, encontrou como resultado para a educação, primária e secundária, que a mesma é um importante elemento para determinar o produto real agregado e a produtividade, porém com resultados variando consideravelmente entre os países.

Esses autores, trabalhando o capital humano como estoque educacional primário, secundário e terciário, no modelo tradicional da teoria de crescimento, chegaram a resultados favoráveis em relação aos efeitos da educação sobre o crescimento econômico brasileiro entre os anos 1970-80.

JORGENSON e FRAUMENI (1993) estimaram o valor de mercado do capital humano (medido através de estoque) da economia americana tomando o CH como uma combinação de grupos populacionais de acordo com a idade, o *status* do mercado de trabalho e o índice de gênero de cada grupo analisado.

BENHABIB e SPIEGEL (1994) procuraram em seu trabalho relacionar a variável educação com o crescimento econômico para o Brasil e outros países selecionados entre o período de 1965-1985. Usam a formulação de Mincer para o capital humano testando a relação entre educação (em estoque e em nível) com o crescimento do produto *per capita* dos países.

NEHRU *et al.* (1995) procuraram construir uma nova base de dados para a mensuração do estoque de capital humano com a finalidade de estudar o comportamento do capital humano entre os países industrializados e em desenvolvimento. Ao estimar uma série para a variável estoque de capital humano (dados de matrícula através do método de inventário perpétuo) de 85 países entre 1960-1987, encontraram, como resultado, que o estoque médio de educação possui uma forte relação com outros indicadores sociais e, em especial, com a renda *per capita*.

NEHRU *et al.* (1995), ao construírem uma nova série de estimativas para o estoque de educação de 85 países ao longo de 28 anos, 1960-1987, levaram em conta dados de matrículas usando o método de inventário perpétuo ajustado pela mortalidade. Como resposta para o exercício empírico, os autores verificaram uma associação significativa entre estoque de educação média e de outros indicadores de desenvolvimento social. Em especial sobre os efeitos do mesmo sobre a renda *per capita*.

O mesmo autor sugere que o estoque de educação pode ser usado como *proxy* para o estoque de capital humano. A alta correlação entre estoque de educação média e outros indicadores de capital humano, especialmente uma variedade de medidas de saúde e bem-estar, sugerem que o uso desta como *proxy* seja um elemento razoável para a sua mensuração (NEHRU *et al.*, 1995, p.396).

TEMPLE e VOTH (1998)<sup>17</sup> examinam a relação entre o capital humano, a industrialização e o investimento em equipamentos. Através de um estudo *cross-section* entre os países selecionados, obtiveram como resposta, através da análise de um modelo simples, que a industrialização é determinada pela acumulação de capital humano. O elevado nível de capital humano na economia permite reduzir o custo de adotar técnicas mais avançadas, aumentar sua difusão e, por conseguinte, o setor de manufatura é acompanhado por maior investimento em equipamentos.

VANHOUDT (1999) ao estudar a equivalência da acumulação de capital físico e de conhecimento para com as despesas públicas e privadas, encontrou como resultado final que os dois tipos de capitais são relevantes para explicar a produção de um país e a sua trajetória de convergência da renda. Os dados para a formulação da variável educação (escolaridade primária, secundária e terciária) foram obtidos através da base de dados construída por BARRO e LEE (1997).

WOLFF (2000), procura explorar evidências da relação entre países do crescimento econômico com investimento em capital humano, emprego e tecnologia<sup>18</sup>. Para a estruturação de sua análise com base nas variáveis acima citadas, buscou nos dados de *Penn World Table* (1950-1990) investigar o efeito da interação entre a variável educação, capital humano, e a atividade tecnológica entre as economias dos 24 países da OECD. Encontrou como resultado que existe uma relação negativa entre as mesmas (negativa e não significativa na determinação do produto).

WOLFF (2000)<sup>19</sup> ao analisar a relação entre o investimento em capital humano com o crescimento econômico entre países, verificou que de 1950 a 1990, o efeito da interação entre a educação (medida pela escolaridade primária, secundária, terciária e uma medida de estoque médio) e a atividade tecnológica foi marcante para as economias desenvolvidas (24 países da OECD). O crescimento da produtividade dos países desenvolvidos está intimamente relacionado com o avanço da educação e

---

<sup>17</sup> Ver TEMPLE (2001).

<sup>18</sup> GRILICHES (1997, 2000) mostra evidências da relação existente entre educação, capital humano, tecnologia, pesquisa e desenvolvimento e crescimento econômico dos países (*renda per capita*).

<sup>19</sup> JONES (2001) apresenta uma discussão similar quanto ao efeito da educação sobre o crescimento econômico.

sua aplicação em áreas de tecnologia. Dessa forma, o crescimento da renda *per capita* tornou-se um subproduto deste casamento.

LEE e BARRO (2001)<sup>20</sup>, no trabalho sobre a mensuração da qualidade das escolas no estudo *cross-section* entre países, determinaram, através de uma construção de dados de painel para 39 países<sup>21</sup>, que não somente a quantidade de escolas, mas a qualidade das mesmas constituem um forte e relevante parâmetro de resposta para análise do comportamento/perfil econômico de cada país. As características das famílias, a renda, a educação dos pais, o tamanho das classes de ensino e os salários pagos aos professores possuem forte relação com a *performance* dos estudantes e isto implicaria positivamente no crescimento.

Muito ainda se discute sobre o real efeito da educação sobre o crescimento econômico dos países. A questão da convergência de renda entre os mais desenvolvidos e os em desenvolvimento suscita a investigação de qual é o efeito que mais educação pode ter sobre o crescimento do produto das economias. A educação deve ser considerada apenas como mais um insumo da função de produção, propiciando, ao longo do tempo, um acréscimo do produto ou é o mais importante insumo da função de produção haja visto a sua inter-relação com a tecnologia?

Como medir a variável capital humano? Existem diferenças na sua mensuração que podem levar os resultados empíricos a apresentar resultados contraditórios? A seção seguinte faz uma breve exposição da classificação internacional padrão da educação da UNESCO (ISCED, 1997), mostrando que a homogeneização da variável pode permitir a comparação entre países quanto à evolução da escolaridade e quanto à sua real correlação - se esta existir realmente - com o crescimento da renda *per capita* e com as condições de vida da população.

### **2.1.2 ISCED 1997 e a UNESCO**

O padrão internacional de classificação da educação (*International Standard Classification of Education*), denominado ISCED/1997, foi elaborado pela UNESCO nos anos 70 para servir como um instrumento de classificação e comparação de dados sobre educação intra e entre países e foi aprovado pela Conferência Internacional da UNESCO em 1997 (UNESCO, 1997). A finalidade desta categorização é propiciar, no longo prazo, uma base de dados mundial sobre os mais

---

<sup>20</sup> PETRAKIS e STAMATAKIS (2002) contribuíram com a discussão proposta por Barro em seus trabalhos direcionados ao estudo da relação educação e crescimento econômico.

<sup>21</sup> A amostra foi dividida em regiões conforme estruturação apresentada pela UNESCO e OECD (LEE e BARRO, 2001, p.473).

variados parâmetros educacionais. Em função da diversidade de informações há a necessidade de se construir um conjunto informativo/comparativo de estatísticas para comparação entre países quanto a sua evolução econômica, social e política.

A experiência da UNESCO em analisar os mais diversos dados estatísticos sobre educação e a sua volatilidade entre países, contribuiu para que a mesma sugerisse a inserção ao longo do tempo de novas maneiras de avaliar, comparar, compilar e estudar os níveis educacionais entre países. Por exemplo, a multiplicação e o crescimento de diferentes formas de educação vocacional e treinamento entre grupos, empresas e países, a crescente diversidade de provedores educacionais e o aumento de recursos para implementar a educação a distância e outras modalidades baseadas em novas tecnologias (UNESCO, 1997).

Durante o biênio 1998-1999 aspectos adicionais sobre tipos de educação e maneiras de prover o sistema educacional propiciaram a elaboração e montagem do atual sistema de classificação adotado pela UNESCO, denominado de ISCED/1997.

O ISCED é um sistema de múltiplas finalidades, desenhado para as análises das políticas educacionais e de tomadas de decisão, qualquer que seja a estrutura do sistema de educação ou o estágio de desenvolvimento de um país. Dessa forma, a sua utilização pode contribuir para as análises do comportamento da evolução da educação em um país, a estrutura do sistema educacional e o mais importante, a causa e o efeito que esta variável pode trazer para o desenvolvimento econômico do país.

Com isso, o ISCED pode ser utilizado para a estatística dos mais variados aspectos educacionais que vão desde as matrículas de crianças nas escolas, passando por recursos investidos na educação (financeiro e humano), ou mesmo, o nível de educação obtido pela população.

Sendo assim, a conceituação básica e definições do ISCED têm como objetivo criar conceitos universalmente válidos e invariáveis considerando as circunstâncias particularidades do sistema de educação dos países. Entretanto, é necessário que para a construção de um sistema geral incluam-se definições e instruções de como se pode construir um sistema de mapeamento da educação entre países (UNESCO, 1997).

Embora o ISCED não tenha pretensão de impor uma definição internacional para o termo educação, dentro de seus propósitos torna-se necessário

prescrever o escopo de suas várias formulações e a cobertura das atividades educacionais da classificação. Dentro de sua estrutura o termo educação compreende as atividades deliberadas e sistemáticas planejadas para atingir as necessidades de aprendizagem, incluindo qualquer tipo de comunicação<sup>22</sup> (interação social) planejada com o objetivo de aprendizagem<sup>23</sup> (UNESCO, 1997, p.3).

Para o ISCED o termo engloba tanto a educação inicial nos primeiros estágios de vida até sua entrada no mercado de trabalho, bem como, a educação continuada. Para os propósitos do ISCED a educação inclui toda a variedade de programas e tipos de atividades de educação planejadas no contexto de um país, como por exemplo: educação formal regulamentar (ensino fundamental e médio), educação de adultos, educação informal, educação continuada, educação a distância, estágios, educação técnica, treinamento, entre outros tipos.

A construção do ISCED propicia a classificação dos programas educacionais em dois grandes grupos: níveis (seis níveis analisados) e campos de educação (25 campos de trabalho, frente aos 21 da versão original) compondo o conjunto de variáveis de classificação da educação entre os países (ver descrição a seguir e a Tabela 2.1).

A noção de níveis de educação elaborada pela UNESCO, ISCED, procura imprimir na sua construção a gradação da experiência de aprendizado e as competências que os conteúdos de um programa de educação vão exigindo das pessoas em termos de conhecimentos, habilidades e capacidades. De forma geral, os níveis de educação estão relacionados ao grau de complexidade do conteúdo dos programas.

A noção de níveis de educação foi construída com base em conhecimentos adquiridos em programas educacionais ao redor do mundo e entre países, os quais foram agrupados para poderem ser organizados em séries de análise, englobando informações sobre conhecimento, qualificação e capacidades adquiridas pelas pessoas com a evolução dos graus dos programas de ensino. Dessa forma, o ISCED torna-se um sistema que visa sistematizar e classificar os programas de educação de um modo geral.

A Tabela 2.1 apresenta os níveis de educação conforme o critério adotado pela UNESCO na formalização do ISCED de 1997: nível 0 (educação pré-primária);

<sup>22</sup> A comunicação é considerada como uma relação entre duas ou mais pessoas envolvendo a transferência de informação (mensagens, idéias, conhecimento, etc.) verbal ou não verbal, direta ou indireta através de uma variedade de meios (UNESCO, 1997, p.3).

<sup>23</sup> Aprendizagem consiste em qualquer melhoria no comportamento, informação, conhecimento, compreensão, atitude, valores e habilidades (UNESCO, 1997, p.3).

nível 1 (educação primária que é o 1º estágio da educação básica); nível 2 (educação secundária inferior, que é o 2º estágio da educação básica); nível 3 (educação secundária superior); nível 4 (educação pós-secundária não sendo medida como educação terciária); nível 5 (1º estágio da educação terciária); e nível 6 (2º estágio da educação terciária).

**TABELA 2.1 – NÍVEIS DE EDUCAÇÃO – ISCED/1997**

Níveis de Educação pela Categorização do ISCED 1997				
Critério para a Proxy		Nome do Nível	Código	Dimensão Complementar
Critério Principal	Critério Secundário			
Propriedades educacionais baseadas na idade mínima (limite)	Qualificação do grupo	Educação pré-primária	0	-
Início da leitura, escrita e da matemática	Instituições primárias e início da educação compulsória	Educação primária 1º estágio	1	-
Implementação completa da educação básica com a fundamentação do aprendizado para toda a vida	Seis anos de educação primária, com término do ciclo em nove anos de início da educação primária. Fim da educação compulsória conduzindo os alunos para a sua especialização	Educação secundária inferior	2	Destinação educacional subsequente e programa educacional
Requer qualificação mínima para seu ingresso		Educação secundária superior	3	Tipo subsequente de educação podendo requerer programa de orientação ISCED 3
Seu ingresso requer idade e duração		Pós secundário	4	Tipo subsequente de educação podendo requerer programa de orientação ISCED 3
Requer mínimo de certificação para seu ingresso		1º estágio da educação superior (não permite diretamente um avanço na direção da pesquisa)	5	Tipos de programa e de estrutura de qualificação
Pesquisa orientada na direção de submissão de teses e dissertações	Prepara graduados para a faculdade e pós-pesquisa	2º estágio da educação terciária	6	-

Fonte: UNESCO (1997, p.13).

Os campos da educação<sup>24</sup>, 25 no total, são assim determinados pelo ISCED (1997, p.35-39): Programas Gerais (compreendendo programa básico, alfabetização, desenvolvimento pessoal); Educação (treinamento de professores e ciência da educação); Artes e Humanitárias; Ciências Sociais, Administração e Direito (ciências sociais e comportamentais, jornalismo, administração e negócios, direito); Ciência (ciências naturais e físicas, matemática e estatística, computação); Engenharia, Produção e Construção; Agricultura e Veterinária; Saúde (saúde e

<sup>24</sup> A educação formal ou educação inicial ou escola regular e educação universitária, indica que a educação provém de um sistema escolar, colegial, universitário ou de outras formas de instituições educacionais que normalmente constituem-se em um processo contínuo da educação desde criança, passando pela idade jovem chegando a até 20 a 25 anos de idade. Partindo deste processo até chegar a escolha profissional de cada pessoa conforme grupos de educação analisados (UNESCO, 1997, p.41).

serviços sociais); Serviços (serviços pessoais, transporte, proteção ambiental e segurança); Outros.

A metodologia da UNESCO, através do ISCED, objetivando a medição, a aferição, a comparação e a evolução da variável educação entre um mesmo grupo de pessoas de um país ou entre países, abre uma nova fronteira para se entender como esta qualificação pessoal se comporta em relação às demais variáveis da função de produção e, por fim, como se comporta o crescimento do produto e a tecnologia (progresso técnico) que passa a ser gerada pelos países mais desenvolvidos.

Dessa forma, as seções descritas até aqui tiveram a preocupação de apresentar as particularidades das discussões sobre a medição do capital humano e sua relação com o crescimento econômico, bem como, as variadas mensurações da variável CH e a homogeneização das informações proposta pela UNESCO através do ISCED/1997.

A seguir, apresenta-se a descrição dos modelos da teoria de crescimento econômico de análise do capital humano exógeno e endógeno. Sua importância, na teoria econômica, para entender a relação capital humano/crescimento econômico, vem desde o célebre modelo de Solow de 1956, no qual foi introduzida a função de produção padrão neoclássica com retornos decrescentes do capital para o estudo do crescimento econômico.

Ao analisar as taxas de poupança e de crescimento populacional como sendo determinadas exogenamente para a economia americana, Solow mostrou que ambas variáveis determinavam um nível de estado estacionário da renda *per capita* do país (SOLOW, 2000).

Assim, considerando a variação das taxas de poupança e de crescimento populacional, diferentes taxas de crescimento seriam alcançadas pelos países (desenvolvidos e em desenvolvimento) em sua renda *per capita*. Com isso, o estado estacionário que um país pudesse obter ao longo do tempo estaria vinculado às taxas de crescimento da poupança, indicando um país mais rico, e às taxas de crescimento populacional, indicando um país mais pobre.

No entanto, não somente capital físico, trabalho, taxa de poupança e taxa de crescimento populacional podem influenciar na evolução das taxas de crescimento de uma economia, seja ela desenvolvida ou em desenvolvimento. Outra variável deveria estar presente na função de produção estudada (como por exemplo a representatividade da variável democracia em um com sugere Barro.

A lacuna teórica que surgiu a partir do modelo de Solow, gerou novos estudos com o objetivo de identificar outras variáveis que pudessem ser inseridas no modelo, visando explicar melhor o comportamento de longo prazo da renda *per capita* e a trajetória tomada até o estado estacionário. Entre estes estudos destaca-se a contribuição empírica de MANKIW; ROMER e WEIL (1992) para o modelo original de Solow e para a própria teoria do crescimento econômico.

## 2.2 O Modelo de MANKIW et al. (1992) – MRW<sup>25</sup>

Este modelo, desenvolvido a partir do modelo de Solow, procura descrever como se dá a variação do crescimento econômico entre países levando em conta as diferenças internacionais de capital físico, trabalho e renda *per capita* após se inserir na função de produção neoclássica tradicional,  $Y = f(K, L)$ , o capital humano,  $Y = f(K, H, L)$ .

Esses autores, seguindo os postulados desenvolvidos por Solow em seu modelo de crescimento econômico, investigaram o impacto do capital humano na função de produção neoclássica padrão.

Segundo MRW (1992, p.408) a exclusão do capital humano no modelo original de Solow tornou a influência das variáveis poupança e crescimento populacional excessivamente grandes na explicação das variações de crescimento entre os países. Duas razões são apontadas pelos autores para explicar este resultado. Primeiro, os autores sugerem que para qualquer nível de acumulação de capital humano, um maior nível de poupança ou uma menor taxa de crescimento populacional, representaria um aumento de renda e, conseqüentemente, um maior nível de capital humano.

Segundo, considerando que a variável capital humano pode estar correlacionada às taxas de crescimento populacional e de poupança, isto implicaria que a omissão da variável capital humano tenderia a aumentar a influência dessas outras duas variáveis.

O modelo de crescimento de Solow, que deu origem ao trabalho de MRW (1992) apresenta como pressupostos para a análise das variações no crescimento econômico entre países os seguintes pontos:

- (a) adota as taxas de poupança ( $s$ ), de crescimento populacional ( $n$ ) e de progresso tecnológico como exógenas;

---

<sup>25</sup> Denomina-se MRW (1992) como sendo o trabalho de MANKIW et al. (1992).

(b) adota uma função de produção, do tipo Cobb-Douglas, onde a mesma possui dois insumos (capital e trabalho), com a produção variando ao longo do tempo,  $t$ , da seguinte maneira  $Y(t) = K(t)^\alpha (A(t)L(t))^{1-\alpha}$  e tendo  $0 < \alpha < 1$ .

Onde, segundo a nomenclatura padrão,  $Y$  representa o produto,  $K$  o capital,  $L$  o trabalho e  $A$  o nível de tecnologia, assumindo que  $L$  e  $A$  crescem exogenamente a uma determinada taxa  $n$  e  $g$ . Isto é,  $L(t) = L(0)e^{nt}$  e  $A(t) = A(0)e^{gt}$ .

(c) o número de unidades efetivas de trabalho,  $A(t)L(t)$ , cresce a uma taxa  $n + g$ .

O modelo assume que uma fração constante do produto,  $s$ , é investida na economia e define  $k$  como sendo o estoque de capital por unidade efetiva de trabalho ( $k = \frac{K}{AL}$ ) e  $y$  como o nível de produto por unidade efetiva de trabalho ( $y = \frac{Y}{AL}$ ). A evolução ao longo do tempo da variável  $k$  é dada por:  $\dot{k}(t) = s \cdot y(t) - (n + g + \delta)k(t)$  ou  $\dot{k}(t) = s \cdot k(t)^\alpha - (n + g + \delta)k(t)$ , onde  $\delta$  representa a taxa de depreciação.

A equação acima mostra que  $k$  converge para um determinado valor de estado estacionário,  $k^*$ , definido pela seguinte expressão ( $s k^{*\alpha} = (n + g + \delta)k^*$ ) ou rearrumando a mesma pela forma ( $k^* = \left[ \frac{s}{(n + g + \delta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$ ).

A taxa de capital/trabalho no estado estacionário é positivamente relacionada com a taxa de poupança e negativamente relacionada com a taxa de crescimento populacional. Através dessas transformações, a proposição central do modelo de Solow foi investigar o impacto do crescimento da poupança e da população sobre a renda real da economia.

Dessa forma, substituindo a equação acima na função de produção e, procedendo a aplicação de logaritmos na mesma expressão, chega-se a seguinte equação para mensurar a renda *per capita* no estado estacionário:

$$\ln \left[ \frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s) - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n + g + \delta) \quad (1)$$

<sup>26</sup> Ver ANEXO A.

Assumindo, ainda, que o termo  $A(0)$  reflete não apenas a tecnologia, mas também dotações de recursos e outros fatores que possam diferenciar-se entre países, toma-se que:  $\ln A(0) = a + \varepsilon$ , onde o  $a$  representa uma constante e  $\varepsilon$  o choque específico de um país ao modelo. Inserindo a expressão acima na equação anteriormente apresentada, especifica-se a equação empírica básica do modelo de Solow.

$$\ln\left[\frac{Y}{L}\right] = a + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s) - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n + g + \delta) + \varepsilon \quad (2)$$

Adicionando a acumulação de capital humano ao modelo de Solow, a equação Cobb-Douglas do modelo MRW (1992), através da função de produção neoclássica fica determinada da seguinte maneira:

$$Y(t) = K(t)^\alpha H(t)^\beta (A(t)L(t))^{1-\alpha-\beta} \quad (3)$$

onde  $H$  representa o estoque de capital humano, e as demais variáveis têm as mesmas definições anteriores. Considerando ainda  $s_k$  como a fração da renda investida em capital físico, e  $s_h$  como a fração da mesma renda investida em capital humano, a evolução temporal da economia é determinada, para o capital físico, pela equação  $\dot{k}(t) = s_k \cdot y(t) - (n + g + \delta)k(t)$  e, para o capital humano pela equação  $\dot{h}(t) = s_h \cdot y(t) - (n + g + \delta)h(t)$ . Sabendo que  $y = Y/AL$ ,  $k = K/AL$  e  $h = H/AL$  representam as quantidades por unidades efetivas de trabalho.

Os autores assumem na sua formulação que o capital humano deprecia-se na mesma taxa do capital físico (diferentemente do trabalho de LUCAS, 1988) e que o parâmetro  $\alpha + \beta < 1$ <sup>27</sup>, implica em retornos decrescentes para todos os capitais envolvidos na análise. Dessa forma, chega-se à formulação final para mensurar a convergência de uma economia para seu estado estacionário. Rearrumando as equações e resolvendo o problema da maximização intertemporal que determinam o capital físico e humano no estado estacionário, chega-se:

$$k^* = \left( \frac{s_k^{1-\beta} s_h^\beta}{n + g + \delta} \right)^{1/(1-\alpha-\beta)} \text{ e } h^* = \left( \frac{s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}}{n + g + \delta} \right)^{1/(1-\alpha-\beta)} \quad (4)$$

Procedendo a substituição das expressões acima na função de produção e aplicando logaritmo, exercício similar ao tratado no modelo de Solow, determina-se a mensuração da renda *per capita* com a inserção do capital humano:

<sup>27</sup> Assumindo  $\alpha + \beta \equiv 1$ , então, existem retornos constantes de escala. Neste caso, a resposta da mensuração da renda frente às demais variáveis seria a não obtenção do estado estacionário pelas economias analisadas. Isto é, não haveria convergência ao longo do tempo para a renda das economias.

$$\ln\left[\frac{Y(t)}{L(t)}\right] = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha + \beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(n + g + \delta) + \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_k) + \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_h) \quad (5)$$

Essa equação mostra como a renda *per capita* depende do crescimento populacional e da acumulação de capital físico e humano. Porém, ao combinar a equação anterior, equação (5), com as duas anteriormente analisadas, equações (4), os autores geraram uma nova formulação, muito similar à de Solow, a qual apresenta a renda *per capita* como sendo função da taxa de investimento em capital físico, da taxa de crescimento populacional e do nível de capital humano presente na economia:

$$\ln\left[\frac{Y(t)}{L(t)}\right] = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1 - \alpha} \ln(s_k) - \frac{\alpha}{1 - \alpha} \ln(n + g + \delta) + \frac{\beta}{1 - \alpha} \ln(h^*)^{28} \quad (6)$$

Para análise empírica MRW (1992) utilizaram como proxy para a mensuração da taxa de acumulação de capital humano,  $s_h$ , dados de escolaridade da UNESCO (relativos ao período 1960-1985), exclusivamente (foram excluídas desta formulação as questões relacionadas, por exemplo, à saúde, entre outras). Foram utilizados os percentuais da população em idade ativa para o trabalho (12 a 17 anos) matriculados na escola secundária. Essa taxa de matrículas (escola secundária) foi multiplicada pela fração da população em idade de trabalho em idade escolar (15 a 19 anos). Para os autores esta variável é claramente imperfeita pois os intervalos de idade nas duas séries de dados (12-17 e de 15-19) não são exatamente os mesmos; dados sobre professores são completamente ignoradas, assim como a educação primária e superior.

Analisando empiricamente os resultados encontrados, MRW (1992) enfatizam que a acumulação de capital físico possui um forte impacto na renda *per capita*, quanto mais elevada for a taxa de poupança na economia, mais efetiva vai ser a sua relação com a renda no estado estacionário e com a acumulação de capital humano pela economia, o crescimento populacional terá também um impacto positivo sobre a renda e que a relevância do conhecimento, capital humano é tão importante para a mensuração da renda *per capita* do país quanto o capital físico acumulado.

MRW<sup>29</sup> concluem que o modelo de Solow após a inserção da variável capital humano consegue responder satisfatoriamente às questões levantadas a respeito da renda *per capita* e de sua evolução entre países ao longo dos anos (o modelo de Solow modificado ao incluir o capital humano pode explicar 78% da

<sup>28</sup> Pela influência que as taxas de crescimento populacional e poupança possam ter sobre  $h^*$  é de se esperar que o capital humano seja positivamente correlacionado com a taxa de poupança e negativamente correlacionado com o crescimento populacional.

<sup>29</sup> Ver ROMER (2001, p.133).

variação do produto *per capita* entre os países em 1985), fazendo com que capital físico, trabalho e capital humano sejam considerados relevantes para a determinação da renda *per capita* e do estado estacionário do país.

Analisando o modelo de MRW e os seus resultados empíricos, Barro e Lee em seus trabalhos de 1993, 1997 e a atualização em 2000, mostram que a comparação dos dados de obtenção educacional entre os países é possível de ser feita levando em conta as particularidades de cada forma de mensuração. Modelos de crescimento econômico como os de LUCAS (1988) e REBELO (1998) enfatizam o papel do capital humano sob a forma de nível de escolaridade obtido.

Estudos empíricos de crescimento que analisam a educação por intermédio de análise *cross-section* como ROMER (1990), BARRO (1991, 1999a e 1999b), MRW (1992) e KYRIACOU (1991) tomam a mensuração da educação por meio de *proxies* para o capital humano.

Na versão de 2001, LEE e BARRO, procuram direcionar o estudo da educação entre os países via *cross-section* e dados de painel, focando a mensuração da variável no sentido de pesquisar o efeito que a qualidade da escolaridade possui em sua determinação. Como conclusão, esses autores consideram que o *teste de score* é relevante para analisar a educação e que as características das famílias, como renda e educação dos pais, têm forte relação com o desempenho dos estudantes, dentre outras funcionalidades.

ISLAM (1995)<sup>30</sup> toma como foco central do seu trabalho a discussão da convergência. Para esse autor, a função de produção do tipo da de Solow e MRW deve diferir entre os países, entretanto, a mesma é de difícil mensuração. Assim, ao comparar os seus resultados com os de MRW, ISLAM (1995) analisa que ao adotar uma análise de dados de painel, os resultados mudam substancialmente. Esse autor enfatiza o papel do termo  $A(0)$  na determinação do nível de renda no estado estacionário.

### **2.3 O Modelo de LUCAS (1988, 1993)<sup>31</sup>**

A partir do modelo desenvolvido por SOLOW (1956) e de uma gama de reformulações do mesmo, LUCAS (1988) apresentou uma nova estrutura para analisar os mecanismos de desenvolvimento econômico. Duas novas adaptações são propostas pelo autor para incluir os efeitos da acumulação capital humano: a

<sup>30</sup> ISLAM (1995) ainda faz uma análise dos resultados alcançados por MRW (1992) e BARRO e LEE (1993) para a variável capital humano (escolaridade e humano).

<sup>31</sup> BARRO e SALA-i-MARTIN (1999) em seu capítulo 5, descrevem o modelo apresentado por LUCAS (1988).

primeira, mantendo o caráter de setor único do modelo original, enfatiza a interação entre acumulação de capital físico e humano; a segunda, enfatiza a mudança tecnológica e o efeito transbordamento do capital humano no processo de crescimento econômico.

O autor adota como pressupostos iniciais uma economia fechada, mercado competitivo, agentes racionais idênticos e retorno constante da tecnologia. Em uma data  $t$ , existem  $N(t)$  pessoas (homens-hora) dedicadas à produção, sendo  $\lambda$  a taxa de crescimento exógena de  $N(t)$  e  $c(t)$  o consumo real *per capita* é medido em unidades do mesmo produto. Dessa forma, as preferências de consumo *per capita* são:

$$\int_0^{\infty} e^{-\rho t} \frac{1}{1-\sigma} [c(t)^{1-\sigma} - 1] N(t) dt \quad (7)$$

onde  $\rho$ , taxa de desconto, e  $\sigma^{32}$ , coeficiente relativo de aversão ao risco, serão ambos positivos inicialmente.

A produção *per capita* de um produto é dividida entre consumo  $c(t)$  e acumulação de capital. Sendo  $K(t)$  o estoque total de capital e  $\dot{K}(t)$  a sua taxa de mudança, o produto total é definido então pela equação  $N(t)c(t) + \dot{K}(t)$  (aqui  $\dot{K}(t)$  é definido como investimento líquido e  $N(t)c(t) + \dot{K}(t)$  é identificado como produto nacional líquido). Assume-se que a produção depende dos níveis dos insumos capital e trabalho, e do nível  $A(t)$  de tecnologia, de acordo com:

$$N(t)c(t) + \dot{K}(t) = A(t)K(t)^\beta N(t)^{1-\beta} \quad (8)$$

onde  $0 < \beta < 1$  e a taxa exógena de mudança técnica,  $\frac{\dot{A}}{A}$ , é  $\mu > 0$ .

O problema da alocação de recursos enfrentado por uma economia simples é encontrar uma trajetória no tempo,  $c(t)$ , para o consumo *per capita*. Dado a trajetória  $c(t)$  e o estoque de capital inicial  $K(0)$ , a tecnologia (equação 8) impõe uma trajetória  $K(t)$  para o capital. As trajetórias  $A(t)$  e  $N(t)$  são dadas exogenamente.

---

<sup>32</sup> O inverso  $\sigma^{-1}$  do coeficiente de aversão ao risco é algumas vezes denominado de elasticidade de substituição intertemporal, uma vez que todos os modelos citados ao longo do trabalho são determinísticos; esta terminologia pode ser mais adequada ao estudo (LUCAS, 1988, p.8).

Assim, a alocação ótima, ou seja, a alocação que maximiza a utilidade (7) sujeita a tecnologia (8), é definida como sendo o *valor-atual Hamiltoniano*  $H^{33}$ :

$$H(K, \theta, c, t) = \frac{N}{1-\sigma} [c^{1-\sigma} - 1] + \theta [AK^\beta N^{1-\beta} - Nc] \quad (8')$$

que é a soma da utilidade do período corrente e de (8) à taxa de crescimento do capital, esta última avaliada ao preço  $\theta(t)$ . Uma alocação ótima deve maximizar a expressão H em cada tempo t, dado que o preço  $\theta(t)$  foi corretamente escolhido.

A condição de primeira ordem para maximizar H com relação a c é:

$$H(K, \theta, c, t) = \frac{N}{1-\sigma} [c^{1-\sigma} - 1] + \theta [AK^\beta N^{1-\beta} - Nc], \text{ isto é, derivando (8'), } \frac{\partial H}{\partial c},$$

e igualando-se a zero, chega-se a expressão (8''),

$$\frac{\partial H}{\partial c} = \frac{N \cdot 1 - \sigma \cdot c^{1-\sigma-1}}{1-\sigma} + \theta \cdot (-N) = 0 \quad (8'')$$

Reordenando a expressão acima chega-se em  $N \cdot c^{-\sigma} = \theta \cdot N$ . Para finalmente obter

$$c^{-\sigma} = \theta \quad (9)$$

o que significa dizer que os bens devem ser alocados em cada data a fim de terem igual valor, tanto para consumo como para investimento. Ao mesmo tempo, o preço  $\theta(t)$  deve satisfazer:

$$\dot{\theta}(t) = \rho\theta(t) - \frac{\partial}{\partial K} H(K(t), \theta(t), c(t), t) = [\rho - \beta A(t)N(t)^{1-\beta} K(t)^{\beta-1}] \theta(t) \quad (10)$$

em cada tempo t, se o objetivo da solução  $c(t)$  para (9) é gerar uma trajetória ótima  $(c(t))_{t=0}^{\infty}$ .

Se a equação (3) é usada para expressar  $c(t)$  como uma função  $\theta(t)$  e esta função  $\theta^{-\frac{1}{\sigma}}$  é substituída no lugar de  $c(t)$  nas equações (8) e (10), estas passam a formar um par de equações diferenciais de primeira ordem em  $K(t)$  e em seu preço  $\theta(t)$ . Resolvendo este sistema, haverá uma família de trajetórias  $((K(t), \theta(t)))$  satisfazendo a condição inicial dada em  $K(0)$ . O único membro da família que satisfaz

<sup>33</sup> Também chamado de Hamiltoniano descontado. A expressão (8') é obtida mediante uma função f, equação (7), somada a uma função g,  $(\dot{K} = AK^\beta N^{1-\beta} - Nc)$ , multiplicada pelo fator multiplicativo  $\lambda$  (que no caso do modelo chama-se  $\theta$ ) (CHIANG, 1992, p.162) e (LEONARD e LONG, 1998).

esta condição de transversalidade é a equação  $(\lim e^{-\rho t} \theta(t) K(t) = 0)^{34}$  (11) que representa a trajetória ótima (LUCAS, 1988, p.9).

Para este modelo em particular, com preferências convexas e tecnologia e sem efeitos externos de qualquer tipo, é sabido que o programa de equilíbrio competitivo é dado pelas equações (8), (9), (10) e (11), onde tudo que é comercializado é consumido antecipadamente. Neste contexto determinístico expectativas racionais significam perfeita antecipação e, dessa forma, o modelo é considerado por Lucas (1988) como uma teoria positiva de crescimento da economia americana.

De posse das equações (8), (9) e (10) Lucas propõe a obtenção do sistema de trajetória de crescimento balanceada: solução particular de  $(K(t), \theta(t), c(t))$  tal que as taxas de crescimento de cada uma destas variáveis seja constante.

Seja  $k$  a taxa de crescimento de consumo *per capita*,  $\frac{\dot{c}(t)}{c(t)}$ , em uma trajetória de crescimento balanceada. Da equação (9) tem  $\frac{\dot{\theta}}{\theta} = -\sigma k$  e de (10):

$$\beta A(t) N(t)^{1-\beta} K(t)^{\beta-1} = \rho + \sigma k \quad (12)$$

Isto é, ao longo da trajetória balanceada, o produto marginal do capital deve ser igualado a um valor constante  $(\rho + \sigma k)$ . Com uma tecnologia Cobb-Douglas, o produto marginal do capital é proporcional ao produto médio, de forma que, dividindo (8) por  $K(t)$ , e aplicando (12) chega-se:

$$\frac{N(t)c(t) + \dot{K}(t)}{K(t)} = \frac{A(t)K(t)^\beta N(t)^{1-\beta}}{K(t)}$$

$$\frac{N(t)c(t)}{K(t)} + \frac{\dot{K}(t)}{K(t)} = A(t)K(t)^{\beta-1} N(t)^{1-\beta}, \text{ reordenando e dividindo o lado}$$

direito da expressão por  $\beta$ , chega-se a (13).

$$\frac{N(t)c(t)}{K(t)} + \frac{\dot{K}(t)}{K(t)} = A(t)K(t)^{\beta-1} N(t)^{1-\beta} = \frac{\rho + \sigma k}{\beta} \quad (13)$$

<sup>34</sup> Princípio máximo de Pontryagin's utilizado por Cass em 1961. É um resultado importante da teoria do controle ótimo (a condição necessária de primeira ordem). A detecção do princípio do valor máximo envolve os conceitos de função hamiltoniana e de variáveis co-estado (ou variáveis auxiliares) que serão denotados pela seguinte expressão  $[H(t,y,u,\lambda) \equiv F(t,y,u) + \lambda(t) \cdot f(t,y,u)]$  e pelo parâmetro  $\lambda$ . Ver mais detalhes em CHIANG (1992, p.167) e LEONARD e LONG (1998, p.127).

Pela definição de trajetória balanceada,  $\frac{\dot{K}}{K}$  é constante, desta forma (13)

implica que  $N(t)c(t)/K(t)$  é constante ou diferenciando que,

$$\frac{\dot{K}(t)}{K(t)} = \frac{\dot{N}(t)}{N(t)} + \frac{\dot{c}(t)}{c(t)} = \kappa + \lambda \quad (14)$$

Assim, o consumo *per capita* e o capital *per capita* crescem a uma taxa comum  $\kappa$ . Para obter esta taxa diferencia-se (12) e (13) obtendo,

$$\kappa = \frac{\mu}{1 - \beta} \quad (15)$$

Da equação (13), pode-se resolver para se obter a constante taxa consumo-capital balanceada,  $N(t)c(t)/K(t)$ , que é equivalente e levemente mais fácil de interpretar que a constante, que é a taxa de poupança líquida balanceada,  $s$ , definida por:

$$s = \frac{\dot{K}(t)}{N(t)c(t) + \dot{K}(t)} = \frac{\beta(\kappa + \lambda)}{\rho + \sigma\kappa} \quad (16)$$

Assim, a taxa de poupança se altera conforme a mudança nas variáveis presentes na fórmula acima. A taxa de preferência de tempo,  $\rho$ , e o grau de aversão ao risco,  $\sigma$ , induzem a aumentos na taxa de poupança. Alta poupança é, por sua vez, associada a níveis relativamente altos de produto em uma trajetória balanceada. Uma sociedade que faz poupança no longo prazo, será mais rica que uma sociedade impaciente por resultados imediatos, porém, não crescerá mais rápido.

Mesmo considerando as limitações deste modelo, a modelagem neoclássica contribuiu para a construção de seu estudo. Quantitativamente, enfatiza-se a distinção entre efeitos de crescimento (alterações nos parâmetros que alteram as taxas de crescimento ao longo da trajetória de crescimento balanceada) e os efeitos de nível (mudanças que aumentam ou reduzem o crescimento das trajetórias sem afetar a sua declividade) fundamental para se pensar sobre mudanças de políticas (LUCAS, 1988, p.11).

A discussão sobre os efeitos de nível e de crescimento parece confusa levando-se em conta as mais sofisticadas contribuições sobre crescimento econômico. Isso leva ao discernimento de que o modelo acima desenhado não é uma teoria de crescimento econômico, levando a uma discussão do que vem a ser crescimento e desenvolvimento.

Segundo LUCAS (1988, p.13):

“O crescimento econômico, sendo uma medida resumida de todas as atividades de uma sociedade, depende necessariamente, de tudo que acontece nesta sociedade. As sociedades diferem em muitas maneiras, sendo muito fácil identificar várias peculiaridades econômicas e culturais e imaginar que elas sejam a chave para o desempenho econômico local...”

Outra conclusão importante é quanto à quantificação da variável populacional. Países com rápido crescimento populacional não são sistematicamente mais pobres que países com baixo crescimento populacional como a teoria prediz (LUCAS, 1988, p.15).

A busca do modelo neoclássico em explicar as diferenças nas taxas de crescimento e de renda entre os países acaba por focar as suas atenções na variável tecnológica. Para Lucas, a tecnologia e as diferenças da mesma entre países conduz ao relacionamento com a idéia de conhecimento em geral. Quando se fala em conhecimento, está se falando em capital humano.

O segundo modelo (LUCAS, 1993) descreve a relação do capital humano com o crescimento econômico. Onde esta relação é agora enfática quanto à possibilidade de existir um efeito transbordamento (*spillovers*) do capital humano produzido internamente por toda a economia. Isto é, a existência da possibilidade de haver este transbordamento do capital humano não somente no país no qual foi gerado inicialmente, mas também nos demais, irá gerar no longo prazo um efeito positivo no conjunto de todas as economias<sup>35</sup>.

Outra contribuição importante deste modelo para a construção da teoria do crescimento endógeno, mais precisamente da inserção do capital humano como fonte explicativa de efeitos (positivos, negativos ou nulos) sobre o crescimento econômico é, no que tange à incorporação da variável capital humano, a possibilidade de haver em uma economia trabalhadores habilitados e não-habilitados<sup>36</sup>.

---

<sup>35</sup> ROTEMBERG e SALONER (2000) no trabalho intitulado “Competição e Acumulação de Capital Humano sob a Ótica de uma Teoria da Especialização Inter-regional e de Comércio”, mostram que a junção das duas variáveis para a competição global de um país via mercado externo, crescimento econômico, é de fundamental importância para o seu desenvolvimento.

<sup>36</sup> “Ao contrário do modelo de MRW (1992), que trata capital humano como uma forma de capital e o inclui diretamente na função de produção, LUCAS (1993) incorpora a noção de capital humano à força de trabalho, sendo, então, possível separar os trabalhadores em habilitados e não-habilitados” (PORTO JÚNIOR, 2000, p.60).

Portanto, a relação imposta entre capital humano e tecnologia, tema do primeiro modelo, passa a apresentar inter-relações vitais para compreender a trajetória de crescimento econômico apresentada pelos países desenvolvidos e em desenvolvimento ao longo dos anos e a ruptura da suposta convergência que viria a ocorrer entre os países.

LUCAS (1990) ao analisar a questão do fluxo dos capitais<sup>37</sup> dos países ricos para os países pobres, enfatiza que a existência de políticas que visem a fomentar aumentos de capital humano, de progresso tecnológico e de estabilidade em suas políticas internas e externas, tende a gerar, no longo prazo, resultados positivos no crescimento da renda, internamente.

Este resultado é similar nos trabalhos desenvolvidos por LUCAS (1988) e ROMER (1986), os quais, através da função de produção do tipo,  $y = A.x^\beta .h^\gamma$ , levam em conta a renda,  $y$ , por trabalho efetivo, o capital por trabalho efetivo,  $x$ , e o capital humano,  $h$  (interpretando  $h^\gamma$  como um efeito externo) (LUCAS, 1990, p.93)<sup>38</sup>.

Para a construção do modelo de 1993, Lucas, estimulado pela contribuição de ROMER (1986), a qual apresentou um modelo de crescimento neoclássico estilo SOLOW (1956), procurou investigar o comportamento das economias dos países ricos e pobres e sua interação com o mercado internacional.

Supondo, então, uma economia simples com uma função de produção ao estilo Solow<sup>39</sup>, do tipo

$$y(t) = Ak(t)^\alpha .[uh(t)]^{1-\alpha} \quad (17)$$

onde se usa  $k(t)$  como capital físico, produz-se um bem simples  $y(t)$ , com um capital humano<sup>40</sup>  $h(t)$  e o insumo  $u$  que representa a fração de tempo que as pessoas gastam produzindo bens.

<sup>37</sup> TEMPLE e VOTH (1998) enfatizam que ao longo da construção de um modelo simples com o objetivo de analisar como a industrialização pode ser influenciada pela acumulação de capital humano, encontraram como resposta para tal exercício, que a industrialização pode explicar, com uma certa robustez, a correlação entre investimento em equipamentos e o crescimento dos países em desenvolvimento.

<sup>38</sup> A modelagem de Lucas apresenta dois países que possuem mesmo produto, retornos constantes de escala e  $K$  e  $L$  são homogêneos. Assim, se a produção por trabalhador difere entre os dois países, esta se deve a diferenças no nível de  $K$  por trabalhador. Se for certo que a  $Pm_{\&}$  (produtividade marginal do capital) é maior nos países menos produtivos, mais pobres, o investimento deveria se dirigir para esses países. No entanto, não é isso que se verifica na realidade (LUCAS, 1990).

<sup>39</sup> A função de produção neoclássica padrão segue as Condições de Inada, sendo duas vezes diferenciável, homogênea de grau um, crescente e côncava em seus argumentos e estritamente côncava para cada um dos fatores específicos (ver ROMER, 2001). Para maiores detalhes sobre a implicação da Condição de Inada em função de produção ver PESSÔA e BARELLI (2003).

<sup>40</sup> Na nota de rodapé do texto, Lucas cita que se pode somar ao termo capital humano os termos tecnologia e capital de conhecimento. Para tanto, leva em consideração os trabalhos de SCHULTZ (1961) e de Mincer sobre o mesmo assunto (LUCAS, 1993, p.253).

O crescimento do capital físico na função acima estudada, depende de uma taxa de poupança,  $s$ , que é medida através da expressão:  $\frac{dk(t)}{dt} = s \cdot y(t)$ . Por sua vez, não havendo depreciação na mesma, a poupança segue a definição colocada por Solow em seu modelo. Já quanto ao crescimento do capital humano, este depende de uma quantia ajustada de qualidade, que seria a quantidade de tempo dedicada à sua acumulação (a produção), sendo mensurada pela variação do  $h(t)$  ao longo do tempo,  $\frac{dh(t)}{dt} = \delta(1-u)h(t)$ .

Tomando as variáveis  $s$  e  $u$  como dadas e re-interpretando o modelo original de Solow para uma economia simples, fechada, com a taxa de mudança tecnológica (resíduo médio de Solow) igual a  $\mu = \delta(1-\alpha)(1-u)$ , o nível de tecnologia inicial igual a  $Ah(0)^{1-\alpha}$  e cujo sistema de análise da taxa de crescimento de longo prazo da produção e do capital por trabalhador seja  $\delta(1-u)$ , passa-se a ter que: a taxa de crescimento do capital humano e a taxa do capital físico para o capital humano converge para uma constante. No longo prazo, o nível de renda é proporcional ao estoque inicial de capital humano da economia.

Ao analisar a economia mundial e a economia dos países, especificando a mobilidade dos fatores de produção com trabalho como completamente residente e o capital físico sendo mais flexível, assume-se que a economia é composta por um determinado número  $n$  de países (indexado por  $i$ ), com cada uma crescendo de acordo com a sua taxa de poupança  $s$ . O seu estoque de capital humano inicial, a intensidade e qualidade da interação entre as economias presentes é bastante forte nos seus parâmetros e o produto de cada país é estabelecido pela expressão,

$$y_i = A\left(\frac{K}{H}\right)^\alpha \cdot u_i \cdot h_i \quad (18)$$

Tomando da expressão (18) as seguintes simplificações: poupança,  $s$ , e o parâmetro  $u$  como dados, o modelo estabelece que cada economia, país, vai obter uma trajetória de convergência para a sua taxa de crescimento da renda (produto) constante e estável. Este resultado é muito similar ao encontrado no modelo original de crescimento neoclássico de Solow.

Assim, o nível de renda inicial de cada país terá um comportamento inter-relacionado com o capital humano existente e mantido ao longo do tempo pelas economias na sua trajetória de crescimento no longo prazo.

## 2.4 O Modelo de ROMER (1990)

A modelagem de tecnologia endógena, ao contrário da análise exógena, coloca o progresso tecnológico como sendo uma variável a mais a ser determinada (determinada dentro do modelo). Isto é, ela agora é gerada e produzida, de forma intencional<sup>41</sup>, através dos agentes econômicos (firmas e/ou agentes maximizadores).

Dessa forma, a endogeneidade da tecnologia proposta por Romer<sup>42</sup>, introduz a idéia de geração de conhecimento<sup>43</sup> através de dois componentes: capital humano e tecnologia. O primeiro componente, capital humano, é específico de uma certa pessoa, constituindo-se em um bem rival e excludente. Portanto, o uso de um exclui o outro<sup>44</sup>.

O segundo componente, tecnologia, é geralmente disponibilizado para o público. Sendo desta forma um bem não rival (o uso por uma firma não impossibilita/limita o uso por outra). Assim, pela natureza rival do capital humano, uma pessoa que investe na acumulação de capital humano, recebe um prêmio pela ação tomada.

Em contraste, o comportamento não rival e parcialmente exclusivo da tecnologia implica em transbordamentos de conhecimento, como os das descobertas de novas tecnologias que terminam sendo utilizadas por uma gama maior de beneficiários<sup>45</sup>. O que significa que o benefício não é totalmente apropriado pelo inovador.

Com isso, os gastos despendidos pelos agentes privados ao longo do processo de pesquisa e de desenvolvimento de produtos, *design* (termo usado por Romer para designar a atividade de pesquisa), mostra como será determinado analiticamente o processo de maximização de lucro pelos mesmos agentes econômicos.

As formulações iniciais impostas pela modelagem de ROMER (1990) são: (i) cada firma produz um determinado *design* gerando um certo poder de mercado determinado pela patente que este conhecimento possui pela sua descoberta; (ii) cada firma possui um poder de monopólio pela descoberta gerada; (iii) o produto do setor de pesquisa possui uma curva de demanda negativamente inclinada; e (iv) dada

<sup>41</sup> Mais detalhes desta formatação de modelo ver GROSSMAN e HELPMAN (1997) e AGHION e HOWITT (1998)

<sup>42</sup> BARRO e SALA-i-MARTIN (1999) no capítulo seis, tópico 6.1.7, apresenta o modelo de mudança de tecnologia de ROMER (1990).

<sup>43</sup> RIVERA-BATIZ e ROMER (1991) descrevem esta especificação para um modelo de equipamento e trabalho em P&D.

<sup>44</sup> Ver explicação em CHIANG (1992, p.269-274).

<sup>45</sup> Pode-se gerar neste caso externalidades econômicas distribuídas por esforços privados e ótimos sociais.

uma quantidade grande de firmas e a livre entrada no mercado, este movimento acaba gerando uma demanda elástica ao longo do tempo.

Dessa forma, se os insumos forem remunerados de acordo com a sua produtividade marginal, as firmas que gerarem a pesquisa através de gastos próprios tendem a sofrer perdas, caso não possam usufruir algum lucro pelo dispêndio feito. Assim este mercado competitivo não atrai novas firmas para a geração de novos *design*. A saída é tornar este processo de gerar tecnologia como sendo um bem público, estilo SOLOW (1956), ou não remunerar todo o processo como em LUCAS (1988), uma vez que é a acumulação de capital humano que gera externalidades positivas sobre a tecnologia.

Assume-se que o capital humano e a tecnologia são criados por ações conscientes no meio econômico. O capital humano torna-se fixo e sua oferta é inelástica, através da sua alocação sob diferentes formas visando sua determinação endógena. O capital humano,  $H$ , é formado pela soma dos componentes usados na produção e na tecnologia ( $H = H_Y + H_A$ ).

A tecnologia, por outro lado, é não fixa e,  $H_A > 0$ , podendo ser criada através da pesquisa gerada pelo capital humano existente. A expressão (19) representa a taxa de crescimento da mesma, levando em conta o parâmetro  $\sigma$ , o qual induz o sucesso da pesquisa realizada.

$$\dot{A} = \sigma \cdot H_A \cdot A \Rightarrow \frac{\dot{A}}{A} = \sigma \cdot H_A \quad (19)$$

Como  $\sigma$  e  $H_A$  são positivos, a tecnologia pode crescer sem fronteiras. A atividade de pesquisa é assumida como intensiva em capital humano e em tecnologia, com nenhum capital e trabalho não qualificado engajados nesta atividade.

Na produção do bem final,  $Y$ ,  $K$  e  $L$  entram como insumos, com o capital humano  $H_Y$  e a tecnologia  $A$ . A função de produção para  $Y$  é desenvolvida em vários passos. O primeiro, assume a tecnologia como um conjunto infinito de *design* para capital,

$$\{x_1, x_2, \dots\} \quad (20)$$

Tomando-se  $x_i = 0$  para  $i \geq A$ , então  $A$  pode servir como um índice tecnológico. A função de produção para o bem final é assumida como sendo do tipo Cobb-Douglas,

$$Y = H_Y^\alpha . L_0^\beta . (x_1^{1-\alpha-\beta} + x_2^{1-\alpha-\beta} + \dots) \quad (21)$$

aonde  $L_0$  representa a quantia ordinária de trabalho de oferta fixa e inelástica. Para a simplificação do modelo, Romer permite que o *design*,  $x_i$ , entre de uma maneira separada e aditiva. O segundo passo é considerar que o índice de *design*,  $i$ , seja uma variável contínua. A função de produção torna-se, então:

$$Y = H_Y^\alpha . L_0^\beta \int_0^A x(i)^{1-\alpha-\beta} di \quad (22)$$

desde que todos os  $x(i)$  entrem simetricamente e se integre na mesma função, pode-se reduzir para um nível comum de uso,  $\bar{x}$ , para todo  $x(i)$ . Segue que,

$$\int_0^A x(i)^{1-\alpha-\beta} di = \int_0^A \bar{x}^{1-\alpha-\beta} di$$

(22a)

$$= \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \int_0^A di$$

(22b)

$$= A \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \quad (22c)$$

Assim, a equação (22) pode ser simplificada sob a nova formalização,

$$Y = H_Y^\alpha . L_0^\beta . A \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \quad (23)$$

E, assumindo que os bens de capital nada mais são do que bens de consumo previsíveis, onde ambos os bens estão sujeitos a mesma função de produção e, que se gasta uma parcela  $\gamma$  de unidades dos bens de capital para produzir uma unidade de qualquer tipo de *design*, então, a quantia de capital utilizada será  $K = \gamma . A \bar{x}$ . Substituindo em (23), vem:

$$\begin{aligned} Y &= H_Y^\alpha . L_0^\beta . A . \left( \frac{K}{\gamma A} \right)^{1-\alpha-\beta} \\ &= H_Y^\alpha . L_0^\beta . A^{\alpha+\beta} . K^{1-\alpha-\beta} . \gamma^{\alpha+\beta-1} \\ &= (H_Y . A)^\alpha . (L_0 . A)^\beta . K^{1-\alpha-\beta} . \gamma^{\alpha+\beta-1} \end{aligned} \quad (24)$$

Analisando as equações acima através da montagem de um problema de controle ótimo, visando a analisar o comportamento das variáveis estado ( $K$  e  $L$ ) e as duas variáveis de controle ( $c$  e  $H_A$ ), tem-se:

$$\text{máx} \int_0^A U(c(t)) \cdot e^{-\rho t} \cdot dt \quad (25)$$

sujeito a restrição,  $\dot{A} = \sigma \cdot H_A \cdot A$ .

$$\dot{K} = \gamma^{\alpha+\beta-1} \cdot A^{\alpha+\beta} \cdot (H - H_A)^\alpha \cdot L_0^\beta \cdot K^{1-\alpha-\beta} - c$$

$$A(0) = A_0 \text{ e } K(0) = K_0$$

Resolvendo o hamiltoniano<sup>46</sup> para as variáveis estado, pode-se verificar o estado estacionário do modelo. Romer, assim, indica que a taxa de crescimento compatível com o estado estacionário,  $g$ , é dada pela expressão (26).

$$g = \frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{c}}{c} = \sigma \cdot H_A = \frac{\sigma(\alpha + \beta) \cdot H - \alpha \rho}{\alpha \vartheta + \beta} \quad (26)$$

Donde se conclui que a taxa de crescimento da economia depende positivamente dos recursos e do capital humano aplicados em pesquisa (relação positiva entre capital humano e pesquisa). O que conduz aos seguintes pontos: primeiro, quanto maior o capital humano empregado em pesquisa, maior o crescimento da economia do país e, por conseqüência, o investimento em pesquisa levará no longo prazo ao distanciamento entre países mais avançados e o segundo, com relação ao desenvolvimento acarretando uma divergência de rendas *per capita* entre as economias.

## 2.5 O Modelo de KLENOW; RODRIGUEZ-CLARE (1997) - KRC<sup>47</sup>

As teorias que “endogeinizam” a tecnologia de um país, como as de ROMER (1990) e GROSSMAN e HELPMAN (1997), surgiram do desejo de explicar as disparidades existentes nos níveis e nas taxas de crescimento do produto *per capita* entre países.

A discussão sobre a intensidade de capital físico e humano utilizada para explicar as desigualdades de renda tem sido questionada através de uma série de estudos empíricos como os de MRW (1992) e YOUNG (1993, 1995), para quem o milagre de crescimento do Leste da Ásia foi mais afetado pelo crescimento no trabalho e no capital do que pelo aumento da produtividade. BARRO e SALA-i-MARTIN (1995) mostraram que o modelo de Solow modificado é consistente com a velocidade de convergência entre países que esses autores estimaram, bem como

<sup>46</sup> Ver CHIANG, (1992, p.272-274).

<sup>47</sup> Denomina-se KRC (1997) de KLENOW e RODRIGUEZ-CLARE (1997)

entre regiões dentro dos Estados Unidos, Japão e em um número de países europeus.

Os estudos acima citados, sugerem que o nível e a taxa de crescimento da produtividade são praticamente (mesma tecnologia em todos os lugares) os mesmos entre países, de forma que as diferenças nos níveis de produto são grandes devido às diferenças no capital físico e humano. Por outro lado, o modelo de KLENOW e RODRIGUEZ-CLARE (1997) parte para uma outra direção visando a compreender melhor como se dá a relação capital humano, capital físico, progresso técnico e crescimento do produto entre as economias ao longo do tempo.

KLENOW e RODRIGUEZ-CLARE (1997) reexaminam a metodologia imposta por MRW na estimação do capital humano, a qual considera exclusivamente a educação secundária como medida principal e inserem a educação primária na estimativa do capital humano. A explicação para esta mudança deve-se ao argumento de que a educação primária varia menos entre os países. Quanto à variável educação terciária, a mesma foi excluída da análise pela não disponibilidade de dados na amostra.

Uma outra mudança na análise da variável educação proposta pelos autores foi incorporar evidências que sugerem que a produção do CH é muito mais intensiva em trabalho e menos intensiva em capital físico que a produção de outros bens, reduzindo as diferenças entre países na estimativa do estoque de CH.

Outra modificação proposta pelos mesmos autores foi a análise da regressão de Mincer<sup>4849</sup>, incorporando à informação adquirida de cada ano de educação, evidências sobre dados de escolaridade e estimativas de qualidade das escolas. Esta modificação foi realizada com o objetivo de identificar qual a relação existente entre o crescimento da produtividade e as diferenças existentes das taxas de crescimento entre os países. Esta modificação, no entanto, não será discutida aqui, pois direciona a análise para uma equação salário, sendo que este trabalho busca somente analisar as modificações impostas ao trabalho de MRW.

---

<sup>48</sup> CARPENA e OLIVEIRA (2002), para estimar o estoque de capital humano do Brasil entre 1981-1999, utilizaram a equação de Mincer e o conceito de cálculo do valor presente descontado da renda futura dos agentes sugeridos por BECKER (1993) para verificar que o estoque de capital físico é maior do que o humano, porém com o último crescendo mais que o primeiro nos últimos anos.

<sup>49</sup> Os autores procuram comparar os resultados empíricos obtidos em seu trabalho com os de YOUNG (1993 e 1995), no qual foram estudados os países do Leste da Ásia e os de HALL e JONES (1996). Este último segue BILS e KLENOW (1998) no uso de evidências da regressão de Mincer para construir a variável estoque de CH. Estes encontraram evidências de que as diferenças de produtividade são importantes na explicação das rendas internacionais.

Dessa forma, o foco central do modelo de Klenow e Rodriguez-Clare é investigar se a nova medida de CH é mais apropriada que a de MRW para mensurar o capital humano. Os autores inseriram novos fatores explicativos à variável, como experiência, qualidade da escolaridade e analisaram como ambas se relacionam com a produtividade, sendo este último ponto o foco principal do seu trabalho, o qual direcionar o estudo da relação educação e crescimento econômico para o enfoque produtividade.

Reexaminando o modelo de MRW, incorporando os dados de escolaridade primária e terciária e uma tecnologia mais intensiva em trabalho para a produção de capital humano, a especificação da produção, segundo os mesmos autores é:

$$Y = C + I_k + I_H = K^\alpha H^\beta (AL)^{1-\alpha-\beta} \quad (27)$$

onde  $Y$  é o produto,  $K$  e  $H$  são os estoques de capital físico e humano,  $A$  é um índice de produtividade e  $L$  o número de trabalhadores. Tem-se, ainda, que  $H = hL$ , representa  $H$  como sendo o capital humano por trabalhador. MRW especificam a mesma tecnologia para produzir o capital humano e físico. Variações de tempo são suprimidos, assim como as equações de padrões de acumulação para  $K$  e  $H$  (assume-se que ambos estoques depreciam geometricamente a uma taxa de 3% ao ano) (KRC, 1997, p.76)

Adicionando, ao produto competitivo, os insumos de mercado e a constante de utilidade de aversão de risco relativa, então, é bem conhecido que um maior  $A$  irá induzir incrementos proporcionais em  $K$  e  $H$ . Dado esse fato, ao invés do exercício explicativo usual que aponta o produto ou sua taxa de crescimento, as contribuições de  $K$ ,  $H$ ,  $L$  e  $A$ , rearranjando (27) são<sup>50</sup>:

$$\frac{Y}{L} = A \left( \frac{K}{Y} \right)^{\alpha/(1-\alpha-\beta)} \left( \frac{H}{Y} \right)^{\beta/(1-\alpha-\beta)} = AX \quad (28)$$

onde  $X$  é um composto de duas intensidades de capital. Concorre-se com a adoção de MRW (1992) em (28) por duas razões. Primeiro,  $Y/L$  é o objeto de interesse ao invés de  $Y$ , uma vez que se quer entender porque o produto por trabalhador varia entre países, deixando de lado como o número de trabalhadores de um país é determinado.

Segundo, (28) dá à variável  $A$  crédito pela variação em  $K$  e  $H$ , geradas por diferenças em  $A$ . A contribuição nas variações de  $K$  e  $H$  que não são induzidas por  $A$ , mas são capturadas por variações na intensidade de capital  $X$  (esta

<sup>50</sup> ANEXO B apresenta passo a passo como obter a equação (28).

decomposição foi adotada por KING e LEVINE (1994), levando em conta um cenário com capital físico, mas não humano).

Dois argumentos para a decomposição em (28) são apresentados como sendo para explicar o fato da variável  $A$  ser endógena, ou seja, resultante de decisões de adoção de tecnologias. Primeiro, deve-se esperar que muitas políticas dos países afetem tanto  $A$  quanto  $X$ . O fraco reforço dos direitos de propriedade em um país, por exemplo, pode decrescer  $A$  e  $X$ . A decomposição em (28) é ainda assim útil, porque existem certas políticas que podem afetar um fator muito mais que o outro, como por exemplo políticas de educação.

Assim, ao encontrar que altos níveis de produto por trabalhador são explicados em grande parte por altos níveis de  $\frac{H}{Y}$ , os autores sugerem que diferenças nas políticas de educação são um importante elemento na explicação de diferenças internacionais no *output* por trabalhador. De forma similar, ao encontrar que diferenças em  $\frac{K}{Y}$  são importantes para explicar a variação internacional no produto por trabalhador, os autores apontam em direção à taxação de capital ou políticas que afetam o preço relativo do investimento em produtos.

O segundo argumento relativo à decomposição em (28) sugere que, assim como  $K$  e  $H$  são afetados por  $A$ , a variável  $A$ , por si mesma, pode ser afetada pela intensidade de capital de  $X$ . Se  $A$  é determinado pela adoção de tecnologia, então é possível que um alto nível de escolaridade (alto  $\frac{H}{Y}$ ) leve a um alto nível de  $A$ .

A atualização e a modificação das estimativas de MRW procedem a partir da variável  $\frac{Y}{L}$ , onde KLENOW e RODRIGUEZ-CLARE (1997) usam os dados de Summers-Heston para o PIB *per capita* em 1985 e para  $\frac{K}{Y}$  para cada país:

$$\frac{K}{Y} = \frac{I_k / Y}{g + \delta + n'} \quad (29)$$

onde  $[I_k/Y]$  é a taxa média de investimento de Summers-Heston em capital físico (1960-1985),  $g$  é 0,02 (uma estimativa da média mundial da taxa de crescimento  $\frac{Y}{L}$ ),  $\delta$  é 0,03 (uma taxa de depreciação relativamente baixa, mas nenhum resultado neste artigo mostrou-se sensível a usar 0,06, ao invés), e  $n'$  é a

taxa média de crescimento do país da sua população economicamente ativa (15 a 64 anos) entre 1960-85. A expressão (29) é derivada como a constante (ou estado estacionário)  $\frac{K}{Y}$  resultante da equação de acumulação de capital, dada uma constante  $\frac{I}{L}$  e taxas constantes de crescimento de  $\frac{Y}{L}$  e  $L$ . Para  $\frac{H}{Y}$  MRW (1992) usam a taxa de investimento média de 1960-85 no capital humano, dividida pela mesma soma:

$$\frac{H}{Y} = \frac{I_H / Y}{g + \delta + n} \quad (30)$$

MRW (1992) usam a taxa média de 1960-85 de alunos do ensino secundário para a PEA (população economicamente ativa) como uma estimativa da taxa média de investimento em CH que é:

$$\frac{I_H}{Y} = (\text{taxa matrícula secundário}) \cdot \frac{\text{população}_{12-17}}{\text{população}_{15-64}} \quad (30')$$

Ignorando a escola não secundária a taxa é  $[L_H/L]$ , representando a fração de horas de trabalho dedicadas no setor de CH. Uma vez que em (27) a tecnologia de produção para o CH é mesma que a de outros bens, equacionando as taxas de produtos marginais de trabalho e capital físico entre setores gera-se:  $L_H / L = K_H / K$ , onde  $L = L_H + L_Y$  e  $K = K_H + K_Y$ .

Para 1985, os valores de  $\frac{Y}{L}$ ,  $\frac{K}{Y}$  e  $\frac{H}{Y}$ , levando em conta os 98 países em MRW e regredindo as variáveis  $\ln(\frac{Y}{L})$ ,  $\ln(\frac{K}{Y})$  e  $\ln(\frac{H}{Y})$ , chega-se a um  $R^2$  de 0,78, onde seus coeficientes de estimativa são consistentes com as elasticidades de produção de  $\alpha = 0,30$  para capital físico e  $\beta = 0,28$  para CH. O maior  $R^2$  é a base da conclusão de MANKIW (1995, p.295) “colocando de forma simples, a maioria das diferenças internacionais em padrões de vida pode ser explicada pelas diferenças de acumulação tanto de capital físico quanto de capital humano”.

Mesmo assumindo que  $\frac{H}{Y}$  é medido apropriadamente, KRC (1997) colocam em dúvida as estimativas de  $\alpha$  e  $\beta$  a partir de uma regressão OLS (mínimos quadrados ordinários) de  $\ln(\frac{Y}{L})$  em  $\ln(\frac{K}{Y})$  e  $\ln(\frac{H}{Y})$ . Por outro lado, países com políticas que desencorajam a acumulação de CH podem também tender a ter políticas desencorajando atividades (como adoção de tecnologias) que contribuem para um maior progresso técnico.

Os resultados obtidos por MRW são sensíveis às modificações propostas por KRC. Dentre elas, os valores dos parâmetros  $\alpha = 0,30$  e  $\beta = 0,28$ , para fins de comparação. Dado que as estimativas das variáveis explicativas e de  $A$  serão correlacionadas e não se apresenta uma decomposição da variância de  $\ln(\frac{Y}{L})$  na variância de  $\ln(X)$  e  $\ln(A)$ , os autores propuseram caracterizar os dados distribuindo o termo covariância (metade para  $\ln(X)$  e metade para  $\ln(A)$ ). Dessa forma, isto significa decompor a variância de  $\ln(\frac{Y}{L})$  em:

$$\frac{\text{var} \ln(Y/L)}{\text{var} \ln(Y/L)} = \frac{\text{cov}(\ln(Y/L), \ln(Y/L))}{\text{var} \ln(Y/L)} = \frac{\text{cov}(\ln(Y/L), \ln(X)) + \text{cov}(\ln(Y/L), \ln(A))}{\text{var} \ln(Y/L)}$$

ou

$$1 = \frac{\text{cov}(\ln(Y/L), \ln(X))}{\text{var} \ln(Y/L)} + \frac{\text{cov}(\ln(Y/L), \ln(A))}{\text{var} \ln(Y/L)} \quad (30'')$$

Esta decomposição, segundo os autores, é equivalente a olhar o coeficiente através da regressão independente  $\ln(X)$  e  $\ln(A)$ , respectivamente, em  $\ln(\frac{Y}{L})$ . Uma vez que  $\ln(X) + \ln(A) = \ln(\frac{Y}{L})$  e mínimos quadrados ordinários (OLS) é um operador linear, os coeficientes somam 1.

A decomposição é resultante da questão: “quando observamos  $\frac{Y}{L}$  1% maior em um país relativo à média de 98 países, quão maior é nossa expectativa condicional de  $K$  e  $H$  e quão maior é nossa expectativa condicional de  $A$ ?” O primeiro teste empírico responde que a versão  $MRW_0$  (medida original de MRW, 1992), para o termo de covariância, é zero. Pela construção para  $MRW_0$ , a quebra é precisamente 78%  $\ln(X)$  e 22% em  $\ln(A)$  (KRC, 1997, p.81).

A primeira modificação da metodologia de MRW foi feita para reconhecer que, contrariamente a (27), as medidas de produto explicadas pela renda nacional

não incluem o “valor tempo” do estudante (um importante componente do investimento em CH)<sup>51</sup>. Para analisar este fato, os autores propõem considerar o caso extremo no qual nenhum dos investimentos em CH é medido como parte do produto total.

Para fazer isto substitui-se  $\frac{K}{Y}$  e  $\frac{H}{Y}$  na equação (28) por  $K_y/Y$  e  $H_y/Y$ , uma vez que somente  $K_y$  e  $H_y$  são usados na produção de  $Y$  e quando  $Y$  não inclui investimento em CH. Ocorre que a medida de MRW (1992) para  $I_h/Y$ , chamada  $L_h/L$ , é também apropriada por  $H_y/Y$ , quando todo o investimento em CH não é mensurado. O mesmo não é verdadeiro para a intensidade de capital físico, para o qual usa-se  $K_y/Y=(K/Y)(L_y/L)$ .

Esta primeira modificação implementada ao trabalho de MRW (1992), chamada de MRW<sub>1</sub>, resulta em uma alteração de apenas dois pontos percentuais nas variáveis explicativas. Como primeira conclusão, esta distinção não parece ser quantitativamente importante.

A versão MRW<sub>2</sub> reproduz os resultados de MRW<sub>1</sub>, somente com dados atualizados e para um conjunto de países para os quais se tem todo o dado de escolaridade necessário. Assim como no trabalho original, esta versão trabalha com uma amostra de 98 países. Usam-se nesta versão os últimos dados de Summers-Heston<sup>52</sup> para o produto por trabalhador, já que MRW utilizaram produto *per capita*. A medida usada para  $H_y/Y$  é a mesma que a utilizada por MRW, exceto para os dados de taxas da escolaridade secundária, utilizada por BARRO e LEE (1993) em 1960-85 e os dados da população dos Estados Unidos por grupos de idade para computar o valor:  $\frac{I_h}{Y} = \text{secondary enrollment rate} \cdot \left[ \frac{\text{população}_{15-19}}{\text{população}_{15-64}} \right]$ .

Para cada taxa de investimento dos países em capital humano em 1960, 1965 e 1985, MRW (1992) usaram a população na idade de 12-17 anos no numerador da fração entre parênteses, devido à indisponibilidade de outros dados. Na versão MRW<sub>2</sub> observa-se que para  $\frac{Y}{L}$  1% maior, foi obtido um valor de 0,78 para o capital humano.

Usando dados de BARRO e LEE (1993), a versão MRW<sub>3</sub> usa  $H_y/Y$  calculada com as três taxas de escolaridade (matrículas). Os resultados obtidos são

<sup>51</sup> Ver nota de rodapé do texto de KLENOW e RODRIGUEZ-CLARE (1997, p.81) que versa sobre a discussão deste tema sobre a evolução temporal do estudante.

<sup>52</sup> Versão Mark 5.6 foi a utilizada.

os seguintes: levando em conta 1% de aumento em  $\frac{Y}{L}$  em um país, espera-se um aumento de somente 0,40%, para  $H$  e  $K$  e, para  $A$  de 0,6%. Como sugerem estes resultados, as taxas de matrícula no ensino primário não variam tanto entre países como as taxas do ensino secundário.

A medida  $MRW_3$  de  $\ln(H_t/Y)$  tem somente um quarto da variação da medida de  $MRW_0$  para  $\ln(H_t/Y)$ . Além disto, a correlação da medida de  $H_t/Y$  em  $MRW_3$  com  $\ln(\frac{Y}{L})$  é somente 0,52, em oposição a 0,84 para a medida de  $MRW_0$ . Isto não quer dizer que os investimentos na escolaridade primária são improdutivos comparados com outros investimentos em educação, uma vez que a metodologia assume que são produtivos. Isto diz, ao invés, que a escolaridade primária não varia em nenhum lugar tanto quanto  $\frac{Y}{L}$  entre países, como a escolaridade secundária varia. Focando somente na educação secundária, pode-se superestimar a variação percentual no CH entre países e sua covariância com o produto por trabalhador.

A outra objeção à medida do estoque de capital humano de MRW (1992) é que, como mostrado em (27), sua construção assume a mesma tecnologia para produzir CH e para produzir consumo e capital físico. KENDRICK (1976)<sup>53</sup> apresenta evidências de que a tecnologia para produzir capital humano é mais intensa em trabalho que a tecnologia para produzir outros produtos. De acordo com *Digest of Education Statistics* (1996), os gastos com professores representam aproximadamente 80% de todo o gasto. Os dados sugerem parcelas de 10%, 40% e 50% para capital físico, capital humano e trabalho bruto na produção do capital humano. Em oposição aos 30%, 28% e 42% usados por MRW em 1992 (KLENOW; RODRIGUEZ-CLARE, 1997, p.83).

Adotando a seguinte especificação para o capital humano:

$$I_H = K_H^{1-\phi-\lambda} H_H^\phi (AL_H)^\lambda \quad (31)$$

esta evidência sugere um  $\phi = 0,4$  e um  $\lambda = 0,5$ . Combinando as equações (28), (30) e (31) chega-se em (32)<sup>54</sup>.

$$\frac{H_Y}{Y} = \left( \frac{L_H / L}{n + g + \delta} \right)^{1/[1-\phi+\lambda\beta/(1-\alpha-\beta)]} \left( \frac{K_Y}{Y} \right)^{[1-\phi-\lambda(1-\beta)/(1-\alpha-\beta)]/[1-\phi+\lambda\beta/(1-\alpha-\beta)]} \quad (32)$$

<sup>53</sup> O autor estima que aproximadamente 50% do investimento em capital humano nos Estados Unidos representa o custo de oportunidade do tempo do estudante. Os outros 50% são compostos de gastos com professores, capital humano, e as instalações como capital físico.

<sup>54</sup> ANEXO C apresenta os cálculos para a obtenção da expressão.

quando os dois setores tem o mesmo fator de intensidade ( $\phi = \beta$  e  $\lambda = 1 - \alpha - \beta$ ), isto reduz  $H_Y / Y = (L_H / L) / (n + g + \delta)$ , que MRW usou e KRC (1997) também. Mas, com um  $\phi = 0,4$  e um  $\lambda = 0,5$  os fatores em (32) são 1,07 na primeira fração e,  $-0,28$  na segunda.

Uma vez que a produção de CH é mais intensiva em CH que a produção de  $Y$  ( $\phi > \beta$ ), uma grande parcela do trabalho dedicado à acumulação de CH tem um efeito mais que proporcional em  $H_Y / Y$ . Sendo a produção de CH mais intensiva em capital físico do que a produção de  $Y$  ( $1 - \phi - \lambda < \alpha$ ), uma maior taxa de investimento em capital físico aumenta  $Y$  mais que  $H$  (CH), reduzindo desta forma  $H_Y / Y$ .

A versão  $MRW_4$  usando um  $\phi = 0,4$  e um  $\lambda = 0,5$  resulta em uma dispersão de 33% para  $\ln(K$  e  $H)$ , versus 67% para  $\ln(A)$ . Comparando  $MRW_4$  com  $MRW_3$ , vê-se que, diminuindo a intensidade de capital na produção de capital humano, diminui modestamente a variação de  $H_Y / Y$  entre países.

Dessa forma, mostrando um comparativo de  $MRW_0$  e  $MRW_4$ , o efeito acumulativo destas modificações significa remover uma parte vital do “revival” neoclássico que é a decomposição original de MRW (78% e 22%) substituída por 33% e 67%.

Pode-se restaurar os resultados de MRW com um maior  $\beta$ ? Dobrando  $\beta$  de 0,28 para 0,56, gera-se uma divisão 51% e 49%. Se  $\beta$  aumenta para 2/3, a decomposição aproxima-se de 60%, ao invés de 40% (KRC, 1997, p.87).

KRC (1997) encontraram como saída para referendar as suas colocações, o verdadeiro tamanho do parâmetro  $\beta$  para explicar a variação da renda internacional (diferença de níveis de capital físico e capital humano para o trabalhador), considerando os resultados de MRW (1992) no estudo da produtividade. Para isso, os mesmos fizeram a regressão das equações de salário com a finalidade de medir o estoque de capital humano, separando o seu efeito do parâmetro  $\beta$ .

A partir desta evidência, os autores buscaram na equação de regressão de Mincer verificar como a educação agregada em dados de escolaridade (escola primária relativamente à escola secundária) e estimativas de qualidade das escolas ajuda na explicação das diferenças de produtividade das economias. De fato, direcionando os estudos para este enfoque, as conclusões obtidas por MRW (1992) parecem apresentar outras informações. No entanto, seja qual for a direção tomada pelos trabalhos nesta área, sempre serão encontradas sugestões e críticas aos trabalhos já feitos. Não existe uma direção única a ser tomada neste caso.

## 2.6 Considerações Finais

A construção deste capítulo teve como objetivo central analisar a variável capital humano e sua relação com o crescimento econômico dos países. Pode-se, então indagar, a partir desta síntese, se realmente a educação, medida pela variável capital humano, fundamenta-se como uma variável relevante para explicar o crescimento econômico, as disparidades de renda *per capita* entre os países e o debate sobre convergência nos mesmos. A pergunta título do livro de WOLF (2002), *Does education matter? – a educação realmente importa? –* torna-se relevante no sentido de questionar qual o real efeito que a educação possui sobre o estudo do crescimento da renda das economias desenvolvidas e em desenvolvimento.

A frase utilizada por WOLF (2002) resume claramente este debate:

“educação, educação, educação se tornou um mantra governamental. Políticos de todos os partidos a vêem como fator chave para o crescimento econômico e a prosperidade. Entretanto, onde se encontram as evidências objetivas de que mais – ou melhor – educação realmente proporciona tais resultados?” (WOLF, 2002, contracapa – tradução do autor)

Analisando neste capítulo a variável capital humano nota-se que as definições, apesar de muitas próximas, inserem componentes explicativos dentro do contexto estipulado por cada autor em sua montagem. A conclusão que se chega, portanto, é que dependendo dos objetivos de cada autor todas as maneiras de medir a variável são válidas, mesmo considerando as variadas possibilidades e críticas que cada autor propõe para as demais formulações. Ou seja, o capital humano ou a educação, medido por estoque, por nível, em média, por grau de estudo, dentre outras maneiras, todas são medidas válidas dentro da proposta de trabalho de cada autor e conforme os objetivos que desejam atingir em seus estudos empíricos.

Neste ponto, o trabalho da UNESCO, na elaboração do ISCED/1997, foi o de tentar homogeneizar e tentar diminuir as possíveis falhas nas construções que as mais variadas formas de medir educação entre os países possam ter. Contudo, problemas de como mensurar empiricamente a educação entre os mais variados tipos de países ainda é um tema em discussão.

O trabalho que marcou esta área de estudo da economia foi o tratado de teoria do crescimento econômico desenvolvido pela modelagem de uma função de produção neoclássica proposto por Solow em 1956. Apesar de SCHULTZ (1961) e BECKER (1993) já estudarem o termo capital humano desde os anos 30.

Pós Solow, dois grandes grupos de análise foram criados para estudar o capital humano, educação, e a sua importância para o crescimento da renda *per capita* e a convergência dos países para um tal estado estacionário. O primeiro foi o de análise do capital humano como uma variável construída exogenamente e outro como sendo um insumo endógeno da função de produção analisada.

Para o primeiro grupo, análise exógena, o modelo principal foi o de MRW (1992), analisado no trabalho a modelagem desenvolvida a partir de Solow, a inserção do termo capital humano como mais uma variável a ser analisada pela função de produção neoclássica. A partir dessa inserção, os autores afirmaram que o termo capital humano possui uma forte relação explicativa para o comportamento da renda *per capita* dos países ao longo do tempo. BARRO (1991), ISLAM (1995) e outros, complementam o trabalho de MRW com outras informações sobre o efeito da variável educação para explicação da trajetória do crescimento econômico dos países ao longo do tempo.

O outro grupo teórico, análise de crescimento endógena, os estudos relevantes analisados neste trabalho são os de LUCAS (1988, 1993), ROMER (1990) e o de KLENOW e RODRIGUEZ-CLARE (1997). Outros autores também apresentaram relevantes contribuições em suas análises, como AGHION e HOWITT (1998) e GROSSMAN e HELPMAN (1997).

A endogeneização do termo capital humano e a incorporação do progresso tecnológico como um termo mutável entre os países foram seminais para o desenvolvimento da teoria do crescimento econômico. A educação agora possui a companhia da tecnologia como fontes inter-relacionadas para explicar o comportamento da renda e da convergência das economias no longo prazo.

## CAPÍTULO 3

# ESCOLARIDADE E CRESCIMENTO ECONÔMICO: UMA ANÁLISE PARA OS ESTADOS BRASILEIROS

A análise da *performance* do crescimento econômico dos países desenvolvidos ou em desenvolvimento ao longo dos anos, tem levado economistas, sociólogos e estudiosos do assunto a procurar entender como essa relação se processa entre e intra países e quais as variáveis que influenciam sua trajetória comportamental.

Ao mesmo tempo em que se constata a existência de diferentes taxas de crescimento do produto interno bruto (PIB) entre países, os estudos desenvolvidos conduzem a questões provocativas do tipo: por quê das diferenças nas taxas de crescimento entre países pobres e ricos no decorrer dos anos? Afinal de contas, o capital físico é a variável mais importante para explicar o crescimento econômico de um país?; e até mesmo qual a importância que a variável capital humano, educação, representa para o desenvolvimento de um país? Estas e outras questões representam instigantes questões de pesquisa para o estudo das variáveis que influenciam o crescimento econômico.

Desde a introdução na literatura econômica do modelo de Solow, em 1956, muitas mudanças têm sido propostas a este modelo, bem como, à teoria de crescimento como um todo. Na sua versão original, SOLOW (1956) enfatiza que o investimento em máquinas não é a única fonte de crescimento de longo prazo<sup>55</sup>, existindo outros fatores produtivos afetando o crescimento econômico.

Segundo EASTERLY (2004, p.69) os rendimentos decrescentes possuem uma lógica simples e prática: “não é possível aumentar indefinidamente a produção aumentando um ingrediente da produção em face de outro. Quando você aumenta o número de máquinas em relação aos trabalhadores, o rendimento de cada máquina adicional tornar-se-á cada vez mais baixo”.

---

<sup>55</sup> EASTERLY (2004, p.69-70) exemplifica esta idéia comparando-a a “um trabalhador correndo de uma máquina para outra, como Charlie Chaplin no filme Tempos Modernos. É difícil acreditar que algum bem possa ser feito com relação à produção pelo fato de darmos mais uma máquina a um trabalhador que já tenha oito. Isso é rendimento decrescente”. Observa-se, neste caso, a presença de retornos decrescentes – rendimento decrescente por insumo e rendimento constante por fator de produção.

Assim, as mudanças que ocorrem no longo prazo de uma economia, mais precisamente a economia americana para a qual foi direcionado o estudo, devem apresentar uma outra variável que afeta este crescimento. Esta variável seria a mudança tecnológica, mudança esta que se transformou, com o transcorrer dos anos, em uma fonte de progresso econômico. Este insumo é, na verdade, um substituto da própria poupança que, também na versão de Solow, não tem forças para sustentar sozinha o crescimento da economia (SOLOW, 1956).

EASTERLY (2004, p.67-68) afirma: “Solow argumentava que no longo prazo a única fonte de crescimento possível é a mudança tecnológica. Ele calculou, no artigo de 1957, que a mudança tecnológica respondeu por sete oitavos do crescimento dos Estados Unidos por operário, durante a primeira metade do século XX”.

Dessa forma, a mudança tecnológica gera, progressivamente, na economia, novos meios e processos que conduzem, ao longo do tempo, a novas formas de produção, economizando mão de obra, no intuito de aumentar a produtividade. Isto é, pode-se produzir mais com as mesmas máquinas existentes. Esta especialização acaba por trazer ganhos para toda a economia<sup>56</sup>.

Assim, a tecnologia se integra, perfeitamente, com a mão de obra dentro dos processos econômicos, acabando ou levando à quase não existência de retornos decrescentes. No entanto, a busca de novos meios e processos de produção, nos quais a existência de novas e modernas tecnologias estejam presentes, requer, por sua vez, trabalhadores mais qualificados.

Para a utilização de novas tecnologias, seja pelos países pobres ou pelos países ricos, existe a necessidade de se ter uma mão de obra que seja capaz de manusear estes novos instrumentos do processo produtivo. Nesse ponto, entra em discussão a questão da inserção das novas tecnologias nos países menos desenvolvidos. Para essa questão se considera não somente a necessidade de mão de obra mais qualificada, mas também a capacidade de absorver novos capitais, ou investimentos, que propiciem a integração de novas máquinas à produção.

LUCAS (1990), sobre esse assunto, apresenta uma questão interessante ao supor a não transferência do capital dos países ricos para os mais pobres. Se este movimento do capital não ocorresse, deveriam existir situações econômicas nestes países que revertessem este não ingresso de capitais. Dentre elas, pode-se citar a baixa qualidade do capital humano, instabilidade política, dentre outros fatores.

---

<sup>56</sup> Desde 1776 com Adam Smith este tema já é estudado.

Como reflexo desta conjunção de situações, o que se observa no comportamento dos países desenvolvidos, frente aos menos desenvolvidos, é o aumento das disparidades do crescimento das regiões mais ricas em relação às mais pobres. Com isso, a idéia que se tinha, através da análise do modelo de Solow, de que os mais pobres tenderiam a alcançar os mais ricos, supondo certas características comuns, não acontece de fato.

Em 1987, Paul Romer utilizando-se de dados sobre renda, de 1961 a 1981, de países selecionados por Robert Summers e Alan Heston encontrou evidências de que os países pobres não estavam crescendo nem mais rápido e nem na mesma velocidade dos países ricos. Com isso, ficou demonstrado que o estudo de Solow, para a economia americana, não poderia ser empregado para os países menos desenvolvidos como África e América Latina (mesmo tendo este período representado anos de bem estar econômico) (EASTERLY, 2004, p.83-84).

A existência de disparidades de crescimento econômico entre os países pobres e ricos que, ao invés de diminuir ao longo do tempo, aumentou, conduziu os trabalhos na área para uma nova direção. Esta direção buscou responder o porquê de tal comportamento antagônico. A análise de ROMER (1990) pode ser citada como uma importante contribuição na busca de repostas para este comportamento desigual da renda.

PRITCHETT (1997) enfatiza que uma das explicações para a diferença entre ricos e pobres está relacionada com as disparidades de renda *per capita*. Enquanto os ricos tiveram um crescimento de sua renda *per capita* nos últimos 100 ou 200 anos, os pobres não apresentaram comportamento similar em seus países.

BAUMOL (1986), DE LONG (1993), EASTERLY (1993) e outros mostraram, em seus estudos, utilizando de uma fonte de dados e classificação de países da OECD (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico), que durante o período de 1960/1999 os países mais desenvolvidos apresentaram crescimento da renda *per capita* mais elevado que a dos países mais pobres (EASTERLY, 2004, p.92-94).

Definido que o capital físico sozinho não poderia expandir a renda *per capita* e reduzir a desigualdade verificada entre os países, outros insumos da função de produção deveriam ser introduzidas para explicar estas diferenças. Mesmo porque, a relação existente entre capital físico e mudança tecnológica requer um fator produtivo que induza ambas as variáveis a um comportamento convergente.

O capital humano apresenta-se, então, como uma variável para explicar as diferenças de renda e de crescimento econômico entre os países pobres e ricos. Esta variável surgiu como resposta para se entender porque a renda não converge entre países, como apregoado por uma interpretação comum do modelo de Solow. Ao contrário do que boa parte da literatura defende, o modelo de Solow não prevê convergência absoluta, mas sim convergência condicional. Os países cresceriam a taxas maiores quanto mais distantes estivessem do seu próprio estado estacionário.

Para EASTERLY (2004, p.95-96) “este não é o final da história, já que haveria um decisivo esforço de ressuscitar a aplicação do modelo de Solow aos países pobres por meio da ampliação do modelo com a educação dos trabalhadores – o capital humano [...] alegando com isso, que ao controlar a educação e a poupança, os países pobres tenderiam a crescer mais rápido que os países ricos”.

Apesar do capital humano representar uma nova variável explicativa para o comportamento desigual da renda *per capita* entre os países, resultados diversos, relações positivas e negativas, foram detectados na análise empírica do crescimento econômico<sup>57</sup>. Com isso, o capital humano tornou-se uma nova fonte de discussões, envolvendo a questão de como mensurá-lo economicamente.

Ao lado da controvérsia da mensuração da variável capital humano, educação, outras discussões tomam corpo quando se insere o tema no debate das desigualdades entre países ou regiões. Dentre elas, pode-se citar a disparidade de conceitos, diferenças de estoque de educação entre os países e também a qualidade dos dados referentes a educação.

Ao mesmo tempo em que houve uma explosão educacional no mundo entre 1960 e 1990, as diferenças de resultados entre os países foram consideravelmente significativas. Segundo EASTERLY (2004, p.101) houve, neste período de “louvor à educação nos círculos decisórios governamentais, uma notável expansão da escolaridade.” A educação básica apresentou um avanço de 100% em matrículas no ensino fundamental, em 1990, em metade dos países do mundo. Apenas 28% dos países, em 1960, tinham obtido este avanço. A média de matrícula no ensino fundamental elevou-se de 80% em 1960 para 99% em 1990, segundo o Banco Mundial<sup>58</sup>.

---

<sup>57</sup> TEMPLE (1999, 2001) mostra em seus trabalhos a existência de uma grande diversidade de resultados envolvendo a educação e o crescimento da renda dos países. Um dos fatores negativos apresentados pelo autor para a relação entre crescimento econômico e educação, deve-se a qualidade dos dados utilizados em trabalhos empíricos.

<sup>58</sup> Segundo dados da UNDP (2001, 2004), apesar do avanço do Brasil nos indicadores de expectativa de vida, alfabetização dos adultos e da taxa de analfabetismo (aproximadamente 13,5%) no final dos anos 90, a desigualdade social brasileira e as disparidades verificadas nos dados entre os países do Mercosul ainda são



peessoas que despendem um tempo considerável de suas vidas na obtenção de uma melhor qualificação educacional. O primeiro grupo incentiva a maior qualificação das pessoas através de melhores oportunidades de trabalho e salário, ao passo que o segundo grupo, na maior parte das vezes, não investe na educação da força de trabalho.

EASTERLY (2004, p.115) mostra com clareza as disparidades entre estes dois grupos de países ao afirmar: “sem este incentivo, não existem equipamentos de alta tecnologia, nem tecnologia avançada para complementar a capacitação. Terá sido criada uma oferta de capacitação onde não há procura para a mesma. E assim, ou a capacitação se desperdiça [...] ou então emigram para os países ricos”.

Muito tem sido escrito sobre o tema em questão e sobre os fatores que influem no crescimento econômico dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Neste capítulo, pretende-se estudar e analisar, a questão dos efeitos da variável educação sobre o crescimento econômico do Brasil entre os anos de 1970 e 2001.

Este capítulo divide-se em quatro seções de estudo. A primeira seção busca analisar as políticas adotadas, os investimentos realizados na educação, etc., no Brasil nos anos 90. Com ênfase, principal, para o período referente ao Governo Fernando Henrique Cardoso (FHC)<sup>59</sup> haja visto as mudanças estruturais ocorridas nos últimos 8 anos de seu governo.

A segunda seção descreve dois modelos econométricos desenvolvidos por LAU *et al.* (1993) e BENHABIB e SPIEGEL (1994). Estes dois trabalhos analisam os efeitos da variável educação no crescimento econômico no Brasil. O primeiro estudo analisa esta questão para os estados brasileiros no período de 1970/1980, e o segundo compara a relação educação e crescimento econômico para o Brasil entre 1965/1985.

Esta seção apresenta ainda, uma análise *cross-section* para o período de 1970/1995, tendo o trabalho de ANDRADE (1997) como referência. A autora utilizou os dois modelos acima citados, procurando mostrar a capacidade dos modelos neoclássico tradicional e de crescimento endógeno para fornecer uma explicação do fenômeno em estudo. Apresenta-se ao final da seção uma análise crítica destes trabalhos e modelos.

A terceira seção analisa o caso brasileiro para o período de 1970/2001 através de uma análise *cross-section* e de dados de painel, tendo como objetivo

---

<sup>59</sup> Ver maiores informações em [www.ifhc.org.br](http://www.ifhc.org.br).

principal analisar o efeito da educação sobre o crescimento econômico comparando os dois métodos abordados e seus resultados.

A última seção do capítulo apresenta algumas considerações tendo em vista os resultados encontrados nos modelos analisados empiricamente.

### **3.1 A Educação no Brasil nos Anos 90**

A educação no Brasil no decorrer dos anos 90 passou por mudanças estruturais e de resultados seguindo a tendência apresentada pela maioria dos países em nível mundial. As políticas direcionadas à área da educação pelos três governos federais desse período geraram sensíveis transformações nos seus resultados.

O primeiro a sugerir mudanças na política educacional brasileira foi o Presidente Fernando Collor de Mello. Durante seu governo, a preocupação primordial para a pasta educacional era inserir a mesma na modernidade pela qual passava o sistema educacional das economias mais desenvolvidas, isto é, capacidade de gerenciar e inovar novos meios e processos. Para isto, fazia-se necessário que a educação tivesse no centro das discussões e implementações de mudanças.

Para atingir estes objetivos algumas deficiências deveriam ser sanadas como baixas taxas de conclusão do ensino fundamental, altas taxas de repetência e evasão escolar, democratização da gestão escolar (haja vista a centralização da mesma), gestão de novas políticas para a atualização do setor e articulação para equacionar o problema da carência de recursos.

Dentre os programas aplicados na época, dois deles tiveram resultados contrários ao esperado. O primeiro o PNME (Programa Nacional de Material Escolar), pela falta de recursos, foi desativado entre 1991/1992. O segundo, PNLD (Programa Nacional do Livro Didático), por problemas de gerenciamento e centralização, acabou trazendo para o setor problemas de qualidade dos livros distribuídos (CASTRO e MENEZES, 2003, p.11).

Dessa forma, os anos do governo Collor foram anos de continuidade no que se refere à políticas e resultados deficitários alcançados pelo setor nos anos anteriores. Tanto é que seu governo pode ser denominado como de continuísmo de governos de poucos resultados (CASTRO e MENEZES, 2003, p.13).

Com o ingresso de um novo governo federal, sob a tutela de Itamar Franco, que entra em substituição a Collor de Mello, depara-se o novo governo com

os mesmos problemas enfrentados pelos governos anteriores que ainda estavam presentes na economia e a espera de novos gestores que pudessem debelar tais dificuldades. Problemas estes que vêm se acumulando desde o final dos anos 70 com a continuidade do problema inflacionário, as taxas de crescimento da economia reduzindo anos após ano, o desemprego e a desigualdade social como um todo.

Para a pasta da educação, Itamar Franco depara-se com o seguinte diagnóstico: a educação firma-se como sendo um dos fatores responsáveis pela questão da perpetuação da desigualdade social e regional no país. A causa para este fato reside na manutenção da baixa qualidade e na pouca previsibilidade de vagas no mercado de trabalho após a obtenção de um determinado grau de estudo.

Embora ainda incipientes, este período foi marcado pelo início de mudanças para a educação como um todo. Isto é, naquele governo, deu-se início a um novo estilo de gerenciamento da educação, criando novas políticas educacionais e criando meios e processos para atacar os velhos problemas do setor educacional brasileiro.

Das mudanças iniciadas, as principais foram a descentralização da gestão, financiamento/resultados para os gastos com o setor educação e o aprofundamento do acesso universal à educação para todos os estados brasileiros. No entanto, este processo de descentralização apresentou como entrave inicial a falta de preparo das pessoas para desempenhar tais tarefas (CASTRO e MENEZES, 2003, p.15).

Segundo CASTRO e MENEZES (2003, p.15):

“Como resultado do aprofundamento das iniciativas de descentralização, em julho de 1994 foi promulgada a Lei 8.913, a qual dispõe sobre a municipalização da alimentação escolar. Essa lei pode ser considerada o primeiro impulso efetivo em direção à descentralização dos programas de assistência aos educandos; processo que foi aprofundado no governo Fernando Henrique Cardoso.”

Para OLIVEIRA e SILVA *et al.* (2003, p.5) a construção chave para a primeira parte da década de 90, quando se fala em educação, é a transformação estrutural pela qual passou a educação brasileira com a “descentralização e equalização na distribuição dos recursos.” Fato este aprofundado ao longo de toda a década de 90, principalmente, com a aplicação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), aprovada pelo Congresso Nacional em 1996.

A eclosão do processo de globalização colocou a política educacional brasileira como tendo que apresentar uma nova e mais eficiente rota de articulação com o processo produtivo e a articulação com a economia de um modo geral. Isto porque a competição pelos principais mercados financeiros e de comércio exigem uma relação mais direta entre mão de obra qualificada e gestão de um novo programa científico/tecnológico.

Sob esta “nova” direção e tendo metas a serem alcançadas, o então Presidente Fernando Henrique Cardoso (FHC), em seu primeiro mandato (1995/1998), articulou novas políticas para a educação e para a economia como um todo. Ao mesmo tempo em que teve que dar continuidade ao Plano Real e a sua estabilidade, tinha pela frente a responsabilidade de manter e obter ganhos para a educação de um modo geral (dando continuidade aos resultados obtidos pelo governo Itamar).

Dessa forma, a melhoria da capacitação dos recursos humanos nacionais passa pela adequação de reformas no ensino fundamental, médio e superior. Dentre elas pode-se citar: redução da taxa de repetência e de evasão escolar, redução dos índices de analfabetismo, a elevação dos anos de estudo da população como um todo, a universalização do ensino, dentre outras. Com a finalidade seminal de conseguir reduzir ou pelos diminuir a desigualdade social da população.

Dois programas foram fundamentais para iniciar este processo de mudanças que o mercado de trabalho requeria e que a economia como um todo exigia para poder se inserir mais rápida e eficientemente no mercado externo. O primeiro, criado em 1995, chamado de Programa de Manutenção e Desenvolvimento da Educação (PMDE), buscava direcionar recursos financeiros para as escolas. E o segundo, Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério (FUNDEF)<sup>60</sup> que objetivava estimular a melhoria na qualidade do ensino disponibilizando recursos para a capacitação e valorização do magistério como um todo (OLIVEIRA; SILVA *et al.*, 2003, p.5-6).

No final do primeiro mandato e início do segundo, 1999/2002, FHC teve como mérito dar continuidade ao processo iniciado no governo anterior, principalmente no item descentralização da gestão e recursos financeiros. A criação de novas políticas para a educação como avaliação do ensino médio e superior (embora ainda atrelados à escassez de recursos), conduziram o setor educacional

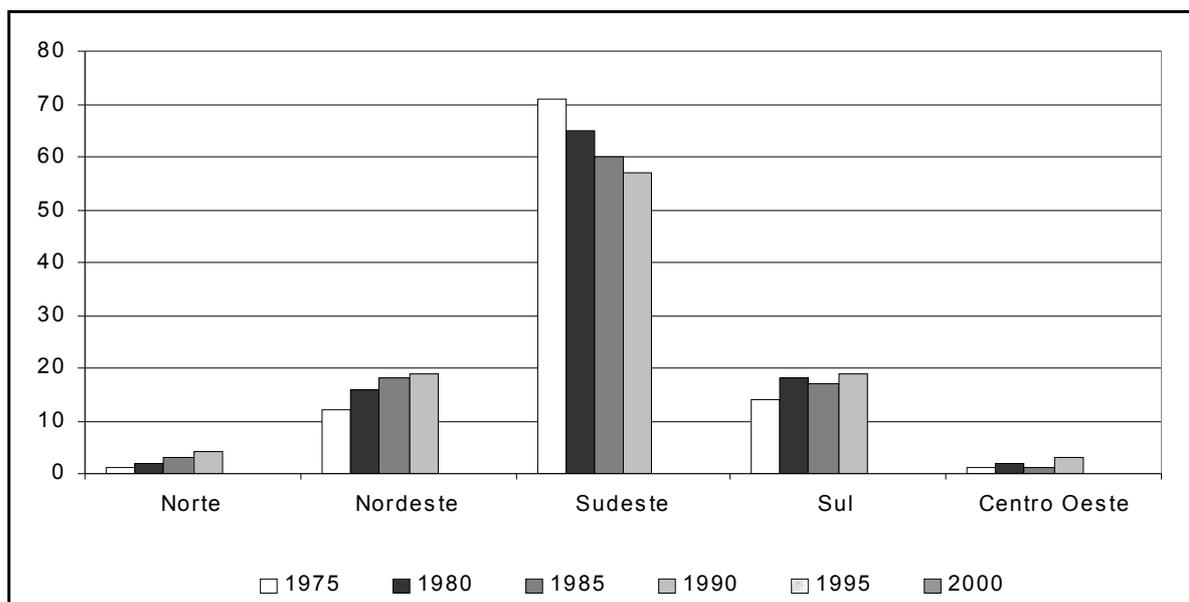
---

<sup>60</sup> CASTRO (1998) confirmou a importância quantitativa do FUNDEF no financiamento do ensino fundamental no período analisado, bem como também evidenciou que a introdução de inovações na repartição dos recursos melhorou o desempenho escolar.

para uma melhoria na qualidade de ensino (aperfeiçoamento dos professores e melhoria da infra-estrutura).

De um modo geral, os resultados alcançados pelas políticas educacionais implementadas pelos três últimos presidentes trouxeram ganhos e perdas, bem como, mantiveram alguns dos mais conhecidos problemas da economia brasileira - desigualdade de renda e social. Apresenta-se, abaixo, alguns dados que corroboram os resultados alcançados.

A existência de desigualdade social é parte do processo de desenvolvimento e de crescimento econômico brasileiro ao longo dos anos. Dessa forma, o país apresentou como reflexo das disparidades regionais, a concentração de grandes empresas e de multinacionais no eixo Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. Com pequenos desmembramentos para outros estados como Rio Grande do Sul, Espírito Santo e algumas regiões do Nordeste. A Figura 3.1 mostra este processo ao analisar a localização das maiores empresas por região de 1975 a 2000.



**FIGURA 3.1 – LOCALIZAÇÃO DAS MAIORES EMPRESAS, POR REGIÃO**

Fonte: CONJUNTURA ECONÔMICA (vários anos).

Os reflexos das diferenças econômicas e sociais entre os estados podem ser observados através da evolução das taxas de analfabetismo brasileira. Apesar da queda das taxas entre os estados brasileiros ao longo das décadas de 70 a 90, pode-se identificar ainda uma diferença entre os estados mais ricos e os mais pobres (Tabela 3.1).

Para o País, de um modo geral, a redução do analfabetismo foi substancial de 1970 para 2000. As taxas passaram de 34% para 12% no mesmo período, havendo uma melhora substancial nos últimos anos (1991 a 2000), durante os quais de uma população que cresceu de 94.891 para 119.533 milhões (26%), a população analfabeta reduziu-se de 19.233 milhões (19,7%) em 1991 para 16.295 (13,6%). O mesmo se processa nos estados; notadamente pode-se verificar que as regiões Sudeste (de 24% para 7,5%) e Sul (25% para 7%) são as que apresentam as menores taxas de analfabetismo.

**TABELA 3.1 - ANALFABETISMO POR REGIÃO CONSIDERANDO PESSOAS DE 15 ANOS DE IDADE OU MAIS (1970, 1980, 1991, 2001) (%)**

Ano	Brasil (nº)	%	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
1970	18.146,977	34	36	54	24	25	35
1980	18.651,762	25	29	45	17	16	25
1991	19.233,239	20	25	38	12	12	17
1996	15.560,260	15	17	26	9	8	12
2000	16.294,889	12	11	24	7,5	7	10

Fontes: IBGE – Censo Demográfico 1970 e 1980 e PNAD de 1991 e Mapa do Analfabetismo no Brasil (2003).

Também constata-se que de 1994 para 2000 (Tabela 3.2), período que compreende grande parte do governo FHC, houve uma redução da taxa de analfabetismo para faixa etária que vai de 15 anos ou mais de idade até a de 50 anos ou mais de idade. Em todas as faixas analisadas o que se verifica é uma queda nos valores percentuais, reflexo das políticas implementadas pelos governos Itamar Franco e FHC e a continuidade de grande parte das políticas educacionais empregadas pelos dois governos.

**TABELA 3.2 - TAXA DE ANALFABETISMO NA FAIXA DE 15 ANOS OU MAIS POR GRUPOS DE IDADE – 1994/2000<sup>61</sup>**

Brasil							
Ano	Faixa Etária (em anos)						
	15 ou mais	15 a 19	20 a 24	25 a 29	30 a 39	40 a 49	50 ou mais
1994	16,0	7,5	8,0	9,3	11,3	17,5	33,5
2000	13,6	5,0	6,7	8,0	10,2	13,9	29,4

Fontes: IBGE - PNAD 1994 e Censo Demográfico 2000.

<sup>61</sup> Cálculo efetuado por MEC/INEP. Excluída a população rural em 1994.

Analisando a Tabela 3.3, abaixo, pode-se verificar que de 1970 a 2001 e que de 1995 a 2001 (período FHC) a ascensão do número médio de anos de estudo de pessoas de 10 anos ou mais de idade no Brasil, homens e mulheres, cresceu substancialmente. Para os homens passou de 2,6 para 5,8 anos, no primeiro período e, de 5,0 para 5,6 anos, no mandato do Presidente Fernando Henrique<sup>62</sup>. O grupo feminino apresentou resultados similares ao dos homens no mesmo período.

**TABELA 3.3 - NÚMERO MÉDIO DE ANOS DE ESTUDO DE PESSOAS DE 10 ANOS OU MAIS DE IDADE NO BRASIL, POR GÊNERO- 1970/2001<sup>63</sup>**

Anos	Sexo	
	Homem	Mulher
1970	2,6	2,2
1980	3,9	3,5
1990	5,1	4,9
1995	5,0	5,3
1996	5,1	5,5
1997	5,3	5,6
1998	5,5	5,7
1999	5,6	5,9
2001*	5,8	6,2

Fontes: EDUCAÇÃO (2001, p.15).

Outras variáveis relacionadas à educação podem ser observadas na Tabela 3.4, que mostra indicadores de produtividade por nível de ensino (1995/1999). Ao analisar o tempo médio esperado de permanência nas respectivas séries e a taxa esperada de conclusão de ano, verifica-se uma gradual melhora nos dados apresentados, indicando, assim, uma melhora geral nas condições educacionais ao longo do período.

**TABELA 3.4 - INDICADORES DE PRODUTIVIDADE POR NÍVEL DE ENSINO – 1995/1999**

Brasil						
Indicadores de Produtividade por Nível de Ensino - 1995-1999						
Ano	Tempo Médio Esperado de Permanência		Número Médio Esperado de Séries Concluídas		Taxa Esperada de Conclusão	
	Fundamental	Médio	Fundamental	Médio	Fundamental	Médio
1995	9.1	3.5	6.2	2.3	51.9	71.4
1999	8.5	3.3	6.7	2.7	61.1	77.7

Fonte: MAPA (2003), MEC/INEP.

<sup>62</sup> Analisando os dados de analfabetismo, pode-se constatar que ao longo dos 8 anos de governo FHC foi crescente a evolução positiva que a queda na mesma trouxe para o País. Os últimos anos analisados, o período que compreende 1994/2002, foram os de maior avanço, reflexo da política educacional implementada pelo governo federal (ANEXO D).

<sup>63</sup> Valores estipulados conforme Tabela 3.2 da PNAD de 2001.

Por exemplo, entre 1995 e 1999, o tempo médio esperado em anos de permanência de um aluno no ensino fundamental era de 9,1 anos, em 1995 e, de 8,5 anos, em 1999. Para o ensino médio era de 3,5 anos, em 1995 e, de 3,3 anos em 1999, com taxas esperadas de conclusão para o mesmo período de 61,1% no ensino fundamental e de 77,7% no médio. Estes resultados mostram uma quebra estrutural entre os dois níveis de escolaridade no país. A evasão escolar faz-se presente com bastante ênfase entre esses grupos (MAPA, 2003)<sup>64</sup>.

“O futuro do país está na educação”. Com essa afirmação GUEDES (1997, p.33) procura mostrar o porquê dos muitos problemas existentes no mercado de trabalho brasileiro quando se busca analisar crescimento econômico, inovação tecnológica, qualificação da mão-de-obra e a concentração de renda (“a política educacional reforçou a concentração de renda”). Diz ainda esse mesmo autor que “O Brasil não vai para a primeira divisão da economia mundial sem virar de cabeça para baixo seu sistema educacional [...]. Antes mesmo que as ondas de progresso material deflagradas pelo capitalismo industrial atinjam a maior parte da população brasileira, uma nova ameaça pode condenar novamente à exclusão milhões de indivíduos e milhares de empresas. Basta que não satisfaçam os requisitos de uma nova ordem, paradoxalmente centrada no *aperfeiçoamento do capital humano*”.

### **3.2 Os Modelos: Introdução**

Este item apresenta a análise da relação entre educação e crescimento econômico no Brasil para quatro períodos diferentes. Os modelos estudados abrangem os seguintes períodos: 1970/1980, 1965/1985, 1970/1995 e 1970/2001.

Inicialmente, apresenta-se o modelo de crescimento neoclássico de LAU *et al.* (1993), do qual se desenvolveu um estudo sobre o comportamento dos insumos capital físico e humano, trabalho e progresso técnico no produto dos Estados brasileiros no período de 1970/1980; e o modelo de BENHABIB e SPIEGEL (1994), que discute o papel do capital humano no desenvolvimento econômico do Brasil, comparado com o de outros países entre os anos de 1965 e 1985.

ANDRADE (1997) utilizou estes modelos para análise do período de 1970 a 1995, com o objetivo de verificar se, através do aumento do tamanho da amostra, os resultados alcançados pelos autores citados anteriormente sofrem alguma modificação quanto aos métodos de análise dos modelos exógeno e endógeno. Isto é, em que termos a educação afeta o crescimento econômico dos estados

---

<sup>64</sup> Ver ANEXOS E e F para informações complementares: taxa de escolaridade e de atendimento por nível de ensino (1994/1999) e o número médio de anos de estudo por região (1980/2001).

brasileiros, definindo, com isso, a obtenção do melhor método de análise que continua sendo, na visão de ANDRADE (1997), o de análise exógena (neoclássico tradicional).

A escolha dos referidos modelos baseou-se na questão informativa e no fato de que tais modelos permitem analisar quais os reais efeitos que a educação possa ter, se é que tem, sobre o crescimento das economias regionais. Além disso, outro objetivo foi investigar a evolução das desigualdades entre os estados ao longo do tempo.

Procura-se neste item ampliar o escopo desta análise para o período de 1970/2001, utilizando-se de *análises cross-section* e *painel* para verificar se a relação entre educação e crescimento econômico sofre alterações quanto ao seu resultado final e delineando a diferença de análise que os dois métodos propiciam no cômputo da relação educação/crescimento do produto.

### **3.2.1 O Modelo de LAU *et al.* (1993)**

O trabalho desenvolvido por LAU *et al.* (1993) sobre a economia brasileira, envolvendo o período de 1970/1980, tem como foco principal analisar através de uma função de produção, tipo Cobb-Douglas, as influências que as variáveis capital físico, capital humano, trabalho e progresso tecnológico têm sobre o comportamento do produto real agregado.

Sabe-se, também, que a taxa de crescimento do trabalho é restringida pela taxa de crescimento da população. Neste aspecto, pode-se diferenciar os países desenvolvidos, industrializados, dos em desenvolvimento, onde a taxa de crescimento populacional ainda reflete um crescimento diferenciado frente aos países ricos. Dessa forma, pode-se analisar o comportamento e a evolução de ambas as economias no que tange a trajetória de crescimento. Essa forma de análise adicional pode utilizar a equação (1), a seguir, como fonte de explicação.

LAU *et al.* (1993, p.46) considera que para o grupo de países desenvolvidos, a taxa de crescimento da força de trabalho raramente é maior que 2% ao ano (mesmo levando em conta a migração internacional). Mesmo sendo superior para o segundo grupo de países, a taxa de crescimento geralmente não é superior a 5%. Com isso, as taxas de crescimento do capital humano e físico e o progresso técnico têm sido o centro das atenções para estudar o crescimento econômico, especialmente para países com altas taxas de crescimento do produto (renda).

Com o objetivo de investigar a importância e a contribuição que o capital físico e humano e o progresso técnico possuem sobre o crescimento do produto das economias mais pobres<sup>65</sup> como (África, Norte e Meio Oeste da África, América Latina e Oeste da Ásia), os autores realizaram um estudo envolvendo a economia brasileira.

Em seu trabalho os autores estimaram uma função de produção na qual buscaram relacionar o produto interno bruto de uma economia com o estoque de capital existente, a força de trabalho, a terra e uma média educacional da força de trabalho (mensurada em termos de educação formal em anos da população em idade de trabalho).

Como resultado final, os citados autores chegaram à conclusão de que é estatisticamente significativa e positivo as estimativas de elasticidade do produto interno com relação a educação média<sup>66</sup> (LAU *et al.*, 1991, p.22).

Compreende-se, então, que a educação, medida através da variável educação média, possui, segundo esta análise empírica, efeito sobre o PIB de uma economia. Entretanto, os autores sugerem que a força de trabalho tem efeitos nos resultados do produto de um país somente a partir de três e quatro anos de escolaridade. Isto é, com “menos de três anos de escolaridade o efeito é pequeno para uma análise de efeito e contra efeito” (LAU *et al.*, 1991, p.22).

Os autores formularam um modelo nos seguintes moldes:

$$Y = F(K, L, ED, t) \quad (1)$$

onde  $Y$  representa o produto interno bruto,  $K$ ,  $L$  e  $ED$  são as quantidades de capital físico, trabalho e capital humano, respectivamente, e  $t$  é um índice de tempo.

Logaritizando a equação (1) em ambos os lados, chega-se a seguinte expressão:  $\ln Y = \ln K + \ln L + \ln ED + \ln t$ . Derivando o lado esquerdo com relação ao tempo  $\frac{d \ln Y}{dt}$  e o lado direito da função de produção com relação aos fatores de produção:  $\frac{\partial \ln F(*)}{\partial \ln K}$ , mais a derivação dos fatores de produção com relação ao

---

<sup>65</sup> Baseado em uma amostra de 58 países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, tendo como análise o período de 1960 a 1986 (LAU *et al.*, 1991, p.22).

<sup>66</sup> A elasticidade do produto com respeito a educação média seria de 0,03 para a África, de 0,10 para Meio Leste e Norte da África, de 0,13 para o Leste da Ásia e de 0,17 para a América Latina. O que para o Brasil corresponderia a um aumento no produto de 5,5% ( $0,17/3=5,5$ ), mantido todos os demais insumos constantes, haja visto o crescimento da educação média por volta de 3% (LAU *et al.*, 1991, p.22-23).

tempo  $\frac{d \ln K}{dt}$ ,  $\frac{d \ln K}{dt}$ ,  $\frac{d \ln L}{dt}$ ,  $\frac{dEd}{dt}$ , tem-se que a taxa de crescimento do produto pode ser expressa pela seguinte equação:

$$\frac{d \ln Y}{dt} = \frac{\partial \ln F(*)}{\partial \ln K} \cdot \frac{d \ln K}{dt} + \frac{\partial \ln F(*)}{\partial \ln L} \cdot \frac{d \ln L}{dt} + \frac{\partial \ln F(*)}{\partial ED} \cdot \frac{dED}{dt} + \frac{\partial \ln F(*)}{\partial t} \quad (2)^{67}$$

Dessa forma, os quatro termos do lado direito da equação (2) identificam as contribuições do capital físico, trabalho, capital humano e progresso tecnológico para o crescimento futuro do produto de um país.

Com o objetivo de realizar uma análise mais apurada da relação do produto com os insumos da função de produção e o progresso técnico, os autores utilizam trabalhos desenvolvidos por LAU e YOTOPOULOS (1989) e HAYAMI e RUTTAN (1985) que especificaram uma nova função de produção, chamada de função de produção meta (LAU *et al.*, 1993, p. 48).

Essa nova forma funcional mostra que todos os estados<sup>68</sup> têm acesso à mesma tecnologia, isto é, têm a mesma função de produção  $F(*)$ . A função de produção é padronizada em termos de equivalência-eficiência nas quantidades dos insumos e produtos das mesmas.

$$Y_{it}^* = F(K_{it}^*, L_{it}^*, ED_{it}^*), i = 1, \dots, n \quad (3)$$

onde,  $Y_{it}^*$ ,  $K_{it}^*$  e  $L_{it}^*$  são as quantidades equivalência-eficiência<sup>69</sup> do produto, capital e trabalho, respectivamente, para cada estado no tempo  $t$ ;  $ED_{it}^*$  é a mensuração da equivalência-eficiência do capital humano de cada estado no tempo  $t$ , usando como *proxy* a variável número médio de anos de educação da força de trabalho e,  $n$  é o número de estados analisados.

As quantidades de equivalência-eficiência do produto e insumos de cada estado não são diretamente observáveis. São, entretanto, assumidamente relacionadas com a mensuração das quantidades dos produtos,  $Y_{it}$ 's, e dos insumos

<sup>67</sup> Na derivação parcial da variável tempo, a segunda parcela da operação será dada como sendo unitária, isto é, igual a 1. Assim, a variação do logaritmo neperiano da função de produção, dado um tempo  $t$ , será a própria variação da função de produção com relação ao tempo  $t$ , isto é,  $\frac{\partial \ln F(*)}{\partial t} = \frac{\partial \ln F}{\partial \ln t} * \frac{d \ln t}{dt}$ .

<sup>68</sup> Rondônia, Roraima, Amapá, Amazonas, Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás.

<sup>69</sup> O termo significa uma forma de padronização das variáveis referentes aos estados relacionados ao estudo. Mesmo existindo diferenças nas eficiências técnicas da produção, na qualidade e nas possíveis definições de mensuração dos insumos entre os estados procura-se padronizá-los.

$K_{it}$ 's,  $L_{it}$ 's e  $ED_{it}$ 's, através de suas variabilidades no tempo e dos fatores  $A_{ij}(t)$ 's  $i=1,\dots,n, j=K,L,E$  (equações 3.1 a 3.4).

Para a análise do produto, capital físico e trabalho, a conversão é dada através da multiplicação de cada fator de aumento,  $A_{ij}(t)$ 's, pelo seu respectivo insumo, relacionado ao tempo e ao estado. O objetivo final deste processo de montagem das variáveis e maneiras analíticas de analisar os estados é o de poder padronizar as informações para todos os estados brasileiros, evitando, assim, possíveis diferenças que levem a aferições equivocadas dos dados.

$$Y_{it}^* = A_{i0}(t).Y_{it} \quad (3.1)$$

$$K_{it}^* = A_{iK}(t).K_{it} \quad (3.2)$$

$$L_{it}^* = A_{iL}(t).L_{it} \quad (3.3)$$

Para a mensuração do capital humano, educação média, a conversão será através da adição dos fatores representativos do capital humano ao longo do tempo:

$$ED_{it}^* = ED_{it} + A_{iE}(t), i=1,\dots,n \quad (3.4)$$

Realizada esta padronização, as equações agora implicam que a função de produção é a mesma para todos os estados brasileiros, em termos de Brasil como um todo, ou seja, em equivalência-eficiência, representada pelas unidades de produtos e insumos, respectivamente.

Em termos de mensurações de quantidades dos insumos, as funções de produção agregada, de quaisquer dois estados, não são, necessariamente, as mesmas. Entretanto, em termos de unidades de equivalência-eficiência, as funções de produção agregada serão, assumidamente, idênticas entre os estados.

Em termos de mensurações das quantidades dos produtos, a função de produção agregada é definida através dos seguintes passos: substituindo o termo a direita da equação (3) na expressão (3.1) e passando para o lado esquerdo o termo  $A_{i0}(t)$ 's, chega-se à equação (4):

$$Y_{it} = A_{i0}(t)^{-1} * F(K_{it}^*, L_{it}^*, ED_{it}^*), i=1,\dots,n \quad (4)$$

onde, o fator de elevação do produto  $A_{i0}(t)$  pode variar ao longo do tempo conforme a eficiência técnica da produção, ou eficiência do produto, de cada estado durante um certo tempo  $t$ .

Sabe-se que os fatores de elevação dos insumos podem não ser iguais entre os estados por motivos como diferenças de clima, topografia, recursos naturais, infra-estrutura, diferenças nas mensurações e definições, diferenças na qualidade, diferenças nas composições dos produtos, diferenças quanto à eficiência técnica de produção, dentre outras.

Durante a implementação empírica os fatores de elevação dos insumos para o produto, capital físico e trabalho foram assumidos no modelo como tendo uma forma exponencial com respeito ao tempo. Por outro lado, o capital humano será tomado na sua forma linear com respeito ao tempo. Ficando da seguinte forma as expressões:

$$Y_{it}^* = A_{i0} e^{(c_{i0}t)} Y_{it} \quad (4.1)$$

$$K_{it}^* = A_{iK} e^{(c_{iK}t)} K_{it} \quad (4.2)$$

$$L_{it}^* = A_{iL} e^{(c_{iL}t)} L_{it} \quad (4.3)$$

$$ED_{it}^* = ED_{it} + A_{iE} + c_{iE}t \quad i = 1, \dots, n \quad (4.4)$$

As expressões  $A_{i0}$ 's,  $A_{ij}$ 's,  $c_{i0}$ 's e  $c_{it}$ 's são constantes. No mínimo um estado, por exemplo, o estado  $i$ , poderá apresentar as constantes  $A_{i0}, A_{iK}, A_{iL}$ , como sendo idênticas à unidade e, a constante  $A_{iE}$ , por sua vez, igual a zero (ou arbitrariamente, a uma outra constante), refletindo o fato de que os produtos e os insumos equivalência-eficiência podem ser mensurados através de uma formalização padrão.

O estudo de LAU *et al.* (1993), dessa forma, especifica a função de produção sob o formato de uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, com três insumos, que são o capital físico, o trabalho e o capital humano (medido através da variável educação média). Destacando-se que a função de produção usa uma leitura de medida em termos de insumos equivalência-eficiência (padronização das variáveis insumos apresentadas pelos autores).

Executando os mesmos procedimentos matemáticos realizados na equação (2), isto é, logaritmando a equação (4), obtém-se a equação (5) que tem a seguinte formalização:

$$\ln Y_{it} = -\ln A_{i0}(t) + \ln Y_0 + a_K \cdot \ln K_{it}^* + a_L \cdot \ln L_{it}^* + a_E \cdot ED_{it}^* \quad (5)$$

Por sua vez, para a obtenção da equação (6) basta inserir as equações (4.1) a (4.4) na expressão acima, determinando, com isso, as variáveis, insumo e constante, que serão analisadas no trabalho empírico.

$$\ln Y_{it} = \ln Y_0 - \ln A_{i0} + a_K \cdot \ln A_{iK} + a_L \cdot \ln A_{iL} + a_E \cdot A_{iE} + a_K \cdot \ln K_{it} + a_L \cdot \ln L_{it} + a_E \cdot ED_{it} + (-c_{i0} + a_K \cdot c_{iK} + a_L \cdot c_{iL} + a_E \cdot c_{iE}) \cdot t \quad (6)$$

Algumas simplificações na formalização acima podem ser implementadas como  $(-c_{i0} + a_K \cdot c_{iK} + a_L \cdot c_{iL} + a_E \cdot c_{iE}) \cdot t = c_{i0}^*$ , chegando-se a seguinte formalização,

$$\ln Y_{it} = \ln Y_0 + \ln A_{i0}^* + a_K \cdot \ln K_{it}^* + a_L \cdot \ln L_{it} + a_E \cdot ED_{it} + c_{i0}^* \cdot t \quad (6')$$

Assim a equação (6') apresenta os termos  $A_{i0}^*$  e  $c_{i0}^*$  que são constantes específicas de cada Estado. A expressão acima é uma especificação mais geral possível, considerando as hipóteses de uma função de produção Cobb-Douglas e a representação de eficiência dos insumos de acordo com as diferenças existentes entre os Estados.

$$\ln Y_{it} - \ln Y_{it-1} = c_{i0}^* + a_K \cdot (\ln K_{it} - \ln K_{it-1}) + a_L \cdot (\ln L_{it} - \ln L_{it-1}) + a_E \cdot (ED_{it} - ED_{it-1}) \quad (7)$$

Tomando, através da equação (7), a primeira diferença das variáveis expressas no estudo e, assumindo que  $c_{i0}^* = c_0^*$ , isto é, a taxa de progresso técnico é a mesma entre os estados analisados, chega-se a equação (8) que foi estimada através de uma análise *cross-section* para os anos de 1970 e 1980.

$$\ln Y_{it}^* - \ln Y_{it-1} = c_0^* + a_K (\ln K_{it} - \ln K_{it-1}) + a_L (\ln L_{it} - \ln L_{it-1}) + a_E (ED_{it} - ED_{it-1}) \quad (8)$$

Analisando os resultados encontrados por LAU *et al.* (1993), pode-se observar algumas respostas relevantes com relação aos dados dos Estados brasileiros como um todo.

As disparidades entre os estados mais desenvolvidos e menos desenvolvidos são muito marcantes no que tange a média educacional. Por exemplo, analisando os dados do Maranhão (de 1,08 para 1,93) e de São Paulo (de 4,23 para 5,48), pode-se constatar que ambos apresentaram uma evolução nos dez anos, ainda assim, o primeiro Estado apresenta uma diferença considerável no comparativo com o segundo.

O mesmo ocorre com a diferença de escolaridade entre homens e mulheres. Entretanto, analisando as regiões mais ricas do País, o que se constata é

que as diferenças estão ficando menores quando comparado os anos de 1970 e 1980. Porém, ainda apresentando desigualdades, de renda e educacional, marcantes entre os dois grupos.

O crescimento da média educacional de 1970 para 1980 entre as mulheres foi de aproximadamente 1,20 anos e nos homens de 1,40 anos. Para o Brasil a evolução foi de 1,34 anos. Uma evolução modesta, porém marcante no quesito redução de desigualdade social verificada nas últimas décadas entre Estados e entre gênero.

Analisando os dados sobre a evolução percentual dos insumos da função de produção e do PIB, constata-se que os estados menos desenvolvidos apresentaram taxas de crescimento do produto mais elevadas que os mais desenvolvidos (Rio Grande do Norte com variação de 10,77%, Mato Grosso com 13,79% e Rio de Janeiro e São Paulo com 7,85% e 8,95%, respectivamente) (LAU *et al.*, 1993).

O País como um todo cresceu, na média, a uma taxa de 10,66% na década. Movimentos similares ocorreram também nas variáveis capital e trabalho entre 1970 e 1980, com taxas de crescimento de 20,08% e 4,68%, respectivamente. A média da educação, em anos, no País apresentou uma evolução de 0,1243. Valor este influenciado, principalmente, pelas Regiões Sudeste e Sul, mais desenvolvidas.

Entretanto, no quesito educação média anual, os melhores resultados, não por acaso, ocorreram nos Estados mais desenvolvidos e ricos, isto é, aqueles que apresentam capital humano mais desenvolvido e um elevado grau de comprometimento da renda familiar com educação dos membros da família. Resultados que podem ser corroborados analisando-se os dados dos Estados da Região Sul e Sudeste.

No que concerne à análise empírica dos dados, os testes de hipótese feitos por LAU *et al.* (1993) apresentam os seguintes resultados:

- a) O primeiro teste analisa a hipótese de não existência do efeito educacional: o teste é rejeitado levando-se em conta um nível de significância de 10%, ou seja, existe uma relação da educação com o crescimento econômico dos Estados brasileiros no período estudado.

- b) O segundo teste de hipótese, verifica a existência de retornos constantes de escala nos insumos capital e trabalho. A hipótese é também rejeitada com 10% de nível de significância.

Quando estimada a equação (8), no primeiro teste de hipótese, excluindo a média educacional, os resultados mostram a participação da educação no PIB como sendo de aproximadamente 21% (estatisticamente significativa ao nível de 10%). No segundo teste de hipótese, excluindo a constante progresso técnico, observa-se que o valor da média educacional passa a representar para o PIB um percentual participativo de 48%. Em ambos os casos, o  $R^2$  ajustado oscila em torno de 71% e 75%. Este resultado significa que as variáveis explicativas possuem uma capacidade de explicar o crescimento do produto interno bruto do País em aproximadamente 70%, no período de 1970/1980.

Analisando a relação existente entre as variáveis citadas anteriormente (capital físico, educação, trabalho e progresso técnico) e o produto interno bruto de cada Estado, mais o Distrito Federal, LAU *et al.* (1993, p.45) fazem as seguintes considerações: primeiro, detectam que 1 ano adicional de educação média da força de trabalho, aumenta o produto real em aproximadamente 20%; segundo, que 40% do crescimento do produto brasileiro nos anos de 1970 foi conseguido através do progresso técnico existente no país, sendo 25% devido ao capital humano e 35% devido ao capital físico e trabalho.

Apresentado o modelo de LAU *et al.* (1993), aborda-se, a seguir, o modelo desenvolvido por BENHABIB e SPIEGEL (1994), um modelo de crescimento endógeno. Em ANDRADE (1997), a autora utiliza-se desse modelo para investigar qual dos dois tipos de modelo, exógeno ou endógeno, respondem melhor à análise do crescimento da renda da economia dos Estados brasileiros.

### **3.2.2 O Modelo de BENHABIB e SPIEGEL (1994) - BS**

O segundo modelo a ser apresentado é o desenvolvido por BENHABIB e SPIEGEL (1994). Neste, os autores analisaram, através de um estudo *cross-section* estimativas para as variáveis estoque de capital físico ( $K$ )<sup>70</sup> e estoque de capital humano ( $H$ )<sup>71</sup>. Esses autores tomam como marco inicial funções de produção agregadas do tipo Cobb-Douglas com o objetivo de explicar o papel do capital

<sup>70</sup> No anexo do artigo, os autores apresentam as várias metodologias para a construção de estimativas para o estoque de capital (BENHABIB e SPIEGEL, 1994, p. 167).

<sup>71</sup> Para estimativa do estoque de capital humano, os autores se utilizaram da construção feita por KYRIACOU (1991, p.5). Nela, o estoque de capital humano é estimado pela relação entre a obtenção educacional da força de trabalho de 1974/1977, disponível para 42 países, e o valor passado do investimento em capital humano como as matrículas na educação fundamental, média e superior.

humano no desenvolvimento econômico dos países selecionados<sup>72</sup> no período que abrange os anos de 1965/1985.

Após esta análise preliminar, BENHABIB e SPIEGEL (1994)<sup>73</sup> buscaram construir uma outra especificação, chamada de modelo alternativo, na tentativa de verificar a influência do nível de estoque de capital humano das nações na taxa de crescimento do produto interno bruto. As análises iniciais das variáveis indicam uma relação positiva do capital humano com o crescimento do PIB das economias analisadas, dentre elas a economia brasileira entre 1965 e 1985.

Os resultados díspares do capital humano apresentados, entretanto, estão presentes nas duas versões de análise do modelo proposto pelos autores e, também, na base de dados da variável *H* utilizados por KYRIACOU (1991) e BARRO e LEE (1993).

A discussão que os autores apresentam para iniciar a construção dos modelos é como interpretar a variável capital humano em um estudo empírico. Isto é, “como o capital humano ou a educação obtida pela força de trabalho afetam o produto e o crescimento de uma economia?” Assim, BS (1994) apresentam duas abordagens possíveis, chamadas de padrão e alternativa, as quais permitem a construção dos modelos que analisam a influência do *H* no *PIB* das economias.

A abordagem padrão que trata o capital humano, escolaridade média anual da força de trabalho, como um insumo da função de produção, tem como marco inicial, tradicional, o trabalho desenvolvido por MRW (1992). Entretanto, dois outros trabalhos criticam fortemente os resultados alcançados e a formalização da variável capital humano por MRW (1992). São eles WOLF (2002, p.40) e EASTERLY (2004, p.108-112).

A crítica central dos autores citados ao trabalho de MRW (1992) centraliza-se na questão da formulação ou definição da variável capital humano. Isto é, qual a melhor maneira de medir, analisar e construir o capital humano de um país.

Outros estudos sobre o assunto relacionam capital humano com outras *proxies*<sup>74</sup> de medidas, como BARRO (1999b), KYRIACOU (1991), ROMER (1990),

---

<sup>72</sup> Os países selecionados no estudo por BENHABIB e SPIEGEL (1994, p.170-171) foram os mesmos do trabalho de Kyriacou. Para maiores detalhes dos países consultar Apêndice A (KYRIACOU, 1991, p.24).

<sup>73</sup> Utiliza-se BS (1994) como sendo representativo de BENHABIB e SPIEGEL (1994) ao longo do texto.

<sup>74</sup> O trabalho desenvolvido pela OECD intitulado Human Capital Investment, no seu capítulo dois – “Mensurando o Estoque de Capital Humano” - discute os pontos positivos e negativos de várias medidas utilizadas para analisar o capital humano em diferentes trabalhos empíricos. Pela sua heterogeneidade, existem diferentes formas de definir o capital humano, o que acaba se refletindo na mensuração dessa variável através de um simples indicador (OECD, 1998, p.30).

PSACHAROPOULOS e ARIAGADA (1986), levando em conta taxas de analfabetismo, estoque de analfabetismo, estoque e nível de educação média, combinação dos níveis de ensino fundamental, médio e superior, dentre outras.

Quanto a abordagem alternativa, também chamada na literatura de **teoria do crescimento endógeno**<sup>75</sup>, a mesma busca investigar nos modelos de progresso tecnológico ou de crescimento, como as variações no nível de capital humano influenciam e se interrelacionam com o crescimento e o desenvolvimento econômico. Presume-se no modelo BS (1994) que uma força de trabalho mais educada e com maior nível educacional é mais propícia, para a criação, implementação e adoção de novas tecnologias, gerando um crescimento potencial futuro da economia.

No entanto, alguns trabalhos desenvolvidos empiricamente mostram que a escolaridade não influencia o crescimento econômico se não houver, ao mesmo tempo, a geração e adoção de novas tecnologias e também, se forças internas (avanços sociais e políticos) não se ajustarem para o emprego gerado internamente e a incorporação deste avanço na escolaridade do país (BARRO, 1999b; EASTERLY, 2004; OECD, 1998).

Na abordagem de crescimento endógeno, as diferenças de tecnologia e capital humano entre estados ou países conduz a resultados empíricos diversos se comparado com os modelos de crescimento exógenos. A discussão envolvendo as disparidades de capacidade técnica entre as diversas regiões conduz os resultados finais a valores mais realísticos, dada a diversidade tecnológica existente.

NELSON e PHELPS (1966, p.69-70) investigam qual a dimensão que o efeito acumulação de capital humano pode trazer para o crescimento econômico. Para esses autores, o tratamento do capital humano como um simples fator para explicar o crescimento econômico, abordagem exógena, acarreta uma perda de especificação de importância dessa variável para o entendimento de suas mais variadas relações dentro da economia.

---

<sup>75</sup> Ver ROMER (1990, 1994). No primeiro trabalho, o autor identifica que o capital humano influencia diretamente na produtividade, determinando a capacidade das nações em gerar novas tecnologias que beneficiem a produção doméstica. No segundo trabalho o autor mostra a existência de uma relação direta entre capital humano e crescimento econômico.

Assumindo que o capital humano deve influenciar diretamente na produtividade através da determinação da capacidade das nações em gerar novas tecnologias adequadas a produção doméstica, BS (1994) baseando-se nos trabalhos de ROMER (1990) e NELSON e PHELPS (1966) assumem que a habilidade dos países em adotar e implementar novas tecnologias passa a ser função de um dado estoque de capital humano existente no mercado doméstico.

Com isso, a existência de diversidades tecnológicas entre países realça a o potencial de algum país apresentar-se mundialmente como líder em uma dada tecnologia. Os demais países, por sua vez, tenderão a buscar, no longo prazo, investir no estoque de capital humano existente a fim de alcançar um *catch-up* frente ao líder (gerador da nova tecnologia).

A combinação das forças, inovação doméstica e *catch-up*, produzem resultados interessantes: dado um grau tecnológico, a taxa de crescimento deve diferir entre países ao longo do tempo como resultado de diferenças do estoque de capital humano. A liderança na geração de uma dada tecnologia não será contínua ao longo do tempo e, a sustentabilidade na geração de novas e modernas tecnologias estará intimamente relacionada com o capital humano existente e em desenvolvimento.

BS (1994, p. 145) a partir das informações levantadas por NELSON e PHELPS (1966), assumem, na análise do modelo endógeno, que a habilidade das nações em adotar e implementar novas tecnologias passa a ser função de um dado estoque de capital humano doméstico. Sendo assim, a existência de países líderes em tecnologia e de seguidores (na obtenção desse conhecimento, fomentador de novas tecnologias) passa a ser função do estoque de capital humano existente localmente.

LUCAS (1990, p.93) sugere que existe uma relação importante de causalidade entre fluxos de capital físico para países pobres e a “dotação” existente nos mesmos de seu capital humano. Ou seja, quanto menos capital humano existir ou se o mesmo for disponível, porém de baixa qualidade e quantidade, menor será o fluxo existente de capital físico para que essa economia se desenvolva.

SIMON (1998, p.228) e TEMPLE e VOTH (1998, p.1347) em trabalhos similares mostram, também, existir uma forte relação entre desenvolvimento econômico via inovação, geração e implementação de novas e modernas tecnologias com a qualidade e quantidade de capital humano existente nos países.

Dessa forma, o fluxo que possa existir de tecnologias (já em desuso, isto é, de uma origem tecnológica mais antiga) nos países mais ricos em direção aos mais pobres, terá como barreira à sua entrada a existência de pessoas com um certo nível de conhecimento, grau de escolaridade, que possam empregá-las e colocá-las em uso durante o processo de produção.

BENHABIB e SPIEGEL (1994) visando especificar o capital humano na função de produção Cobb-Douglas tecnológica para posterior explicação do crescimento, definem a equação:

$$Y_t = A_t \cdot K_t^\alpha \cdot L_t^\beta \cdot H_t^\gamma \cdot \varepsilon_t \quad (9)$$

a qual expressa a relação entre os insumos trabalho ( $L_t$ ), capital físico ( $K_t$ ) e capital humano ( $H_t$ ) e a renda *per capita* ( $Y_t$ ). Assumindo essa função de produção e tomando o log da diferença dos seus termos (lado direito e esquerdo da equação) a relação de crescimento de longo prazo pode ser expressa por:

$$(\log Y_t - \log Y_0) = (\log A_t - \log A_0) + \alpha \cdot (\log K_t - \log K_0) + \beta \cdot (\log L_t - \log L_0) + \gamma \cdot (\log H_t - \log H_0) + (\log \varepsilon_t - \log \varepsilon_0) \quad (10)$$

BENHABIB e SPIEGEL (1994) alertam sobre a possibilidade de ser constatado, durante a estimativa da função de produção agregada (equação 10), a existência de autocorrelação entre as variáveis explicativas. Isto é, existe a possibilidade do capital físico e humano, que são fatores de acumulação, serem correlacionados com o termo erro ( $\varepsilon_t$ )<sup>76</sup>. Isso implicaria na presença de estimativas viesadas em suas respostas, levando a uma superestimação das variáveis capital humano e físico na equação de acumulação de crescimento.

Enfatizam ainda que a estimativa da equação (10), procura estruturar a explicação do crescimento padrão através de uma regressão, do tipo log da diferença da renda, no log da diferença dos fatores de produção, a qual conduz a uma especificação metodológica que provê as estimativas de  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ .

Assim, utilizando-se da mesma função de produção Cobb-Douglas tecnológica (equação 9) e inserindo algumas mudanças na equação (10), os autores buscaram, nesta nova especificação, obter o efeito em nível do capital humano na função de crescimento. Ao mesmo tempo, analisam o comportamento de transição da taxa de crescimento para o *catch-up*,  $A_t$ , da nação líder nas demais relações.

<sup>76</sup> BENHABIB e SPIEGEL (1994, p.167-172) apresentam em anexo ao seu artigo estimativas de capital humano e físico, apresentando uma explicação sobre a possibilidade da existência da existir o viés nas variáveis,  $K_t$  e  $H_t$ , com o termo erro ( $\varepsilon_t$ ).

A especificação da equação (11) é consistente com um modelo competitivo de difusão tecnológica no qual a taxa de acumulação de capital humano é endogenamente determinada (BENHABIB e SPIEGEL, 1994, p. 158):

$$(\log Y_t - \log Y_0) = (\log A_t - \log A_0) + \alpha \cdot (\log K_t - \log K_0) + \beta \cdot (\log L_t - \log L_0) + \gamma \cdot \left( \frac{1}{t} \sum_0^t \log H_t \right) + (\log \varepsilon_t - \log \varepsilon_0) \quad (11)^{77}$$

onde, a diferença primordial da equação (10) para (11) é a inserção do termo nível médio do *log* do capital humano ao longo do tempo, no lugar do *log* da diferença do capital humano. Pela não disponibilidade de dados anuais de  $H_t$ , os autores usaram  $\left[ \frac{1}{2} \cdot (\log H_T - \log H_0) \right]$  como *proxy* para o *log* do nível médio do capital humano.

Com a finalidade de disponibilizar uma gama maior de informações sobre a variável capital humano, os autores estimaram  $H_t$  através de duas outras formas: nível médio de capital humano e *log* do nível médio.

ANDRADE (1997), a partir da especificação de BENHABIB e SPIEGEL (1994) faz uso de duas variações na equação (11). A primeira, estima a equação propriamente dita. A segunda, introduz a variável renda inicial,  $Y_0$ , com a finalidade de controlar o *catch-up*.

O efeito *catch-up*, sugerido por NELSON e PHELPS (1966) diz respeito à capacidade da economia de adotar e implementar novas tecnologias, o que daria uma medida do seu potencial de alcançar o nível de desenvolvimento da economia líder, a qual estaria condicionada ao nível de capital humano de cada economia: “quanto maior o nível de capital humano de uma economia, maior a facilidade de adoção e implementação das novas tecnologias utilizadas pelas economias líderes, isto é, o capital humano atuaria no sentido de alterar a velocidade do *catch-up* e difusão tecnológica de países líderes para países mais atrasados” (ANDRADE, 1997, p.4):

“A economia com nível de capital humano mais elevado, não necessariamente é a economia que apresenta maior taxa de crescimento devido ao efeito do *catching-up*. Assim, para se mensurar mais genuinamente a importância do capital humano é necessário se controlar segundo o nível de renda inicial” (ANDRADE, 1997, p.4).

<sup>77</sup> Estimou-se a equação através do método de mínimos quadrados ordinários complementando com teste de White para a correção de heterocedasticidade (BENHABIB e SPIEGEL, 1994, p. 158).

No intuito de apresentar uma especificação mais consistente com a teoria de crescimento econômico, BENHABIB e SPIEGEL (1994) analisaram um modelo mais estrutural (neste busca-se gerar uma especificação que seja derivada mais diretamente da teoria).

Neste novo modelo, assumindo uma função de produção tecnológica Cobb-Douglas do tipo:  $Y_t = A_t \cdot (H_t) \cdot K_t^\alpha \cdot L_t^\beta$  e utilizando-se de algumas transformações matemáticas e, ainda, aplicando o *log* da diferença, na expressão acima, têm-se uma nova formalização explicativa:

$$(\log Y_T - \log Y_0) = [\log A_T \cdot (H_T) - \log A_0 \cdot (H_0)] + \alpha \cdot (\log K_T - \log K_0) + \beta \cdot (\log L_T - \log L_0) + (\log \varepsilon_T - \log \varepsilon_0) \quad (12)$$

O primeiro termo representa o crescimento do PIB, que depende de dois fatores: primeiro, o nível de capital humano que reflete o efeito da inovação endógena domesticamente, e o segundo, o termo de interação, que envolve o nível de capital humano e a defasagem da tecnologia de um país em relação ao líder com o objetivo de capturar o efeito do *catch-up*.

Considerando a especificação estrutural que visa representar a análise do país  $i$  na nova expressão do modelo alternativo têm-se:  $[\log A_T \cdot (H_T) - \log A_0 \cdot (H_0)]_i = c + g \cdot H_i + m \cdot H_i \cdot [(Y_{\max} - Y_i) / Y_i]$ .

Onde,  $c$  representa o progresso tecnológico exógeno,  $g \cdot H_i$ , o progresso tecnológico endógeno, associado com a habilidade de um país em inovar domesticamente e,  $m \cdot H_i \cdot [(Y_{\max} - Y_i) / Y_i]$ , a difusão tecnológica externa.

Reorganizando o termo  $H_i$  na expressão anteriormente descrita, pode-se apresentá-la da seguinte maneira,

$$[\log A_T \cdot (H_T) - \log A_0 \cdot (H_0)]_i = c + (g - m) \cdot H_i + m \cdot H_i \cdot (Y_{\max} / Y_i) \quad (13)$$

Inserindo agora a equação (13) na expressão (12) apresenta-se a especificação estrutural que irá analisar o efeito do *catch-up* de uma país frente à outro, considerada a tecnologia disponível e o suporte interno de capital humano existente.

$$(\log Y_T - \log Y_0) = c + (g - m) \cdot H_i + m \cdot H_i \cdot (Y_{\max} / Y_i) + \alpha \cdot (\log K_T - \log K_0) + \beta \cdot (\log L_T - \log L_0) + (\log \varepsilon_T - \log \varepsilon_0) \quad (14)$$

Os resultados alcançados pelos autores após regredir o crescimento do *log* da diferença da renda frente aos insumos, equação (10), no período de

1965/1985 através do método dos mínimos quadrados ordinários com correção para heterocedasticidade, teste de White, foram os seguintes (BENHABIB e SPIEGEL, 1994, p.150):

- a) primeiro, o coeficiente do *log* da diferença do estoque de capital entrou positivamente e significativamente a 1% no nível de significância em todas as especificações. O coeficiente do capital estimado para a regressão foi de aproximadamente 0,5;
- b) segundo, o coeficiente do *log* da diferença do trabalho, mensurado como sendo o estoque da população, também entrou com um coeficiente positivo (0,209) e apresentou como particularidade, em alguns casos, pouca representatividade, com 5% de nível de confiança;
- c) quanto ao *log* da diferença do capital humano, o mesmo apresentou ser não significativo e, em muitos casos, apresentando um coeficiente negativo, por exemplo, de -0,080 para a África e América Latina, quando analisadas conjuntamente. Uma explicação para o coeficiente ser negativo é dada considerando a disparidade e desigualdade verificada entre estoque inicial e final de capital humano existente em cada país da amostra. Isto é, o estoque de capital humano é extremamente baixo no início do período (1965). Para a amostra conjunta, sem separar por grupos de países, o valor é positivo em 0,063 no período;
- d) utilizando-se da mesma equação, porém com dados de capital humano de KYRIACOU (1991) e de BARRO e LEE (1993) *apud* BENHABIB e SPIEGEL (1994, p.152), os resultados da variável *H* permaneceram negativos, -0,059 para o primeiro e de -0,026 para o segundo e, entrando insignificamente no cômputo do resultado final;
- e) quando se utiliza como *proxy* para capital humano a variável *log* da diferença da alfabetização, *LIT*, elaborada por BARRO e LEE (1993) *apud* BENHABIB e SPIEGEL (1994, p.153), a mensuração da mesma passa ser significativa e a explicar a flutuações na renda do país.

Analisando empiricamente a equação (11) os resultados encontrados para o *log* em nível do capital humano no período permanecem negativos. Segundo BENHABIB e SPIEGEL (1994, p.159), “o resultado do capital humano falha ao entrar significativamente, porém com suas estimativas apresentando sinais incorretos”.

Analisando os resultados da equação (14) através do método de mínimos quadrados ordinários (OLS) com correção de heterocedasticidade, teste de White, constata-se:

- a) Para uma amostra de 78 países, com dados disponibilizados, o termo *catch-up*,  $[H(Y_{\max}/Y)]$ , entra positivamente e significativamente para uma amostra ampla (nível de confiança de 1%). Entretanto, o coeficiente estimado para  $(g-m)$  em  $H$  é negativo e insignificante, dado principalmente pelo peso de  $g$  na especificação do progresso tecnológico específico de cada país;
- b) Sendo assim, o efeito *catch-up* advindo do progresso tecnológico endógeno de cada país apresenta um canal positivo de ligação da acumulação de capital humano afetando o crescimento da produtividade;
- c) Ao introduzir a variável renda inicial na função explicativa, os resultados encontrados foram de 0,0021 para  $H$ , de 0,0007 para  $[H(Y_{\max}/Y)]$  (com nível de confiança de 5%), de 0,5005 para  $K$  (com nível de significância de 5%), de 0,2045 para  $L$  e de 0,0014 para  $(Y_{\max}/Y)$ . Apresentando com a inclusão do termo *catch-up* um resultado robusto na expressão empírica final (BENHABIB e SPIEGEL, 1994, p.162-163).

A seguir, apresenta-se a análise do trabalho desenvolvido por ANDRADE (1997). A autora, ao longo da sua análise do efeito da educação sobre o crescimento econômico no período de 1970/1995 busca investigar, através de um estudo *cross-section* dos modelos de crescimento exógeno e endógeno, qual dos dois modelos melhor explica o papel da educação no crescimento econômico dos Estados brasileiros.

### **3.2.3 A Análise de ANDRADE (1997) para os Modelos Anteriores**

Neste trabalho a autora procurou estimar a importância do capital humano no crescimento econômico dos estados brasileiros entre 1970 e 1995. A modelagem utilizada apoiou-se em uma teoria do crescimento econômico, analisando as abordagens neoclássica e de crescimento endógeno (chamada de abordagem alternativa), para estimar a relação entre capital humano e crescimento no Brasil.

Segundo ANDRADE (1997), duas abordagens têm sido utilizadas para a construção da relação entre capital humano e crescimento econômico. Primeiramente, a abordagem neoclássica, na qual o capital humano insere-se como

um insumo da função de produção (tipo Cobb-Douglas). Já numa abordagem do crescimento endógeno, o progresso tecnológico é modelado como função do capital humano.

As duas modelagens utilizadas no estudo tiveram como ponto de partida os trabalhos desenvolvidos por LAU *et al.* (1993) e o de BENHABIB e SPIEGEL (1994). No primeiro, através da abordagem neoclássica, os autores estimaram uma função de produção neoclássica para os estados brasileiros entre 1970 e 1980, analisando a relação da força de trabalho, do estoque de capital físico<sup>78</sup>, do progresso técnico e da educação média da força de trabalho sobre o PIB estadual.

O segundo trabalho, por sua vez, mensurou a relação entre capital humano e crescimento econômico através de uma abordagem neoclássica de crescimento endógeno, enfocando, também, os modelos *neo-schumpeterianos*, os quais englobam em sua análise o processo de construção do *catch-up* e de difusão tecnológica.

Segundo ANDRADE (1997), a inserção da variável renda inicial na equação de regressão (14), descrita no item anterior, irá propiciar, durante a análise dos resultados, o controle do “efeito *catch-up*”. Sendo, assim, relevante a sua inclusão para a análise final dos resultados da relação crescimento econômico e capital humano.

“O efeito do catching-up sugerido por NELSON e PHELPS (1966) diz respeito à capacidade da economia de adoção e implementação de novas tecnologias, as quais estariam condicionadas ao nível de capital humano de cada economia. Quanto maior o nível de capital humano de uma economia, maior a facilidade de adoção e implementação de novas tecnologias utilizadas pelas economias líderes, isto é, o capital humano atuaria no sentido de alterar a velocidade de *catching-up* e difusão tecnológica de países líderes para países mais atrasados. Assim, para se mensurar mais genuinamente a importância do capital humano é necessário se controlar segundo o nível de renda inicial” (ANDRADE, 1997, p.4).

Analisando a Tabela 3.5, preparada por ANDRADE (1997), pode-se observar algumas questões importantes em relação ao comportamento da economia dos Estados brasileiros no período:

---

<sup>78</sup> A energia elétrica tratada como proxy para o capital físico pode contribuir para a não significância do parâmetro a este capital. Uma vez que erros de medida na variável independente gera parâmetros viesados e inconsistentes.

a) Apesar dos avanços obtidos com a melhoria dos níveis de educação como um todo em todos os Estados neste período, as desigualdades sociais ainda são relevantes quando se compara os Estados mais ricos do país com os mais pobres em recursos financeiros, mesmo que o dispêndio financeiro do governo federal tenha aumentado nos Estados mais pobres de análise do estudo;

b) Pode-se notar que no período de 1970 a 1995, os Estados mais desenvolvidos apresentaram taxas de crescimento do PIB menores que os mais pobres. Este resultado pode ser visto como uma tendência de um processo inicial de convergência de renda entre os Estados;

c) Os estados mais pobres, ao longo do período, apresentam uma taxa de crescimento da PEA (população economicamente ativa) menor que a média do Brasil como um todo e há, no mesmo período, uma elevação da PEA nos Estados mais desenvolvidos;

d) Um outro ponto relevante, que chama atenção nos dados da Tabela 3.5, é o baixo valor apresentado pela taxa de crescimento do PIB *per capita* dos dois maiores estados do país, São Paulo com 1,64% a.a. e Rio de Janeiro com 1,18% a.a. no período, tendo o País apresentado uma média de 3,24% a.a..

Regredindo os dados a fim de verificar os efeitos existentes entre as variáveis capital físico, trabalho não especializado, capital humano, progresso técnico na renda do país, ANDRADE (1997) concluiu que:

- a) Estimando a equação (8), descrita no item anterior, através dos dados do período 1970/1995 mostram-se as mesmas evidências encontradas por LAU *et al.* (1993). Isto é, o capital humano é significativo para explicar o crescimento do PIB entre os Estados brasileiros;
- b) O coeficiente estimado para *ED* diz que cada ano adicional de escolaridade média da população economicamente ativa eleva o produto real em aproximadamente 32%. Segundo ANDRADE (1997), “este resultado corrobora a importância de se obter séries temporais mais longas para a verificação da relevância do capital humano”;
- c) Ainda segundo as conclusões de ANDRADE (1997) “os resultados reiteram as conclusões de BENHABIB e SPIEGEL (1994) de que a especificação do capital humano deve ser apresentada em níveis e não em taxas”; e

- d) Testando a hipótese de retornos constantes de escala (soma das elasticidades do capital, do trabalho e do capital humano chega-se ao valor 1) o resultado final induz à não rejeição desta hipótese, ao contrário de LAU *et al.* (1993).

**TABELA 3.5 – ANOS DE ESTUDO, TAXAS DE CRESCIMENTO DO PIB, TAXA DE CRESCIMENTO DO PIB PER CAPITA, DA PEA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA POR ESTADOS – 1970/1995**

Estados	Anos de Estudo1970	Anos de Estudo1995	Tx. Cresc. PIB	Tx. Cres. PIB per capita	Tx. Cres. da PEA	Tx. Cres. Consumo E. Elétrica
RO	2,32	6,37	11,58	2,05	9,40	20,17
AM	2,32	6,52	7,06	3,49	4,00	13,56
RR	2,94	6,29	9,87	2,77	7,77	9,94
PA	2,44	5,64	7,42	3,77	2,71	21,40
AP	3,02	6,49	6,43	1,90	5,56	10,31
MA	1,08	3,36	5,67	3,49	3,51	23,76
PI	1,10	3,75	5,53	3,70	3,47	11,42
CE	1,45	4,02	5,57	3,84	3,34	10,04
RN	1,64	4,98	6,84	4,88	3,88	11,77
PB	1,36	4,47	4,82	3,54	2,91	8,10
PE	2,03	4,67	3,98	2,57	2,97	4,64
AL	1,23	4,17	5,11	3,12	3,34	12,90
SE	1,41	4,66	6,56	4,28	3,81	10,72
BA	1,56	4,02	5,30	3,28	3,61	2,44
MG	2,77	5,64	5,05	3,61	3,09	18,77
ES	2,79	5,86	5,84	3,67	4,16	2,67
RJ	5,11	7,45	2,72	1,18	2,96	5,70
SP	4,23	7,05	4,18	1,64	3,72	5,63
PR	2,57	5,98	5,37	4,38	2,61	8,36
SC	3,38	6,17	5,51	3,50	4,13	9,23
RS	4,06	6,49	3,93	2,50	3,06	8,17
MT	2,25	5,65	7,63	3,87	5,54	11,61
GO	2,17	5,31	6,47	4,12	4,22	16,71
DF	5,32	7,99	6,97	2,70	6,09	18,15
<b>Média Brasil</b>	<b>2,52</b>	<b>5,54</b>	<b>6,06</b>	<b>3,24</b>	<b>4,16</b>	<b>11,51</b>

Fonte: ANDRADE (1997).

ANDRADE (1997) formulou também, a partir da função de produção neoclássica, dois novos procedimentos de estimação para realizar testes de hipóteses para o Brasil.

Neles, a autora substituiu, na análise da função de produção, a taxa de crescimento do capital humano pelo nível médio do *log* do capital humano. A nova Cobb-Douglas, assim, ficou:  $Y_t = A_t \cdot K_t^\alpha \cdot L_t^\beta \cdot H_t^\gamma \cdot \varepsilon_t$ . Com essa nova configuração a autora chegou às seguintes conclusões:

- a) A especificação para a variável capital humano estipulada por LAU *et al.* (1993) é melhor “ajustável” aos dados brasileiros do que a de BENHABIB e SPIEGEL (1994);
- b) Observou que a inclusão da variável renda inicial em uma regressão ajustada altera o sinal da variável capital humano. Sem a renda inicial, o coeficiente da variável  $H$  torna-se negativo (comportamento plausível, haja visto as diferenças existentes de capital humano de 1970 para 1995). Com a renda inicial, o sinal do  $H$  é positivo e significativo a 5% de nível de significância; e,
- c) “Os resultados obtidos reiteram mais uma vez a hipótese da convergência de renda *per capita* entre os Estados brasileiros, conforme sugerido pela literatura, uma vez que o coeficiente para a renda inicial *per capita* é negativo e significativo” (ANDRADE, 1997, p.12).

Na abordagem não neoclássica, chamada por ANDRADE (1997) de estrutural, a autora apoiou-se no modelo desenvolvido por BENHABIB e SPIEGEL (1993) para especificar o capital humano, não somente como um insumo da função de produção mas como um item com efeitos sobre o processo produtivo da economia como um todo.

Dessa forma, essa especificação diferenciada para o capital humano dentro da função de produção irá destacar ao longo do texto duas grandes informações: o efeito do *catch-up* (desenvolvido por NELSON e PHELPS, 1966) e o efeito da geração de novas tecnologias pela economia, tendo o capital humano como insumo importante para se chegar ao processo de criação e geração (adaptação do trabalho de Paul Romer<sup>79</sup> de 1990) (ANDRADE, 1997, p.5).

Assim, partindo de uma função de produção do tipo Cobb-Douglas,  $Y_t = A_t \cdot (H_t) \cdot K_t^\alpha \cdot L_t^\beta \cdot \varepsilon_t$  e, realizando todos os procedimentos matemáticos e inserções de novos parâmetros e variáveis, chega-se a formulação final para o exercício econométrico:<sup>80</sup>

<sup>79</sup> ROMER, P. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, v.98, 1990. p.71-102.

<sup>80</sup> Diferença da equação (14) para a apresentada abaixo refere-se a uma melhor ordenação dos termos  $g(H_i) + m \cdot H_i \cdot \left( \frac{Y_{\max} - Y_y}{Y_i} \right)$ .

$$\begin{aligned}
(\log Y_T - \log Y_0) = & c + g(H_i) + m.H_i.\left(\frac{Y_{\max} - Y_i}{Y_i}\right) + \alpha.(\log K_T - \log K_0) \\
& + \beta.(\log L_T - \log L_0) + (\log \varepsilon_T - \log \varepsilon_0)
\end{aligned}
\tag{14'}$$

Segundo ANDRADE (1997, p.13), a especificação de BENHABIB e SPIEGEL (1994) não se ajusta bem à montagem explicativa do capital humano sobre o crescimento econômico nos anos de 1970/1995, sendo a que apresenta o menor poder explicativo da variável  $H$ .

Embora os termos  $g(H_i)$  (termo referente ao crescimento endógeno) e  $m.H_i.\left(\frac{Y_{\max} - Y_i}{Y_i}\right)$  (*catch-up*) apresentem os sinais esperados, positivo para o primeiro e negativo para o segundo, ambos não se apresentam significativos.

ANDRADE (1997, p.14) conclui dizendo que:

“Embora a modelagem apresentada por estes autores seja um avanço na literatura para se entender a importância do capital humano no crescimento econômico, neste trabalho, ainda não pudemos verificar estes efeitos com eficiência para o Brasil devido à base de informações utilizada nesse trabalho. Este é, entretanto, um instigante campo de trabalho para estudiosos brasileiros que se interessam pelo capital humano”.

Os resultados alcançados mostram a divergência que persiste entre os Estados brasileiros ao longo do tempo. As disparidades de renda entre os Estados explicam um pouco a desigualdade social entre os mesmos, levando em consideração a validade do modelo utilizado.

### 3.3 Síntese Crítica dos Modelos

Ao analisar os trabalhos que buscam investigar como o capital humano influencia a capacidade de crescimento econômico de um país, o ponto central de dúvidas e questionamentos relaciona-se com a maneira como é construída a variável capital humano em todos os modelos analisados.

Assim, a construção da variável capital humano transforma-se no ponto central de questionamentos quando o tema educação/crescimento econômico é estudado e, ocorre nos três trabalhos apresentados ao longo das seções anteriores. Isto porque, dado um certo tipo de formulação exibida pela variável educação, os

resultados apresentados nos trabalhos econométricos podem vir a exibir uma gama diferenciada de valores (positivo ou negativo e significativo ou não significativo).

OECD (1998, p.31-32) ao indicar as diversas formas de medir o capital humano, constata que seus resultados dependem fundamentalmente das fontes e disponibilidade de dados existentes sobre educação.

EASTERLY (2004, p.106-112), ao investigar os efeitos que a educação pode ter sobre o crescimento econômico, considera, por exemplo, que os resultados empíricos alcançados por MRW (1992) eram falhos. Primeiro, quanto à formulação da variável educação, configurada a partir do ensino médio (acumulação educacional); segundo, quanto aos ganhos de capital humano, sendo iguais ao do capital físico e terceiro, quanto à relação de causalidade entre riqueza e acesso ao ensino médio.

WOLF (2002, p.96), ao apresentar a pergunta: “aonde estão as evidências dos efeitos entre educação e crescimento econômico para a economia?”, também questiona o papel da educação como uma espécie de panacéia para o crescimento sustentado.

Outro ponto importante que se pode questionar dos modelos testados refere-se à validade de se verificar a relevância dos insumos capital físico, trabalho e capital humano na produção da economia, tendo como exógeno ao modelo a variável tecnologia. Isto é, quanto de validade as respostas, os parâmetros estimados, podem apresentar ao se levar em conta que todos os países possuem o mesmo nível tecnológico ano a ano?

BIN XU (2000) ao estudar a relação de difusão tecnológica de multinacionais entre países pobres e ricos, enfatiza que o capital humano existente em cada país pode tornar a transferência de tecnologia como questão central para atração e repulsão de novos investimentos por parte das empresas e países.

Notadamente, este é um ponto também bastante discutido na literatura, haja visto o desenvolvimento posterior dos modelos que endogenizam tal processo de desenvolvimento técnico. Tem-se, também, a necessidade de se buscar entender o processo que gera a inserção de novas tecnologias nos mercados mais desenvolvidos e a busca de compra/venda das tecnologias em desuso pelos países mais pobres.

Estes temas em discussão tornam o estudo das variáveis capital humano, tecnologia e crescimento econômico fundamental para entender o comportamento e a trajetória de curto e longo prazo do produto (PIB).

### **3.4 Análise Para o Caso Brasileiro Via *Cross-Section* e Dados de Painel**

Os estudos desenvolvidos por LAU *et al.* (1993), BENHABIB e SPIEGEL (1994) e ANDRADE (1997) para a economia brasileira, tendo como pano de fundo analisar a relação entre crescimento econômico e capital humano nos anos 70 e 80, motivou o interesse em verificar o comportamento das mesmas variáveis nos anos 90. Assim, buscou-se desenvolver neste trabalho uma análise para o período de 1970/2001.

Inicialmente, o primeiro trabalho de LAU *et al.* (1993) estimou a capacidade explicativa do capital humano sobre o crescimento econômico brasileiro. A relevância explicativa da variável foi de aproximadamente 21% para o capital humano no Brasil entre 1970 e 1980. Ao mesmo tempo, os autores analisaram uma série de relações existentes para os estados brasileiros no decorrer do período (investimento, escolaridade, dentre outros).

O trabalho de BENHABIB e SPIEGEL (1994), através de uma análise endógena do capital humano, mostrou que no período de 1965/1985 este capital responde pelos efeitos do crescimento econômico de formas diferentes. Usando três bases de dados diferentes os autores chegaram a resultados díspares.

ANDRADE (1997) relacionou, mais uma vez, capital humano e crescimento econômico. No entanto, além deste objetivo, a autora buscou mostrar se, com o ingresso de mais dados na amostra, o modelo de estudo endógeno de capital humano e progresso técnico responderia positivamente para a economia brasileira.

Portanto, somente o modelo de análise exógena respondeu bem à estimativa da relação entre crescimento econômico/capital humano em aproximadamente 32% para o período de 1970 e 1995. Mesmo tentando particionar a amostra, conforme feito por BENHABIB e SPIEGEL (1994) os resultados das estimativas não foram satisfatórios.

O conjunto de dados utilizado no trabalho empírico analisado nesta tese teve como fonte principal os Anuários Estatísticos do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e as PNADs do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Ampliada). As variáveis amplamente referenciadas ao longo do trabalho foram:

produto (PIB) ( $Y$ ), capital físico ( $K$ ), o consumo de energia elétrica dos estados, o trabalho ( $L$ ), a população economicamente ativa e o capital humano ( $H$ ), com as respectivas variações de ano médio de estudo e escolaridade média.

Replicam-se neste trabalho os modelos apresentados nas seções anteriores usando-se estimativas via *cross-section* e a de dados de painel.

As equações estimadas para a construção das informações referentes aos efeitos do capital humano sobre o crescimento econômico são as equações (8) e (14), amplamente discutidas nas seções anteriores.

Para a estimação via estudo *cross-section*, algumas informações estatísticas são apresentadas na forma de corte seccional. As variáveis do conjunto de informações, em geral, expressam, o comportamento agregado similar dos elementos que as compõem, como, por exemplo, o consumo de capital humano em um dado estado durante um referido ano. O comportamento da demanda é, portanto, baseado em alguma amostra que contenha extratos da população local, pertencentes a diferentes faixas de renda, mas que representem a demanda por capital humano naquela unidade de tempo (ver GUJARATI, 2000).

A vantagem da abordagem via *cross-section*<sup>81</sup> é que ela permite ao pesquisador inferir sobre algumas características expressivas da população estudada para uma determinada unidade de tempo, embora a população possa ser heterogênea.

Do ponto de vista da pesquisa relacionada às disparidades regionais e à convergência de renda, estatísticas relativas à renda *per capita*, estoque de capital, trabalho, capital humano e tecnologia, não são disponibilizadas para séries históricas de dados anuais a partir dos anos 50. Logo, a análise empírica baseada em estruturas do tipo *cross-section* é de fundamental importância para o teste de hipóteses relevantes, como a convergência absoluta e a convergência condicional da renda.

Dessa forma, o problema encontrados na estimativa dos modelos de capital humano, antes da convergência condicional da renda, era buscar maneiras de como estimar os dados, levando em conta as características estruturais de cada localidade (como por exemplo o caso citado por BENCHABIB e SPIEGEL, 1994).

---

<sup>81</sup> JOHNSTON e DINARDO (2001), GREENE (1997) e HILL *et al.* (2004) apresentam um histórico sintético sobre o assunto.

Outra maneira de se vislumbrar a importância do tratamento de dados do tipo *cross-section* é no estudo da violação dos pressupostos do modelo de regressão linear geral (GREENE, 1997). Este “problema” econométrico é o resultado da heterogeneidade dos dados, onde a amostragem pressupõe que os dados pertencem a uma mesma população, cujas características básicas e relevantes para a análise são as mesmas.

Embora a literatura apresente soluções para se administrar a heterogeneidade dos dados, algumas técnicas econométricas apresentam a heterogeneidade como um importante elemento a ser extraído na análise permitindo o teste de hipóteses teóricas relevantes, como por exemplo, as hipóteses relacionadas à teoria da convergência da renda.

Logo, a análise econométrica baseada em outra estrutura pode ser considerada uma vantagem e não uma restrição no tratamento do capital humano em modelos de crescimento endógeno. Tal abordagem é conhecida na literatura como método de dados de painel (BALTAGI, 1996; HSIAO, 1986 e WOOLDRIDGE, 2001).

Para o caso da análise via dados de painel, a teoria do crescimento econômico estabelece como hipótese que o livre fluxo dos bens de capital e do trabalho, presentes na estrutura do modelo neoclássico original flui livremente entre os países. Portanto, países em desenvolvimento apresentam maiores retornos esperados para o capital e maiores salários para a mão-de-obra especializada. Assim, há uma maior taxa de crescimento do estoque de capital nos países em desenvolvimento, do que nos países desenvolvidos tornando o estado estacionário comum entre eles<sup>82</sup>.

Entretanto, este pressuposto de SOLOW (1956), não foi verificado, passados quase 50 anos de seu trabalho.

Este resultado fez com que estudiosos do tema crescimento econômico vislumbrassem diferentes estados estacionários para os países de uma amostra, isto é, países em diferentes estágios de desenvolvimento apresentariam variados estados estacionários. Nesse sentido, diferentes estimativas, separando os países em conformidade com grau de desenvolvimento, representado pela renda *per capita*, seriam importantes para o estudo do crescimento econômico.

Uma forma ainda mais apropriada é estruturar as informações em um mesmo painel, onde as características individuais possam ser capturadas e as

---

<sup>82</sup> Ver ISLAM (1995).

estimativas permitam a análise da relação entre as variáveis do modelo, permitindo, assim, a identificação de propriedades individuais, isto é, do *cross-section* na análise. Esta análise é conhecida na literatura como análise pelo método de dados de painel (GREENE, 1997 e WOOLDRIDGE, 2001).

Analisando-se os resultados encontrados para o modelo de LAU *et al.* (1993) (ANEXOS G, H, I, J e K) e levando-se em conta o estudo via *cross-section* sem pesos para os anos de 1970, 1980, 1995, 1999 e 2001, obteve-se:

- a) As variáveis *log* do capital físico, *log* da população economicamente ativa e *log* do capital humano são todas positivas ao longo dos 5 anos analisados representando um efeito positivo e crescente o que representa um efeito positivo para a economia ao obter avanços na educação ao longo do tempo;
- b) A variável *log* do capital físico foi não significativa em todos os períodos, levando em conta um nível de significância de 10%. As demais variáveis, trabalho e capital humano, são significativas nos cinco períodos, com mesmo nível de significância;
- c) Os valores para o capital humano, positivo e significativo em todos os períodos analisados, foram consideravelmente elevados (capital físico não significativo e capital humano significativo) e;
- d) Regredindo-se a mesma equação com a finalidade de captar a existência de retornos constantes de escala e a nulidade do parâmetro do capital humano, verificou-se que ambos são representativos e significativos. Levando-se em conta um  $\alpha = 10\%$ , verifica-se, então, a rejeição do parâmetro da variável *H*, igual a zero e a existência de retornos constantes de escala nos períodos analisados.

Analisando, agora, os resultados encontrados para a LAU *et al.* (1993) levando-se em conta a análise *cross-section*, com pesos para os anos de 1970, 1980, 1995, 1999 e 2001 (ANEXOS G, H, I, J e K), têm-se:

- a) O sinal apresentado pelas variáveis (*log* do capital físico, *log* do trabalho e *log* do capital humano) são, todos eles, significativos e positivos ao longo dos períodos pesquisados, com nível de significância de 10% ;

- b) Os coeficientes de determinação,  $R^2$  das regressões, oscilam entre 97,20% e 99,99%, significando que as regressões explicam significativamente a relação entre as variáveis explicativas e o crescimento econômico;
- c) Quando se analisa a mesma equação com o intuito de averiguar a existência de retornos constantes de escala e a nulidade do parâmetro do capital humano, tomando-se um  $\alpha = 10\%$ , verifica-se, mais uma vez, resultados similares aos do modelo anterior; e;
- d) Rejeita-se, novamente, a nulidade do parâmetro que mede os retornos constantes de escala e a hipótese do parâmetro do capital humano ser zero. Isto é, aceita-se a presença do efeito do retorno constante de escala e da variável capital humano influenciando o crescimento do produto (PIB) na função regredida.

Tomando-se dos mesmos procedimentos para analisar os resultados encontrados por BENHABIB e SPIEGEL (1994), levando-se em conta a análise *cross-section* com pesos para os anos de 1970/1980, 1970/1995, 1970/1999 e 1970/2001, têm-se as variáveis no modelo original apresentando (ANEXOS L, M, N e O):

- a) A variável tendência<sup>83</sup> é positiva no primeiro, terceiro e quarto períodos e significativas nos períodos 1970/1980 e 1970/2001. Ainda, se a tendência é significativa, um efeito tendência explicaria parte do crescimento, então o peso das variáveis poderiam ser menores e, até mesmo, apresentar um sinal contrário ao que a teoria propõe;
- b) A variável *log* do capital físico apresenta seu parâmetro negativo somente no período 1970/1999 e é significativa no primeiro e quarto períodos analisados;
- c) O *log* do capital humano não foi significativo em 1970/1980, a um nível de significância de 10%, mesmo assim, apresenta um resultado positivo no resultado geral do modelo, tornando sua presença significativa para o crescimento do produto (PIB);
- d) Ao inserir o *catch-up* no modelo, o comportamento das variáveis analisadas anteriormente não mudam; o efeito do *catch-up* torna-se positivo e significativo (a nível de 10%) nos dois primeiros períodos e

---

<sup>83</sup> Relacionada com a média ao excluir o Estado de São Paulo do processo econométrico.

negativos e não significativos nos últimos (mais ou menos o período FHC); e,

- e) Introduzindo-se a renda inicial, conjuntamente ao efeito do *catch-up* no modelo original, verifica-se a oscilação de sinais e significância da variável tendência, *log* do capital físico, *log* do trabalho (população economicamente ativa) e do *catch-up* nos quatro períodos. Já, quando da inserção da renda inicial no modelo, a mesma possui uma relação positiva com o crescimento do produto (PIB) em todos os cinco períodos, exceto em 1970/2001.

Procedendo-se a mesma análise para o modelo de LAU *et al.* (1993), Tabela 3.6, agora buscando-se analisá-lo sob a ótica do método de dados de painel entre 1970/2001 obtêm-se:

- a) Os resultados apresentam um comportamento bastante similar ao apresentado por ANDRADE (1997), mesmo inserindo um tamanho maior de amostra. Esperava-se, com isso, inferir melhores resultados para a relação capital humano e crescimento do produto (PIB) via análise do modelo endógeno de crescimento;
- b) Verifica-se, mais uma vez, que as variáveis *log* do capital físico, *log* do capital humano e *log* do trabalho apresentam um comportamento (sinais e significância) no modelo original similar ao apresentado na análise *cross-section*. As três variáveis são positivas e significativas para  $\alpha = 10\%$  (somente *log* do capital físico sendo não significativo) e um  $R^2$  de aproximadamente 84%;
- c) Ao inserir no modelo original a identificação da existência de retornos constantes de escala e ao testar a hipótese da nulidade do parâmetro ( $1 - c(2) - c(3) * (\text{Log}H_1 - \text{Log}H_0)$ ), que mede a influência do capital humano no produto, obteve-se uma relação positiva para todos e, mais uma vez, não significativa somente para o *log* do capital físico. O  $R^2$  mais uma vez foi de aproximadamente 84%; e,
- d) Nega-se dessa forma a existência de retornos constantes de escala ( $c(2) + c(3) + c(4) = 1$ ) nos parâmetros da função de Lau *et al.* via dados de painel.

**TABELA 3.6 - RESULTADOS DO MODELO LAU *et al.* (1993) PARA DADOS DE PAINEL**

Variável Dependente: LY1?

Método: GLS

Amostra (ajustada): 1980 2001

Total de obs. do painel: 92

Variável	Modelo 1		Modelo 1 (pesos)		Modelo 1-A	
	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t
C	0,564238	9,044249	0,523816	15,17438	0,564238	9,044249
LGW1? (CF)	0,046868	2,473063	0,055937	3,773855	0,046868	2,473063
LL1? (t)	0,777409	16,21534	0,752927	24,78015	0,777409	16,21534
LH1? (CH) <sup>84</sup>	0,215016	3,103307	0,253116	7,360536		
(1-C(2)-C(3))*LH1?	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1,223606	3,103307
R <sup>2</sup> ajustada	0,825748		0,979789		0,825748	
Teste-F	144,744		1471,482		144,744	
Soma dos Quadrados dos Resíduos	3,58247		3,44942		3,58247	

**Testes de Hipóteses**

Teste Wald

Equação: CAPBRAS

Hipótese Nula:	C(4)=0		
Teste-F	9,630513	Probabilidade	0,002573
Qui <sup>2</sup>	9,630513	Probabilidade	0,001914
Hipótese Nula:	C(2)+C(3)+C(4)=1		
Teste-F	0,258418	Probabilidade	0,612481
Qui <sup>2</sup>	0,258418	Probabilidade	0,611209

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise via dados de painel (levando em conta a discrepância existente entre regiões, que é a grande vantagem do painel) para o modelo de BENVENISTE e SPIEGEL (1994), tendo o período de 1970/2001 como base, obteve os seguintes resultados (Tabela 3.7):

a) No modelo para o qual a constante é representada pela variável tendência, os coeficientes das variáveis tendência e *log* do capital físico são positivos e significativos a nível de 10%, por outro lado, *log* do trabalho e do capital humano são negativos e não significativo e significativo, respectivamente;

b) O resultado do coeficiente capital humano reitera a não influência da mesma (CH) sobre o crescimento do produto (PIB) dos Estados;

<sup>84</sup> O resultado do capital humano, não apenas não influencia, mas também atrapalha o crescimento do PIB dos estados.

**TABELA 3.7 - RESULTADOS DO MODELO BENHABIB e SPIEGEL (1994) PARA DADOS DE PAINEL**

Variável Dependente: LYN1?

Método: GLS

Amostra: 1980-2001

Observações incluídas: 4

Total de observações (balanceadas): 92

Modelos Variáveis	Tendência		Andrade		(Andrade) + Renda Inicial	
	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t
TEND?	0,08401	6,386054	0,03887	1,087335	-0,025719	-0,76778
LGW1? (CF)	0,278508	3,177061	0,24381	2,505309	-0,006726	-0,06299
LL1? (L)	-0,304605	-1,13539	-0,214931	-0,77569	0,319202	1,15237
LH1? (CH)	-1,660164	-3,35716	-1,110848	-1,76285	-0,856988	-1,46667
TS?	n.a	n.a	5,010741	1,361038	5,896299	1,749919
LNY0? (RI)	n.a	n.a	n.a	n.a	0,114244	5,136764
R <sup>2</sup> ajustado	0,737279		0,590482		0,675107	
Teste-F	86,12523		33,80306		38,81846	
S.D. Variável Dependente	7,571348		6,135175		6,692589	
Soma dos Quadrados dos Resíduos	1325,327		1341,055		1251,489	

Fonte: Dados da pesquisa

c) Inserindo a variável que mede o *catch-up* na economia, o seu coeficiente é positivo e não significativo e não muda o comportamento das outras variáveis dentro da análise do crescimento do produto nos Estados. Confirmando a baixa representatividade da resposta do modelo quanto à sensibilidade das variáveis; e,

d) Analisando a equação analisada, somente levando em conta a inserção da renda inicial como variável explicativa, os comportamentos de todas as variáveis mantêm-se similares aos anteriores. Os resultados apresentam oscilações de sinais nos coeficientes e a não significância em todas as variáveis (10%), enquanto a variável renda inicial é positiva e significativa na equação.

### 3.5 Considerações Finais

Esse capítulo buscou apresentar, através de uma análise da educação nas últimas três décadas do Brasil, com ênfase no período do governo FHC, os avanços ocorridos e as necessidades ainda presentes de mudanças e melhorias em determinados setores da educação no país. Avanços estes da educação brasileira, considerando as políticas e os recursos destinados ao setor, na tentativa de se reduzir as desigualdades existentes entre os Estados brasileiros.

A apresentação dos modelos desenhados por LAU *et al.* (1993) e BENHABIB e SPIEGEL (1994), ao analisar a relação do capital humano com o crescimento econômico para os estados brasileiros e para o Brasil como um todo, propiciou um avanço nesta área de estudo para o Brasil. O estudo e análise empírica do efeito que o capital humano possui sobre o crescimento econômico contribuiu, substancialmente, na compreensão de sua importância como política econômica e social dos governos.

Estes, por sua vez, induziram a realização de mais dois grupamentos de análises por período, que são 1970/1995 e 1970/2001. O primeiro, por ANDRADE (1997), que buscou mostrar qual modelo melhor se ajusta para explicar a relação crescimento econômico/capital humano e a sua participação na renda do país. E o segundo, ao identificar que o modelo de análise exógena, LAU *et al.* (1993) responde melhor à análise de inter-relação entre capital humano e crescimento econômico que o de análise endógena (BENHABIB e SPIEGEL, 1994).

Ao mesmo tempo, a seção 3.4, além de avançar no período anteriormente analisado, buscou também obter repostas às perguntas não respondidas por ANDRADE (1997) em seu trabalho, como a do modelo de análise endógena que continuou a apresentar uma baixa resposta para os dados da economia brasileira como um todo. Também confirmado o resultado do modelo neoclássico tradicional, denominado exógeno, que persistiu sendo ainda melhor para análise da relação capital humano e crescimento econômico.

Após estimar os mesmos modelos para os Estados brasileiros via *cross-section* e dados de painel (principal contribuição neste capítulo ao trabalho desenvolvido), o que se pode verificar como resposta final é que a **relação capital humano e crescimento econômico** pode apresentar **resultado significativo e positivo** e, **por vezes, negativo e não significativo**. Os resultados encontrados não diferem muito daqueles apresentados empiricamente via *cross-section*.

ISLAM (1995)<sup>85</sup> discute que o emprego de dados de painel permite captar diferenças entre funções analisadas através dos efeitos individuais de cada Estado, uma vez que os mesmos não são observáveis diretamente. Dessa forma, o emprego do uso de painel teve como ponto central identificar estas diferenças entre os estados brasileiros.

---

<sup>85</sup> Para ISLAM (1995) o emprego de dados de painel permite controlar problemas de viés de variáveis omitidas, ao considerar explicitamente na especificação do modelo o efeito de variáveis não observadas, mas cujo efeito sobre a variável de interesse é relevante.

Como diz ANDRADE (1997) na sua conclusão, o papel do capital humano no crescimento econômico ainda é um tema a ser explorado haja visto as particularidades como a modelagem perfeita, a melhor definição para capital humano, as suas inter-relações com o crescimento econômico, dentre outros aspectos importantes.

No entanto, seguindo as idéias apresentadas por WOLF (2002) referente a relação existente entre educação, capital humano, e crescimento econômico, pode-se verificar que ambas as variáveis necessitam de outras políticas econômicas e sociais para que possam, ao longo do tempo, influenciar mais fortemente na atividade econômica e social das famílias.

## CAPÍTULO 4

# UMA ANÁLISE DE CONVERGÊNCIA PARA O CAPITAL HUMANO NO BRASIL

Apesar da literatura disponível sobre crescimento econômico disponibilizar uma vasta gama de informações sobre a questão do estudo da convergência, condicional e absoluta, da renda *per capita* entre países e estados, muitas perguntas permanecem sem respostas robustas em suas mensurações empíricas.

Desde ABRAMOVITZ (1986) passando por BAUMOL (1986) e culminando com os estudos de BARRO (1991, 1999a e 1999b)<sup>86</sup> e MRW (1992), a análise da convergência entre países tem procurado encontrar respostas concretas que ajudem a explicar e entender a trajetória de crescimento da renda (produto) dos países e de seu capital humano no longo prazo. Dessa forma, MRW (1992) inseriram no debate da convergência da renda entre países a análise da relação do crescimento com o nível de capital humano existente e como esse fator influenciaria a convergência condicional da renda *per capita*.

Em BARRO (1991, 1999a e 1999b)<sup>87</sup> o autor apresenta três pontos importantes a serem investigados ao longo da análise da relação existente entre capital humano, crescimento econômico e convergência: (1) investigar as disparidades de crescimento econômico e capital humano entre os grupos de países, desenvolvidos e em desenvolvimento; (2) o suporte que a teoria neoclássica oferece ao estudo da convergência entre os diferentes grupos de países (regiões) e; (3) a velocidade de convergência, investigada via trajetória de um determinado nível de produto,  $y$ , até um nível de produto ótimo,  $y^*$ , e se a mesma está relacionada à existência de um determinado nível de capital humano no país (ou na região).

Procurando desenvolver a relação entre convergência, crescimento econômico e capital humano, este capítulo investiga, a partir dos trabalhos de COHEN (1996) e SAB e SMITH (2002) uma abordagem para a convergência do capital humano para a economia brasileira.

---

<sup>86</sup> A seção um do livro de BARRO (1999a, 1999b) apresenta uma visão abrangente sobre a relação entre crescimento econômico e convergência. Nesta construção analítica o autor busca mostrar teoricamente e empiricamente a relação entre capital humano, crescimento econômico e outras variáveis explicativas.

<sup>87</sup> Versão deste mesmo trabalho pode ser lido em BARRO (1991).

Dessa forma, pretende-se abordar as seguintes questões: (a) existe convergência condicional e absoluta entre os estados brasileiros para a variável capital humano? e (b) esta convergência, caso exista, é verificada em toda a amostra de Estados ou apenas em determinados grupos de Estados?

Seguindo essa proposta de trabalho o capítulo foi estruturado em cinco seções. Na primeira seção, apresenta-se uma revisão da literatura sobre crescimento e desenvolvimento econômico ligados ao estudo da convergência. A seção seguinte aborda a técnica econométrica denominada mínimos quadrados de três estágios (3SLS)<sup>88</sup>. Os resultados desta análise são discutidos na terceira seção<sup>89</sup>. No estudo, SAB e SMITH (2001) examinam para onde convergem os estoques médios de saúde e educação entre os países e qual a velocidade de sua convergência. Confirmando, dessa forma, a existência de uma relação próxima entre educação e saúde e de uma convergência condicional entre as mesmas.

A seção seguinte contribui para o tema estudado, através da mensuração empírica da convergência do capital humano para os estados brasileiros, seguindo a metodologia utilizada por SAB e SMITH (2002).

#### 4.1 Revisão da Literatura

As primeiras informações sobre o comportamento da renda *per capita* dos países (regiões) ao longo do tempo referem-se à convergência condicional ou divergência não condicional. Esses resultados são apresentados nos testes empíricos entre países (regiões) realizados por BARRO e SALA-i-MARTIN (1999)<sup>90</sup> e outros.

O avanço do estudo da análise de renda entre países teve como ponto de partida os trabalhos de ABRAMOVITZ<sup>91</sup> *apud* SAB e SMITH (2001) e BAUMOL (1986). Posteriormente, BARRO (1991, 1999) e MRW (1992), demonstraram que os dados apresentados para os países podem ser entendidos como sendo consistentes, tanto com a convergência condicional como a divergência da renda. Contudo, os resultados empíricos em diversos trabalhos não conseguiram produzir respostas conclusivas e consenso sobre essa questão.

---

<sup>88</sup> Utilizada na explicação e mensuração da convergência do capital humano nos 84 países da amostra de SAB e SMITH (2002, p.201) para o período de 1970-1990.

<sup>89</sup> Segundo SAB e SMITH (2001), este estudo ao analisar a convergência entre saúde e níveis de educação entre países, levando em consideração uma nova visão para a convergência do capital humano, permitiu introduzir na literatura sobre o assunto o exame da taxa de convergência de capital humano entre países.

<sup>90</sup> Os autores apresentam nas páginas 26 a 32 um apanhado da análise do estudo da convergência, suas definições (condicional e absoluta) com base no modelo de Solow-Swan.

<sup>91</sup> ABRAMOVITZ, M. Catching up, forging ahead, and falling behind. *Journal of Economic History*, n.46, p.385-406, junho, 1986.

O estudo de convergência condicional de JONES (1997), o qual apoiou-se no modelo de crescimento neoclássico, mostra que na análise do comportamento de convergência da renda nos Estados Unidos deve-se considerar não somente o capital físico, capital humano, trabalho e tecnologia, mas também outras variáveis como instabilidade política, política macroeconômica, dentre outras.

Da mesma forma, COHEN e SOTO (2001), analisando um novo conjunto de dados, obtidos através de bases de dados da UNESCO e OECD, verificaram que o modelo e os resultados de convergência condicional encontrados por MRW (1992) devem levar em consideração a questão das desigualdades entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento, para se entender a questão da convergência e não convergência da renda *per capita* entre os países no longo prazo.

PRITCHETT (1997) verifica que apesar do crescimento mais elevado dos países pobres frente aos mais ricos, o que se mantém historicamente é a divergência absoluta da renda dos mais ricos, ou desenvolvidos, frente aos mais pobres, ou em desenvolvimento, ao longo do tempo. Resultados similares foram encontrados em O'NEILL (1995).

Ao mesmo tempo, tem sido analisada, na literatura de desenvolvimento econômico, a importância da educação e, mais recentemente, da saúde, na explicação do desenvolvimento dos países. Tanto SCHULTZ (1961) quanto BECKER (1993), em seus trabalhos sobre capital humano, já demonstravam a importância que a saúde e o capital humano têm para a promoção do crescimento e desenvolvimento econômico.

Entretanto, existem ainda poucos trabalhos na literatura específica que analisam a tendência comportamental dos indicadores de capital humano, considerando a análise de convergência das variáveis saúde e os níveis de educação entre os países. Dentre os poucos trabalhos nessa área pode-se citar: BABINI (1991), INGRAM (1994), O'NEILL (1995), COHEN (1996), BARRO (1999a, 1999b), SEDESOL (2001) e SAB e SMITH (2001).

Examinando os coeficientes de variação para os indicadores de educação de uma amostra de países entre 1960 e 1983, BABINI (1991) encontrou que a sigma-convergência<sup>92</sup> mostra-se mais forte para o nível de educação primária. Essa autora identificou que a variação dos coeficientes verificados pela variável taxa de

---

<sup>92</sup>BARRO e SALA-i-MARTIN (1999, p.383), relacionam o processo sigma convergência à dispersão *cross-section*. Neste caso, a convergência ocorre se a dispersão – medida, por exemplo, pelo desvio padrão do logaritmo da renda *per capita* ou do produto entre um grupo de países ou regiões decresce ao longo do tempo.

matrícula nos níveis de educação (primária, secundária e terciária) são decrescentes e, portanto, convergentes ao longo do tempo.

INGRAM (1994), analisando a convergência entre indicadores sociais e de produtividade, em uma amostra de três países em desenvolvimento, agrupados conforme seu nível de renda, constatou que a expectativa de vida e a variável matrícula feita em escolas primárias são convergentes ao longo do tempo.

Já O'NEILL (1995), ao analisar o crescimento entre países, apresentou evidências de que a convergência em educação vem acompanhada de menos divergência de renda quando a amostra analisada é de países desenvolvidos. Porém, quando se analisa o comportamento mundial, os resultados encontrados são diferentes. Dessa forma, o autor conclui que as diferenças de resultados favorecem os países mais desenvolvidos e, assim, no longo prazo, a dispersão de renda se elevará entre países ricos e em desenvolvimento ou pobres.

COHEN (1996), examinando a convergência das variáveis estoque de capital físico por trabalhador e estoque de capital humano por trabalhador<sup>93</sup>, no período 1965 e 1985, verificou empiricamente, via 3SLS, que existe convergência entre educação e capital físico<sup>94</sup>.

BARRO (1991, 1999) inclui em suas regressões, além da variável expectativa de vida, a educação desmembrada em gênero, obtendo resultados empíricos diferenciados de comportamento educacional entre os dois grupos. Assim, os níveis secundário e terciário da variável ano de escolaridade para mulheres com idade de 25 anos ou mais são fortemente positivos e correlacionados com o crescimento.

Uma contraposição aos resultados encontrados por BARRO (1999a, 1999b) é o obtido por SCHULTZ (1961, 1973), no qual através de estudos microeconômicos, esse último autor salienta que a educação das mulheres, comparada a dos homens, possui um retorno social maior. Fato este associado a fatores como redução da mortalidade infantil, fertilidade, dentre outros.

SAB e SMITH (2001), examinando a convergência do capital humano em uma amostra de 100 países, através da educação e de um conjunto de investimentos em saúde, verificaram que: (a) a convergência da renda entre os países é controversa no estudo; (b) existe convergência do capital humano globalmente e entre

<sup>93</sup> Medido pela variável ano médio de escolaridade completa pela população em idade de trabalho.

<sup>94</sup> MUSHKIN *apud* SAB e SMITH (2002, p.203) enfatiza existir uma inter-relação entre saúde, retornos investidos em saúde e educação e a taxa de depreciação do investimento realizado em educação e seu posterior aumento ao longo do tempo.

regiões; (c) as taxas de matrículas nos níveis primário, secundário e terciário são convergentes ao longo do tempo; (d) a convergência da taxa de matrícula do ensino primário é mais “dramática” (*sic*), e isso ocorreria devido à tendência universal de investimento na educação primária e; (e) conforme afirmativa similar encontrada em ROMER (1993)<sup>95</sup>, a educação possui um efeito complementar com outros fatores de produção, sugerindo uma inter-relação com o desenvolvimento da renda e da geração de novas idéias pelo capital humano disponível em um país.

Com os dados e as relações que se verificam entre as variáveis educação e saúde, pode-se organizar de um mapa informativo que permita, no longo prazo, planejar políticas econômicas mais eficientes, visando a redução da desigualdade social através, principalmente, do aumento do capital humano via educação e saúde.

## **4.2 Uma Análise da Convergência do Capital Humano via 3SLS: Uma Revisão da Técnica Econométrica<sup>96</sup>**

O estimador de mínimos quadrados de três estágios, 3SLS, é similar ao SURE<sup>97</sup>, exceto pelo fato de que os resíduos são obtidos pelo sistema de mínimos quadrados de dois estágios (2SLS).

A técnica de mínimos quadrados de três estágios deve ser aplicada em modelos de equações simultâneas<sup>98</sup> e, como o SURE, resulta em estimativas mais eficientes (usualmente em torno de 5% mais eficiente) do que a produzida pela técnica de mínimos quadrados de dois estágios. Se existirem restrições entre equações, isto é, se o parâmetro de uma equação é relacionado com o de outra, então o sistema de equações deve ser aplicado e o 3SLS é a abordagem que melhor se adapta.

Sumarizando a técnica de mínimos quadrados de três estágios, pode-se chegar ao seguinte esquema geral:

---

<sup>95</sup> ROMER (1993) apresenta em seu trabalho a existência de uma inter-relação forte entre o insumo capital humano e a produção de idéias.

<sup>96</sup> Mínimos quadrados de três estágios (3SLS). Ver WOOLDRIDGE, 2001; MUKHERJEE *et al.*, 1998 e ROBINSON, 1991. Os dois primeiros trabalhos apresentam uma comparação da técnica 3SLS com a técnica de estimação de informação completa e, o último, descreve um modelo econométrico de estimação não linear de 3SLS.

<sup>97</sup> A estimação em SURE, Sistema de Regressão não Relacionadas Simétricas, é uma técnica de dois estágios na qual os resíduos são calculados pela regressão em mínimos quadrados ordinários, OLS, a fim de aplicar mínimos quadrados generalizados.

<sup>98</sup> A razão para usar a técnica é que o estimador de 3SLS é tipicamente introduzido em modelos de equações simultâneas, onde qualquer variável exógena em uma equação é assumidamente tomada como sendo exógena em todas as equações.

- (a) estimar a forma reduzida da equação por mínimos quadrados ordinários;
- (b) substituir os valores ajustados no estágio um das equações estruturais estimadas por mínimos quadrados ordinários (regressões de estágio dois por mínimos quadrados de dois estágios, 2SLS), e;
- (c) calcular os resíduos do estágio dois, a fim de obter as estimativas dos erros da matriz de variância-covariância e, então, aplicar mínimos quadrados generalizados (GLS).

Dessa forma, os coeficientes estimados via 3SLS e 2SLS não diferem muito entre si, sendo às vezes comparados com as estimativas obtidas por intermédio de mínimos quadrados ordinários (produz um viés nos seus resultados). Portanto, as estatísticas  $t$ , pela técnica de mínimos quadrados de três estágios, serão todas maiores que as produzidas pela de dois estágios.

### 4.3 Examinando a Convergência do Capital Humano segundo SAB e SMITH (2002)

Existem boas razões para supor a existência de uma forte interação entre investimento em educação e saúde. Dessa forma, os autores consideram factível investigar uma convergência entre as variáveis saúde e capital humano educacional.

Assim, SAB e SMITH (2002), procurando examinar a convergência do capital humano para os 84 países selecionados, ajustaram os dados às seguintes equações:

$$\ln\left(\frac{edu_{i,90}}{edu_{i,75}}\right) = \beta_{01} + \beta_{11} \cdot \ln(edu_{i,75}) + \beta_{21} \cdot \ln(life_{i,75}) + e_{1,i} \quad (1)$$

$$\ln\left(\frac{life_{i,90}}{life_{i,75}}\right) = \beta_{02} + \beta_{12} \cdot \ln(edu_{i,75}) + \beta_{22} \cdot \ln(life_{i,75}) + e_{2,i} \quad (2)$$

onde, ambos os lados esquerdos das equações (1) e (2) representam, respectivamente, a diferença dos logaritmos dos indicadores de educação (média de anos de educação no total da população ou média de anos de educação secundária, dependendo da especificação) e a diferença dos logaritmos para saúde (expectativa de vida ou natalidade infantil, dependendo da especificação), para o período de 1970-1990, onde  $i$  denota o índice para o país.

Já, os lados direitos das equações correspondem aos valores iniciais do período de 1975, tomados como *proxies* para educação e saúde e,  $e$  corresponde ao termo erro na equação de regressão (1) e (2)<sup>99</sup>.

Estas equações foram estimadas conjuntamente usando 3SLS e os instrumentos são os valores de 1970 das variáveis do lado direito da equação. Os resultados foram gerados usando o procedimento 3SLS, exceto para as variáveis instrumentais, nas quais empregou-se os métodos GLS e SURE.

Utilizando o método 3SLS<sup>100</sup> para analisar empiricamente a convergência não condicional do capital humano, SAB e SMITH (2002) apresentam as seguintes conclusões:

- a) a análise do primeiro grupo de equações indica que o coeficiente inicial de anos de escolaridade,  $t_{yr}$ , é negativo e estatisticamente significativo ao nível de 1%, ao passo que o coeficiente inicial da expectativa de vida,  $life$ , também o é, mostrando uma convergência em cada variável;
- b) a velocidade de convergência para ambas variáveis indicam valores para  $\lambda$  de 0,023 (implicando que a variável move-se até a metade do estado estacionário em torno de 30 anos) e 0,010 (implicando que a variável move-se até a metade do estado estacionário em torno de 69 anos), respectivamente;
- c) nas equações que correspondem ao crescimento das variáveis  $t_{yr}$  e  $sur$  (taxa de natalidade infantil), os coeficientes são negativos e estatisticamente significativos em 1% e, a velocidade de convergência indica resultados similares ao da equação inicial (em torno de 30 anos);
- d) para a variável alternativa de educação,  $s_{yr}$ , elaborada por BARRO e LEE (2000)<sup>101</sup> e da expectativa de vida,  $life$ , ambas apresentam resultados negativos e significativos em 1%. Ambas variáveis, nesse caso, apresentam convergência não condicional e velocidade de convergência de aproximadamente 0,016 (em torno de 43 anos) e 0,010 (em torno de 69 anos), respectivamente; e,

---

<sup>99</sup> Na primeira estratégia de estimação Sab e Smith assumem que os estimadores serão iguais a zero, isto é,  $\beta_{12}=\beta_{21}=0$ .

<sup>100</sup> Nos resultados gerados pelo método 3SLS o autor usou o pacote chamado LIMDEP (SAB e SMITH, 2002, p.205).

<sup>101</sup> Denominado número médio de anos de escolaridade secundária da população adulta.

e) quando analisadas conjuntamente,  $s_{yr}$  e  $sur$ , mostram convergência ao nível de 1% e velocidade de convergência de 0,016 (dando uma “meia vida” estimada em 43 anos) e 0,20 (“meia vida” estimada em 35 anos), respectivamente.

O segundo grupamento de análises realizadas foram os testes de hipóteses de convergência do capital humano, os quais se referem aos efeitos conjuntos do capital humano (educação e saúde), sendo eles: (i) o condicionamento que a variável saúde possui sobre a educação inicial e (ii) o condicionamento do efeito que a educação possui sobre a saúde inicial.

Para isso, SAB e SMITH (2002) inseriram duas hipóteses em sua construção: (a) o capital humano educacional (saúde) crescerá mais rápido em países com baixo nível inicial de educação (saúde), após controlar os seus índices iniciais (saúde e educação) e (b) países com alto valor inicial de saúde (educação) terão maior taxa de crescimento condicional para educação (saúde).

A abordagem utilizada por SAB e SMITH (2002) para analisar os efeitos que o capital humano possui sobre educação e saúde, convergência dos insumos em uma função de produção agregada, é bastante similar à utilizada por COHEN (1996) ao longo da análise do crescimento médio de capital humano e físico por trabalhador, entre 1965-1985, para um conjunto de países selecionados.

Para este novo grupamento de análise empírica das variáveis acima citadas, os autores utilizaram o método 3SLS com variáveis instrumentais para descrever conjuntamente a convergência do capital humano. Dessa forma, estimaram a especificação completa dada pelas equações (1) e (2).

Seguindo os testes adicionais sugeridos por COHEN (1996) com o objetivo de investigar as evidências para o conjunto de convergência de capital humano, dado às condições tomadas em (1) e (2), tem-se<sup>102</sup>:

$$\beta_{11} + \beta_{22} < 0 \tag{3}$$

$$\beta_{11} \cdot \beta_{22} - \beta_{12} \cdot \beta_{21} > 0 \tag{4}$$

Com isso, o segundo conjunto de análise empírica fica definido seguindo as informações estruturadas pelas equações (1), (2), (3) e (4). Segue, abaixo, um

---

<sup>102</sup> Esses são apenas condições de estabilidade para o par de equações de diferença. Cohen as interpreta como sendo o caos no qual os recursos dos países pobres são apropriadamente aumentados ao longo dos anos e as dotações assintoticamente convergem para a dos países ricos (teste de convergência para um sistema de equações) (SAB e SMITH, 2002, p.207).

resumo das respostas obtidas ao longo da mensuração da convergência conjunta do capital humano para as variáveis média de anos total de escolaridade, média de anos de escolaridade secundária, expectativa de vida e natalidade infantil.

- f) os resultados alcançados para as variáveis  $t_{yr}$  e  $life$  são: negativo, positivo e estatisticamente significativo a 1%, indicando que os países que iniciam com um baixo nível de  $t_{yr}$  têm uma transição de crescimento condicional ao longo do tempo em suas economias e, um nível inicial maior de saúde, o que possibilita um crescimento do estoque da educação mais rápido; e,
- g) os resultados são consistentes com as hipóteses levantadas anteriormente (relação conjunta entre saúde e educação) e indicam a convergência do capital humano.

Segundo SAB e SMITH (2002, p.209) “o estoque de educação secundária pode ter um grande impacto sobre a melhora do nível médio de saúde do país se comparado à educação primária e a convergência pode-se estender para a expectativa de vida e para a taxa de natalidade”.

Estes resultados comprovam a inter-relação entre as variáveis ao longo do tempo, influenciando políticas governamentais que propiciem, no longo prazo, melhorar a qualidade de vida da população como um todo.

#### **4.4 A Convergência de Capital Humano para os Estados Brasileiros**

Seguindo o desenvolvimento teórico e as hipóteses propostas por SAB e SMITH (2001, 2002) referentes às variáveis escolaridade e expectativa de vida para os anos 1980, 1991 e 2000, os resultados encontrados para a análise do modelo de painel para a escolaridade estão descritas nesta seção.

A proposta inicial de analisar empiricamente os dados via método de mínimos quadrados de três estágios (3SLS) não foi conseguida, dada a existência de uma matriz quase singular nos dados. Dessa forma, utilizou-se do método de mínimos quadrados ordinário (OLS), com efeitos similares na investigação empírica.

De posse dos dados para o período de análise em questão, tomou-se as variáveis diferença do logaritmo da escolaridade ( $desc$ ), diferença do logaritmo da expectativa de vida ( $dev$ ), logaritmo da escolaridade ( $lesc$ ) e logaritmo da expectativa de vida ( $lev$ ) a fim de identificar como a convergência condicional e não condicional se apresentam empiricamente nos Estados.

$$\ln\left(\frac{esc_{i,90}}{esc_{i,75}}\right) = \beta_{01} + \beta_{11} \cdot \ln(esc_{i,75}) + \beta_{21} \cdot \ln(ev_{i,75}) + e_{1,i} \quad (1)$$

$$\ln\left(\frac{ev_{i,90}}{ev_{i,75}}\right) = \beta_{02} + \beta_{12} \cdot \ln(esc_{i,75}) + \beta_{22} \cdot \ln(ev_{i,75}) + e_{2,i} \quad (2)$$

onde, ambos os lados esquerdos das equações (1) e (2) representam, respectivamente, a diferença dos logaritmos dos indicadores de educação (média de anos de educação no total da população ou média de anos de educação secundária, dependendo da especificação) e a diferença dos logaritmos para saúde (expectativa de vida ou natalidade infantil) e  $i$  denota o índice para o estado.

De posse das variáveis *desc*, *dev*, *lesc91*, *lesc80*, *lev91* e *lev80*, estimou-se os resultados que indicam os efeitos das variáveis e suas inter-relações econômicas. A Tabela 4.1 apresenta os resultados básicos encontrados para a análise da convergência não condicional (incondicional) aplicadas ao modelo proposto por SAB e SMITH (2002).

**TABELA 4.1 – MODELO DE PAINEL PARA A ESCOLARIDADE**

Variável Dependente: DESC?		
Total de Observações: 27		
Variáveis	Coefficientes	Teste t
Constante	0.25201	16.49517
LESC91?	-0.242487	-10.03743
R <sup>2</sup> Ajustado	0.793241	
Erro padrão de regressão	0.012931	
Teste F	100.75	
Soma dos Quadrados dos Resíduos	0.00418	

Fonte: Dados da pesquisa - Programa Eviews 3.0

Obs.: os parâmetros são significativos a 1%.

Os resultados mostram que tanto a constante, quanto as variáveis dependentes, logaritmo neperiano da escolaridade, *lesc*, de 1991, foram significativas ao nível de 1%. Ainda, a regressão estimada pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (OLS), mostrou um R<sup>2</sup> ajustado superior a 0,79 (79% para o primeiro conjunto de dados), indicando um bom ajustamento dos dados à especificação proposta por SAB e SMITH (2002).

Com base nas informações disponibilizadas pela Tabela 4.1, foram calculados o coeficiente de “meia vida” e a velocidade de ajustamento. O coeficiente de “meia vida” foi de 24,96 anos.

Já os resultados da convergência não condicional para a expectativa de vida, não mostraram uma boa aderência dos dados, pois o  $R^2$  ajustado foi de apenas 0,367 (36,7% no período), conforme apresentado na Tabela 4.2. Entretanto, os coeficientes mostraram-se estatisticamente significativos ao nível de 1% de significância.

**TABELA 4.2 – MODELO DE PAINEL PARA A EXPECTATIVA DE VIDA – CONVERGÊNCIA INCONDICIONAL**

Variável Dependente: DEV?			
Total de Observações: 27			
Variáveis:	Coefficientes	Teste-t	
C	0.408498	4.310548	
LEV91?	-0.211559	-4.006512	
R <sup>2</sup> ajustado	0.366659		
Erro padrão de regressão	0.007303		
Teste F	16.05214		
Soma dos quadrados dos resíduos	0.001333		
Fonte: Dados da pesquisa - Programa Eviews 3.0			
Obs.: os parâmetros são significativos a 1%.			

Tomando-se as informações relativas aos coeficientes da especificação, conforme a Tabela 4.2, obtém-se um coeficiente de “meia vida” de 29,16 anos e uma velocidade de ajustamento (convergência) de 0,024 para o período, ressaltando-se a baixa aderência dos dados à especificação proposta por SAB e SMITH (2002).

**TABELA 4.3 – ESTIMAÇÃO PARA A CONVERGÊNCIA CONDICIONAL**

Variável Dependente: Método: GLS Total de Observações: 27	DESC (Cross Section Ponderado)		DEV (Cross Section Ponderado)	
	Coefficientes	Teste t	Coefficientes	Teste t
Variáveis				
Constante	0.466539	7.916528	0.339398	28.03688
LESC91	-0.21482	-24.1587	-0.01297	-3.492349
LEV91	-0.12947	-3.65692	-0.16885	-28.1344
R <sup>2</sup> ajustado	0.99998		0.999919	
Erro padrão da regressão	0.011417		0.006518	
Teste F	657774.1		160437.9	
Soma dos quadrados dos resíduos	0.003128		0.00102	

Fonte: Resultados da pesquisa - Programa Eviews 3.0

Obs.: os parâmetros são significativos a 1%.

Os resultados mostram a aderência dos dados à especificação do modelo de convergência condicional apresentados, conforme os coeficientes de determinação corrigidos na Tabela 4.3. Ainda, a significância estatística para os parâmetros propostos no sistema, conforme SAB e SMITH (2001, 2002) foram significativos ao nível de 1% de significância.

Logo, propõe-se que os parâmetros da convergência condicional, a saber:  $\beta_{11} + \beta_{22} < 0$ , onde o parâmetro  $\beta_{11}$  se refere à variável *lesc91* (para a estimativa do desvio da escolaridade) e o parâmetro  $\beta_{22}$  se refere à variável *lev91* (para a estimativa do desvio da expectativa de vida) sevem de fonte de análise na investigação.

Assim, como referenciado por COHEN (1996) e apresentado em SAB e SMITH (2001, 2002), a interpretação da análise da relação proposta ( $\beta_{11} + \beta_{22} < 0$ ), permite observar que a manutenção da convergência condicional é mantida nos países mais desenvolvidos e, também, corroborada para os Estados brasileiros.

Levando em consideração que para os países mais pobres, o período maior de ajustamento se verifica se comparado com a velocidade de convergência dos países mais ricos. Os resultados mostram um valor de  $-0,38$ , o que se adequa à proposta de convergência condicional.

No outro teste realizado para a convergência condicional, equações (3) e (4), ( $\beta_{11} \cdot \beta_{22} - \beta_{12} \cdot \beta_{21} > 0$ ), considerou-se: o parâmetro  $\beta_{11}$  se refere à variável *lesc91* (para a estimativa do desvio da escolaridade), o parâmetro  $\beta_{22}$  se refere à variável *lev91* (para a estimativa do desvio da expectativa de vida),  $\beta_{12}$  se refere à variável *lesc91* (para a estimativa do desvio da expectativa de vida) e o parâmetro  $\beta_{21}$  se refere à variável *lev91* (para a estimativa do desvio da escolaridade)

Com isso, mostra-se um resultado de convergência de aproximadamente 0,035 para o período analisado. Portanto, os resultados propõem uma boa adequação do modelo, pois ambos os testes responderam à hipótese proposta.

## 4.5 Considerações Finais

Analisando os dados e os resultados obtidos pela análise da convergência do capital humano brasileiro entre os estados o que se verifica é que avanços têm sido obtidos na área de educação, saúde e renda do país nos últimos anos. Entretanto, há a necessidade de diminuir a diferença de qualidade de vida entre as regiões mais ricas e as mais pobres. Principalmente entre os estados mais desenvolvidos (pertencentes as regiões Sudeste e Sul) e entre os menos

desenvolvidos (regiões Norte e Nordeste) advindo de políticas econômicas e sociais mal implementadas nas últimas décadas.

Dessa forma, este exercício serviu para despertar o interesse na verificação e acompanhamento das políticas econômicas e sociais implementadas pelos governos federais, estaduais e municipais ao longo dos anos na tentativa de reduzir as desigualdes sociais e econômicas presentes entre os estados brasileiros.

Com isso, ao detectar a afirmação de COHEN (1996) quanto as diferenças entre países mais pobres e ricos verificada em SAB e SMITH (2001, 2002), a interpretação que se pode apresentar para a análise da relação proposta ( $\beta_{11} + \beta_{22} < 0$ ), é quanto a manutenção da convergência condicional pelos estados mais desenvolvidos frente aos menos desenvolvidos. Assim, a mensuração para os estados nacionais é mostrada como resultante de um valor negativo de -0,38 se adequando à proposta de convergência condicional.

O outro teste para a convergência condicional, ( $\beta_{11} \cdot \beta_{22} - \beta_{12} \cdot \beta_{21} > 0$ ), mostra também uma convergência de aproximadamente 0,035 para o período nos estados nacionais adequando-se assim à hipótese inicialmente proposta no trabalho.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÃO

O capital humano, medido pela variável educação, apresenta por si só uma importância para o crescimento econômico, pois permite identificar a ascensão social e econômica que um indivíduo, um estado ou mesmo um país no longo prazo pode obter através da aquisição de mais anos de educação. No entanto, pode-se identificar na literatura de BARRO (1999a, 1999b), WOLF (2002) e EASTERLY (2004), dentre outros, que, sozinha, a variável capital humano não pode trazer prosperidade econômica e social para países através de mais crescimento econômico. Isto é, outras variáveis em conjunto como mais educação passam a influir no crescimento da renda dos países.

Dessa forma, os modelos da teoria de crescimento econômico, exógeno e endógeno, utilizados para a análise da relação capital humano e crescimento econômico são ambíguos, pois conduzem a respostas divergentes, de acordo com a análise empírica realizada para os Estados brasileiros. Mensuração esta implementada nos estados brasileiros através das formalizações de dados de painel ou de *cross-section* entre 1970 e 2001.

A variável capital humano, sozinha, pouco responde aos efeitos do crescimento de uma economia. Isto é, adicionada a outros insumos como capital físico, trabalho, progresso técnico e a outros fatores políticos (políticas educacionais de longo prazo, estabilidade políticas, dentre outros) tende-se a gerar externalidades positivas entre estas variáveis no longo prazo. BARRO (1999a, 1999b), JONES (2001), TEMPLE (2001), WOLF (2002), EASTERLY(2004) e outros, enfatizam que o agrupamento de outras variáveis à educação fortalece a análise do crescimento econômico dos países.

Seguindo as formulações para a variável capital humano (educação) apresentadas em KYRIACOU (1991), ISLAM (1995), KLENOW e RODRIGUEZ-CLARE (1997), OECD (1998), TEMPLE (1999a e 1999b), DE LA FUENTE e DONÉNECH (2000), entre outros, e os modelos de teoria de crescimento econômico, exógeno e endógeno, procurou-se mostrar que, empiricamente, as diferenças apresentadas estão embasadas nas formulações específicas de cada autor. Dessa forma, observou-se que o resultado final da relação capital humano e crescimento

econômico é bastante controverso. Contudo, o nível educacional é um fator importante para explicar o crescimento econômico observado, porém, sozinho, não responde positivamente seus questionamentos (educação) quanto ao crescimento econômico.

Para EASTERLY (2004, p.115-116) “apesar de todos os sentimentos nobres sobre a educação, foi decepcionante o retorno dado pela explosão educacional das últimas quatro décadas... a educação é mais uma fórmula mágica que nos frustrou, nessa busca pelo crescimento.”

Assim, através da apresentação da classificação internacional padrão de educação, proposta pela UNESCO, ISCED/1997, enfatiza-se a importância de uma padronização da variável, com o objetivo de favorecer comparações entre diferentes grupos amostrais e contribuindo para as análises comparativas e da evolução do capital humano entre os grupos ao longo dos anos.

A modelagem exógena e endógena de LAU *et al.* (1993), BENHABIB e SPIEGEL (1994) e de ANDRADE (1997), para a análise da relação das variáveis capital humano e crescimento econômico nos Estados brasileiros, mostram resultados díspares. Isto é, a modelagem exógena responde bem a análise da relação, enquanto que a endógena não apresenta respostas conclusivas para a mesma finalidade.

A análise dos mesmos modelos para os Estados brasileiros para o período 1970 a 2001, utilizando-se dos dados via método *cross-section* e de dados de painel, apresentam valores e sinais muito similares aos de ANDRADE (1997). Mesmo a contribuição da análise da educação e do crescimento econômico, via dados de painel (inserção da evolução e oscilação de diferenças) empregados no trabalho, não trouxeram resultados diferentes daqueles calculados através do método anterior.

Na estimação da convergência condicional dos Estados, os resultados mostram a aderência dos dados à especificação do modelo de convergência condicional, apresentando, conforme os coeficientes de determinação corrigidos e da significância estatística para os parâmetros propostos no sistema conforme SAB e SMITH (2002) foram significativos ao nível de significância especificados.

Dessa forma, conclui-se que as duas primeiras hipóteses levantadas no trabalho (análise dos enfoques endógenos e exógenos na análise da variável capital humano nos estados brasileiros e a variável capital humano sozinha apresenta muito

pouca representatividade para a mensuração do crescimento econômico dos estados nacionais) são refutadas ao analisar os resultados empíricos encontrados na amostra estudada. Tanto no período 1970 a 1995 por ANDRADE (1997) como para o período 1970 a 2001 (via *cross-section* e painel).

Quanto à terceira hipótese estudada, os resultados mostram um  $R^2$  corrigido superior a 0,79 indicando um bom ajustamento dos dados à especificação proposta para o painel de escolaridade enquanto que para a análise da expectativa de vida os dados não mostram uma boa aderência dos dados (convergência incondicional). No entanto, quando se verificam os resultados do modelo para a estimação da convergência condicional, os testes responderam bem à hipótese proposta.

Por fim, cabe lembrar que o assunto educação, capital humano e crescimento econômico não se esgota com este trabalho, haja visto a inesgotável fonte de novas informações e contribuições que ainda podem ser dadas ao assunto. Como por exemplo ao da absorção dos trabalhadores no mercado de trabalho via mensuração de suas qualificações e postos de trabalho (*overeducation* e *undereducation*), ao da redução da diferença do *gap* educacional entre os países mais desenvolvidos e os em desenvolvimento, quanto ao aprofundamento de estudos focados nos efeitos das políticas governamentais em educação e políticas governamentais como um todo no crescimento econômico dos países e regiões, bem como, a sua relação com *lobbies* e corrupção, dentre outros paralelos.

## BIBLIOGRAFIA

ABRAMOVITZ, M. Catching up, forging ahead, following behind. **The Journal of Economic History**, v.46, n.2, 1986.

AGHION, P.; HOWITT, P. **Endogenous growth theory**. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1998.

ANDRADE, M. V. Educação e crescimento econômico no Brasil: evidências empíricas para os estados brasileiros - 1970/1995. In: Encontro Nacional de Economia, 25., Recife, 1997. **Anais....** Recife: ANPEC, 1997.

BAHIA, C. Cidades gaúchas à frente contra o analfabetismo. **Jornal Zero Hora**, Porto Alegre, 5 de junho de 2003, p.41.

BALTAGI, B. H. **Econometric analysis of panel data**. New York: John Wiley & Sons, 1996.

BANDEIRA, A. C. **Reformas econômicas, mudanças institucionais e crescimento na América Latina**. Rio de Janeiro: BNDES, 2002.

BARRO, R. J. Inequality and growth in a panel of countries. **Journal of Economic Growth**, n.5, p.5-32, mar., 2000.

\_\_\_\_\_. Determinants of democracy. **Journal of Political Economy**, n.6, v.107, dez., 1999a.

\_\_\_\_\_. **Determinants of economic growth: a cross-country empirical study**. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1999b.

\_\_\_\_\_. Economic Growth in a cross section of countries. **Quarterly Journal of Economics**, v.106, n.2, p.407-33, may, 1991.

\_\_\_\_\_; LEE, J. W. **International data on educational attainment: updates and applications**. April, 2000. (CID Working Paper n.42). Disponível em: <http://www.cid.harvard.edu/cidwp/042.pdf>.

\_\_\_\_\_; LEE, J. W.. **Schooling quality in a cross section of countries**. Cambridge, Mass.: NBER, sep./1997. Disponível em: <http://www.nber.org>.

\_\_\_\_\_; LEE, J. W. International comparisons of educational attainment. **Journal of Monetary Economics**, v.32, n.3, p. 363-93, dec./1993.

\_\_\_\_\_; SALA-i-MARTIN, X.. **Economic growth**. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1999.

\_\_\_\_\_; SALA-i-MARTIN, X.. **Notes on growth accounting**, Cambridge, Mass.: NBER, 1998. Disponível em: <http://www.nber.org>.

\_\_\_\_\_ ; SALA-i-MARTIN, X. Economic growth in a cross section of countries. **Quarterly Journal of Economics**, v.106, p.407-43, may./1991.

BAUMOL, W. J. Productivity growth, convergence, and welfare: what the long-run data show. **American Economic Review**, v.76, p.1072-85, dec./1986.

BECKER, G. S. **Human capital: a theoretical and empirical analysis with special reference to education**. The University of Chicago Press, 1993, 390 p.

BENABOU, R. **Inequality and growth**. Cambridge, Mass.: NBER, jul., 1996. Disponível em: <http://www.nber.org>.

BENHABIB, J.; SPIEGEL, M. M. The role of human capital in economic development: evidence from aggregate cross-country data. **Journal of Monetary Economics**, v.34, p.143-73, 1994.

BERMAN, E.; BOUND, J.; GRILICHES, Z. Changes in the demand for skilled labor within U. S. manufacturing: evidence from the annual survey of manufactures. **Quarterly Journal of Economics**, v.109, p.367-98, 1994.

BILS, M.; KLENOW, P.J. **Does schooling cause growth or the way around?** Cambridge, Mass.: NBER, fev/1998. Disponível em: <http://www.nber.org>.

\_\_\_\_\_. **Quantifying quality growth**. Cambridge, Mass.: NBER, may, 2000. Disponível em: <http://www.nber.org>.

BIN XU. Multinacional enterprises, technology diffusion, and host country productivity growth. **Journal of Development Economics**, v.62, p.477-93, 2000.

BLANCHARD, O. **Macroeconomics**. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

BOND, E. W.; WANG, P. A general two-sector model of endogenous growth with human and physical capital: balanced growth and transitional dynamics. **Journal of Economic Theory**, n.68, p. 149-173, 1996.

CAIXETA, N. Educação. In: LAMOUNIER, B.; FIGUEIREDO, R. (Orgs.). **A era FHC: um balanço**. São Paulo: Cultura Editores Associados, 2002.

CARPENA, L.; OLIVEIRA, J. B. de. **Estimativa do estoque de capital humano para o Brasil: 1981 a 1999**. Brasília: IPEA, n.877, mai., 2002. (Texto para Discussão)

CASTRO, C. de M. A educação invisível. **Revista Veja**. São Paulo, 19 de junho de 2002.

CASTRO, J. A. **O Fundo de manutenção e desenvolvimento do ensino e valorização do magistério (FUNDEF) e seu Impacto no financiamento do ensino fundamental**. Brasília: IPEA, 1998, 46 p. (Texto para Discussão n. 604)

\_\_\_\_\_ ; MENEZES R. M. **Avanços e limites na gestão da política federal de ensino fundamental nos Anos 1990**. Brasília/ IPEA, 2003, 36 p. (texto para discussão n. 947)

CASTRO, E. de A.; TEIXEIRA, J. R. O investimento direto norte-americano e o crescimento da economia brasileira: 1963-1993. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 25., 1997. **Anais...** Anpec, 1997.

CAPOLUPO, R. Convergence in recent growth theories: a survey. **Journal Economic Studies**, v. 25, n. 6, p.496-537, 1998.

CHIANG, A C. **Elements of dynamic optimization**. Singapore: McGraw-Hill International Editions, 1992.

CHIU, W. H. Income inequality, human capital accumulation and economic performance. **The Economic Journal**, n.108, p. 44-59, 1998.

COHEN, D. Tests of the convergence hypothesis: some further results. **Journal of Economic Growth**, v.1, p.351-361, sep., 1996.

\_\_\_\_\_ ; SOTO, M. **Growth and human capital: good data, good results**. OECD Development Centre, Technical Papers, n.179, sep./2001.

CONCEIÇÃO, O. A. C. Continuidade, governabilidade e mudança: desafios de uma política de crescimento econômico. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística. **Carta de Conjuntura FEE**, ano 12, n.6, jun./2003.

**CONJUNTURA ECONÔMICA**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas. (vários anos).

DE LONG, J. B.; SUMMERS, L. H. How strongly do developing economies benefit from equipment investment?. **Journal of Monetary Economics**, v.32, n.3, p. 394-410, dec., 1993.

DENNY, K. **The effects of human capital on social capital: a cross-country analysis**. The Institute for Fiscal Studies-IFS, WP03/16, 2003.

DEVROYE, D.; FREEMAN, R. **Does inequality in skills explain inequality of earnings across advanced countries?**. Cambridge, Mass.: NBER, fev./2001. Disponível em: <http://www.nber.org>.

DE LA FUENTE, A.; DONÉNECH, R. **Human capital in growth regressions: how much difference does data quality make?**. Paris: OECD/OCDE, 2000 (Economics Department Working Paper n. 262- ECO/WKP(2000)35).

EASTERLY, W. **O espetáculo do crescimento: aventuras e desventuras dos economistas na incessante busca pela prosperidade nos trópicos**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

\_\_\_\_\_. **The quest for growth**. nov./1998. Disponível em: <http://www.worldbank.org/research/growth/notes>.

\_\_\_\_\_ et alli. **Policy, technology adoption and growth**. Cambridge, Mass.: NBER, mar./1993. Disponível em: <http://www.nber.org>.

**EDUCAÇÃO** no Brasil: 1995–2001. Brasília: Ministério da Educação, set., 2001, 41p. Disponível em: <http://www.mec.gov.br>.

FERREIRA, P. C.; ISSLER, J. V.; PESSOA, S. de A. Testing production functions used in empirical growth studies. Rio de Janeiro: FGV/EPGE **Ensaio Econômico**, n.507, out./2003.

GALOR, O.; TSIDDON, D. The distribution of human capital and economic growth. **Journal of Economic Growth**, v.2, n.1, p.93-124, mar., 1997.

GIANNINI, M. Accumulation and distribution of human capital: the interaction between individual and aggregate variables. **Regional Science and Urban Economics**, jul./1998.

GOULD, D. M.; RUFFIN, R. J. What determines economic growth? **Economic Review**, Second Quarter, p.25-40, 1993.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 1997.

GRIER, R. M. **How much does policy matter for growth?** Evidence from a panel of Latin American countries. (preliminary draft) [Mimeo]

GRILICHES, Z. **R&D, education, and productivity: a retrospective**. Harvard University Press, 2000.

\_\_\_\_\_. Education, human capital, and growth: a personal perspective. **Journal of Labor Economics**, v.15, n.1, p.s330-s345, jan., 1997.

\_\_\_\_\_. **Education, human capital, and growth: a personal perspective**. Cambridge, Mass.: NBER, jan., 1996. Disponível em: <http://www.nber.org>

\_\_\_\_\_. Estimating the returns to schooling: some econometric problems. **Econometrica**, n.1,v.45, p.1-22, jan., 1977.

\_\_\_\_\_. **Notes on the role of education in production functions and growth accounting**. Chicago: National Bureau of Economic Research, p.71-127, 1970.

\_\_\_\_\_; JORGENSEN, D. W. The explanation of productivity change. **Review of Economics Studies**, v.34, n.3, p.249-283, 1967.

GROSSMAN, G. M.; HELPMAN, E. **Innovation and growth: in the global economy**. Cambridge, MA: MIT Press, 1997.

GROTH, J. C. Human capital and europe's future. **European Business Review**, v.94, n.5, p. 20-27, 1994.

GUAITOLI, D. Human capital distribution, growth and convergence. **Research in Economics**, 54, p.331-350, 2000.

GUEDES, P. O futuro é a educação. **Revista Exame**. São Paulo, 8 de outubro de 1997.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 3. ed., São Paulo: Makron Books, 2000.

GUNDLACH, E. The economic growth of nations in the twentieth century. **Economics**, v.60, 1999.

HALL, R. E.; JONES, C. I. What have we learned from recent empirical growth research? Levels of economic activity across countries. **American Economic Review**, v.87, n.2, may./1997.

\_\_\_\_\_. **The productivity of nations**. Cambridge, Mass.: NBER, nov./1996. Disponível em: <http://www.nber.org>.

HAMILTON, J. D.; MONTEAGUDO, J. The argued Solow model and the productivity slowdown. **University da Califórnia: San Diego**, nov./1997. (Texto para Discussão)

HANSEN, P.; KNOELES, S. Human capital and returns to scale. **Journal Economic Studies**, v.25, n.2, p. 118-127, 1998.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. **Agricultural development: an international perspective**. Baltimore : Johns Hopkins University Press, 1985.

HILL, C. *et al.* **Econometria**. São Paulo: Ed. Saraiva, 2004.

HSIAO, C. **Analysis of panel data**. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro, 1970, 1980 e 2000. [vários anos]

ISLAM, N. Growth empirics: a panel data approach. **Quarterly Journal of Economics**. v.CX, n.4, nov./1995.

JOHNSTON, J.; DINARDO, J. **Métodos econométricos**. Portugal: McGraw-Hill, 2001. 573 p.

JONES, P. Are educated workers really more productive? **Journal of Development Economics**, v.64, p. 57-79, 2001.

JONES, C. I. **Introdução à teoria do crescimento econômico**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

JONES, C. I.. **Population and ideas: a theory of endogenous growth**. Cambridge, Mass.: NBER, nov./1997a. Disponível em: <http://www.nber.org>

\_\_\_\_\_. Convergence revisited. **Journal of Economic Growth**. v.2, p.131-153, jun., 1997b.

\_\_\_\_\_. Time series tests of endogenous growth models. **Quarterly Journal of Economics**. v.110, may., 1995b.

\_\_\_\_\_; WILLIAMS, J. C. Too much of a good thing? The economies of investment in R&D. **Journal of Economic Growth**, n.5, p.65-85, mar./2000.

JORGESON D L; FRAUMENI B M. Education and productivity growth in a marked economy. **Atlantic Economic Journal**. v. 21, p.1-25, 1993.

JUDSON, R. Economic growth and investment in education: how allocation matters. **Journal of Economic Growth**, v.3, n.4, dec./1998.

KANDIR, A. **O caminho do desenvolvimento**: do Brasil hiperinflacionário ao Brasil competitivo e solidário. São Paulo: Atlas Editora, 1998. 319p.

KENDRICK, J. **The formation and stocks of total capital**. New York: Columbia University Press/ National Bureau of Economic Research, 1976.

KING, J.; LEVINE, R. Capital fundamentalism: economic development and economic growth. **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**, 40, p.259-292, 1994.

KLENOW, P. J.; RODRIGUEZ-CLARE, A. The neoclassical revival in growth economics: has it gone too far? IN: BERNANKE, B. S.; ROTEMBERG, J. J. (eds.). **NBER Macroeconomic Annual**, p.73-113, 1997.

KYRIACOU, G. **Level and growth effects of human capital**: a cross-country study of the convergence hypothesis. New York, NY: C. V. STARR CENTER, working paper #91-26, may./1991. 29p.

LAHÓZ, A. Renda e consumo. In: LAMOUNIER, B.; FIGUEIREDO, R. (Orgs.). **A era FHC: um balanço**. São Paulo: Cultura Editores Associados, 2002, p.71-98.

LAU, L. J. *et al.* Education and economic growth: some cross-sectional evidence from Brazil. **Journal of Development Economics**, v.41, p.45-70, 1993.

\_\_\_\_\_. **Education and productivity in developing countries**: an aggregate production function approach. Washington: DC, The World Bank, Working Paper WPS 612, mar./1991.

LAU; L. J.; YOTOPOULOS, P. A. The meta-production function approach to technological change in the world agriculture. **Journal of Development Economics**. v. 31, 1989. p.241-69.

LEE, J-W; BARRO, R. J. Schooling quality in a cross-section of countries. **Economica**, v.68, p.465-488, 2001.

LEE, D. W.; LEE, T. H. Human capital and economic growth tests based on the international evaluation of educational achievement. **Economics Letters**, v.47, p.219-225, 1995.

LEONARD, D.; LONG, N. V. **Optimal control theory and static optimization in economics**. Cambridge: University Press, 1998.

LUCAS, R. E. Jr.. Making a miracle. **Econometrica**, n.2, v.61, mar./1993.

\_\_\_\_\_. Why doesn't capital flow from rich to poor countries? **American Economic Review**, n.80, p. 92-96, 1990.

\_\_\_\_\_. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, n.22, p.3-42, 1988.

MANKIW, N. G. The growth of nations. In: PERRY, G.; BRAINARD, W. (eds.). **Brookings Papers on Economic Activity**, v.1, p.275-310. Washington, D.C.: Brookings Institution, 1995.

\_\_\_\_\_; ROMER, D.; WEIL, D. N. A contribution to the empirics of economic growth. **Quarterly Journal of Economic**, p. 407-437, may./1992.

MANSKI, C. F. **Economic analysis of social interactions**. Cambridge, Mass.: NBER, mar., 2000. Disponível em: <http://www.nber.org>.

**MAPA DO ANALFABETISMO NO BRASIL**. Ministério da Educação: INEP, 2003. Disponível em: [www.inep.gov.br/estatisticas/analfabetismo](http://www.inep.gov.br/estatisticas/analfabetismo).

MARJIT, S.; BELADI, H. Technology adoption and LDC firms. **Research in Economics**, 53, p.421-429, 1999.

MARQUES, L. D. **Modelos dinâmicos com dados em painel: revisão da literatura**. Portugal: Faculdade de Economia do Porto, out./2000. [texto de aula]

MARTINE, G. A evolução espacial da população brasileira. In: AFFONSO, R. B. A.; SILVA, P. L. B. (Orgs.) **Federalismo no Brasil: desigualdades regionais e desenvolvimento**. São Paulo: FUNDAP, p.61-92, 1995.

MENEZES FILHO, N. A.; RODRIGUES Jr., M. Abertura, tecnologia e qualificação: evidências para a manufatura brasileira. IN: **Workshop de Liberalização Comercial e Mercado de Trabalho no Brasil**, Brasília, abr./2001.

MUKHERJEE, C. *et al.* **Econometrics and data analysis for developing countries**. London: Routledge, 1998.

MULLIGAN, C. B. Galton versus the human capital approach to inheritance. **Journal of Political Economy**, n.6, part 2, v.107, dec./1999.

MULLIGAN, C. B.; SALA-i-MARTIN, X. Transitional dynamics in two-sector models of endogenous growth. **Quarterly Journal of Economic**, p. 739-773, aug./1993.

NASSIF, L. Política macroeconômica e ajuste fiscal. In: LAMOUNIER, B.; FIGUEIREDO, R. (Orgs.). **A era FHC: um balanço**. São Paulo: Cultura Editores Associados, 2002, p.39-70.

NELSON, R.R.; PACK, H. The Asian miracle and modern growth theory. **The Economic Journal**, n. 109, p.416-436, jul./ 1999.

NELSON, R. R.; PHELPS, E. S. Investment in humans, technological, diffusion and economic growth. **American Economic Review**, v.56, n.2, p. 69-82, 1966.

NERI, M. O retorno do bolsa-escola. Rio de Janeiro: **Conjuntura Econômica/FGV**, n.3, p.58-59, março de 2003.

NEHRU, V. *et al.* A new database on human capital stock in developing and industrial countries: sources, methodology, and results. **Journal of Development Economics**, v.46, p.379-401, 1995.

NONNEMAN, W.; VANHOUDT, P. A further argumentation of the Solow model and the empirics of economic growth for OECD countries. **Quarterly Journal of Economic**, aug./1996.

OECD. **Human capital investment**: an international comparison. OECD: Centre for Educational Research and Innovation. 1998.

OLIVEIRA, F. **O capital humano rende o dobro**. Rio de Janeiro: FGV Editora, *Conjuntura Econômica*, n.3, mar./2002a, p.48-53.

OLIVEIRA, R. Emprego. IN: LAMOUNIER, B.; FIGUEIREDO, R. (Orgs.). **A era FHC**: um balanço. São Paulo: Cultura Editores Associados, 2002b, p.99-136.

O'NEILL, D. Education and income growth: implications for cross-country inequality. **Journal of Political Economy**, n.6, v.103, p.1289-1301, dec./1995.

PACK, H.; WESTPHAL, L. E. Industrial strategy and technological change: theory versus reality. **Journal of Development Economics**, n.22, p.87-128, 1986.

PAES DE BARROS, R.; MENDONÇA, R. **Investimentos em educação e desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: IPEA, TD n. 525, nov./ 1997. 10p [texto para discussão]

PESSÔA, S. de A.; BARELLI, P. **Inada conditions imply that production function must be asymptotically cobb-douglas**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, fev./2003. [texto Discussão]

PETRAKIS, P. E.; STAMATAKIS, D. Growth and educational levels: a comparative analysis. **Economics of Education Review**, n.21, p. 513-521, 2002.

PORTO JÚNIOR, S. da S. **Dinâmica de crescimento e convergência de renda per capita no Brasil**: o caso da região sul. Porto Alegre, 2000. Tese (Doutorado em Economia) – Programa de Pós Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PRITCHETT, L. **Where has all the education gone?** Washington: DC., The World Bank, 21 december of 1997.

\_\_\_\_\_. Divergence, big time. **Journal of Economic Perspective**, v.11, n.3, p.3-17, 1997.

PSACHAROPOULOS, G.; ARRIAGADA, A. M. **The educational attainment of the labor force**: na international comparison, or moving beyond enrollment ratios for assessing priorities in educational investment. Wasington: DC, The World Bank, 1986. (Education and Training Department Report 38).

QUAH, D. Empirics for growth and distribution: stratification, polarization and convergence clubs. **Journal of Economic Growth**, v.2, n.1, p. 27-60, mar./1997.

RAUCH, J. E. Productivity gains from geographic concentration of human capital: evidence from the cities. **Journal of Urban Economics**, n.34, p.380-400, 1993.

REBELO, S. **The role of knowledge and capital in economic growth**, 1998. Disponível em <http://www.worldbank.org/research/growth/pdffiles/rebtext.pdf>.

REBELO, S.. **Long run policy analysis and long run growth**. Cambridge, Mass.: NBER, abr./1990. Disponível em: <http://www.nber.org>.

REINERT, E. S. The role of the state in economic growth. **Journal of Economic Studies**, v.26, n. 4/5, p. 268-326, 1999.

REINHARDT, N.; PERES. W. Latin america's new economic model: micro responses and economic restructuring. **World Development**, v.28, n.9, pp.1543-66, 2000.

RIVERA-BATIZ, L. A; ROMER, P. M.. Economic integration and endogenous growth. **The Quarterly Journal of Economics**, MIT Press, v.106, n.2, p.531-55, May, 1991.

ROBINSON, P. M. Best nonlinear three-stage least squares estimation of certain econometric models. **Econometrica**, v.59, n.3, p.755-786, may., 1991.

ROMER, P. M. The origins of endogenous growth. **Journal of Economic Perspectives**, v.8, n.1, p. 3-22, 1994.

\_\_\_\_\_. Idea gaps and object in economic development. **Journal of Monetary Economics**, v.32, n.3, p. 543-573, dec./1993.

\_\_\_\_\_. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, v.98, p.71-102, oct./1990.

\_\_\_\_\_. Capital accumulation in the theory of long-run growth. In: **BARRO, R. J. Modern business cycle theory**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1989.

\_\_\_\_\_. **Human capital and growth**: theory and evidence. Cambridge, Mass.: NBER, nov./1989. Disponível em: <http://www.nber.org>.

\_\_\_\_\_. Growth based on increasing returns due to specialization. **AEA Papers and Proceedings**, v.77, n.2, p. 56-66, may./1987.

\_\_\_\_\_. Increasing returns and long-run growth. **Journal of Political Economy**, v.94, n.5, p.1002-1037, 1986.

ROMER, D. **Advanced macroeconomics**. New York: McGraw-Hill, 2001.

ROTEMBERG, J. J.; SALONER, G. Competition and human capital accumulation: a theory of interregional specialization and trade. **Regional Science and Urban Economics**, v.30, p.373-404, 2000.

SAB, R.; SMITH, S. C. Human capital convergence: a joint estimation approach. **International Monetary Fund**, IMF Staff Papers, v.49, n.2, 2002.

\_\_\_\_\_. Human capital convergence: international evidence. **International Monetary Fund**, 2001. (Working Paper 01/32).

SALA-i-MARTIN, X. X. **Lecture notes on economic growth (I)**: introduction to the literature and neoclassical models. Cambridge, Mass.: NBER, dec./1990. Disponível em: <http://www.nber.org>.

\_\_\_\_\_. **Lecture notes on economic growth (II)**: five prototype models of endogenous growth. Cambridge, Mass.: NBER, dec./1990. Disponível em: <http://www.nber.org>.

SAMUELSON, R. J. Estímulo para estudar. **Revista Exame**. São Paulo, 8 de outubro de 1997.

SCHERER, F. M. **New perspectives on economic growth and technological innovation**. Washington, DC.: Brooking Institution Press, 1999.

SCHULTZ, T. W. **O capital humano**: investimento em educação e pesquisa. Rio de Janeiro: Ed. Zahar, 1973.

\_\_\_\_\_. Investment in human capital. **American Economic Review**, v.59, n.1, p.1-17, 1961.

Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL). Government of Mexico. **Programa de Educación, Salud y Alimentación (PROGRESA)**, 2001. [available on the web at <http://www.progresagob.mx>].

SIMON, C. J. Human capital and metropolitan employment growth. **Journal of Urban Economics**, n.43, p. 223-243, 1998.

SIMON, C. P.; BLUME, L. **Mathematics for economists**. New York: Norton & Company, 1994.

SMITH, D. M. Neoclassical growth models and regional growth in the U. S.. **Journal of Regional Science**, v.15, n.2, p.165-181, 1975.

SOLOW, R. M. **Growth theory**: an exposition. New York: Oxford University Press, 2000.

\_\_\_\_\_. A contribution to the theory of economic growth. **Quarterly Journal of Economics**, n.70, v.1, p.65-94, feb./1956.

STOKEY, N. L. Human capital, product quality, and growth. **Quarterly Journal of Economics**, p. 587-616, may/1991.

SYLWESTER, K. Income inequality, education expenditures, and growth. **Journal of Development Economics**, v.63, p.379-398, 2000.

TEMPLE, J. Heterogeneity and the growth process generalizations that aren't? evidence on education and growth. **European Economic Review**, 45, p.905-918, 2001.

\_\_\_\_\_. **Growth effects of education and social capital in the OECD**. University of Oxford: Nuffield College, UK, abr./2000. (internet)

\_\_\_\_\_. The new growth evidence. **Journal of Economic Literature**, p.122-156, mar.1999a.

\_\_\_\_\_. A positive effect of human capital on growth. **Economics Letters**, v. 65, p.131-134, mar.1999b.

\_\_\_\_\_; VOTH, H. J. Human capital, equipment investment and industrialization. **European Economic Review**, n.42, p. 1343-1362, 1998.

UNDP (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). **Relatório de desenvolvimento humano 2004**. 2004. Disponível em: <http://hdr.undp.org/2004>.

UNDP (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). **Relatório de desenvolvimento humano 2001**. 2001. Disponível em: <http://www.undp.org/hdr2001>.

UNESCO - UNESCO INSTITUTE FOR STATISTICS. **Regional adult illiteracy and population by Gender**. Jul./2002. Disponível em: <http://www.unesco.org/statistics>.

UNESCO – UNITED NATIONS EDUCATIONAL SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. **International Standard Classification of Education**. Sashington: UNESCO, ISCED 1997, nov./1997.

VANHOUDT, P. Are public and private outlays for physical and knowledge capital accumulation equally productive? **Applied Economics**, n.31, p. 1401-1410, 1999.

WEISS, A. Human capital vs. Signalling explanations of wages. **Journal of Economic Perspectives**, v.9, n.4, p.133-154, 1995.

WOLF, A. **Does education matter?** myths about education and economic growth. London: Penguin Books, 2002.

WOLFF, E. N. Human capital investment and economic growth: exploring the cross-country evidence. **Structural Change and Economic Dynamics**, n.11, p.433-472, 2000.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross section and panel data.** Cambridge, Mass.: MIT Press, 2001.

YOUNG, A.. The tyranny of numbers: confronting the statistical realities of the East Asian growth experience. **Quarterly Journal of Economics**, 110, p. 641-680, 1995.

\_\_\_\_\_. Substitution and complementarity in endogenous innovation. **Quarterly Journal of Economic**, p. 775-807, aug./1993.

## ANEXOS

- ANEXO A – FORMULAÇÃO MATEMÁTICA DO MODELO DE SOLOW (1956) APRESENTADO EM MRW (1992)
- ANEXO B – OBTENÇÃO DA EQUAÇÃO (2) - PRODUTO POR TRABALHADOR APRESENTADO EM KRC (1997, p.76)
- ANEXO C – OBTENÇÃO DA EXPRESSÃO (6) DE KRC (1997, p.83) USADA PARA A MENSURAÇÃO EMPÍRICA DE MRW<sub>3</sub>
- ANEXO D – ANALFABETISMO EM QUEDA - 1900 A 2000
- ANEXO E – TAXAS DE ESCOLARIZAÇÃO E DE ATENDIMENTO POR NÍVEL DE ENSINO – 1994/1999
- ANEXO F - NÚMERO MÉDIO DE ANOS DE ESTUDOS POR REGIÃO – 1980/2001
- ANEXO G - RESULTADOS DO MODELO DE LAU et al. (1993) PARA CROSS SECTION - 1970
- ANEXO H - RESULTADOS DO MODELO DE LAU et al. (1993) PARA CROSS SECTION - 1980
- ANEXO I - RESULTADOS DO MODELO DE LAU et al. (1993) PARA CROSS SECTION – 1995
- ANEXO j - RESULTADOS DO MODELO DE LAU et al. (1993) PARA CROSS SECTION – 1999
- ANEXO K - RESULTADOS DO MODELO DE LAU et al. (1993) PARA CROSS SECTION - 2001
- ANEXO L - RESULTADOS DO MODELO DE BENHABIB e SPIEGEL (1994) PARA CROSS SECTION – 1980
- ANEXO M - RESULTADOS DO MODELO DE BENHABIB e SPIEGEL (1994) PARA CROSS SECTION – 1995
- ANEXO N - RESULTADOS DO MODELO DE BENHABIB e SPIEGEL (1994) PARA CROSS SECTION – 1999
- ANEXO O - RESULTADOS DO MODELO DE BENHABIB e SPIEGEL (1994) PARA CROSS SECTION – 2001

## ANEXO A

### FORMULAÇÃO MATEMÁTICA DO MODELO DE SOLOW (1956) APRESENTADO EM MRW (1992)

$$k = K / AL \dots\dots\dots (1)$$

$$L(t) = L(0).e^{nt} \dots\dots\dots (2)$$

$$A(t) = A(0).e^{gt} \dots\dots\dots (3)$$

Para a obtenção do estoque de capital por unidades de trabalho efetivo aplica-se,  $k = K / AL$  ..... (3a)

O mesmo procedimento pode ser feito para o produto,  $y = Y / AL$  ..... (3b)

$$\dot{k}(t) = s.y(t) - (n + g + \delta).k(t) \text{ que é o mesmo que } \dot{k}(t) = s.k(t)^\alpha - (n + g + \delta).k(t) \dots\dots\dots (4)$$

$$k^* = [s / (n + g + \delta)]^{\frac{1}{1-\alpha}} \dots\dots\dots (5)$$

Substituindo (5) em (1) e tomando logaritmo da expressão temos:

$$\frac{Y(t)}{L(t)} = \frac{K(t)^\alpha A(t)^{1-\alpha} L(t)^{1-\alpha}}{L(t)} \dots\dots\dots (5a)$$

$$\frac{Y(t)}{L(t)} = \frac{K(t)^\alpha A(t)^{1-\alpha}}{L(t)L(t)^{\alpha-1}} \dots\dots\dots (5b)$$

$$\frac{Y(t)}{L(t)} = \frac{K(t)^\alpha A(t)^{1-\alpha}}{L(t)^\alpha} \dots\dots\dots (5c)$$

$$\frac{Y(t)}{L(t)} = \frac{K(t)^\alpha A(t)^{1-\alpha} A(t)^\alpha}{L(t)^\alpha A(t)^\alpha} \dots\dots\dots (5d)$$

$$\frac{Y(t)}{L(t)} = \frac{K(t)^\alpha A(t)}{(L(t)A(t))^\alpha} \dots\dots\dots (5e)$$

$$\frac{Y(t)}{L(t)} = k(t)^\alpha A(t) \dots\dots\dots (5f)$$

$$\frac{Y(t)}{L(t)} = [s / (n + g + \delta)]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} . A(0)e^{gt} \dots\dots\dots (5g)$$

$$\ln\left[\frac{Y(t)}{L(t)}\right] = \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s) - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n+g+\delta) + \ln A(0) + gt \dots\dots\dots (6)$$

Para a obtenção da equação final que mostra o crescimento da renda como função dos determinantes do estado estacionário e da renda inicial tem-se que implementar os seguintes passos:

Primeiro a conjugação da expressão abaixo com a que prediz a velocidade de convergência (MRW, 1992, p.422-423), apresentam as seguintes contas:

$$\ln\left[\frac{Y(t)}{L(t)}\right] = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha + \beta}{1-\alpha - \beta} \ln(n+g+\delta) + \frac{\alpha}{1-\alpha - \beta} \ln(s_k) + \frac{\beta}{1-\alpha - \beta} \ln(s_h) \dots\dots (6')$$

$$\frac{d \ln(y(t))}{dt} = \lambda [\ln(y^*) - \ln(y(t))] \dots\dots\dots (7)$$

onde  $\lambda = (n+g+\delta).(1-\alpha-\beta)$

Regredindo a taxa de convergência chega-se:

$$\ln(y(t)) = (1 - e^{-\lambda t}).\ln(y^*) + e^{-\lambda t}.\ln(y(0)) \dots\dots\dots (8)$$

onde  $y(0)$  é a renda inicial por trabalho efetivo e subtraindo  $\ln(y(0))$  de ambos os lados e substituindo para  $y^*$ , chega-se a equação final.

$$\ln(y(t)) - \ln(y(0)) = (1 - e^{-\lambda t}).\frac{\alpha}{1-\alpha - \beta} \ln(s_k) + (1 - e^{-\lambda t}).\frac{\beta}{1-\alpha - \beta} \ln(s_h) - (1 - e^{-\lambda t}).\frac{\alpha + \beta}{1-\alpha - \beta} \ln(n+g+\delta) - (1 - e^{-\lambda t}) \ln(y(0)) \dots\dots\dots (9)$$

## ANEXO B

### OBTENÇÃO DA EQUAÇÃO (2)- PRODUTO POR TRABALHADOR APRESENTADO EM KRC (1997, p.76)

$$Y = K^\alpha H^\beta (AL)^{1-\alpha-\beta} \dots\dots\dots (1)$$

Multiplicando ambos os lados por  $Y^{-\alpha-\beta}$  ,

$YY^{-\alpha-\beta} = Y^{-\alpha-\beta} K^\alpha H^\beta (AL)^{1-\alpha-\beta}$  e reordenando a expressão teremos,

$$Y^{1-\alpha-\beta} = \frac{K^\alpha . H^\beta}{Y^{\alpha+\beta}} . (AL)^{1-\alpha-\beta} \dots\dots\dots (1a)$$

$$Y^{1-\alpha-\beta} = \left(\frac{K}{Y}\right)^\alpha . \left(\frac{H}{Y}\right)^\beta . (AL)^{1-\alpha-\beta} \dots\dots\dots (1b)$$

$$Y^{1-\alpha-\beta} / L^{1-\alpha-\beta} = A^{1-\alpha-\beta} . (K/Y)^\alpha . (H/Y)^\beta \dots\dots\dots (1c)$$

$$\left(\frac{Y}{L}\right)^{1-\alpha-\beta} = A^{1-\alpha-\beta} . (K/Y)^\alpha . (H/Y)^\beta \dots\dots\dots (1d)$$

$$Y/L = A . (K/Y)^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} . (H/Y)^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}} \dots\dots\dots (1e)$$

$$\frac{Y}{L} = A . \left(\frac{K}{Y}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} . \left(\frac{H}{Y}\right)^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}} = A.X \dots\dots\dots (2)$$

## ANEXO C

### OBTENÇÃO DA EXPRESSÃO (6) DE KRC (1997, p.83) USADA PARA A MENSURAÇÃO EMPÍRICA DE MRW<sub>3</sub>

Combinando as equações (2), (4) e (5) obtêm-se (6),

$$H_Y / Y = (L_Y / L) \cdot (H / Y) = (L_Y / L) \cdot (I_H / Y) / (n + g + \delta)$$

Reordenando (5) em (4):

$$H_Y / Y = [(L_Y / L) / (n + g + \delta)] \cdot (K_H / Y)^{1-\phi-\lambda} \cdot (H_H / Y)^\phi \cdot (AL_H / Y)^\lambda$$

Agora, para a obtenção de (6) basta substituir A usando (2) com  $H_Y / Y$  e  $K_Y / Y$ , usando as expressões  $K_H / Y = (L_H / L_Y) \cdot (K_Y / Y)$  e  $H_H / Y = (L_H / L_Y) \cdot (H_Y / Y)$ .

Assim, chega-se a expressão (6) que é:

$$\frac{H_Y}{Y} = \left( \frac{L_H / L}{n + g + \delta} \right)^{1/[1-\phi+\lambda\beta/(1-\alpha-\beta)]} \left( \frac{K_Y}{Y} \right)^{[1-\phi-\lambda(1-\beta)/(1-\alpha-\beta)]/[1-\phi+\lambda\beta/(1-\alpha-\beta)]} \dots\dots\dots (6)$$

## ANEXO D

### ANALFABETISMO EM QUEDA – 1900 A 2000

ANALFABETISMO NO BRASIL*			
Ano	POPULAÇÃO**	Analfabetos**	Taxa (%)
1900	9,728	6,348	65,3
1920	17,564	11,409	65
1940	23,648	13,269	56,1
1950	30,188	15,272	50,6
1960	40,233	15,964	39,7
1970	53,633	18,1	33,7
1980	74,6	19,356	25,9
1991	94,891	18,682	19,7
2000	119,533	16,295	13,6

\* Na faixa de 15 anos ou mais - \*\*Em milhões.

Fonte: BAHIA, 2003. p.41.

## ANEXO E

### TAXAS DE ESCOLARIZAÇÃO E DE ATENDIMENTO POR NÍVEL DE ENSINO – 1994/1999

Brasil						
ANO	TAXA DE ESCOLARIZAÇÃO				TAXA DE ATENDIMENTO	
	ENSINO FUNDAMENTAL		ENSINO MÉDIO		7 A 14 ANOS	15 A 17 ANOS
	BRUTA	LÍQUIDA	BRUTA	LÍQUIDA		
1994	110.2	87.5	47.6	20.8	92.7	68.7
1999	130.5	95.4	74.8	32.6	97.0	84.5

Fonte: MAPA (2003), MEC/INEP.

## ANEXO F

### NÚMERO MÉDIO DE ANOS DE ESTUDOS POR REGIÃO – 1980/2001

Região	1980	1990	1995	1996	2001
Centro-Oeste	-	-	5,7	6,0	6,2
Norte	-	-	5,5	5,8	5,8
Nordeste	2,2	3,3	4,1	4,4	4,7
Sul	3,9	5,1	6,0	6,3	6,6
Sudeste	4,4	5,7	6,2	6,6	6,7

Fonte: CAIXETA (2002, p.554) e PNAD-IBGE (2001).

## ANEXO G

### RESULTADOS DO MODELO LAU *et al.* (1993) PARA CROSS SECTION - 1970

Variável Dependente: LY?

Método: Pooled Least Squares	PLS 1970		PLS 1970		Modelo Ponderado 1970		Modelo Ponderado 1970	
Ano								
Variável	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t
C	1,837002	<b>2,78770</b>	1,837002	<b>2,787708</b>	1,939922	11,82215	1,939922	11,82215
LGW?	0,040677	<b>1,14942</b>	0,040677	<b>1,149429</b>	0,042719	3,757393	0,042719	3,757393
LL?	0,90801	15,8507	0,90801	15,85076	0,900411	60,43163	0,900411	60,43163
LH?	1,174225	12,7125	n.a	n.a	1,17292	59,58332	n.a	n.a
(1- C(2) -C(3))*LH?	n.a	n.a	20,64772	12,71253	n.a	n.a	22,85813	59,58332
R <sup>2</sup> ajustado	0,987844		0,987844		0,999999 <sup>103</sup>		0,999999	
Teste-F	596,9123		596,9123		5970306		5970306	
Soma dos Quadrados dos Resíduos	0,633766		0,633766		0,576366		0,576366	

#### Testes de Hipóteses

Teste Wald: modelo sem ponderação

Hipótese Nula:	C(4)=0		
Teste-F	161,6085	Probabilidade	0
Qui <sup>2</sup>	161,6085	Probabilidade	0
Hipótese Nula:	C(2)+C(3)+C(4)=1		
Teste-F	118,626	Probabilidade	0
Qui <sup>2</sup>	118,626	Probabilidade	0

Teste Wald: modelo com ponderação

Hipótese Nula:	C(4)=0		
Teste-F	3550,172	Probabilidade	0
Qui <sup>2</sup>	3550,172	Probabilidade	0
Hipótese Nula:	C(2)+C(3)+C(4)=1		
Teste-F	3186,853	Probabilidade	0
Qui <sup>2</sup>	3186,853	Probabilidade	0

<sup>103</sup> O R<sup>2</sup> ajustado pode se referir como sendo uma aderência dos dados.

## ANEXO H

### RESULTADOS DO MODELO LAU *et al.* (1993) PARA CROSS SECTION - 1980

Variável Dependente: LY?

Método: Pooled Least Squares

Observações incluídas: 1

Total de obs. painel 23

ano Variável	PLS 1980		PLS 1980		Modelo Ponderado 1980		Modelo Ponderado 1980	
	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t
C	1,083517	<b>1,424396</b>	1,083517	<b>1,424396</b>	1,063425	9,038014	1,063425	9,038014
LGW?	0,060359	<b>1,314717</b>	0,060359	<b>1,314717</b>	0,049946	4,642931	0,049946	4,642931
LL?	0,946315	13,68562	0,946315	13,68562	0,953315	76,036	0,953315	76,036
LH?	1,311064	10,08006	n.a	n.a	1,299448	43,60955	n.a	n.a
(1-C(2)-C(3))*LH?	n.a.	n.a	-196,4294	-10,08006	n.a	n.a	-194,689	-43,60955
R <sup>2</sup> ajustado	0,985658		0,985658		0,999999		0,999999	
Teste-F	504,992		504,992		5820975		5820975	
Soma Quadrados Resíduos	0,691575		0,691575		0,523032		0,523032	

#### Testes de Hipóteses

Teste Wald: modelo sem ponderação

Hipótese Nula	C(4)=0		
Teste-F	101,6076	Probabilidade	0
Qui <sup>2</sup>	101,6076	Probabilidade	0

Hipótese Nula	C(2)+C(3)+C(4)=1		
Teste-F	91,69425	Probabilidade	0
Qui <sup>2</sup>	91,69425	Probabilidade	0

Teste Wald: modelo com ponderação

Hipótese Nula	C(4)=0		
Teste-F	1901,793	Probabilidade	0
Qui <sup>2</sup>	1901,793	Probabilidade	0

Hipótese Nula	C(2)+C(3)+C(4)=1		
Teste-F	2379,109	Probabilidade	0
Qui <sup>2</sup>	2379,109	Probabilidade	0

## ANEXO I

### RESULTADOS DO MODELO LAU *et al.* (1993) PARA CROSS SECTION - 1995

Variável Dependente: LY?

Método: Pooled Least Squares

Observações incluídas: 1

Total de obs. do painel 23

Ano	PLS 1995		PLS 1995		Modelo Ponderado 1995		Modelo Ponderado 1995	
	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t
Variável								
C	-1,29076	<b>-1,088366</b>	-1,29076	<b>-1,088366</b>	-1,30817	-4,442157	-1,30817	-4,442157
LGW?	0,076537	<b>1,330675</b>	0,076537	<b>1,330675</b>	0,09136	6,691095	0,091356	6,691095
LL?	0,90515	9,02267	0,90515	9,02267	0,89885	35,79757	0,898851	35,79757
LH?	2,895166	10,19483	n.a	n.a	2,89437	51,47215	n.a	n.a
(1-C(2)-C(3))*LH?	n.a	n.a	158,0886	10,19483	n.a	n.a	158,0453	51,47215
R <sup>2</sup> -ajustado	0,972771		0,972771		0,999984		0,999984	
Teste-F	262,9831		262,9831		455397,1		455397,1	
Soma Quadrados Resíduos	1,030119		1,030119		0,815913		0,815913	

#### Testes de Hipóteses

Teste Wald: modelo sem ponderação

Hipótese Nula: C(4)=0

Teste-F 103,9347 Probabilidade 0

Qui<sup>2</sup> 103,9347 Probabilidade 0

Hipótese Nula: C(2)+C(3)+C(4)=1

Teste-F 97,24189 Probabilidade 0

Qui<sup>2</sup> 97,24189 Probabilidade 0

## ANEXO J

### RESULTADOS DO MODELO LAU *et al.* (1993) PARA CROSS SECTION - 1999

Variável Dependente: LY?

Método: Pooled Least Square

Total de obs do painel 23

Ano	PLS 1999		PLS 1999		Modelo Ponderado 1999		Modelo Ponderado 1999	
	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t
Variável								
C	-0,593339	<b>-0,326321</b>	-0,593339	<b>-0,326321</b>	-1,190851	<b>-2,628083</b>	-1,190851	<b>-2,628083</b>
LGW?	0,063083	<b>0,677798</b>	0,063083	<b>0,677798</b>	0,055636	2,926047	0,055636	2,926047
LL?	0,901868	5,811175	0,901868	5,811175	0,924777	30,51044	0,924777	30,51044
LH?	2,391543	5,672419	n.a	n.a	2,595243	26,38691	n.a	n.a
(1-C(2)-C(3))*LH?	n.a	n.a	122,1026	5,672419	n.a	n.a	74,04576	26,38691
R <sup>2</sup> ajustado	0,936064		0,936064		0,999993		0,999993	
Teste-F	108,3644		108,3644		1074435		1074435	
Soma Quadrados Resíduos	2,377754		2,377754		1,569247		1,569247	

#### Testes de Hipóteses

Teste Wald: modelo sem ponderação

Hipótese Nula: C(4)=0

Teste-F 32,17634 Probabilidade 0,000018

Qui<sup>2</sup> 32,17634 Probabilidade 0

Hipótese Nula: C(2)+C(3)+C(4)=1

Teste-F 30,03748 Probabilidade 0,000027

Qui<sup>2</sup> 30,03748 Probabilidade 0

Teste Wald: modelo com ponderação

Hipótese Nula: C(4)=0

Teste-F 696,269 Probabilidade 0

Qui<sup>2</sup> 696,269 Probabilidade 0

Hipótese Nula: C(2)+C(3)+C(4)=1

Teste-F 580,6919 Probabilidade 0

Qui<sup>2</sup> 580,6919 Probabilidade 0

## ANEXO K

### RESULTADOS DO MODELO LAU *et al.* (1993) PARA CROSS SECTION - 2001

Variável Dependente: LY?

Método: Pooled Least Squares

Total de obs do painel 23

Ano	PLS 2001		PLS 2001		Modelo Poderado 2001		Modelo Ponderado 2001	
	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t
C	-1,09074	<b>-0,83444</b>	-1,09074	<b>-0,83444</b>	-1,36324	<b>-2,6103</b>	-1,36324	<b>-2,6103</b>
LGW?	0,107959	<b>1,60091</b>	0,10796	<b>1,60091</b>	0,0921	3,59271	0,0921	3,59271
LL?	0,836838	7,4675	0,83684	7,4675	0,84874	21,9097	0,84874	21,9097
LH?	3,000238	9,30779	n.a.	n.a.	3,13263	27,0744	n.a.	n.a.
(1-C(2)-C(3))*LH?	n.a.	n.a.	50,7076	9,30779	n.a.	n.a.	56,7483	27,0744
R <sup>2</sup> ajustado	0,968121		0,96812		0,99999		0,99999	
Teste-F	223,7015		223,702		678961		678961	
Soma Quadrado Resíduos	1,127328		1,12733		1,01134		1,01134	

#### Testes de Hipóteses

Teste Wald: modelo sem ponderação

Hipótese Nula: C(4)=0

Teste-F 86,635 Probabilidade 0

Qui<sup>2</sup> 86,635 Probabilidade 0

Hipótese Nula: C(2)+C(3)+C(4)=1

Teste-F 81,45 Probabilidade 0

Qui<sup>2</sup> 81,45 Probabilidade 0

Wald Test: modelo com ponderação

Hipótese Nula: C(4)=0

Teste-F 733,02 Probabilidade 0

Qui<sup>2</sup> 733,02 Probabilidade 0

Hipótese Nula: C(2)+C(3)+C(4)=1

Teste-F 628,94 Probabilidade 0

Qui<sup>2</sup> 628,94 Probabilidade 0

## ANEXO L

### RESULTADOS DO MODELO DE BENHABIB e SPIEGEL (1994) PARA CROSS SECTION - 1980

Variável Dependente: (LYN?-LYN?(-1))

Método: GLS (Cross Section Weights)

Amostra: 1970 - 1980

Total de observações do painel 23

Ano	1980		1980		1980	
	<b>Constante (tendência)</b>		<b>Equação BS Andrade</b>		<b>Equação BS + Renda Inicial</b>	
	Coefficient	t-Statistic	Coefficient	t-Statistic		
Variável						
TEND?	0,071039	41,74558	0,018588	<b>1,027257</b>	0,004772	<b>0,360148</b>
(LGW?-LGW?(-1))	0,045873	6,424969	0,033743	2,879063	0,010629	<b>0,554149</b>
(LL?-LL?(-1))	-0,339852	-10,96376	-0,226856	-4,13432	-0,16915	<b>-2,368948</b>
(LH?-LH?(-1))	0,086896	<b>1,392723</b>	0,75686	<b>2,845528</b>	1,086789	4,776349
TS?	n.a.	n.a.	3,740301	3,212223	-2,790375	-3,717402
LYN?	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,356741	7,10648
R <sup>2</sup> ajustado	0,999541		0,978832		0,997996	
Teste-F	15961,21		255,3253		2191,844	
Soma Quadrados Resíduos	0,592742		0,533507		0,440072	

## ANEXO M

### RESULTADOS DO MODELO DE BENHABIB e SPIEGEL (1994) PARA CROSS SECTION - 1995

Variável Dependente: (LYN?-LYN?(-1))

Método: GLS (Cross Section Weights)

Amostra 1995

Observações incluídas: 1

Total de obs do painel: 45

Variável	1995		1995		1995	
	Constante (tendência)		Equação BS (Andrade)		Equação BS + Renda Inicial	
	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t
TEND?	-0,007432	-1,603824	-0,040266	-9,617174	-0,020617	-5,249317
(LGW?-LGW?(-1))	0,062306	1,767504	-0,052025	-1,892788	-0,042769	-1,783318
(LL?-LL?(-1))	0,185296	0,940854	-0,005864	-0,048297	-0,042769	-0,487675
(LH? -LH?(-1))	1,140063	10,77321	1,774643	16,6315	1,429903	18,51577
TS?	n.a.	n.a.	7,126875	11,16686	-1,37025	-0,76091
LYN?	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,382477	5,187203
R <sup>2</sup> ajustado	0,985686		0,931545		0,996901	
Teste-F	1033,889		154,0915		2896,449	
Soma Quadrados Resíduos	3,546136		1,696152		1,344943	

## ANEXO N

### RESULTADOS DO MODELO DE BENHABIB e SPIEGEL (1994) PARA CROSS SECTION - 1999

Variável Dependente: (LYN?-LYN?(-1))

Método: GLS (Cross Section Weights)

Amostra: 1999

Observações incluídas: 2

Total de observações de painel 46

Ano:	1999		1999		1999	
	Constante (tendência)		Equação BS Andrade		Equação BS + Renda Inicial	
Variável	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t	Coefficiente	Teste-t
TEND?	0,000713	1,570065	0,003199	1,318682	0,012898	13,44195
(LGW?-LGW?(-1))	-0,111106	-7,429109	-0,106045	-5,027755	-0,104773	-11,72104
(LL?-LL?(-1))	0,230666	4,793682	0,202337	3,767412	-0,048536	-1,482726
(LH?-LH?(-1))	0,526707	6,89249	0,485289	4,329038	0,45697	10,33139
TS?	n.a.	n.a.	-0,383575	-1,023654	-4,77991	-23,62067
LYN?	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,290329	18,98601
R <sup>2</sup> ajustado	0,805081		0,831495		0,991345	
Teste-F	62,95504		56,51347		1031,816	
Soma Quadrados Resíduos	1,054551		1,074286		0,631915	

## ANEXO O

### RESULTADOS DO MODELO DE BENHABIB e SPIEGEL (1994) PARA CROSS SECTION - 2001

Variável Dependente: (LYN?-LYN?(-1))

Método: GLS (Cross Section Weights)

Amostra: 1974 1975

Observações incluídas: 2

Total de observações do painel: 46

Ano	2001		2001		2001	
	<b>Constante (tendência)</b>		<b>Equação BS Andrade</b>		<b>Equação BS + Renda Inicial</b>	
Variável	Coeficiente	Teste -t	Coeficiente	Teste -t	Coeficiente	Teste -t
TEND?	0,001841	3,616735	0,002108	2,152088	0,003549	2,294093
(LGW?-LGW?(-1))	0,06393	1,284751	0,065859	1,380776	0,067245	1,279858
(LL?-LL?(-1))	-0,501933	-3,343717	-0,52709	-3,674417	-0,560564	-3,814694
(LH? -LH?(-1))	0,395561	3,190943	0,408915	3,44591	0,309309	2,304055
TS?	n.a.	n.a.	-0,036232	-0,247561	-0,536923	-1,361895
LYN?	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,040013	1,188944
R <sup>2</sup> ajustado	0,53634		0,654664		0,630862	
Teste-F	18,35126		22,32696		16,38111	
Soma dos Quadrados dos Resíduos	1,096803		1,092183		1,037542	