



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIAS E CONTABILIDADE**  
**CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**  
**DISCIPLINA: MONOGRAFIA II**

**Um Estudo sobre a Abordagem Clássica da Convergência da Renda  
*per capita* com Análises Empíricas entre Países**

Rafael Prata de Almeida Fernandes

Fortaleza  
Outubro de 1998



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIAS E CONTABILIDADE**

**CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**DISCIPLINA: MONOGRAFIA II**

**Um Estudo sobre a Abordagem Clássica da Convergência da Renda  
*per capita* com Análises Empíricas entre Países**

**Rafael Prata de Almeida Fernandes**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Ceará como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas

**Professor Orientador: Manoel Bosco de Almeida**

Fortaleza

Outubro de 1998

**Um Estudo sobre a Abordagem Clássica da Convergência da Renda *per capita* com Análises Empíricas entre Países**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Professor Orientador: Manoel Bosco de Almeida

---

Professor Luiz Ivan de Melo Castelar

---

Professor Almir Bittencourt da Silva

---

Rafael Prata de Almeida Fernandes

defendida em: 06/10/98

## Agradecimentos

---

Essa monografia não seria possível na sua forma atual sem a assistência e orientação de várias pessoas e instituições, às quais aproveito a oportunidade para demonstrar meus sinceros agradecimentos:

Ao Prof. Manoel Bosco de Almeida, pelo apoio e orientação.

Aos membros da Banca Examinadora, Prof. Ivan Castelar e Prof. Almir Bittencourt, pelas contribuições e conselhos sempre interessantes.

Ao CNPq, instituição da qual fui bolsista durante dois anos, participando do programa PIBIC. Essa experiência foi de fundamental importância na minha formação intelectual.

Aos funcionários do Mestrado em Economia da UFC, CAEN, os quais sempre atenderam às minhas necessidades de forma extremamente gentil.

Por fim aqueles a quem mais devo: minha família. Sem o apoio incondicional dessas pessoas nada disso teria sido possível.

Para minha mãe

## Resumo

---

A monografia teve como objetivo principal verificar a existência de convergência da renda *per capita* para grupos de países, assim como calcular a velocidade e condições em que tal processo ocorre. Para tanto, foi utilizada a abordagem clássica da análise da convergência: a metodologia proposta por Robert Barro e Xavier Sala-i-Martin, a qual adota os conceitos de  $\beta$ -convergência absoluta,  $\beta$ -convergência condicional e  $\sigma$ -convergência.

Como fontes de dados, foram utilizadas a *Penn World Table Mark 5.6a* e a classificação de países do Banco Mundial, a partir das quais selecionou-se 6 amostras de países:

Para o teste da  $\beta$ -convergência absoluta e da  $\sigma$ -convergência selecionou-se duas amostras, cujos países nelas contidos possuem, segundo hipótese adotada, características estruturais heterogêneas (diferentes tecnologias, níveis de escolaridade, políticas econômicas, graus de abertura, etc.). As amostras foram as seguintes:

- 1) 51 países no período de 1950 a 1992;
- 2) 121 países no período de 1961 a 1989.

Para o teste da  $\beta$ -convergência condicional e da  $\sigma$ -convergência (também condicional), selecionou-se quatro amostras, adotando a hipótese de que os países nelas contidos possuem características estruturais homogêneas. As amostras foram as seguintes:

- 3) 33 países classificados como *low-income* pelo Banco Mundial, no período de 1960 a 1990;

- 4) 39 países classificados como *middle-income* pelo Banco Mundial, no período de 1960 a 1990;
- 5) 29 países *high-income*, de acordo com o Banco Mundial, no período de 1960 a 1990;
- 6) os 24 países da OCDE, no período de 1953 a 1990.

Os resultados encontrados foram os seguintes:

Para a amostra 1 não houve  $\beta$  nem  $\sigma$ -convergência. Para a amostra 2, houve  $\beta$ -divergência e  $\sigma$ -divergência. Para essa última amostra, a velocidade média de  $\beta$ -divergência encontrada foi de 0,34% ao ano.

Já para as amostras de 3 a 6, houve, em cada uma, evidências de  $\beta$ -convergência condicional e  $\sigma$ -convergência. Para a amostra 3, a velocidade média de  $\beta$ -convergência encontrada foi de 2,56% ao ano. Para a amostra 4, 1,63% ao ano. E por fim, para as amostras 5 e 6, as velocidades médias de  $\beta$ -convergência encontradas foram, respectivamente, 3,45% e 2,49%, ao ano.

Portanto, só se pôde falar em convergência, em termos de renda *per capita*, para os grupos de países que, por hipótese adotada, possuíam características estruturais semelhantes. No estudo feito, como já mencionado, esses países são os que o Banco Mundial classifica como *low-income*, *middle-income*, *high-income* e OCDE.

## Sumário:

---

	pg.
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO 1 - REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
1.1- A CONTROVÉRSIA NEOCLÁSSICOS VERSUS NOVA TEORIA DO CRESCIMENTO:.....	14
1.2- REVISÃO DA LITERATURA:.....	16
<b>CAPÍTULO 2 - A ABORDAGEM CLÁSSICA DA ANÁLISE DA CONVERGÊNCIA.....</b>	<b>28</b>
2.1. O MODELO NEOCLÁSSICO DE CRESCIMENTO ECONÔMICO: .....	29
2.2- O MODELO DE BARRO E SALA-I-MARTIN: .....	36
2.2.1- <i>A equação de BSM</i> :.....	41
2.3- A $\beta$ -CONVERGÊNCIA ABSOLUTA, A CONDICIONAL E A $\sigma$ -CONVERGÊNCIA:.....	42
2.3.1- <i>O Cálculo da <math>\sigma</math>-convergência</i> : .....	46
2.4. DUAS CRÍTICAS AO MODELO DE BARRO E SALA-I-MARTIN:.....	47
<b>CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA UTILIZADA.....</b>	<b>51</b>
3.1 – A FONTE DE DADOS: .....	51
3.2. AS AMOSTRAS: .....	53
3.2.1 – <i>Amostra I (51 países)</i> :.....	53
3.2.2 – <i>Amostra II (121 países)</i> :.....	54
3.2.3 – <i>Amostra III (33 países, low-income)</i> : .....	55
3.2.4 – <i>Amostra IV (39 países, middle-income)</i> :.....	56
3.2.5 – <i>Amostra V (29 países, high-income)</i> :.....	57
3.2.6 – <i>Amostra VI (24 países, OCDE)</i> :.....	58
3.3 – AS ESTIMAÇÕES:.....	58
<b>CAPÍTULO 4 - RESULTADOS EMPÍRICOS.....</b>	<b>60</b>
4.1. $\beta$ -CONVERGÊNCIA: .....	60
4.1.1. <i><math>\beta</math>-convergência absoluta</i> : .....	60
4.1.2. <i><math>\beta</math>-convergência condicional</i> : .....	61
4.2. $\sigma$ -CONVERGÊNCIA:.....	63
4.3. DESVIO-PADRÃO:.....	64
<b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES .....</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....</b>	<b>67</b>

## Introdução

---

A questão fundamental do debate sobre convergência é se as distâncias entre países ou regiões<sup>1</sup>, em termos de renda *per capita* ou produtividade, tendem a se reduzir ou aumentar ao longo do tempo. A análise da convergência possui portanto um duplo aspecto: ela trata tanto do crescimento a longo prazo da renda *per capita* ou produtividade, como busca comparar as trajetórias de crescimento dessas variáveis entre as unidades econômicas (países ou regiões). O assunto, dessa forma, está inserido num contexto mais amplo, a saber, o do crescimento e desenvolvimento econômico.

Não obstante serem esses temas de constante interesse aos economistas, somente no final da década de 80 a questão da convergência ganhou grande destaque. Para Durlauf (1996), essa retomada de interesse do *mainstream* pelo crescimento econômico adveio dos trabalhos de Romer (1986) e Lucas (1988), onde são analisados os mecanismos endógenos de crescimento. Sala-i-Martin (1996) destaca ainda dois fatores para a retomada das pesquisas em crescimento econômico. O primeiro deles seria a disponibilidade crescente de informações estatísticas sobre variáveis como o PIB *per capita* para um grande número de países<sup>2</sup>. O segundo fator destacado por Sala-i-Martin, estreitamente ligado ao de Durlauf, seria a aparente tendência de nivelamento das rendas *per capita* entre os países industrializados e a decorrente controvérsia teórica suscitada entre as predições dos modelos neoclássicos e as predições da teoria do crescimento endógeno. Dessa

---

<sup>1</sup> A análise da convergência vem sendo feita em vários níveis, como entre países, regiões ou estados de um mesmo país, regiões de um continente, etc. Neste trabalho, nossa análise recairá sobre a análise entre países e a variável em análise será a renda *per capita*.

<sup>2</sup> Sala-i-Martin (1996) refere-se ao trabalho de Summers and Heston, a chamada *Penn World Table Mark 5.6a*, com vários dados para mais de uma centena de países no período de 1950 a 1992. Esse projeto iniciou-se na Universidade da Pensilvânia na década de 60. Para Sala-i-Martin esse fator talvez tenha sido o mais importante

controvérsia, inúmeros trabalhos vêm tentando verificar empiricamente, utilizando diversas metodologias, aquilo que se convencionou chamar Hipótese da Convergência (HC), a qual, segundo Durlauf (1996), pode ser formulada em linhas gerais da seguinte forma: as diferenças entre as rendas *per capita* contemporâneas de qualquer par de economias serão transitórias, contanto que essas duas economias possuam idênticas tecnologias, preferências e taxas de crescimento da população.

Alternativamente, segundo Almeida (1998), a HC pode ser entendida como um processo segundo o qual "(...) senão para todos os países, pelo menos para um grupo de países, (...) um processo de mudanças econômicas e tecnológicas vem sendo observado, em função das quais os diferenciais entre os seus níveis de produtividade e padrão de vida têm se reduzido ao longo do tempo."<sup>3</sup>

A importância da análise da convergência reside basicamente em dois pontos. O primeiro deles diz respeito às desigualdades nos níveis e nas taxas de crescimento da renda *per capita* entre países e como essas vêm se comportando através do tempo: os países ricos continuarão ricos e os pobres, pobres? Se não, o processo de nivelamento é automático? Essas são duas questões fundamentais que vêm permeando a literatura sobre convergência.

O segundo ponto é de natureza teórica e diz respeito a já mencionada controvérsia entre os neoclássicos e os teóricos do crescimento endógeno. Para os neoclássicos, conforme Solow (1956), Cass (1965) e Koopmans (1965), devido principalmente aos rendimentos decrescentes do capital e ao progresso técnico exógeno, as desigualdades serão transitórias: a convergência nesse caso seria inevitável. Já para os novos teóricos do crescimento, ao postularem retornos não decrescentes para o capital, endogeneização do progresso tecnológico, novas concepções de capital na função de produção (capital humano), difusão de conhecimento, etc., concluem que as desigualdades tendem não só a se manter, mas a aumentar. Com isso a HC vem sendo testada com diversas amostras (países, estados de um mesmo país, ou regiões) e metodologias, o que implica também

---

para o ressurgimento das pesquisas sobre crescimento econômico, exatamente por permitir testes empíricos para um grande número de países.

<sup>3</sup> Ver também Baumol e outros (1994).

num teste sobre qual das teorias acima oferece uma explicação condizente com os padrões de crescimento observado entre os países.

### Objetivos:

Esta monografia tem como objetivo principal verificar a existência de convergência da renda *per capita*<sup>4</sup> para grupos de países, assim como calcular a velocidade e condições em que tal processo ocorre. Para tanto, utilizaremos a abordagem clássica da convergência: a metodologia proposta por Robert Barro e Xavier Sala-i-Martin<sup>5</sup>, daqui por diante BSM.

Esses autores analisam os seguintes conceitos de convergência:  $\beta$ -convergência absoluta,  $\beta$ -convergência condicional e  $\sigma$ -convergência.

Dizemos que há  $\beta$ -convergência absoluta quando os países pobres crescem a uma taxa mais alta que a dos países ricos, o que é verificado pela existência de uma relação inversa entre a renda *per capita* inicial e sua taxa de crescimento — assume-se nesse caso a existência de um único *steady state*<sup>6</sup> para todos os países em análise, *steady state* esse para o qual todos os países caminhariam.

Já a  $\beta$ -convergência condicional ocorre quando as economias tendem a crescer mais rápido quanto mais distantes de seus próprios *steady states*, ou seja, nesse tipo de análise considera-se as economias como possuidoras de *steady states* distintos. Nesse caso, portanto, cada país caminharia para o seu próprio *steady state*.

Existem dois caminhos para o teste da  $\beta$ -convergência condicional: 1) diferenciando os *steady states* de cada país pela adição ao modelo de variáveis como tecnologia, políticas

---

<sup>4</sup> A partir daqui só nos referiremos a convergência como sendo da renda *per capita*, e da unidade econômica em análise como sendo países, o que simplifica o texto e o direciona aos nossos interesses no presente trabalho.

<sup>5</sup> cf. Barro e Sala-i-Martin (1990 e 1992) e Sala-i-Martin (1996).

<sup>6</sup> Estado estável. Considere-se a equação fundamental do crescimento econômico neoclássico:  $\dot{k} = sf(k) - nk$ , onde  $\dot{k}$  é a taxa de crescimento do capital por trabalhador (per capita),  $s$ , propensão marginal a poupar, e  $n$  a taxa de crescimento da força de trabalho (população). Dada as hipóteses do modelo neoclássico, existe um estado estável (*steady state*) de crescimento, para o qual a economia caminha, independentemente dos valores iniciais das variáveis. Nesse *steady state* existe uma relação capital-trabalho de equilíbrio,  $k^*$ , junto a uma relação produto por trabalhador (produto *per capita*),  $y^*$ , também de equilíbrio. Ver Capítulo 2.

governamentais, etc.; 2) utilizando países com características estruturais<sup>7</sup> semelhantes — países homogêneos. Esse segundo caminho será o utilizado nesta monografia.

A  $\sigma$ -convergência ocorre quando a dispersão<sup>8</sup> dos níveis reais de PIB *per capita*, numa *cross-section* de economias, diminuem no decorrer do tempo.

Neste trabalho, utilizaremos como fontes de dados a *Penn World Table Mark 5.6a* e adotaremos as classificações fornecidas pelo Banco Mundial. Com isso, as amostras utilizadas serão as seguintes<sup>9</sup>:

Para o teste da  $\beta$ -convergência absoluta e da  $\sigma$ -convergência selecionou-se duas amostras, cujos países nelas contidos possuem, segundo hipótese adotada, características estruturais heterogêneas (diferentes tecnologias, níveis de escolaridade, políticas econômicas, graus de abertura, etc.). As amostras são as seguintes:

- 1) 51 países no período de 1950 a 1992;
- 2) 121 países no período de 1961 a 1989.

Para o teste da  $\beta$ -convergência condicional e da  $\sigma$ -convergência (também condicional), selecionou-se quatro amostras, adotando a hipótese de que os países nelas contidos possuem características estruturais homogêneas. As amostras são as seguintes:

- 3) 33 países classificados como *low-income* pelo Banco Mundial, no período 1960..1990;
- 4) 39 países classificados como *middle-income* pelo Banco Mundial, no período 1960..1990;
- 5) 29 países *high-income*, de acordo com o Banco Mundial, no período 1960..1990;

---

<sup>7</sup> Preferências, tecnologias, taxa de crescimento populacional, políticas governamentais, etc.

<sup>8</sup> Dispersão essa que pode ser calculada com o desvio-padrão, por exemplo.

6) os 24 países da OCDE<sup>10</sup>, no período 1953..1990.

A escolha de cada uma dessas amostras foi baseada em critérios rigorosos e busca atender a objetivos específicos. A amostra 1 privilegiou o maior intervalo de tempo disponível no banco de dados: os países aí contidos são todos os que possuem dados nos anos de 1950 e 1992, ao todo 51 economias. Na amostra 2 buscou-se um maior número de países, o que se deu em prejuízo do intervalo de tempo da análise: 121 países no período 1961..1989. Nessas duas amostras o intuito era testar a hipótese da  $\beta$ -convergência absoluta e a da  $\sigma$ -convergência.

Já as amostras de 3 a 6 têm suas justificativas ligadas ao teste da hipótese da  $\beta$ -convergência condicional<sup>11</sup>. Buscou-se, em cada uma delas, países que possuam características econômicas semelhantes. Fomos buscar essa semelhança na classificação do Banco Mundial, que divide seus países membros em três grupos, de acordo com a renda *per capita*: *low-income*, *middle-income* e *high-income*<sup>12</sup>.

O trabalho foi dividido em cinco capítulos. No primeiro faremos uma revisão bibliográfica sobre os estudos recentes relacionados à convergência. No segundo, será apresentado o Modelo de Crescimento Econômico Neoclássico e o modelo de Barro e Sala-i-Martin, junto com a formalização dos conceitos de convergência apresentados por esses autores. O terceiro capítulo trará a metodologia utilizada. O quarto mostrará os resultados empíricos. E o quinto e último capítulo concluirá analisando os resultados encontrados.

---

<sup>9</sup> As justificativas para as escolhas de cada amostra serão trazidas no capítulo 3.

<sup>10</sup> Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

<sup>11</sup> Ver capítulo 3.

<sup>12</sup> Os critérios de classificação serão expostos no capítulo 3.

# Capítulo 1

## Revisão da Literatura<sup>13</sup>

---

A análise da HC tem sido nos últimos anos objeto de uma extensa literatura e debate e integra-se à análise do processo do crescimento e desenvolvimento econômico. Além de sua importância inerente, podemos listar alguns fatores que corroboraram esse grande interesse.

Um primeiro fator seria a tendência à queda da taxa de crescimento da produtividade da economia americana desde a segunda metade da década de 60, o que implicaria numa redução da competitividade da maior potência econômica mundial do pós-guerra. Mais ainda, como só com ganhos de produtividade pode haver melhorias nos padrões de vida de uma população em constante aumento, essa queda da taxa de crescimento da produtividade dos EUA teria como contrapartida uma deterioração relativa no padrão de vida da população norte-americana, o que tem trazido grande preocupação àquele país.

Um outro fator, ligado ao primeiro e mais estreitamente ligado à HC, seria a tendência à redução dos diferenciais dos níveis de produtividade entre os países industrializados, redução essa acompanhada lado-a-lado pela redução dos diferenciais nos níveis de renda *per capita* entre os países da OCDE.

Um terceiro fator, de natureza teórica, se encontraria, conforme Durlauf (1996), nos trabalhos de Romer (1986) e Lucas (1988), onde são analisados os mecanismos endógenos de crescimento. Seguindo esse raciocínio, Sala-i-Martin (1996) também entende que uma das razões para o ressurgimento do debate sobre crescimento estaria na aparente tendência

de nivelamento das rendas *per capita* entre os países industrializados e a decorrente controvérsia teórica suscitada entre as previsões dos modelos neoclássicos e as previsões da teoria do crescimento endógeno. Em decorrência dessa controvérsia, surgiu uma série de trabalhos tentando verificar empiricamente a Hipótese da Convergência (HC).

Como um último fator a impulsionar os estudos sobre convergência, Sala-i-Martin (1996) também menciona o aparecimento do banco de dados *Penn World Table Mark 5.6a*, que traz dados para mais de uma centena de países no período de 1950 a 1992. Para Sala-i-Martin, esse fator talvez tenha sido o mais importante ao ressurgimento das pesquisas sobre crescimento econômico, exatamente por permitir testes empíricos para um grande número de países num intervalo de tempo razoável.

Devido sua importância, antes de fazermos a revisão da literatura sobre convergência, abordaremos sumariamente a controvérsia existente entre a teoria de crescimento econômico neoclássica e a nova teoria do crescimento, controvérsia essa, como já dito, que é um fator impulsionador às pesquisas sobre convergência.

### **1.1- A Controvérsia Neoclássicos versus Nova Teoria do Crescimento:**

O modelo neoclássico de crescimento econômico elaborado por Ramsey (1928), Solow (1956), Swan (1956), Cass (1965) e Koopmans (1965), como será visto detalhadamente no capítulo 2 desta monografia, ao supor rendimentos decrescentes para o capital (países com menor estoque de capital crescem necessariamente a uma taxa maior que os que possuem maior estoque), torna o processo de convergência algo inexorável.

Para os neoclássicos, portanto, as únicas diferenças relevantes entre os países seriam seus níveis de capital, com os países pobres crescendo a uma taxa mais alta que os ricos, já que suas taxas de retorno do capital são mais altas.

Uma outra hipótese do modelo neoclássico supõe exogeneidade do progresso técnico e que o mesmo apresenta um caráter de bem público, estando portanto disponível para todas as firmas e países em qualquer período como um "maná que cai dos céus". Ou seja,

---

<sup>13</sup> Para uma breve revisão da literatura sobre a Hipótese da Convergência, ver entre outros Almeida (1998), Almeida *et alii* (1997), etc.

todos os países, independentes da sua localização e nível de desenvolvimento, teriam acesso à tecnologia. De acordo com essa visão, não se pode considerar a tecnologia como fonte de desigualdades entre países.

Por se referir a algo irreal, a neutralidade e exogeneidade do progresso técnico tornaram-se os pontos centrais das críticas ao modelo neoclássico<sup>14</sup>: como é largamente sabido, o progresso técnico não é neutro e seu caráter de bem público é em geral limitado à área da descoberta científica, essa se tornando cada vez mais "proprietária" à medida em que se passa para as etapas seguintes como invenções, inovações e difusão tecnológica.

Dessas críticas surge uma nova abordagem sobre o tema, denominada de Nova Teoria do Crescimento<sup>15</sup>, possuindo como característica marcante e distintiva a suposição da endogeneidade e não neutralidade do progresso técnico. A suposição da endogeneidade do progresso técnico se assenta na suposição de que novos investimentos em capital físico e humano conduzem ao progresso técnico sob a forma de *learning by doing*. Esse processo de interação entre o fazer e o aprender é contudo admitido como exógeno à firma: no nível dessa os retornos de escala são constantes. Porém, no nível da economia como um todo, os retornos seriam crescentes. Isso porque, como argumenta a nova teoria do crescimento, além do caráter privado, proprietário da tecnologia, existe também um componente público, o qual de uma forma cumulativa facilita e aumenta a produtividade das inovações subseqüentes, já que para essa teoria existe um setor produtor de tecnologia com retornos decrescentes em relação à produção de conhecimento, o qual supre os demais setores da economia. As empresas, de outra parte, ao adquirirem tecnologia teriam um certo grau de apropriabilidade sobre a mesma.

Nessa nova abordagem, portanto, o crescimento econômico a longo prazo se deve principalmente à acumulação do conhecimento, o que abre uma nova perspectiva para a análise dos diferenciais de renda *per capita* e produtividade entre os países e gera conclusões distintas das do modelo neoclássico. Pela nova abordagem, portanto, quanto maior for o nível de desenvolvimento de um país e por conseguinte do seu nível científico e

---

<sup>14</sup> Para uma breve discussão sobre este ponto ver J. Fagerberg (1994). Devemos observar que uma primeira resposta a essa crítica consistiu na introdução das diferenças de idade dos equipamentos, na formulação dos modelos de crescimento e por conseguinte dos seus efeitos sobre a produtividade.

<sup>15</sup> Ver entre outros P. Romer (1986), R. Lucas (1988) e J. Fagerberg (1994) para uma breve análise crítica.

tecnológico, maior será o diferencial positivo entre os rendimentos decrescentes de escala observados em nível da firma e os ganhos crescentes para a economia. Portanto maior a possibilidade da não ocorrência de um processo de convergência entre os países desenvolvidos e os atrasados, uma vez que os primeiros, devido aos ganhos crescentes de escala em relação ao progresso técnico, apresentariam continuamente ganhos mais expressivos de produtividade que os segundos: a convergência, nesse caso, ao contrário do modelo neoclássico, não ocorreria de forma inexorável, sendo esperada, em vez disso, uma manutenção ou aumento da distância entre os países<sup>16</sup>.

### **1.2- Revisão da Literatura:**

A suposição de que quanto maior for a diferença inicial entre os níveis de renda *per capita* maior seria a taxa de crescimento do país atrasado (maior velocidade do processo de convergência), assim como a análise da convergência entre países ao longo do tempo, não são novos na literatura. De fato, trata-se de uma questão central nas teorias de desenvolvimento econômico e foi utilizada por Gerschenkron (1952) em sua análise sobre o processo desigual de desenvolvimento dos países da Europa Continental.

Gerschenkron centra sua análise na existência de um mecanismo denominado "desafio-resposta", segundo o qual quanto maior for o desafio a ser ultrapassado maior será o esforço feito pelo país para superá-lo. Isso porque antes do início do processo de industrialização em um país menos desenvolvido existe um confronto, dado o atual estado da economia, entre os obstáculos existentes à industrialização e as promessas de desenvolvimento relacionadas à própria industrialização, "tensão" essa que deve ser forte o bastante para impulsionar o início do processo. Gerschenkron também afirma que as oportunidades de industrialização não só variam diretamente com o grau de atraso de um país como são tanto mais promissoras quanto maior esse grau. Isso porque os países atrasados poderiam "tomar emprestado" as novas tecnologias adotadas nos países

---

<sup>16</sup> Apesar dessa conclusão pouco auspiciosa aos países menos desenvolvidos, a nova teoria de crescimento sugere que os *technological spillovers* se dão também no nível internacional (não apenas nacional), implicando que os países atrasados podem se beneficiar dos ganhos de escala existentes no setor produtor de tecnologia de países líderes.

desenvolvidos, dando um salto no seu desenvolvimento industrial e econômico, passando a crescer numa velocidade ainda maior que os países adiantados.

M. Abramovitz (1986) adiciona um novo elemento à análise da convergência: as condições da infra-estrutura econômica e social existentes em cada país. Abramovitz as chama de *Social Capability*, relacionando-as com o nível educacional, esse utilizado como uma *proxy* para a determinação da competência técnica; sistema educacional e instituições políticas, comerciais, industriais e financeiras; além de também relacionar-se à ausência de obstáculos à mudanças, sempre criados por fortes interesses conservadores.

A definição da capacidade social enriquece a hipótese do *catch-up*<sup>17</sup>, mostrando que o simples fato de um país ser atrasado não significa que ele irá dar um "salto" no crescimento: sem uma capacidade social desenvolvida ele não terá condições de absorver a nova tecnologia emprestada pelos países desenvolvidos — é preciso que exista mão-de-obra qualificada para utilizar essa tecnologia, que existam instituições financeiras, comerciais e industriais desenvolvidas e organizadas, que haja abertura na economia tanto para facilitar a entrada de novas firmas como também para a compra de novas máquinas e serviços etc.

Concordando com Gerschenkron, para Abramovitz existe uma relação inversa entre nível de renda *per capita* ou de produtividade e a velocidade de crescimento da mesma, sendo essa a essência da hipótese do *catch-up*: existe um estoque de tecnologias e oportunidades de negócios de certa forma disponíveis para os países retardatários cujo aproveitamento depende de suas capacidades tecnológicas, trazendo aos mesmos ganhos expressivos de produtividade, no geral maior do que os obtidos nos países desenvolvidos, num prazo de tempo relativamente curto e a um custo menor.

A conclusão básica que se segue da hipótese do *catch-up* é que a existência de um estoque de tecnologias avançadas e a ocorrência de novas descobertas científicas e de inovações nos países desenvolvidos constituem-se oportunidades e vantagens para os países atrasados.

---

<sup>17</sup> Ou seja, a hipótese que os países mais pobres alcançarão os mais ricos.

Contudo, a difusão tecnológica não é necessariamente automática ou igual, em termos de ritmo e de conteúdo tecnológico, para todos os países. Na realidade, como já estabelecido na literatura sobre crescimento econômico, grande parte da explicação dos diferentes ritmos de crescimento econômico observado entre os países ao longo do tempo deve ser atribuída às diferenças no ritmo e conteúdo das tecnologias transferidas. Para Soette e Verspagen (1993), essas diferenças estão de certo modo relacionados ao nível de renda *per capita* já existente em um determinado país, se associando tanto a existência de capacidades sociais e tecnológicas necessárias para a adoção e adaptação de tecnologias avançadas como a capacidade para processar as transformações políticas e sociais necessárias para a sustentabilidade de um processo de crescimento.

Assim, nem sempre a distância entre os níveis de renda per capita entre países é um indicador da possibilidade e velocidade de processo de convergência. De fato, a existência de um grande diferencial nos níveis de renda per capita entre alguns países, pode ser, e no geral o é, uma desvantagem de peso para os países atrasados. Nesse caso, não haverá convergência entre países desenvolvidos e atrasados.

Corroborando esse ponto de vista, Abramovitz (1986) argumenta que o rápido avanço relativo dos países industrializados em relação aos EUA no pós-guerra se deu em função principalmente da existência de grande defasagem tecnológica; significativa "competência social" e presença de condições favoráveis à produção e distribuição em larga escala.

A hipótese do *catch-up*, em sua forma mais simples, é de certo modo auto-limitante<sup>18</sup>, como podemos ver através do exemplo formulado por Ames e Rosenberg (1971). Considere que se possa quantificar o nível tecnológico de um país, ou seja, que se possa definir claramente e de um modo generalizado o quanto é desenvolvido um país. Considere também os países A, B e C, os quais apresentam as seguintes características: o país A é

---

<sup>18</sup> Essa auto-limitação, no entanto, pode ser enfraquecida face à própria dinâmica do desenvolvimento dos países "seguidores", como maior velocidade no avanço tecnológico, na "capacidade social", nas interações entre o país líder e os "seguidores" (como por exemplo interações nos fluxos de capitais e tecnologias, este último associado à tecnologia da informação etc.), bem como às desvantagens apresentadas pelo país líder como: atual estoque e estrutura de capital e a existência de velhos hábitos e práticas, principalmente no setor organizacional e gerencial entre outras.

subdesenvolvido; o país B é desenvolvido mas obsoleto e o país C é desenvolvido e moderno. Existem 3 hipóteses de movimentação entre esses países.

Uma hipótese "fraca" de convergência é de que tanto A quanto B irão alcançar C, porém o tempo que leva A para alcançar C é menor do que o tempo que B leva para alcançar C. Nesta hipótese o importante a ressaltar é que A irá alcançar C, mas não necessariamente primeiro que B.

A hipótese "moderada" afirma que se A e B iniciam o movimento em direção à C no mesmo momento, A irá alcançar C primeiro, ou seja, a velocidade de desenvolvimento de um país mais atrasado é maior do que a de um país mais desenvolvido (país B). Esse resultado seria possível em função de dois fatores: primeiro, à medida que um país se desenvolve sua taxa de crescimento tende a diminuir; segundo, que A sendo mais atrasado que B, poderá apresentar uma taxa de crescimento maior que B, pela adoção de novas tecnologias e por evitar erros.

A hipótese "forte" argumenta que A (o menos desenvolvido) irá alcançar C enquanto B não sairá do seu estágio de desenvolvimento: A ultrapassará B. Essa hipótese se baseia nos custos de transição: os custos de transição de uma tecnologia obsoleta para uma tecnologia mais avançada são grandes — um país mais desenvolvido mas obsoleto, caso de B, ao substituir sua tecnologia não terá grandes mudanças em termos de produtividade, logo não terá um grande salto no seu crescimento, tornando não lucrativa a implantação. Já o país A dará um "salto" com a implantação da tecnologia, com ganhos de produtividade tão altos que serão suficientes para não só cobrir os custos provenientes da implantação, como para alcançar o país C.

Para Ames e Rosenberg, portanto, a hipótese do *catch-up* ainda necessita de um maior desenvolvimento teórico, não sendo possível se basear apenas em situações particulares.

Baumol (1986), utilizando uma amostra de 16 países, fez um dos estudos mais influentes sobre convergência. Para este autor, a convergência tem se mostrado fortemente, desde 1870, nas nações hoje industrializadas: estas nações estão muito mais próximas hoje do que a um século atrás.

Os países desenvolvidos, como esperado, apresentaram as maiores taxas de crescimento do período. As economias planificadas parecem ter convergência entre si mesmas, sugerindo a existência de um "clube de convergência". Somente os países mais pobres não apresentaram convergência, nem entre eles mesmos nem com relação aos outros países, tendo ainda crescido muito pouco no período. A conclusão é que apesar das economias planificadas terem uma performance inferior a dos países desenvolvidos, elas conseguiram crescer, sendo o problema maior nos países mais pobres, que se encontram ainda barrados do processo de crescimento econômico. Entre as causas de tal fato, há um destaque para a questão educacional e para a combinação dos fatores de produção.

Esse estudo, porém, foi criticado basicamente porque um teste justo requer não uma amostra *ex post* de países que tenham convergido, e sim uma amostra *ex ante* de países que, em 1870, pareciam vir a convergir. Por isso essa é tida como uma amostra tendenciosa.

No que se refere ao declínio norte-americano, em Baumol temos uma nova linha de argumentação. Para esse autor, o importante não é discutir ou interpretar o relativo declínio da posição relativa do Estados Unidos, observada principalmente a partir do primeiro choque do petróleo, pois esse apenas recoloca o ritmo de crescimento da economia americana dentro da sua tendência de crescimento secular. O anormal, portanto, não é a tendência à convergência devida à redução no ritmo de crescimento da economia americana, e sim o inusitado e longo crescimento desse país no pós-guerra.

Para Baumol, tal crescimento do pós-guerra deve-se às tentativas para compensar o tempo perdido (como por exemplo o declínio da produtividade ocorrido durante a Grande Depressão), o que acabaria por ocasionar altas taxas de crescimento, que com o tempo voltariam aos seus níveis normais. Isso encoraja a interpretação de que o período do pós-guerra foi na verdade um período de *catch-up* temporário, onde se tentou superar as oportunidades anteriormente perdidas. Esse crescimento, na sua opinião, deveu-se à elevada utilização dos conhecimentos tecnológicos acumulados no entre-guerras e muito sub-utilizados durante os anos 30, sub-utilização essa responsável em grande parte pela explosão do crescimento da produtividade observada mundialmente no pós-guerra.

A hipótese de Baumol sobre o inusitado crescimento da economia americana no pós-guerra é retomada por J. Adams e L. Sveikauskas (1992). O objetivo principal desses

autores é testar a hipótese de que a utilização dos conhecimentos acumulados foi o determinante principal dos ganhos de produtividade observados na economia americana no referido período. No teste procura-se medir a defasagem entre os conhecimentos tecnológicos potencialmente existentes e as suas respectivas utilizações. Para isso foi estimada a diferença entre o estoque de conhecimentos fundamentais<sup>19</sup> e o estoque de pesquisa e desenvolvimento na área industrial, supondo-se que seria razoável esperar que se os resultados de P&D não forem utilizados, haverá cortes em seus gastos e uma redução em seu crescimento. Na opinião dos autores, a análise dos dados confirmam parcialmente a existência do efeito proposto por Baumol, uma vez que ficou constatado que a taxa de retorno dos gastos em P&D foram extremamente elevadas nos anos do pós-guerra. Anos esses que também presenciaram uma elevação acentuada nos níveis de investimento em pesquisa. Concluem também que existe uma evidência inicial de que os conhecimentos fundamentais influenciam fortemente as atividades de P&D. No entanto, os autores não concordam com uma das conclusões de Baumol, isto porque, como mostram os dados da Tabela 1, os gastos em P&D, tanto os financiados pelo setor privado como pelo governo federal, se mantiveram elevados no segundo quartel do século XX. Logo, não existiu redução acentuada na utilização dos conhecimentos científicos no período relativo à Grande Depressão (anos 30), como afirma Baumol.

---

<sup>19</sup> Embora não fique claro o que se conceitua como conhecimento fundamental, este parece algo relacionado aos conhecimentos científicos, uma vez que se considera que avanços nas denominadas ciências disciplinares, por exemplo descobertas científicas, são no fundamental a base do crescimento industrial no longo prazo, suposição esta próxima à apresentada por Kuznets (Kuznets, 1962).

**Tabela 1****Crescimento dos Gastos Reais em P&D na Indústria**

Anos	Crescimento dos Gastos Privados	Crescimento dos Gastos Privados mais Públicos
1921-1930	9.9	9.9
1930-1940	8.2	9.8
1940-1950	4.5	8.5
1950-1960	10.6	14.4
50-55	12.5	14.9
55-60	8.8	13.9
1960-1970	5.2	2.1
1970-1979	3.0	1.2

Fonte: J. Adams e L. Sveikauskas, op. cit., 1992, p.11.

Ainda sobre os dados da Tabela 1 vale destacar outros pontos: primeiro, a ocorrência de uma elevada taxa de crescimento dos gastos em P&D ao longo do período 1921-1960, ou seja, ao longo de 40 (quarenta) anos consecutivos. Segundo, uma acentuada redução nas taxas de crescimento dos gastos em P&D no período 1960-1979 (vinte anos) pelos setores públicos e privados, e em particular pelo setor público federal. Vale ressaltar que este último fato dá suporte empírico a dois pontos importantes na discussão sobre a HC. Primeiro, que a queda da produtividade da economia americana pode não ser apenas produto do ajustamento da economia à sua taxa de crescimento secular como argumenta Baumol. Segundo, que gastos em P&D são importantes determinantes dos ganhos de produtividade.

Nelson & Wright (1992), buscam explicar as razões do excepcional ritmo de crescimento da economia americana no imediato pós-guerra. Segundo os autores, muito pouco da discussão sobre o desempenho recente da economia americana se apóia na análise das razões para o excepcional desempenho apresentado pela mesma a partir da segunda metade deste século. Da mesma forma, consideram que o debate sobre a perda de liderança dos Estados Unidos na área tecnológica e na produtividade por trabalhador está mal posto.

Para eles, a grande liderança apresentada pela economia americana deve-se às condições específicas prevaletentes na economia mundial na segunda metade do século XX. A essa emergência da economia americana e o seu posterior processo de erosão coloca, no entanto, algumas questões relevantes que devem ser analisadas. Análise essa que se dá em um contexto onde se observa a convergência nos níveis de produtividade e da renda *per capita* entre os países industrializados.

Conforme Nelson & Wright (1992), na literatura recente sobre a HC existem basicamente três perspectivas. Na primeira, a liderança é vista como temporária e decorrente, ou do início "tardio" do processo de desenvolvimento de alguns dos países industrializados, ou dos efeitos da destruição parcial da economia de muitos desses países durante a Segunda Guerra Mundial. A segunda visão argumenta que na realidade não há um processo de convergência e sim uma perda da liderança da economia americana. Uma terceira interpretação coloca uma questão mais fundamental, questionando o papel das fronteiras nacionais e dos centros industriais de base nacional.

Colocadas essas três perspectivas, os autores analisam os fatores que levaram a economia americana à sua posição de liderança no pós-guerra. Em primeiro lugar, tal liderança não foi um simples resultado da guerra, mas sim da confluência de dois fatores: primeiro, predomínio da produção em massa nos Estados Unidos; e segundo, domínio tecnológico apresentado pela indústria americana, esse sendo o resultado tanto dos investimentos públicos e privados em P&D como da educação técnica e científica realizadas no pós-guerra por aquele país.

No entanto, nas últimas décadas deste século essa vantagem comparativa tem se enfraquecido em razão de três fatores. Primeiro, pelo crescimento dos mercados domésticos. Segundo, pela formação de um mercado "mundial" tanto para a produção como para o consumo, eliminando assim as vantagens relativas das firmas americanas advindas da posse de um grande mercado interno e externo, os quais possibilitavam a produção em massa e os conseqüentes ganhos de escala<sup>20</sup>. Terceiro, pela maior

---

<sup>20</sup> Devemos observar que os autores não abordam um outro ponto importante da perda relativa da supremacia da economia americana, pelo menos em termos de produtividade industrial, qual seja, o surgimento do sistema de produção enxuta, mais comumente denominado de Sistema Toyota de Produção (STP). Também não são

acessibilidade aos avanços tecnológicos aos países e firmas que desenvolvem suas capacidades tecnológicas.

Dollar & Wolff (1988) analisam a HC em um nível menos agregado, qual seja, o comportamento da produtividade do trabalho para o setor industrial em 13 (treze) países industrializados ao longo do período 1962-1982. Essa análise, para estes autores, é importante devido: 1) o comportamento das taxas de crescimento da produtividade do trabalho por setor industrial fornece informações mais desagregadas para a análise da HC, devido a convergência observada em nível agregado poder ser decorrente de aumentos de produtividade no nível micro e/ou de mudanças na composição do emprego industrial entre indústrias com diferentes produtividades; 2) este enfoque oferece condições para um teste empírico do modelo de Heckscher-Ohlin (HO), o qual sugere que sob certas condições "factor prices will be equalized across countries with different aggregate labor productivity... A corollary that follows from the factor-price equalization hypothesis is that the observed convergence of aggregate labor productivity must be result of countries' employment mixes becoming more similar (owing presumably to convergence of factor endowments)" (Dollar & Wolff, 1988. p.549).

As conclusões encontradas por esses autores foram: 1) em quase todas as indústrias ocorreu a convergência da produtividade do trabalho; 2) a variação na produtividade do trabalho entre os diferentes países no nível de cada setor industrial é maior que no nível de todo o setor industrial, indicando que a convergência da produtividade do trabalho é maior para o setor industrial do que em cada indústria; 3) variações no "employment mix" entre os países não têm um papel importante para explicação do comportamento da produtividade do trabalho entre os países, logo, a convergência observada deve-se ao movimento da produtividade do trabalho em cada indústria, e não às variações no "employment mix", como postula o modelo HO; 4) a liderança dos Estados Unidos se baseia em sua maior produtividade observada nos setores industriais; 5) a convergência observada no nível da indústria é a fonte da convergência na produtividade agregada; 6) as

---

abordados os crescentes avanços tecnológicos na área de produção industrial, em particular sistemas como CIM (Computer Integrated Manufacturing), robotização etc.

razões para convergência da produtividade estão na convergência da razão capital-trabalho no nível de indústria e dos níveis tecnológicos entre os países.

**Tabela 2**

V.A. por Trabalhador na Indústria de 12 Países  
em Relação aos EUA, 1963-1982  
(Número Índice, EUA=100)<sup>1</sup>

	1963	1969	1976	1982
<b>Estados Unidos</b>	100	100	100	100
<b>Reino Unido</b>	52 <sup>2</sup>	60	94	88
<b>Itália</b>	45 <sup>3</sup>	50	58	88
<b>Suécia</b>	52	68	72	78
<b>Canadá</b>	77	80	77	76
<b>Alemanha</b>	54 <sup>4</sup>	68	70	68
<b>França</b>	53	64	59	67
<b>Japão</b>	26	49	50	61
<b>Dinamarca</b>	41	54	54	59
<b>Austrália</b>	47	53	55	56
<b>Finlândia</b>	34	48	45	51
<b>Áustria</b>	37	47	45	49
<b>Noruega</b>	46	58	54	49
<b>C.V.</b>	0,36	0,24	0,26	0,23
<b>Média Simples (exclusive EUA)</b>	47	58	61	66

Fonte: Dollar e Wolff, *op. cit.*

1- dados referentes a todo setor manufatureiro

2- refere-se a 1968

3- refere-se a 1967

4- refere-se a 1965

Pela tabela 2 podemos ainda observar que: 1) ao longo do período analisado existe uma tendência para se reduzir o diferencial entre o nível de produtividade do trabalho entre os EUA e os demais países industrializados, sendo que essa tendência é desigual, ou seja, é maior para alguns países e menor para outros; 2) como podemos observar a partir dos

coeficientes de variação, que diminuíram de 0,36, no ano de 1963, para 0,23, em 1982, está havendo uma tendência a  $\sigma$ -convergência<sup>21</sup> para os países nesse intervalo de tempo.

Também podemos ver a partir da tabela 2, que o grau da redução dos diferenciais de produtividade foi no geral maior no sub-período 1963-1979, o que coaduna com a hipótese do "catch-up", a qual afirma que quanto maior a defasagem existente nos níveis de produtividade entre os países, maior será o movimento em direção à redução desses diferenciais, reduzindo-se então a velocidade desse processo. Isso porque para esse processo de convergência, simultaneamente ao crescimento dos padrões de vida do país líder, ocorreria também um crescimento ainda maior desses padrões no país retardatário. Com isso, à medida que esses diferenciais se reduzissem, reduzir-se-ia também a "velocidade" do "catch-up".

---

<sup>21</sup> Conforme será mostrado no capítulo 2.

### A Abordagem Clássica da Análise da Convergência

---

Neste capítulo será apresentado o modelo de BSM, intitulado por Sala-i-Martin (1996) de Abordagem Clássica da Convergência. Para justificar esse título, o referido autor utiliza-se de dois argumentos. Primeiro, "porque essa foi a primeira metodologia a ser usada na literatura e porque ela usa as técnicas tradicionais da econometria clássica, uma característica que é compartilhada por algumas, mas não todas, das abordagens alternativas."<sup>22</sup> Como segundo argumento, alega uma razão talvez mais importante para tomarmos essa abordagem como sendo clássica: "(...) assim como na arte clássica, ela é a base de referência e alvo de críticas de todas as outras metodologias, e tem sobrevivido aos desafios dos mais modernos movimentos 'surrealistas'<sup>23</sup>.

O modelo de Barro e Sala-i-Martin tem suas raízes nos modelos neoclássicos de crescimento, tendo portanto como principal implicação a de que, obedecidas certas hipóteses com relação às preferências e tecnologia, os países mais pobres tenderão a crescer mais rápido que os mais ricos, ocorrendo portanto um processo de convergência.

Seguiremos aqui as idéias contidas em Barro e Sala-i-Martin (1990 e 1992) e em Sala-i-Martin (1996). Dessa forma, a parte 2 deste capítulo demonstra o modelo de BSM, que nos fornecerá uma equação (Equação Básica de BSM) a ser estimada pelo método dos mínimos quadrados. Os valores dos coeficientes assim obtidos têm uma especial significação para nós: eles nos indicam a existência de convergência do tipo  $\beta$  e a

---

<sup>22</sup> "because it was the first methodology to be used in the literature and because it uses traditional techniques of classical econometrics, a feature that is shared by some, but not all, of the alternative approaches." Sala-i-Martin (1996, p. 1019).

velocidade que essa ocorre. Na parte 3, formalizaremos os conceitos de  $\beta$ -convergência, tanto absoluta como condicional, assim como fornecemos o conceito de  $\sigma$ -convergência. Por fim, na parte 4, traremos duas das principais críticas feitas a este modelo: a de Quah (1996) e a de Friedman<sup>24</sup> (1992).

Porém, inicialmente, na parte 1 deste capítulo, será apresentado o modelo neoclássico de crescimento econômico a um setor. Isso porque ele é de fundamental importância ao entendimento do modelo de BSM. A exposição seguirá a metodologia trazida por Jones (1979), a qual é baseada no artigo de Solow (1956).

### **2.1. O Modelo Neoclássico de Crescimento Econômico:**

As hipóteses básicas do modelo neoclássico são:

- 1) somente um bem é produzido e se ele não for consumido será poupado e, daí, investido, ou seja:  $S=I$ ;
- 2) uma função poupança do seguinte tipo:  $S = sY$ , para  $0 < s < 1$ ;
- 3) por enquanto, vamos supor que o estoque de capital não se deprecia, o que implica que  $I = \dot{K}$ <sup>25</sup> (o investimento é igual a taxa de crescimento do capital). De 1 e 2, podemos também escrever:  $\dot{K} = S$  e  $\dot{K} = sY$ .
- 4) não há progresso técnico;
- 5) a economia é fechada e sem participação do governo;
- 6) existe competição perfeita e livre mobilidade dos fatores;

---

<sup>23</sup> "(...) like classical art, it is the basis of reference and target of criticism of all other methodologies, and it has survived the challenges of more modern and 'surrealist' movements" (*ibid.*)

<sup>24</sup> Friedman (1992) na verdade não se refere objetivamente ao modelo de BSM, e sim aos modelos que buscam indícios de convergência na correlação negativa entre taxa de crescimento da renda *per capita* e o nível inicial dessa. O modelo de BSM, como será visto, está incluso nessa crítica.

<sup>25</sup> o ponto em cima da variável indica estarmos referindo-nos à taxa de mudança instantânea da mesma com respeito a um aumento infinitesimal de tempo, ou seja,  $\frac{d \text{var}}{dt}$ . (ver Jones, 1979).

7) a força de trabalho cresce numa taxa proporcional exógena constante  $n$ , ou seja,

$$\frac{\dot{L}}{L} = n;$$

8) as possibilidades técnicas da economia são representadas por uma função de produção agregada contínua com retornos constantes de escala<sup>26</sup>,  $Y = F(K,L)$ , que pode ser reescrita em forma intensiva (ou por trabalhador):  $y = f(k)$  (onde  $y=Y/L$  e  $k=K/L$ ).

Essa função satisfaz as seguintes condições:

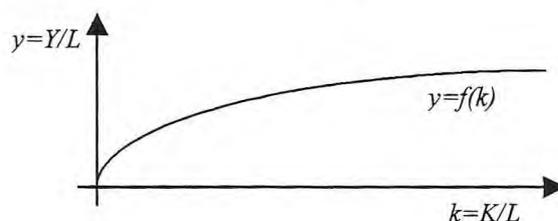
- $f'(k) > 0$ , para todo  $k$ ;
- $f''(k) < 0$ , para todo  $k$ ;
- $\lim_{k \rightarrow 0} f'(k) = \infty$ ;
- $\lim_{k \rightarrow \infty} f'(k) = 0$ ;
- $f(0) = 0$ ;
- $f(\infty) = \infty$ .

Essa função tem portanto a seguinte forma:

---

<sup>26</sup> Uma função tem retornos constante de escala (ou homogeneidade linear) quando:  
 $F(\alpha K, \alpha L) = \alpha F(K, L) = \alpha Y$ , para todo  $\alpha$ .

**Figura 1**  
**Gráfico de  $y=f(k)$**



Das hipóteses acima, é relativamente simples derivar a equação fundamental do crescimento neoclássico, o que faremos a seguir:

Como  $Y \equiv C + I$  (a renda é idêntica ao consumo mais investimento, já que, nessa economia de um bem, o que não é consumido é investido). Dividindo essa equação por  $L$ , temos:

$$\frac{Y}{L} \equiv \frac{C}{L} + \frac{I}{L} \quad [1.1]$$

que pode ser reescrita da seguinte forma:

$$f(k) \equiv \frac{C}{L} + \frac{I}{L} \quad [1.2]$$

Como  $k=K/L$ , aplicando  $\ln$ , obtemos:  $\ln k = \ln K - \ln L$ . Daí, aplicando diferenciação logarítmica:

$$\frac{1}{k} \cdot \frac{dk}{dt} = \frac{1}{K} \cdot \frac{dK}{dt} - \frac{1}{L} \cdot \frac{dL}{dt} \quad [1.3]$$

que também pode ser escrita da seguinte forma:

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} \quad [1.4]$$

Sabendo que  $\frac{\dot{L}}{L} = n$  e multiplicando [1.4] por  $k=K/L$ , podemos obter, após alguns algebrismos:

$$\frac{\dot{K}}{L} = \dot{k} + nk \quad [1.5]$$

Como  $I=\dot{K}$  (hipótese 3) e tendo em vista a equação [1.2], encontramos, ao modificar a equação [1.5]:

$$f(k) = \frac{C}{L} + \dot{k} + nk \quad [1.6]$$

A equação [1.6] nos diz que o produto por trabalhador tem três fins: 1) consumo por trabalhador; 2) aprofundamento de capital<sup>27</sup> devido a um aumento da relação capital trabalho e; 3) uma porção de investimento que mantém a relação capital trabalho constante em face de uma força de trabalho em crescimento (ou seja, extensão de capital).

Da equação [1.6], chegaremos a equação fundamental do crescimento econômico neoclássico. Sabendo que  $f(k)=y=Y/L$ , podemos reescrever a equação [1.6] da seguinte forma:

$$\dot{k} = \frac{Y}{L} - \frac{C}{L} - nk \quad [1.7]$$

como  $(Y/L) - (C/L) = (S/L)$ ,  $S = sY$ , e  $Y/L = f(k)$ , podemos escrever a equação [1.7] da seguinte forma:

$$\dot{k} = sf(k) - nk \quad [1.8]$$

A equação [1.8] é a equação fundamental do crescimento neoclássico. Ela nos diz que a taxa de variação do capital por trabalhador é igual à diferença entre o investimento (poupança) por trabalhador e o montante de capital necessário para manter a relação capital trabalho constante à medida que a força de trabalho cresce a uma taxa  $n$ . Uma poupança maior que esse montante causará aprofundamento de capital (aumentará  $k$ ), uma poupança igual a esse montante causará somente a extensão de capital ( $k$  constante), já uma poupança menor que esse montante tornará o capital mais "raso" (diminuirá  $k$ ) (cf. Jones, 1979, p. 90).

---

<sup>27</sup> Aprofundar capital significa aumentar  $k$ , estender capital significa simplesmente aumentar  $K$ , de forma a manter  $k$  constante frente aos aumentos  $n$  da força de trabalho.

A conclusão fundamental desse modelo é a seguinte: dadas as hipóteses acima, existe uma solução de crescimento balanceado<sup>28</sup> (*steady state*); e quaisquer que sejam os valores iniciais das variáveis, a economia se move continuamente para o *steady state*, onde todas as variáveis relevantes ( $K$ ,  $Y$ ,  $C$ ,  $S$  e  $I$ ) crescem a uma mesma taxa. Como entre as suposições do modelo encontram-se as de que não há depreciação do capital nem progresso técnico, essa taxa é a taxa proporcional de crescimento da força de trabalho,  $n$ .

Para uma melhor compreensão desse resultado, imaginemos que a economia possua uma relação capital trabalho menor que a relação capital trabalho de seu *steady state*,  $k$  e  $k^*$ , respectivamente. Nesse caso, pela equação [1.8],  $sf(k)$  é maior que  $nk$ , ou seja, existe uma "abundância" de poupança por trabalhador, o que fará com que haja aprofundamento de capital. De forma algébrica:

$$\frac{sf(k)}{k} > n \Rightarrow s \frac{Y}{L} \cdot \frac{L}{K} > n \Rightarrow \frac{sY}{K} > n \Rightarrow \frac{I}{K} > n \Rightarrow \frac{\dot{K}}{K} > n$$

Ou seja, a taxa do crescimento proporcional do capital é maior que  $n$ , o que implica dizer que  $k(=K/L)$  irá crescer. Podemos dizer portanto que, para qualquer nível de  $k < k^*$ ,  $k$  irá aumentar até se tornar igual a  $k^*$ . Para os casos em que  $k > k^*$ , podemos demonstrar com um raciocínio análogo que  $k$  tende a igualar-se a  $k^*$ .

Contudo, o modelo acima apresentado ainda está incompleto: falta-lhe ainda introduzir a depreciação do capital e o progresso tecnológico. Chamaremos a taxa de depreciação do capital de  $\delta$  e a taxa de progresso tecnológico exógeno, aumentador de trabalho<sup>29</sup>, de  $g$ . Não é difícil introduzir essas extensões ao modelo neoclássico. Aqui nos contentaremos em dizer que a análise e as conclusões apresentadas no modelo acima

<sup>28</sup> "Uma economia modelo experimenta crescimento estável (está num estado estável) quando todas as variáveis estão crescendo a uma taxa proporcional constante ou em estado de não-crescimento absoluto (isto é, crescendo a taxa zero)." (Jones, 1979, p. 52).

<sup>29</sup> Considere a seguinte função de produção  $Y=F(A(t)K, B(t)L)$ . Caso  $A(t)>0$  e  $B(t)=1$ , dizemos que existe progresso técnico puramente aumentador de trabalho. Implica dizer que, com um mesmo estoque do fator trabalho, uma maior quantidade de produto é obtida. Aqui, iremos supor que a taxa de progresso técnico é  $g$ , ou seja,  $A(t)=g$ .

permanecem iguais, com a exceção de que devem ser realizadas substituindo  $n$  por  $(n + \delta + g)$ , ou seja, a soma da taxa proporcional de crescimento da força de trabalho, da taxa de depreciação do capital e da taxa de progresso técnico. Outra modificação diz respeito à terminologia utilizada no tratamento da força de trabalho: passamos a chamar  $L$  de força de trabalho em unidades naturais e  $A(t)L$  de força de trabalho em unidades de eficiência<sup>30</sup>.

Com essas modificações, a equação fundamental do crescimento econômico neoclássico passa a ser representada da seguinte forma:

$$\hat{k} = sf(\hat{k}) - (n + \delta + g)\hat{k}$$

onde o símbolo " $\wedge$ " significa quantidades por unidade de eficiência de trabalho,  $Le^{gt}$ .

A tabela 3 apresenta as taxas de crescimento das principais variáveis do modelo neoclássico, quando esse atinge o *steady state*, com progresso técnico e depreciação:

---

<sup>30</sup> Já explicamos a expressão  $A(t)=g$ , que é a taxa de progresso técnico aumentadora de trabalho; agora, quando for apresentada a expressão  $Le^{gt}$ , devemos interpretá-la como sendo o progresso técnico atuando de forma contínua sobre a força de trabalho numa taxa constante  $g$ . A diferença é que, nesse último caso, o intervalo de tempo entre os progressos técnicos tende a zero.

**Tabela 3**

Variáveis do Modelo Neoclássico com depreciação e progresso técnico e suas Taxas de Crescimento no *Steady State*

<b>símbolo</b>	<b>significado</b>	<b>crescimento no <i>steady state</i></b>
<i>Y</i>	produto nacional	$(n + \delta + g)$
<i>K</i>	estoque de capital	$(n + \delta + g)$
<i>L</i>	força de trabalho (unidades naturais)	$(n + \delta)$
<i>A(t)L</i>	força de trabalho (unidades de eficiência)	$(n + \delta + g)$
<i>K/L</i>	relação capital-trabalho em unidades naturais	$(\delta + g)$
<i>Y/L</i>	relação produto-trabalho em unidades naturais	$(\delta + g)$
<i>K/Y</i>	relação capital-produto	permanece constante
<i>Y/A(t)L</i>	relação produto-trabalho em unidades de eficiência	permanece constante
<i>K/A(t)L</i>	relação capital-trabalho em unidades de eficiência	permanece constante
<i>C/L</i>	consumo por trabalhador	$(\delta + g)$

Fonte: Jones (1979), p. 193 (com várias modificações).

### **2.2- O Modelo de Barro e Sala-i-Martin:**

O modelo de Barro e Sala-i-Martin tem suas raízes nos modelos neoclássicos de crescimento, tal como o apresentado acima<sup>31</sup>, tendo portanto como principal implicação a de que, obedecidas certas hipóteses com relação às preferências e tecnologia, os países mais pobres tenderão a crescer mais rápido que os mais ricos, ocorrendo portanto um processo de convergência.

O modelo inicia com uma função de produção neoclássica do tipo:

$$Y = F(K, Le^{gt}) \quad [2.1]$$

Como o modelo negligencia escolhas entre trabalho e lazer e assume o pleno emprego, o crescimento da força de trabalho e da população são tomados como idênticos.

A equação [2.1], assumindo rendimentos de escala constantes, pode ser reescrita como

$$\hat{y} = f(\hat{k}) \quad [2.2]$$

onde o símbolo " $\hat{\cdot}$ " significa quantidades por unidade de eficiência de trabalho,  $Le^{gt}$ , e  $f(\hat{k})$  satisfaz  $f'(\hat{k}) > 0$  e  $f''(\hat{k}) < 0$ .

O produto numa economia fechada destina-se a investimento,  $\dot{k}$ , e consumo,  $C$ . Se a taxa de depreciação do capital é constante e igual a  $\delta$ , então  $\dot{k}$ , será igual a

$$\dot{k} = f(\hat{k}) - \hat{c} - (n + g + \delta) \cdot \hat{k} \quad [2.3]$$

sendo  $\hat{c} = C / L \cdot e^{gt}$  e  $n$  a taxa exógena de crescimento da população e, consequentemente, da força de trabalho.

Neste ponto, surgem três hipóteses que merecem justificativas:

1)- a unidade econômica (país) em estudo é fechada.

A adoção dessa hipótese apenas levará à parâmetros subestimados da velocidade de convergência, conforme Barro e Sala-i-Martin (1990) justificam no uso que fazem para o teste de convergência entre rendas *per capita* dos estados americanos.

---

<sup>31</sup> O modelo de BSM utiliza a abordagem de Ramsey (1928), Cass (1965) e Koopmans (1965), de determinação intertemporal da taxa de poupança, adotando uma função de produção Cobb-Douglas.

2)- assume-se pleno emprego:

Justifica-se sua adequação pelo fato do intervalo de tempo utilizado para as estimações ser de no mínimo de 28 anos, o que significa estar-se no longo prazo e, por conseguinte, variações cíclicas de curto prazo do mercado de trabalho podem ser desprezadas.

3)- os rendimentos de escala são constantes.

Essa hipótese é justificada, em nível de uma economia, pela exaustão das especializações e pela desconsideração de outros fatores de produção além de capital e trabalho (Romer, 1986).

O problema central do modelo de BSM diz respeito à maximização da função utilidade da família representativa, a fim de obter a trajetória ótima de consumo, num horizonte infinito de tempo. Deve-se maximizar, portanto, a seguinte função:

$$U = \int_0^{\infty} u(c) \cdot e^{nt} \cdot e^{-\rho t} dt \quad [ 2.4 ]$$

onde  $c = (C / L)$  e  $\rho$  é a taxa constante de preferência no tempo escolhida com um valor necessário à convergência da integral acima.

A função de utilidade tem a seguinte forma:

$$u(c) = \frac{c^{1-\theta} - 1}{1-\theta} \quad [ 2.5 ]$$

com  $\theta > 0$ , de tal maneira que a utilidade marginal,  $u'(c)$ , tenha elasticidade em relação a  $c$  constante e igual a  $-\theta$ . Quando  $\theta$  tende a um,  $u(c)$  tende a  $\ln(c)$ .

---

<sup>32</sup> Essa equação é a equação [1.7] com depreciação e progresso técnico.

A condição de Euler-Lagrange para a maximização de  $U$  na equação [4] resulta em

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\theta} \cdot [f'(\hat{k}) - \delta - \rho] \quad [2.6]$$

A maximização também envolve uma condição de transversalidade, que assegura uma taxa de crescimento do estoque de capital maior que a taxa de retorno,  $f'(\hat{k})$ . Isso requer  $\rho > n + (1 - \theta)g$ . Essa condição assegura que a trajetória de consumo é aquela que maximiza a utilidade da família representativa.

No *steady state*, as quantidades efetivas,  $\hat{y}$ ,  $\hat{k}$  e  $\hat{c}$  não mudam. Portanto, as quantidades *per capita*  $y$ ,  $k$  e  $c$  crescem a mesma taxa "g" de progresso tecnológico. As quantidades absolutas  $Y$ ,  $K$  e  $C$  crescem a taxa  $g + n$ . O nível  $\hat{k}$  no *steady state* é obtido igualando-se  $\frac{\dot{c}}{c}$  a  $g$  na equação [2.6]. Portanto, utilizando-se um asterisco para denotar quantidades de *steady state*, teremos:

$$f'(\hat{k}^*) = \delta + \rho + \theta g \quad [2.7]$$

O nível de  $\hat{y}^*$  é obtido da equação  $\hat{y} = f(\hat{k})$  e o de  $\hat{c}^*$  é obtido igualando-se a expressão [2.3] a zero.

Temos então que as equações [2.3] e [2.6] traçam a dinâmica da relação capital-trabalho. As equações mostram que os países com menor valor de produto *per capita* crescerão a uma taxa maior que os países com produtos *per capita* iniciais maiores. No entanto, como assinalam Barro e Sala-i-Martin (1990), apesar da tendência geral ser a de que países mais pobres cresçam a taxas maiores, é possível encontrar uma reversão de padrão ao longo de um certo intervalo de  $\hat{k}$ . Essas reversões são motivadas pela dependência da taxa de poupança em relação a  $\hat{k}$ , dada pela equação abaixo:

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

Se a taxa de poupança cai quando  $\hat{k}$  aumenta, o que poderia ser esperado do declínio na taxa de retorno  $f'(k)$ , então a tendência de diminuição das taxas de crescimento em relação a  $\hat{k}$  seria reforçada. Portanto, a taxa de crescimento diminui com  $\hat{k}$  a não ser que a taxa de poupança cresça substancialmente (por causa do efeito renda de um aumento em  $K$ ).

Nesse momento Barro e Sala-i-Martin (1990) especificam a fórmula funcional da função de produção optando pela abordagem de King e Rebello (1989). Seja uma função Cobb-Douglas dada por:

$$\hat{y} = f(\hat{k}) = (\hat{k})^\alpha \quad [2.8]$$

com  $0 < \alpha < 1$ . Log-linearizando as equações [2.3] e [2.6], e usando [2.8], tem-se então a trajetória de  $\hat{k}$ , da qual deduz-se a trajetória de  $\hat{y}_t$ ; isto é:

$$\log[\hat{y}(t)] = \log[\hat{y}(0)] \cdot e^{-\beta t} + \log(\hat{y}^*) \cdot (1 - e^{-\beta t}) \quad [2.9]$$

Ou seja, a velocidade de crescimento de  $\hat{y}_t$  é função do valor inicial  $\hat{y}_0$  e do valor do *steady state*  $\hat{y}^*$ . O parâmetro  $\beta$  que governa a velocidade de ajustamento para o *steady state*, depende dos parâmetros subjacentes ao modelo da seguinte maneira:

$$2\beta = \left\{ h^2 + 4 \left( \frac{1-\alpha}{\theta} \right) (\delta + \rho + \theta g) \left[ \frac{\delta + \rho + \theta g}{\alpha} - (\delta + \rho + n) \right] \right\}^{\frac{1}{2}} - h \quad [2.10]$$

onde  $h = \rho - n - (1 - \theta)g > 0$ .

A taxa média de crescimento do produto,  $y$ , no intervalo que vai de  $t_0$  até  $t_0 + T$  é dada por:

$$\left(\frac{1}{T}\right) \cdot \ln\left[\frac{y_{t_0+T}}{y_{t_0}}\right] = g + \frac{(1 - e^{-\beta T})}{T} \cdot \ln\left[\frac{\hat{y}_{t_0+T}^*}{\hat{y}_{t_0}}\right] \quad [2.11]$$

Portanto, dadas as condições de *steady state*,  $y^*$ , a taxa de crescimento entre os períodos  $t_0$  e  $t_0 + T$  com relação ao valor inicial de renda *per capita*,  $\hat{y}_{t_0}$ , será governada pelo valor de  $\beta$  na equação [2.11].

### 2.2.1- A equação de BSM:

Para chegar ao ponto que mais nos interessa, a equação [2.11] será transformada numa versão discreta que funcionará como equação a ser estimada para nossos estudos de convergência. Assumindo o mesmo valor de *steady state* para todas as unidades e acrescentando-se uma perturbação estocástica<sup>33</sup>, tem-se:

$$\frac{1}{T} \cdot \ln\left(\frac{y_{i,t_0+T}}{y_{i,t_0}}\right) = B - \xi \cdot \ln(y_{i,t_0}) + \mu_{i,t_0,t_0+T} \quad [2.12]$$

Onde

- $i$  = país
- $t_0$  = tempo inicial
- $T$  = tamanho do intervalo de tempo (período)
- $y_{i,t_0+T}$  = renda *per capita* do país  $i$ , no tempo  $t_0 + T$
- $y_{i,t_0}$  = renda *per capita* do país  $i$ , no tempo  $t_0$

---

<sup>33</sup> Essa perturbação estocástica refletiria mudanças inesperadas nas condições de produção e nas preferências.

- $B = \text{intercepto} = g + \frac{(1 - e^{-\beta T})}{T} \cdot \ln[(y^*) + g \cdot t_0]$
- $g =$  taxa de aumento exógeno do progresso tecnológico, é constante.
- $y_i^* = y^*$  valor de *steady state* (constante, igual para todas as economias)
- $\beta =$  parâmetro que governa a velocidade de convergência na transição para o *steady state*;
- $\mu_{i,t_0,t_0+T} =$  distribuição defasada de perturbações estocásticas do tipo  $\mu_{i,t}$  entre os tempos  $t_0$  e  $t_0 + T$ ;
- $\xi = [(1 - e^{-\beta T}) / T] =$  coeficiente angular para a respectiva reta de regressão. Mostra a relação direta entre  $\xi$  e  $\beta$ . Dado o ângulo  $\alpha$  da reta, tem-se que  $\text{tg}\alpha = T\xi = 1 - e^{-\beta T}$ <sup>34</sup>
- $\sigma_{i,t}^2 =$  variância do  $\ln(y_i(t))$  e  $\sigma_{i,0}^2$  variância para os valores iniciais  $\ln(y_i(0))$ .

Como de praxe  $\mu_{i,t,t_0+T}$  tem média zero e variância  $\sigma_{\mu}^2$  e é distribuído independentemente de  $\ln(y_{i,t-1})$ . Os parâmetros  $\xi$  e  $\beta$  podem ser obtidos utilizando-se o método dos mínimos quadrados não-linear.

### 2.3- A $\beta$ -convergência absoluta, a condicional e a $\sigma$ -convergência:

De acordo com Sala-i-Martin (1996), há dois conceitos principais para convergência. O primeiro deles, chamado  $\beta$ -convergência, desdobra-se em dois,  $\beta$ -convergência absoluta e  $\beta$ -convergência condicional. Dizemos que há  $\beta$ -convergência absoluta se as economias pobres crescem mais rápido (a taxas maiores) que as economias ricas, em termos de renda *per capita*. Nesse caso, considera-se todas as economias em análise como possuidoras e se encaminhando para idênticos *steady states*.

Já o outro tipo de  $\beta$ -convergência, o condicional, ocorre quando as economias tendem a crescer mais rápido quanto mais distantes de seus próprios *steady states*, isto é, nesse tipo de análise considera-se as economias como possuidoras de *steady states* distintos: as rendas *per capita* dos países que possuem características estruturais similares (por exemplo, preferência, tecnologias, taxas de crescimento da população, políticas

<sup>34</sup> podemos portanto, de maneira mais detalhada, escrever a equação [2.12] da seguinte forma:

$$\frac{1}{T} \cdot \ln\left(\frac{y_{i,t_0+T}}{y_{i,t_0}}\right) = B - \left(\frac{1 - e^{-\beta T}}{T}\right) \cdot \ln(y_{i,t_0}) + \mu_{i,t_0,t_0+T}$$

governamentais, etc.) convergiram entre si. Fica claro, portanto, que o diferencial desses dois conceitos de convergência do tipo  $\beta$  reside em considerar as economias como possuidoras de *steady states* iguais ou não, o que implica em considerar os países estruturalmente iguais ou não.

Se estimarmos a equação [2.12] acima, e encontrarmos um valor de  $\beta > 0$ , estatisticamente significativo, dizemos que houve  $\beta$ -convergência absoluta. O valor encontrado desse  $\beta$  também nos fornece a velocidade em que o processo ocorre. Se obtivermos  $\beta = 0.02$ , por exemplo, dizemos que, para o período em análise, o processo de  $\beta$ -convergência deu-se a uma taxa de 2% ao ano, em média, e que implica dizer que os países mais atrasados levarão cerca de 35 anos para reduzir à metade a distância que os separa dos ricos, *ceteris paribus*.

Para testar a existência de  $\beta$ -convergência condicional, temos dois caminhos. O primeiro é, pela introdução de variáveis sociais, educacionais ou institucionais, fazer com que os *steady states* das diferentes economias permaneçam constantes e diferenciados. Formalmente isso é feito através da introdução de um vetor  $X_{i,t}$  na equação [2.12] acima, tornando o *steady state* da economia  $i$  constante. A equação ganha então a seguinte forma:

$$\frac{1}{T} \cdot \ln \left( \frac{y_{i,t_0+T}}{y_{i,t_0}} \right) = B - \xi \cdot \ln(y_{i,t_0}) + \psi X_{i,t} + \mu_{i,t_0,t_0+T} \quad [2.12a]$$

Nesse caso, um valor de  $\beta$  positivo e estatisticamente significativo implica na existência de  $\beta$ -convergência condicional. O vetor  $X_{i,t}$  pode conter matrículas em cursos primários e secundários, variáveis políticas e institucionais, crescimento da população, entre outras: deve-se buscar variáveis que diferenciem as economias em análise.

O outro caminho para testar a existência de  $\beta$ -convergência condicional é através da escolha de economias onde a suposição de valores de *steady states* comuns não seja uma hipótese irreal. Ou seja, escolhe-se grupos de economias onde considerá-las como possuidoras de características estruturais semelhantes, no que se refere a preferência,

tecnologias, taxas de crescimento da população, políticas governamentais, entre outras, seja aceitável. Quando utilizamos, nesse trabalho, a classificação do Banco Mundial, a qual utiliza o critério renda *per capita*, estamos supondo que os países contidos em cada grupo de renda possuam características semelhantes. Com base nessa suposição, podemos buscar evidências de  $\beta$ -convergência condicional em cada um dos grupos<sup>35</sup>. Como contrapartida dessa suposição, no que se refere as amostras I e II, devemos considerá-las como sendo constituídas por países heterogêneos.

Mas, além do conceito de convergência do tipo  $\beta$  (em suas duas modalidades), existe o conceito de  $\sigma$ -convergência. Dizemos que há convergência do tipo  $\sigma$  quando a dispersão dos níveis reais de PIB *per capita*, numa *cross-section* de economias, diminuem no decorrer do tempo, isto é:

$$\sigma_{t+T} < \sigma_t,$$

onde  $\sigma_t$  é o desvio padrão de  $\ln(y_{i,t})$ <sup>36</sup>, no tempo  $t$ , para todos  $i$ 's.

Se levarmos em conta que uma menor dispersão da renda implica que o país mais pobre cresceu mais que o rico, podemos concluir que os dois conceitos estão relacionados. Isso é verdade, mas eles não são idênticos, conforme podemos notar na figura abaixo.

---

<sup>35</sup> Ver capítulo 3.

<sup>36</sup> "Examinar a dispersão do logaritmo da renda *per capita*, não a própria dispersão, é o modo correto de se testar a  $\sigma$ -convergência. Se a taxa de crescimento de crescimento for constante entre os países que iniciam em diferentes níveis, a dispersão dos logaritmos dos níveis permanecerá constante, mas a dispersão dos níveis brutos irá aumentar." (Romer, 1986)



crescimento da renda *per capita* do país B, associado à redução dessa variável no país A, gerou uma situação final onde a distância entre esses dois países, em termos de  $\ln(y)$ , encontra-se igual à distância inicial. Ou seja não houve  $\sigma$ -convergência: a dispersão entre os países A e B é igual no tempo  $t$  e no  $t + T$ .

As conclusões que podemos obter da análise da figura acima são as seguintes: 1)  $\beta$  e  $\sigma$  convergência referem-se a aspectos relacionados, porém distintos do crescimento econômico; 2) para ocorrer  $\beta$ -convergência, é necessário que ocorra  $\sigma$ -convergência; 3) basta que ocorra  $\sigma$ -convergência para que possamos afirmar que houve a convergência  $\beta$ .

Em poucas palavras:  $\beta$  é condição para  $\sigma$  e  $\sigma$  é suficiente para  $\beta$ .

### 2.3.1- O Cálculo da $\sigma$ -convergência:

A relação entre  $\beta$ -convergência e  $\sigma$ -convergência pode ser obtida de maneira mais formal.

Seja  $\mu_{i,t}$  o erro da equação [2.12] com média zero, variância constante  $\sigma_\mu^2$  e distribuído independentemente de  $\ln(y_{i,t_0})$ . Seja também  $\sigma_i^2$  a variância de  $\ln(y_{i,t_0-T})$  no tempo  $t$ . A equação [2.13] e as propriedades de  $\mu_{i,t}$  traçam a dinâmica de  $\sigma_\tau^2$ :

$$\sigma_\tau^2 = (e^{-2\beta}) \cdot \sigma_{\tau-1}^2 + \sigma_{\mu\tau}^2 \quad [2.13]$$

Como  $\sigma_{\mu\tau}^2 = \sigma_\mu^2$  e  $\sigma_0^2$  é a variância do  $\ln(y_{i,j,t_0})$ , então a solução da equação em diferenças de primeira ordem [2.13] será:

$$\sigma_i^2 = \frac{\sigma_\mu^2}{1 - e^{-2\beta}} + \left( \sigma_0^2 - \frac{\sigma_\mu^2}{1 - e^{-2\beta}} \right) \cdot e^{-2\beta\tau} \quad [2.14]$$

A equação [2.14] mostra precisamente a relação entre os dois tipos de convergência<sup>37</sup>. Para que  $\sigma_t^2$  convirja diminuindo para o seu equilíbrio intertemporal,  $(\sigma_\mu^2 / 1 - e^{-2\beta})$ , ou seja, para que haja  $\sigma$ -convergência são necessárias duas condições:

(I)  $\beta > 0$ , para garantir que a expressão entre parênteses seja multiplicada por um número positivo cada vez menor quando  $t$  aumenta;

(II)  $\sigma_0^2 > (\sigma_\mu^2 / 1 - e^{-2\beta})$ <sup>38</sup>, caso contrário a convergência dar-se-ia por baixo, aumentando, em lugar de diminuir, o valor de  $\sigma_t^2$ .

#### **2.4. Duas Críticas ao Modelo de Barro e Sala-i-Martin:**

Entre as críticas ao modelo de BSM destacam-se as de Quah (1996) e de Friedman (1992).

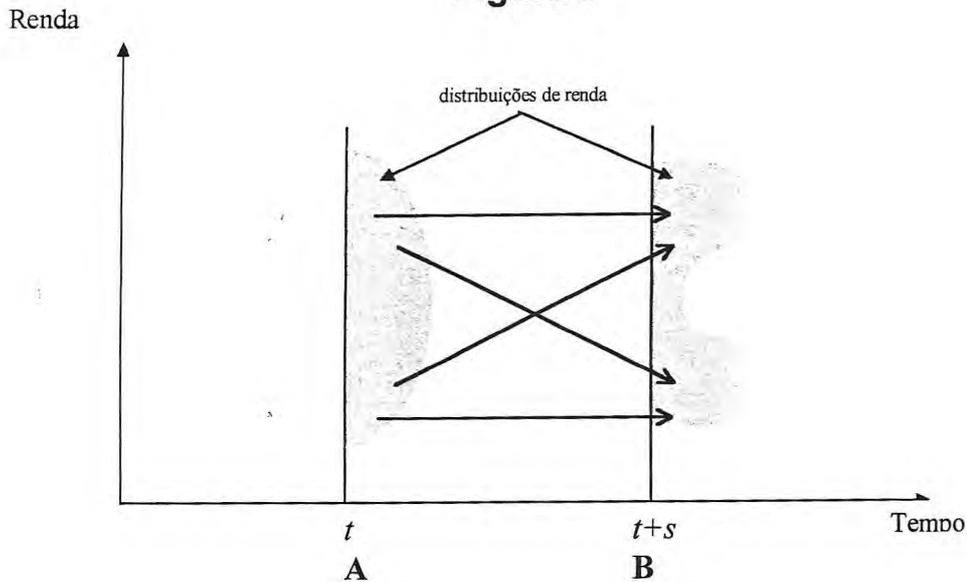
Quah (1996) faz críticas às abordagens tradicionais à convergência, baseadas em modelos de *cross-section*, como o utilizado por Barro e Sala-i-Martin (BSM). Quah propõe uma comparação, através dos anos, das diversas distribuições de frequência da variável em análise (renda *per capita* ou produtividade). No tempo, poderemos notar dois tipos de acontecimentos: a mudança na localização e na forma das distribuições e uma dinâmica interna dos elementos da amostra.

---

<sup>37</sup> cf Barro e Sala-i-Martin (1990 e 1992).

<sup>38</sup>  $\sigma_\mu^2$ , variância do erro da equação [2.12], é obtível via  $\frac{\sum e_i^2}{n-1}$ , onde  $e_i^2$  é a soma dos quadrados dos erros da equação estimada.

**Figura 3**



Fonte: Quah (1996)

Através figura 1 acima podemos entender melhor o potencial analítico do modelo de Quah. A figura mostra duas distribuições de freqüência para dois momentos distintos. Tomemos primeiramente o ano  $t$  (distribuição de freqüências A), onde existe uma distribuição de renda *per capita* entre regiões ou países. Conforme a distribuição A, existem algumas economias ricas na parte superior da distribuição, algumas pobres na inferior, e a maioria se encontra na porção intermediária. Num ano qualquer  $t + s$  (distribuição de freqüências B), plota-se uma outra distribuição de rendas, e supõe-se que ela se mostre tal qual a figura acima apresenta. Nessa outra distribuição, vemos que houve mudanças consideráveis, apresentando agora acentuações na parte superior e inferior, ricos e pobres, junto a uma diminuição da densidade na parte central. Mais ainda, tal como mostram as setas, vemos que ocorre a passagem de economias de ricas à pobres e vice-versa. A distribuição tornou-se bi-modal, ocorreu uma dinâmica interna, com convergências não entre todas as economias, mas entre grupos: a isso Quah chama "clube de convergência".

Além de detectar a existência de "clubes de convergência", esse modelo, quando comparado ao de BSM, nos mostra uma importante diferença: a não suposição de um

*steady state*. No modelo de BSM, no caso de  $\beta$ -convergência absoluta, existe a hipótese de um único *steady state* para o qual todas as economias em análise caminhariam. Se as economias estiverem em média mais próximas desse *steady state*, frente aos níveis iniciais da variável em questão, teremos o caso de  $\beta$ -convergência absoluta. Já no modelo de Quah abre-se mão do *steady state* e a análise recai simplesmente nas distribuições de frequência da variável analisada. Convergência, nesse caso, não é aproximação a um valor de *steady state*, é, isto sim, um aumento da ocorrência de valores da renda *per capita* ou da produtividade em torno de um intervalo de valores. Dessa forma, teoricamente, podemos ter distribuições unimodais até  $n$ -modais, indicando, nesse último caso,  $n$  clubes de convergência.

Quah também esclarece pontos que ficam obscurecidos nos modelos de *cross-section*, bem como lança luz sobre alguns aspectos no que se refere à HC, como por exemplo o crescimento de uma dada economia não significa necessariamente que ela alcançará as economias líderes e, ainda mais que isso, mostra poder haver uma persistência na separação entre ricos de um lado e pobres de outro, podendo haver inclusive grupos de países intermediários.<sup>39</sup>

Friedman (1992) condena as medidas de convergência baseadas em regressões da taxa de crescimento da variável em análise nos seus níveis iniciais: alega que tais métodos fornecem medidas tendenciosas. Para esse autor, os teóricos que procedem dessa forma estão cometendo um equívoco estatístico já antigo, o qual consiste em interpretar como convergência uma correlação negativa entre taxas de crescimento da variável em análise e o seu valor inicial.

O raciocínio de Friedman é feito em duas etapas. Na primeira, ele mostra que se a reta de regressão da taxa de crescimento da variável em análise no nível inicial tem uma inclinação negativa, inferimos, de acordo com a abordagem tradicional, que houve convergência no período em questão — as economias com menores valores iniciais da variável em questão têm uma taxa de crescimento maior que as com nível inicial mais

---

<sup>39</sup> Não utilizaremos esse modelo nesta monografia devido aos vários problemas metodológicos com que nos deparamos no que se refere à uma forma correta de tratar dos dados brutos de renda *per capita*, problemas esses para os quais ainda não encontramos soluções na literatura consultada.

altos. Agora, de acordo com essa lógica, espera-se que a regressão das taxas de crescimento da variável em análise no *seu nível final* forneça uma reta de inclinação positiva, já que, quanto maior for o valor final, maior a taxa de crescimento no período em análise. Nessa segunda etapa do raciocínio, Friedman demonstra que isso não ocorre: para a mesma amostra de dados encontra uma reta de inclinação positiva, mas não estatisticamente significativa, mostrando uma ausência de correlação positiva entre taxas de crescimento e valor final. Trata-se, portanto, de um estimador viesado de convergência<sup>40</sup>.

Friedman então propõe, como uma medida adequada à convergência, o Coeficiente de Variação (CV)<sup>41</sup>, que consiste no valor do desvio padrão amostral dividido por sua média. Sendo esse uma medida de dispersão, a convergência estaria comprovada, nesse caso, com a diminuição do CV através do tempo. Nesse sentido, se  $CV_T > CV_{T+t}$ , dizemos que houve aproximação dos valores da variável em análise entre os períodos  $T$  e  $T + t$ , ou seja, convergência.

---

<sup>40</sup> Esse é o caso do  $\beta$  no modelo de Barro e Sala-i-Martin.

<sup>41</sup> Ou qualquer medida de dispersão, como o desvio-padrão.

#### 3.1 – A Fonte de Dados:

A fonte principal de dados foi a *Penn World Table Mark 5.6a*. Trata-se de um banco de dados com informações diversas para vários países do mundo todo. Iniciou-se na Universidade da Pensilvânia na década de 60 por A. Kravis e encontra-se na sua versão atual sob a coordenação de Allan Heston e Robert Summers<sup>42</sup>.

A *Penn World Table Mark 5.6a* possui ao todo 29 variáveis<sup>43</sup>. Com vistas a analisar a convergência da renda *per capita*, a variável que escolhemos trabalhar foi o PIB real *per*

---

<sup>42</sup> Informações sobre as metodologias de cálculo, de estimação e outras, encontram-se no artigo "The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988"<sup>42</sup>, sendo indispensável sua leitura antes da utilização das informações contidas em meio eletrônico, o qual que pôde ser obtido via Internet no seguinte endereço: "<http://www.nber.org/pub/pwt56>". Como é bastante comum a mudança e o "desaparecimento" de sites na INTERNET, recomenda-se usar um programa de busca, sendo o mais potente deles o AltaVista.

<sup>43</sup> As variáveis são as seguintes (em inglês): 1 ( POP ) = Population in 000's; 2 ( RGDPCH ) = Real GDP per capita in constant dollars (Chain Index) (expressed in international prices, base 1985.); 3 ( RGDPL ) = Real GDP per capita (Laspeyres index) (1985 intl. prices); 4 ( C ) = Real Consumption share of GDP [%] (1985 intl. prices); 5 ( I ) = Real Investment share of GDP [%] (1985 intl. prices); 6 ( G ) = Real Government share of GDP [%] (1985 intl. prices); 7 ( RGDPTT ) = Real GDP per capita in constant dollars adjusted for changes in terms of trade (1985 international prices for domestic absorption and current prices for exports and imports.); 8 ( Y ) = CGDP relative to U.S. [%] (U.S.=100, current intl. prices); 9 ( CGDP ) = Real GDP per capita (current intl. prices); 10 ( CC ) = Real Consumption share of GDP [%] (current intl. prices); 11 ( CI ) = Real Investment share of GDP [%] (current intl. prices); 12 ( CG ) = Real Government share of GDP [%] (current intl. prices); 13 ( P ) = Price level GDP [%] (PPP GDP/ U.S. dollar exchange rate); 14 ( PC ) = Price level Consumption [%] ([PPP of C]/XR); 15 ( PI ) = Price level Investment [%] ([PPP of I]/XR); 16 ( PG ) = Price level Government [%] ([PPP of G]/XR); 17 ( XR ) = Exchange Rate with U.S. dollar; 18 ( RGDPEA ) = Real GDP per Equivalent Adult (1985 intl. prices); 19 ( RGDPW ) = Real GDP per Worker (1985 intl. prices); 20 ( KAPW ) = Nonresidential Capital Stock per Worker (1985 intl. prices); 21 ( KDUR ) = Producer Durables (% of KAPW) (1985 intl. prices); 22 ( KNRES ) = Nonresidential construction (% of KAPW) (1985 intl. prices); 23 (

*capita* em dólares constantes (RGDPCH<sup>44</sup>), mostrado em preços internacionais e tendo como ano-base 1985 (índice em cadeia).

Nossa outra fonte de dados é a classificação de países, sob o critério renda *per capita*, fornecida pelo Banco Mundial<sup>45</sup>. As classificações de países utilizadas por essa instituição são as seguintes: *low income*, *middle income* e *high income*<sup>46</sup>.

Com efeito, se o país for associado ao Banco Mundial e possuir mais de trinta mil (30.000) habitantes, ele será classificado, de acordo com sua renda *per capita*, conforme é mostrado pela tabela 4<sup>47</sup>:

**Tabela 4**  
**Classificação de Países Utilizada pelo Banco Mundial — Critério**  
**Renda *per capita***

Classificação	renda per capita mínima (US\$)	renda per capita máxima (US\$)
<i>low-income</i>	-	785
<i>middle-income</i>	786	9.635
<i>high-income</i>	9.636	-

Fonte: Banco Mundial. Valores de 1996.

---

KOTHER ) = Other Construction (% of KAPW) (1985 intl. prices); 24 ( KRES ) = Residential construction (% of KAPW) (1985 intl. prices); 25 ( KTRANP ) = Transportation Equipment (% of KAPW) (1985 intl. prices); 26 ( OPEN ) = Openness (Exports+Imports)/Nominal GDP; 27 ( RGNP ) = Real Gross National Product (% of CGDP); 28 ( IPRI ) = Gross Domestic Private Investment (% of Gross Domestic Investment in current intl.prices); 29 ( STLIV ) = Standard of Living Index (Consumption plus government consumption minus military expenditure, % of GDP.

<sup>44</sup> "Real GDP per capita in constant dollars (Chain Index), expressed in international prices, base 1985".

<sup>45</sup> Foi obtida também junto a Internet, na página do Banco Mundial (World Development Indicator — <http://www.worldbank.org/html/ieccd/wdi/wdi/cd-tables.htm>). Ver bibliografia.

<sup>46</sup> Renda baixa, renda média e renda alta, respectivamente.

### 3.2. As Amostras:

As amostras utilizadas neste trabalho foram as seguintes:

Para o teste da  $\beta$ -convergência absoluta e da  $\sigma$ -convergência:

- 1) 51 países no período de 1950 a 1992;
- 2) 121 países no período de 1961 a 1989;

Para o teste da  $\beta$ -convergência condicional e da  $\sigma$ -convergência (também condicional):

- 3) 33 países classificados como *low-income* pelo Banco Mundial, no período 1960..1990;
- 4) 39 países classificados como *middle-income* pelo Banco Mundial, no período 1960..1990;
- 5) 29 países *high-income*, de acordo com o Banco Mundial, no período 1960..1990;
- 6) os 24 países da OCDE<sup>48</sup>, no período 1953..1990.

Abaixo faremos um detalhamento maior sobre os critérios de escolha de cada amostra e seus países constituintes.

#### 3.2.1 – Amostra I (51 países):

A primeira amostra consta de 51 países no período 1950..92. Nesse primeiro caso privilegiou-se o maior intervalo de tempo possível, o que implica num menor número de

---

<sup>47</sup> Os países *middle-income*, de acordo com o Banco Mundial, também podem ser divididos em *lower-middle-income* e *upper-middle-income*, o que não será levado em conta neste trabalho.

<sup>48</sup> Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

observações, já que, na fonte de dados utilizada, vários países não trazem seus valores de renda *per capita* nos anos de 1950 e 1992, o que torna suas utilizações inviáveis<sup>49</sup>.

A tabela 5 abaixo traz os países utilizados nesta amostra:

**Tabela 5**  
**51 Países da Amostra I**

África do Sul	Alemanha <sup>50</sup>	Austrália	Áustria	Bélgica	Bolívia
Brasil	Canada	Chile	Chipre	Colômbia	Costa Rica
Dinamarca	Egito	El Salvador	Equador	Espanha	EUA
Filipinas	Finlândia	França	Guatemala	Holanda	Honduras
Ilhas Maurício	Índia	Irlanda	Islândia	Itália	Japão
Luxemburgo	Marrocos	México	Nigéria	Noruega	Nova Zelândia
Panamá	Paquistão	Paraguai	Peru	Quênia	Reino Unido
República Dominicana	Sri Lanka	Suécia	Suíça	Tailândia	Turquia
Uganda	Uruguai	Venezuela.			

### 3.2.2 – Amostra II (121 países):

A segunda amostra consta de 121 países para o período 1961..1989. Aqui privilegiou-se um maior número de países em um intervalo de tempo razoável (28 anos), porém menor que o da amostra I. Isso porque, como já deve estar claro, há um *trade-off* em nossa fonte de dados entre o número de países e intervalo de tempo.

A tabela 6 abaixo traz os países utilizados nesta amostra:

<sup>49</sup> De acordo com a equação [ 2.12 ] acima, para o cálculo de  $\beta$  são necessários dados somente para os períodos  $t_0$  e  $t + T$ .

<sup>50</sup> Os dados para a Alemanha referir-se-ão à antiga Alemanha Ocidental, isso devido ao fato de que os dados para a antiga Alemanha Oriental não estarem disponíveis para todo o período em análise.

**Tabela 6**  
**121 Países da Amostra II**

África do Sul	Alemanha	Angola	Arábia Saudita	Argélia	Argentina
Austrália	Áustria	Bangladesh	Barbados	Bélgica	Benin
Bolívia	Botswana	Brasil	Burkina Faso	Burundi	Cabo Verde
Camarão	Canada	Central Afr. R.	Chad	Checoslováquia	Chile
China	Chipre	Colômbia	Comoros	Congo	Coréia do Sul
Costa Ivory	Costa Rica	Dinamarca	Egito	El Salvador	Equador
Espanha	EUA	Fiji	Filipinas	Finlândia	França
Gabão	Gâmbia	Gana	Grécia	Guatemala	Guiana
Guiné	Guiné Bissau	Haiti	Holanda	Honduras	Hong Kong
Índia	Indonésia	Irã	Irlanda	Islândia	Israel
Itália	Iugoslávia	Jamaica	Japão	Jordânia	Lesoto
Luxemburgo	Madagascar	Malásia	Malawi	Mali	Malta
Marrocos	Mauritânia	Maurício, Ilhas	México	Moçambique	Myanmar
Namíbia	Nicarágua	Niger	Nigéria	Noruega	Nova Zelândia
Panamá	Papua N. Guiné	Paquistão	Paraguai	Peru	Porto Rico
Portugal	Quênia	Reino Unido	Rep. Dominicana	Reunion	Romênia
Ruanda	Senegal	Serra Leoa	Seychelles	Singapura	Síria
Somália	Sri Lanka	Suécia	Suíça	Suriname	Swaziland
Tailândia	Taiwan	Togo	Trinidad & Tobago	Tunísia	Turquia
Uganda	URSS	Uruguai	Venezuela	Zaire	Zâmbia
Zimbabwe.					

### 3.2.3 – Amostra III (33 países, *low-income*):

Ao contrário das amostras 1 e 2, que visam testar a hipótese da  $\beta$ -convergência absoluta, a partir da amostra 3 passamos a testar o outro tipo de  $\beta$ -convergência, a do tipo condicional (ou relativo).

Tendo isso em vista, a terceira amostra teve como critérios de escolha os seguintes: o país deve estar classificado como *low-income* pelo Banco Mundial e possuir dados de renda

*per capita* nos anos de 1960 e 1990 junto a *Penn World Table*<sup>51</sup>. Seguindo esses critérios, uma amostra com 33 países foi selecionada.

A tabela 7 abaixo traz os países utilizados nesta amostra:

**Tabela 7**  
**33 Países da Amostra III (*low-income*)**

Bangladesh	Benin	Burundi	Camarão	China	Cômoros
Congo	Gâmbia	Gana	Guiana	Guiné	Guiné Bissau
Honduras	Índia	Lesoto	Madagascar	Malawi	Mali
Mauritânia	Moçambique	Nicarágua	Nigéria	Paquistão	Quênia
Rep. Afr. Central	República do Tchad	Ruanda	Senegal	Sri Lanka	Togo
Uganda	Zâmbia	Zimbabwe.			

#### 3.2.4 – Amostra IV (39 países, *middle-income*):

A quarta amostra traz 39 países classificados como *middle-income* pelo Banco Mundial e que possuem dados na *Penn World Table* para o período 1960..1990.

A tabela 8 abaixo traz os países utilizados nesta amostra:

<sup>51</sup> Apenas para esclarecer melhor os critérios de escolha das amostras de 3 a 6: o Banco Mundial fornece uma lista de países e sua respectiva classificação com base em sua renda *per capita*. De posse dessa lista, buscamos os dados sobre a renda *per capita* de cada país na *Penn World Table*. Se, nessa última, estiverem disponíveis dados no início e no fim do período para o país em questão, esse entrará na amostra, de acordo com a classificação que o Banco Mundial lhe deu. Note-se que, para fins práticos, aqui não se leva em conta os valores da tabela 4 acima. Leva-se em conta a lista de países do Banco Mundial, que já traz consigo a classificação dos mesmos, e leva-se em conta o país possuir seus dados disponíveis da *Penn World Table*.

**Tabela 8****39 Países da Amostra IV (*middle-income*)**

África do Sul	Argélia	Argentina	Bolívia	Brasil	Cabo Verde
Checoslováquia	Chile	Colômbia	Costa Rica	Egito	El Salvador
Equador	Fiji	Filipinas	Gabão	Guatemala	Ilhas Maurício
Indonésia	Irã	Jamaica	Jordânia	Malásia	Marrocos
México	Namíbia	Panamá	Papua Nova Guiné	Paraguai	Peru
República Dominicana	Seychelles	Síria	Tailândia	Trinidade & Tobago	Tunísia
Turquia	Uruguai	Venezuela.			

**3.2.5 – Amostra V (29 países, *high-income*):**

Essa amostra traz 29 países classificados como *high-income* pelo Banco Mundial e que possuam dados na *Penn World Table* para o período 1960..1990.

A tabela 9 abaixo traz os países utilizados nesta amostra:

**Tabela 9****29 países da Amostra V (*high-income*)**

Alemanha	Austrália	Áustria	Bélgica	Canadá	Chipre
Coréia do Sul	Dinamarca	Espanha	EUA.	Finlândia	Formosa
França	Grécia	Holanda	Hong Kong	Irlanda	Islândia
Israel	Itália	Japão	Luxemburgo	Noruega	Nova Zelândia
Portugal	Reino Unido	Singapura	Suécia	Suíça	

### 3.2.6 – Amostra VI (24 países, OCDE):

Na sexta amostra estão os 24 países da OCDE<sup>52</sup>. O período de análise foi de 1953 a 1990.

A tabela 10 abaixo traz os países utilizados nesta amostra:

**Tabela 10**

#### 24 Países da Amostra VI (OCDE)

Alemanha	Austrália	Áustria	Bélgica	Canadá	Coréia do Sul
Dinamarca	Espanha	EUA.	Finlândia	França	Grécia
Holanda	Irlanda	Islândia	Itália	Japão	Luxemburgo
Noruega	Nova Zelândia	Portugal	Reino Unido	Suécia	Suíça

### 3.3 – As Estimações:

Utilizando os programas Microsoft Excel 97 e Eviews 2, estimamos a equação [2.12] para cada uma das amostras, utilizando sempre a variável RGDPCH. O método de estimação foi o do mínimos quadrados ordinários não-linear. Com vistas a testarmos a significância dos valores de  $\beta$  encontrados, utilizamos o teste  $t$  de Student, bi-caudal, com intervalo de confiança de 95%.

A metodologia para a verificação da hipótese de  $\sigma$ -convergência já foi exposta no parágrafo 2.3.1 acima. De forma complementar, construímos gráficos para cada amostra, relacionando a dispersão com o tempo. Isso feito com o intuito de testarmos a  $\sigma$ -convergência de uma outra forma: a simples variação da dispersão entre o período inicial e o final da análise. Nesse caso,  $\sigma$ -convergência existiria se a dispersão do tempo  $t + T$  fosse

---

<sup>52</sup> A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico, OCDE, criada em 1961 em substituição à antiga Organização Europeia de Cooperação Econômica (OECE).

menor que a do tempo  $t$ . A análise gráfica da dispersão tem ainda uma vantagem a mais quando comparada com a algébrica: ela não leva em conta somente os anos iniciais e finais, fornecendo a trajetória comportamental da dispersão da renda *per capita* durante todo o período. A dispersão foi calculada utilizando o desvio-padrão do logaritmo natural ( $\ln$ ) das rendas *per capita*, em cada ano, para todos os anos do período em análise.

## Capítulo 4

### Resultados Empíricos

---

Neste capítulo serão mostrados os resultados obtidos. Na parte 1 são mostrados os resultados para  $\beta$ -convergência, tanto absoluta (aplicada às amostras 1 e 2) como condicional (amostras de 3 a 6). Na parte 2 mostramos os resultados para  $\sigma$ -convergência. Por fim, na parte 3, são mostrados os gráficos do desvio-padrão.

#### 4.1. $\beta$ -convergência:

##### 4.1.1. $\beta$ -convergência absoluta:

Estes foram os resultados obtidos pela aplicação da equação [2.12] às amostras 1 e 2:

**Tabela 11**  
Resultados de  $\beta$ -convergência Absoluta

Amostra	$\beta$	$R^2$	D.P. Reg.	D.W.	B
1- 51 países, período 1950..1992	-0,0017 (-1,0138)	0,0192	0,0103	1,6988	0,0083 (0,6003)
2- 121 países, período 1961..1989	-0,0034 (-2,0016)*	0,0297	0,0180	1,8478	-0,0067 (-0,4737)

Os valores entre parênteses correspondem ao teste t de Student

\* significante em 5%

Pela tabela 11 acima, vemos que, para a amostra 1, o valor de  $\beta$  é negativo porém não significativo, o que implica dizermos que ele é estatisticamente igual a zero. Dessa forma, para essa amostra, não houve  $\beta$ -convergência absoluta para o período de 1950..1992. Na mesma tabela vemos que, para a amostra 2, o valor de  $\beta$  é estatisticamente significativo e negativo, sendo igual a -0,0034, o que significa dizermos que, para o período 1961..1989, os 121 países da amostra divergiram no sentido  $\beta$  numa taxa média de 0,34% ao ano: os países mais pobres dessa amostra cresceram menos que os mais ricos.

Um outro resultado importante refere-se aos baixos valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), mostrando que o nível inicial da renda *per capita* tem pouco valor explicativo, nas duas amostras, para a taxa de crescimento da renda *per capita*. Esse resultado sugere ser necessário introduzirmos outras variáveis no modelo, que poderiam ser aquelas que se referem à educação, políticas econômicas, tecnologias, etc, de forma a buscar melhores explicações para as taxas de crescimento da renda *per capita*.

#### **4.1.2. $\beta$ -convergência condicional:**

Aplicando a equação [2.12] às amostras 3 a 6, obtivemos os seguintes resultados.

**Tabela 12**

**Resultados de  $\beta$ -convergência Condicional**

Amostra	$\beta$	R <sup>2</sup>	D.P. Reg.	D.W.	B
3- 33 países "low-income", período 1960..1990	0,0256 (2,2093)*	0,2631	0,0123	2,1351	0,1242 (3,4889)*
4- 39 países "middle-income", período 1960..1990	0,0163 (3,5998)*	0,3688	0,0093	1,6209	0,1163 (5,6138)*
5- 29 países "high-income", período 1960..1990	0,0345 (7,4260)*	0,8630	0,0055	2,7126	0,2145 (1,5525)
6- 24 países da OCDE, período 1953..1990	0,0249 (7,3625)*	0,8697	0,0038	2,2587	0,1664 (1,4915)

Os valores entre parênteses correspondem ao teste t de Student

\* significante em 5%

Na tabela 12 acima, os resultados para  $\beta$ -convergência condicional são qualitativamente iguais: em todas elas encontramos um valor de  $\beta$  positivo e estatisticamente significativo. Para os países *low-income*, o valor de  $\beta$  encontrado foi de 0,0256. Para os *middle-income*, 0,0163. Já para os *high-income* e para a OCDE, os valores foram 0,0345 e 0,0249, respectivamente. Portanto, nessas quatro amostras, os países mais pobres cresceram a taxas mais altas que os países mais ricos, ocorrendo portanto  $\beta$ -convergência condicional ou relativa.

Com base em tais resultados, vemos que os países mais pobres da amostra *low-income* levarão cerca de 27 anos para reduzir à metade a distância que os separa dos ricos dessa amostra, *ceteris paribus*. No caso da amostra *middle-income*, os países mais pobres dessa amostra levarão cerca de 43 anos para reduzir à metade a distância que os separa dos mais ricos dessa amostra. Para amostra 5, o  $\beta$  encontrado implica num tempo de aproximadamente 20 anos para redução à metade a distância que separa os mais pobres dessa amostra dos mais ricos (também dessa amostra). Por último, no caso da amostra 6, o

tempo é de 29 anos para redução à metade a distância dos mais pobres dessa amostra dos mais ricos dessa amostra.

Quanto aos valores do coeficiente de determinação, vemos que, para as amostras 3 e 4 eles são considerados baixos: nesses casos, o nível inicial de renda *per capita* tem pouco valor explicativo para a taxa de crescimento dessa variável. Resultado inverso, no que se refere ao  $R^2$ , encontramos para as amostras 5 e 6: aí, o valor inicial das rendas *per capita* oferecem grande valor explicativo para as taxas de crescimento das mesmas.

#### 4.2. $\sigma$ -convergência:

Seguem-se os resultados da  $\sigma$ -convergência:

**Tabela 13**  
Resultados para  $\sigma$ -convergência

Amostra	$\sigma$ -convergência
1- 51 países, período 1950..1992	não
2- 121 países, período 1961..1989	não*
3- 33 países "low-income", período 1960..1990	sim
4- 39 países "middle-income", período 1960..1990	sim
5- 29 países "high-income", período 1960..1990	sim
6- 24 países da OCDE, período 1953..1990	sim

\*  $\sigma$ -divergência

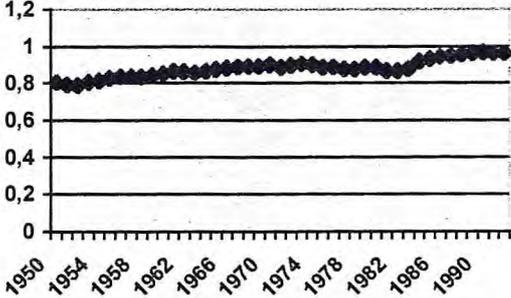
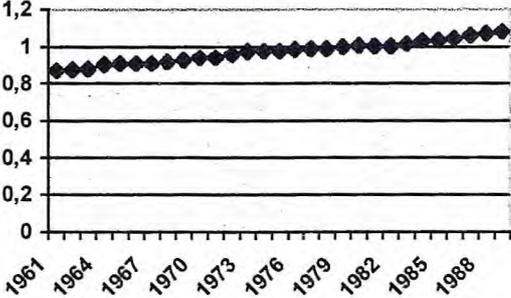
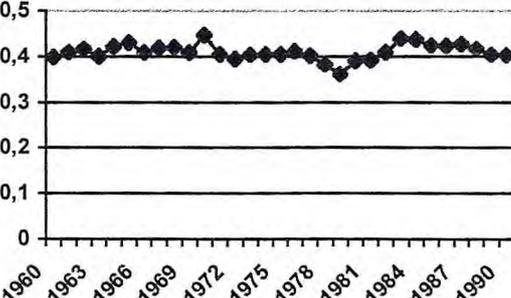
Na tabela 13 acima, seguimos a metodologia mencionada no item 2.3.1 para a verificação da existência da  $\sigma$ -convergência. Na tabela vemos que só há  $\sigma$ -convergência nas amostras de 3 a 6. Na amostra 1 ela não ocorre e na amostra 2 há  $\sigma$ -divergência.

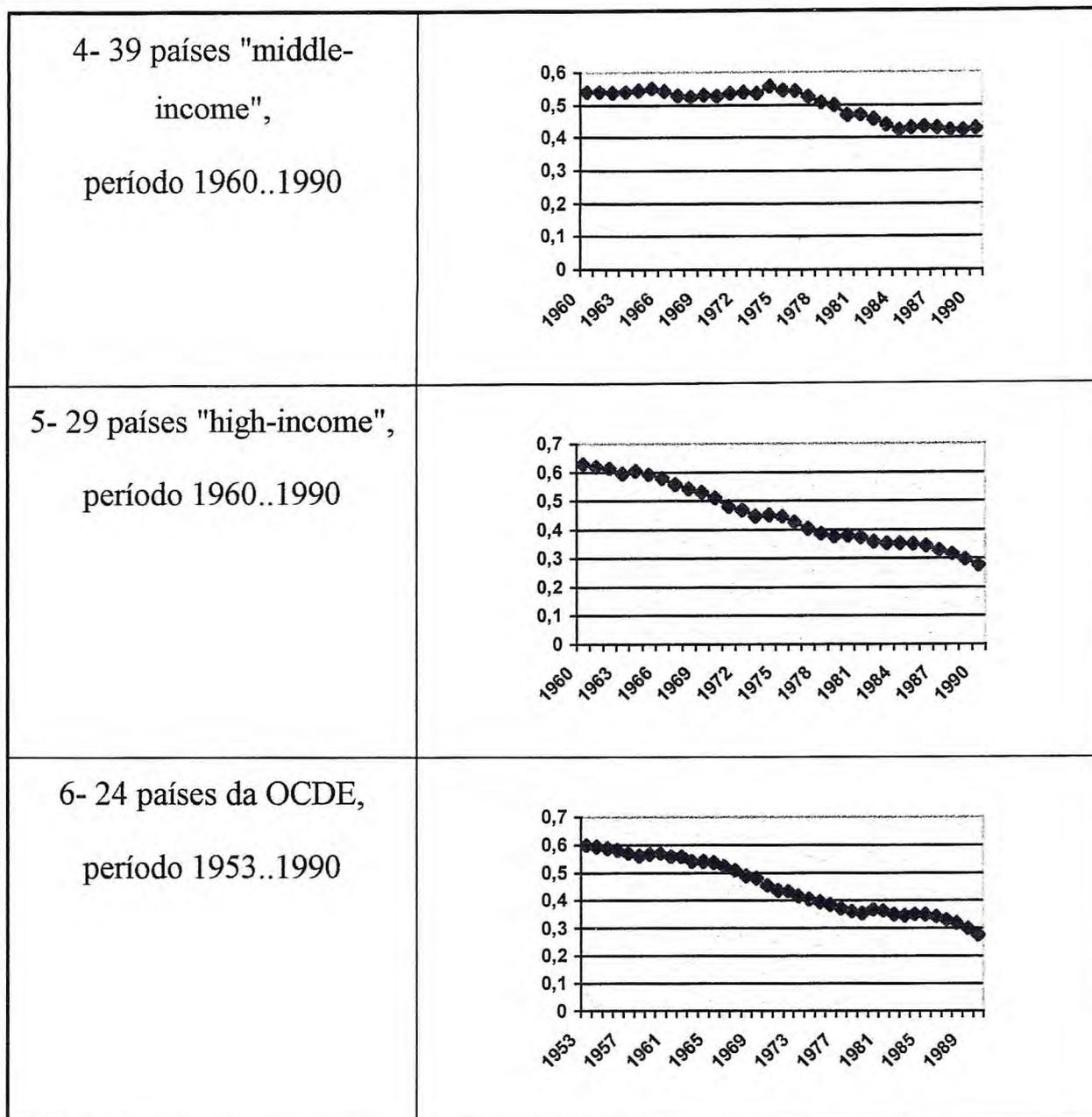
Vemos também que, ainda na tabela 13, os resultados para  $\sigma$ -convergência são análogos aos encontrados para  $\beta$ -convergência.

### 4.3. Desvio-Padrão:

Seguem-se os gráficos onde são mostrados o desvio-padrão do ln das rendas *per capita*, para todos os anos de cada amostra.

**Tabela 14**  
Gráficos do Desvio-Padrão

Amostra	Gráficos do DP
1- 51 países, período 1950..1992	
2- 121 países, período 1961..1989	
3- 33 países "low-income", período 1960..1990	



Pela tabela 14, vemos que os resultados coadunam com os encontrados nas tabelas 11, 12 e 13, com as exceções dos gráficos da amostra 1 e da amostra 3, onde os resultados estão em desacordo com os mostrados na tabela 13.

No caso da amostra 1, como  $\beta$ -divergência é condição necessária à  $\sigma$ -divergência, conforme já demonstrado, devemos interpretar esse caso particular como se não houvesse  $\sigma$ -divergência, pois de acordo com as exigências lógicas do modelo de BSM, só pode haver

uma maior dispersão das rendas *per capita* ao longo do tempo ( $\sigma$ -convergência) se os países mais pobres cresceram a taxas menores que os países mais ricos ( $\beta$ -convergência).

Já para o caso da amostra 3 (*low-income*), seguem-se alguns comentários. O gráfico dessa amostra é, de todos, o mais irregular, com o valor girando em torno de 0,4, sendo que a dispersão final é similar à dispersão inicial, nos indicando ausência de  $\sigma$ -convergência e de  $\sigma$ -divergência.

## Capítulo 5

### Conclusões

---

O objetivo principal desta monografia foi verificar a existência de convergência da renda *per capita* para grupos de países, assim como calcular a velocidade em que tal processo ocorre.

Dividimos-a em cinco capítulos. No capítulo 1 abordamos a controvérsia existente entre os modelos neoclássicos e os modelos de crescimento endógeno e apresentamos uma revisão da literatura recente sobre convergência.

No capítulo 2, apresentamos o modelo de crescimento econômico neoclássico a um setor, de importância fundamental para o entendimento do modelo de Barro e Sala-i-Martin (Abordagem Clássica da Convergência). Esse modelo também foi apresentado nesse capítulo, junto com a formalização dos conceitos de convergência utilizados por esses autores. Adicionalmente, ainda no capítulo 2, mencionamos duas das principais críticas ao modelo de BSM, a saber, a de Quah (1996) e a de Friedman (1992).

No capítulo 3, foi apresentada a metodologia utilizada para a obtenção e utilização dos dados, para a escolha das amostras e para as estimações. Ainda no capítulo 3, no que se refere às escolhas das amostras, vimos que elas foram divididas em dois grupos, conforme se busca evidências para  $\beta$ -convergência absoluta (amostras 1 e 2) ou para  $\beta$ -convergência condicional (amostras de 3 a 6). No capítulo 4, foram apresentados os resultados empíricos, junto com os comentários referentes aos mesmos. Por último, neste capítulo, serão apresentadas as principais conclusões deste trabalho.

Para a amostra 1, composta de 51 países, não encontramos evidência de convergência do tipo  $\beta$ . Quanto a convergência do tipo  $\sigma$ , também não a encontramos para a referida

amostra. Já através da análise gráfica da dispersão das rendas *per capita* ao longo dos anos, detectamos a existência de  $\sigma$ -divergência, mas que, conforme explicado, devemos ignorar tal resultado de forma a atender às exigências lógicas do modelo de BSM.

Para a amostra 2, composta de 121 países, encontramos um resultado até certo ponto surpreendente: a existência de um valor de  $\beta$  negativo (e estatisticamente significativo), indicando a existência de  $\beta$ -divergência absoluta e, com ela, de  $\sigma$ -divergência.

Para as amostras de 3 a 6 foram buscadas evidências de  $\beta$ -convergência condicional e  $\sigma$ -convergência.

Isso porque, não encontrando evidências de  $\beta$ -convergência absoluta nas amostras 1 e 2, partimos em busca de sua existência na versão condicional. Para tanto, o caminho escolhido foi a análise de países que supomos possuírem características semelhantes. Para tanto, seguimos a classificação adotada pelo Banco Mundial. Analisamos, com base em tais critérios, 4 amostras, que foram numeradas de 3 a 6.

Na amostra 3, constituída por países *low-income*, encontramos evidência de  $\beta$ -convergência condicional, numa velocidade média de 2,56% ao ano, o que implica que os países mais pobres dessa amostra levarão cerca de 27 anos para reduzir à metade a distância que os separa dos ricos dessa amostra, *ceteris paribus*. Também encontramos evidências de  $\sigma$ -convergência. Contudo, graficamente, o comportamento da dispersão no decorrer do período mostrou-se irregular, com o valor girando em torno de 0,4, nos indicando ausência de  $\sigma$ -convergência e de  $\sigma$ -divergência.

Para as amostras de 4 a 6, os resultados são similares: existência de  $\beta$ -convergência condicional e de  $\sigma$ -convergência, de acordo com os dois critérios utilizados. Na amostra 4, obtivemos um valor de  $\beta$  igual a 0,0163, indicando uma velocidade média de convergência de 1,63% ao ano, o que nos permite dizer que, tudo mais mantido constante, os países mais pobres dessa amostra levarão cerca de 43 anos para reduzir à metade a distância que os separa dos mais ricos dessa amostra.

Na amostra 5, o  $\beta$  obtido tem o valor de 0,0345, o que implica num tempo de aproximadamente 20 anos para redução à metade a distância que separa os mais pobres

dessa amostra dos mais ricos (também dessa amostra). Encontramos também evidências de  $\sigma$ -convergência, de acordo com as duas metodologias.

Na amostra 6, os resultados vão na mesma direção: um  $\beta$  igual a 0,0249, o que nos dá um tempo de 29 anos para redução à metade a distância dos mais pobres dessa amostra dos mais ricos dessa amostra. Também encontramos nessa amostra convergência do tipo  $\sigma$ .

Devemos ressaltar que os resultados de  $\beta$ -convergência condicional sugerem que o processo dá-se a uma velocidade bastante lenta: entre 43 anos (*low-income*) e 20 anos (*high-income*) para a redução à metade a distância que separa os mais pobres de cada amostra dos mais ricos (de cada amostra).

Também deve ser notado o baixo valor do coeficiente de determinação. Somente nas amostra 5 e 6 ele pode ser considerado alto. Isso mostra a necessidade de incluirmos outras variáveis no modelo, tais como aquelas referentes à tecnologia, níveis educacionais, fertilidade e/ou referentes à características macroeconômicas de cada país.

10. BAUMOL, W. Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long-Run Data Show. American Economy Review. Vol 76, p. 1072-85, Dec., 1986.
11. CASS, D. Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation. Review of Economics Studies, vol. 32, n. 91, p. 233-240, July, 1965.
12. DURLAUF, S. N. On The Convergence and Divergence of Growth Rates. The Economic Journal, vol. 106, p. 1016-1018, July, 1996.
13. FAGERBERG, J. Technology and International Differences in Growth Rates. Journal of Economic Literature, vol. XXXII, p. 1147-1175, Sept., 1994.
14. FERREIRA, P. C. G. e ELLERY JR., R. G. Convergência entre a Renda Per-Capita dos Estados Brasileiros. Revista de Econometria, v.16, nº1, p. 83-103, abril, 1996.
15. FRIEDMAN, M. Do Old Fallacies Ever Die?. Journal of Economic Literature. Vol. XXX, p. 2129-2132, Dec., 1992.
16. GALOR, O. Convergence? Inference From Theoretical Models. The Economic Journal, vol. 106, p. 1056-1069, July, 1996.
17. GERSCHENKRON, A. Economics Bacwardness in Historical Perspective. Praeger Publisher, New York: 1962.
18. JONES, H. G. Modernas Teorias do Crescimento Econômico. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 1979.
19. KING, R. G. e REBELO, S. T. Transitional Dynamics and Economic Growth in the Neoclassical Model. NBER, working paper nº 3185, Nov., 1989.
20. KOOPMANS, T. C. On the Concept of Optimal Growth. in The Econometric Approach to Development Planning. Amsterdam: North Holland, 1965.
21. KUZNETS, S. Six Lectures on Economic Growth. The Free Press, Ill.: 1962, ch. 2.
22. LUCAS, R. E. On the mechanics of development planning. Journal of Monetary Economics. Vol 22, p. 3-42. 1988.
23. NELSON, R. R. e WRIGHT, G. "The Rise and Fall of America Technological Leadership: The Postwar Era in Historical Perspective." Journal of Economic Literature. Vol.20, p. 1931-1964, Dec., 1992.

24. QUAH, D. Twin Peaks: Growth and Convergence in Models of Distribution Dynamics. The Economic Journal, vol. 106, p. 1045-1055, July, 1996.
25. RAMSEY, F. P. A Mathematical Theory of Saving. The Economic Journal, vol. 38, 543-559, Dec., 1928.
26. ROMER, P. Increasing returns and long run growth. Journal of Political Economy. Vol 94, p. 1002-1037, Oct., 1986.
27. SALA-I-MARTIN, X. The Classical Approach to Convergence Analysis. The Economic Journal, vol. 106, p. 1019-1036, July, 1996.
28. SOETE, L. e VERSPAGEN, B. *Technology and Growth: The Complex Dynamics of Catching Up, Falling Behind and Taking Over.* in A. Szirmai e outros (editores). Explaining Economic Growth: Essays in Honour of Angus Maddison. North-Holland, Amsterdam: 1993.
29. SOLOW, R. A contribution to the theory of economic growth. Quarterly Journal of Economics. Vol 70, p. 65-94, Feb., 1956.
30. SUMMERS, R. e HESTON, A. Penn World Table (Mark 5.6a). 1994. (meio digital)
31. \_\_\_\_\_ . The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988. The Quarterly Journal of Economics, vol. 106, n. 2, p. 327-368, May, 1991.
32. SWAN, T. W. Economic Growth and Capital Accumulation. Economic Record. vol. 70, p. 334-61, Nov., 1956.