

**FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS
ESCOLA DE ECONOMIA DE SÃO PAULO**

MARCELO DE LIMA FATIO

**CONTABILIDADE DO CRESCIMENTO APLICADA PARA BRASIL, CHILE,
CHINA, ÍNDIA E CORÉIA**

**SÃO PAULO
2007**

MARCELO DE LIMA FATIO

**CONTABILIDADE DO CRESCIMENTO APLICADA PARA BRASIL, CHILE,
CHINA, ÍNDIA E CORÉIA**

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia Empresarial.

Campo de Conhecimento: Desenvolvimento Econômico

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Lanhos Mendonça de Barros

**SÃO PAULO
2007**

MARCELO DE LIMA FATIO

**CONTABILIDADE DO CRESCIMENTO APLICADA PARA BRASIL, CHILE,
CHINA, ÍNDIA E CORÉIA**

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia Empresarial.

Campo de Conhecimento: Desenvolvimento Econômico

Data de Aprovação: 13/03/2007

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alexandre Lanhos Mendonça de Barros
Prof. Dr. Jorge Oliveira Pires
Prof. Dr. Paulo Fernando Cidade de Araújo

**SÃO PAULO
2007**

Agradecimentos

Ao Prof., Doutor Alexandre Lanhos Mendonça de Barros, ao
Prof., Doutor Alexandre C. Nicole.

À minha família, Cristina, Gabriela e Eduardo pela compreensão em relação à minha
ausência constante. Aos meus pais, Maria Inês e Norberto pelo apoio e incentivo.

Resumo

O presente trabalho utiliza a “Contabilidade do Crescimento” para analisar e explicar as diferenças nas taxas de crescimento do PIB per capita dos países Brasil, Chile, China, Índia e Coréia no período compreendido entre os anos 1960 e 2000. Descrevendo os quatro fatos estilizados do crescimento econômico, a “Contabilidade do Crescimento de Solow”, bem como a função de produção Cobb-Douglas, buscou-se dar o embasamento teórico para o modelo utilizado de fato no presente trabalho, que decompôs o crescimento dos diferentes países para identificar qual fator mais contribuiu ou quais fatores de produção mais contribuíram para os diferentes níveis de crescimento econômico dos países analisados.

A metodologia utilizada no trabalho baseia-se em pesquisas bibliográficas, que visam primordialmente a fundamentação conceitual e teórica de alguns conceitos utilizados e em pesquisas às diferentes bases de dados históricos referentes aos países e variáveis analisadas. Pode-se afirmar que as principais fontes de consulta foram a “Penn World Table” da Universidade da Pensilvânia e o Banco Mundial.

O estudo irá demonstrar, além dos diferentes níveis de cada um dos fatores (capital humano, físico e progresso tecnológico ou “TFP – Total Factor Productivity”) nos países, como cada um desses fatores evoluiu ao longo dos anos e qual a contribuição de cada um nas taxas de crescimento do PIB per capita de cada um dos países analisados. É feito um estudo da variância do crescimento do PIB per capita, onde ficará claro que boa parte das diferenças apresentadas nas taxas de crescimento dos países vem do progresso tecnológico ou da covariância dos fatores, que são progresso tecnológico e o agrupamento do capital físico e humano. Também verificou-se a correlação existente entre a variação do PIB per capita e as variáveis que o compõe, permitindo a visualização do alto grau de correlação existente, principalmente com o progresso tecnológico ou “TFP”.

Palavras-Chave: contabilidade do crescimento, fatores de produção e “TFP – Total Factor Productivity”

Abstract

This study applies the “Growth Accounting” to Brazil, Chile, China, India and Korea, intending to explain the differences in the GDP per capita growth rates of these countries from 1960 to 2000. Describing the four “Stylized Facts” of Economic Growth, the “Solow Growth Accounting” and also the “Cobb-Douglas” Production Function, a theoretical support for the model was used in the present study, which segmented the different growth rates for the focused countries in order to identify which factor or which factors have contributed more for their different levels of economic growth.

The methodology is based on bibliographic research that provided the theoretical support for the analysis and also on historical data research for the countries that are part of this study. The main sources of data were the World Bank and the “Penn World Table” provided by the University of Pennsylvania.

The study will demonstrate the different levels of each production factor (human and physical capital and technological progress or “TFP – Total Factor Productivity”) country by country, the evolution of these factors in the period and also how each factor has contributed for the growth of the GDP per capita of the focused countries. Through a variance analysis of the rate of GDP per capita growth, it can be shown that the technological progress and the covariance between technological progress and a composition of physical and human capital, are the main sources which explain the differences in the rates of economic growth. Furthermore, the correlation among the changes in the GDP per capita and the variables which compose that figure that were analyzed, allow for the perception of a high degree of correlation, especially between the GDP per capita growth rate and the “TFP – Total Factor Productivity”.

Keywords: growth accounting, production factors and “TFP – Total Factor Productivity”

Sumário

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....	2
CAPÍTULO 2: O MODELO.....	4
2.1. TEORIA.....	4
2.1.1. FATOS ESTILIZADOS DO CRESCIMENTO ECONÔMICO DE KALDOR.....	4
2.1.2. CONTABILIDADE DO CRESCIMENTO DE SOLOW.....	6
2.1.3. A FUNÇÃO DE PRODUÇÃO COBB-DOUGLAS.....	8
2.2. O MODELO UTILIZADO NO TRABALHO.....	11
2.2.1. DESCRIÇÃO DO MODELO.....	11
2.2.2. CONTABILIDADE DO CRESCIMENTO.....	13
CAPÍTULO 3: BASE DE DADOS E APLICAÇÃO DO MODELO.....	14
3.1. BASE DE DADOS.....	14
3.2. APLICAÇÃO DO MODELO.....	21
CAPÍTULO 4: CONTABILIDADE DO CRESCIMENTO – ANÁLISE DE RESULTADOS.....	22
4.1. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	22
4.1.1. CONTRIBUIÇÃO DOS FATORES E COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO.....	22
4.1.2. ANÁLISE DA VARIÂNCIA.....	27
4.1.3. ANÁLISE DA PTF – PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES.....	31
CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

Capítulo 1 - Introdução

O trabalho tem por objetivo, através da utilização da “Contabilidade do Crescimento”, explicar os fatores que levam às diferenças nas taxas de crescimento do Brasil, Chile, China, Índia e Coréia. Para isso, foram obtidos dados sobre esses países que compreendem o período entre 1960 e 2000.

Além do Brasil, que foi escolhido por razões evidentes, o Chile foi selecionado por tratar-se de um país localizado na América Latina, sendo reconhecido como um modelo na região nos últimos anos, principalmente no campo econômico, apresentando as mais elevadas taxas de crescimento econômico da região, especialmente no período compreendido entre os anos 1984 e 2000, quando o PIB per capita cresceu a taxas superiores a 4,50% ao ano. Estendendo-se esse período para 1960-2000, essa taxa fica próxima a 2,40% anuais, levando ao entendimento que o período de reformas econômicas foi benéfico para esse país. A título de comparação, a taxa de crescimento do PIB per capita do Brasil nesses 40 anos foi de 2,80% ao ano aproximadamente, enquanto no período compreendido entre os anos 1984 e 2000 foi de apenas 1,32%.

China e Índia, os dois mais populosos países do mundo com, respectivamente, 1,25 e 1,01 bilhão de habitantes cada no ano 2000, têm apresentado índices de crescimento econômico expressivos nos últimos anos e, cada vez mais, constituem-se em fontes de interesse e estudos por especialistas. No período compreendido entre os anos 1960 e 2000 a China cresceu a taxas anuais superiores a 4,30%, enquanto a Índia cresceu a taxas anuais aproximadas de 2,70%.

A Coréia, que também vem apresentando índices de crescimento do PIB per capita superiores a 6,00% ao ano entre os anos de 1960 e 2000, é reconhecida pelo esforço realizado no campo da educação de sua população. Portanto, a inclusão desse país na amostra tem como objetivo identificar se esse fator contribuiu de fato para o crescimento desse país, a ponto de diferenciar seus índices de crescimento econômico.

O trabalho demonstra como os fatores de produção, mais especificamente, capital e trabalho, contribuíram para o crescimento do PIB per capita desses países no período já mencionado, porém, em linha com estudos mais recentes, calcula a “PTF – Produtividade Total dos Fatores” de cada um dos países e a relevância desta última no desenvolvimento dos países citados.

Através da correlação entre a variação do PIB per capita de cada um dos países com os fatores de produção e a PTF, demonstra-se como cada variável contribuiu em diferentes

períodos para o crescimento econômico. Analisando-se a variância dos fatores de produção, da PTF e do PIB per capita, pode-se explicar as diferenças nas taxas de crescimento dos países.

O capítulo 2 apresenta a base teórica do trabalho, descrevendo em detalhes o modelo utilizado.

No capítulo 3 é apresentada a base de dados inserida no modelo, bem como os resultados obtidos. O quarto capítulo é dedicado à análise dos resultados e, por fim, no quinto capítulo, são colocadas as conclusões do trabalho.

Capítulo 2 – O Modelo

2.1. Teoria

O modelo de crescimento neoclássico de Solow-Swan explica o crescimento econômico observado na realidade, como resultado da combinação de três elementos: capital físico e humano, K (de maneira agregada); trabalho, L ; nível de tecnologia, A .

Quando menciona-se o “crescimento econômico observado na realidade”, refere-se ao crescimento econômico que satisfaz os “fatos estilizados” de 1 a 4, como descrito a seguir.

O presente capítulo baseia-se em Valdés (1999).

2.1.1. Fatos Estilizados do Crescimento Econômico de Kaldor

Os “fatos estilizados” considerados no modelo foram descritos por Nicholas Kaldor (1961) em “Capital Accumulation and Economic Growth” e são, atualmente, o requerimento mínimo que qualquer modelo de crescimento econômico deve satisfazer. São eles:

Fato Estilizado 1: no longo prazo, o PIB per capita cresce a taxas positivas, não demonstrando tendências para diminuir. Podem haver discussões se a taxa é constante ou aumenta, mas certamente não é decrescente. Portanto,

$$\overset{\circ}{y} = \left(\frac{Y}{L}\right) > 0, \text{ onde}$$

Y = produção do país

L = nível de emprego

$y = Y/L$ = nível de produção per capita

$$\overset{\circ}{y} = (dy/dt)/y = d \log y / dt$$

Fato Estilizado 2: a relação capital produto não demonstra tendências perceptíveis de crescimento ou diminuição. Ou seja, no longo prazo ela é constante. Portanto,

$K/Y \cong \text{constante}$, onde K = estoque de capital físico.

Fato Estilizado 3: o retorno atribuído ao capital físico (ou seja, a taxa de lucro, ρ) não demonstra tendências perceptíveis de crescimento ou diminuição, ou seja, no longo prazo ele permanece aproximadamente constante (apesar de exibir mudanças significativas no curto prazo). Portanto,

$$\rho = \Pi / K \cong \text{constante, onde,}$$

$$\rho = \text{taxa de lucro}$$

$$\Pi = P_{mg}K * K = \text{massa de lucro}$$

Fato Estilizado 4: há uma grande variedade de taxas de crescimento da renda per capita ($\overset{\circ}{y}$) no mundo.

Baseado nesses fatos, vários outros seguem. Por exemplo, combinando-se os fatos 1 e 2, conclui-se que no longo prazo a relação capital trabalho cresce a taxas positivas, sem demonstrar tendência de decrescer. Partindo do fato estilizado 2, temos:

$$K/Y = \text{constante} \Leftrightarrow \overset{\circ}{K/Y} = 0 \Rightarrow (\overset{\circ}{K/Y}) / (\overset{\circ}{Y/L}) = 0 \Rightarrow (\overset{\circ}{K/L}) - (\overset{\circ}{Y/L}) = 0$$

$$\Rightarrow \overset{\circ}{k} = \overset{\circ}{y} > 0$$

Combinando os fatos 2 e 3 implica concluir que as participações do trabalho e do capital físico na produção do país (W/L e Π/L) são constantes no longo prazo, levando a conclusão que a participação dos salários (w) exibe uma tendência de crescimento. Mais que isso, sua taxa de crescimento é a mesma que a taxa de crescimento da produção per capita. Portanto:

$$\rho = \Pi / K = \Pi / Y * Y / K \Rightarrow \Pi / Y = \rho * K / Y,$$

ou seja, como K/Y é constante (fato estilizado 2) e $\rho = \Pi / K$ é constante (fato estilizado 3), a participação no produto do capital físico (Π / Y) é necessariamente constante.

Ainda, por definição, $\Pi + W = Y$, ou seja, $(\Pi / Y) + (W / Y) = 1$, de onde conclui-se que $W / Y = 1 - \Pi / Y$ e conseqüentemente W / Y é também constante.

Uma vez descritos os fatos estilizados, a questão importante é quanto do crescimento econômico pode ser atribuído a cada fator em particular. Para isso, quebraremos o crescimento econômico em três componentes, cada um identificado como a contribuição de um dos fatores de produção, ou seja, as contribuições do capital, trabalho e progresso tecnológico.

Esse procedimento é denominado de “Contabilidade do Crescimento” e a metodologia é baseada no trabalho pioneiro de Robert Solow (1957).

2.1.2. Contabilidade do Crescimento de Solow

Iniciamos com a função de produção neoclássica,

$$Y_t = F(K_t, E_t) = F(K_t, A_t L_t), (1)$$

e derivamos a função em relação ao tempo, obtendo a seguinte equação:

$$dY_t / d_t = (dF / dK_t * dK_t / d_t) + [(dF / dE_t) * (A_t * dL_t / d_t + L_t * dA_t / d_t)],$$

de onde temos:

$$(dY_t / d_t) / Y_t = [dF / dK_t * K_t / Y_t * (dK_t / d_t) / K_t] + [dF / dE_t * E_t / Y_t * (dL_t / d_t) / L_t] + [dF / dE_t * E_t / Y_t * (dA_t / d_t) / A_t], (2)$$

Como $E_t = A_t * L_t$,

$$dY_t / dL_t = dF / dE_t * dE_t / dL_t = dF / dE_t * A_t, (3)$$

$$dF / dE_t = 1 / A_t * dF / dL_t, (4)$$

Substituindo E_t e dF / dE_t na equação (2) por seus valores fornecidos por $A_t L_t$ e pela equação (4) respectivamente, temos:

$$\left(\frac{dY_t}{d_t}\right)/Y_t = \left[\frac{dF}{dK_t} * K_t / Y_t * \left(\frac{dK_t}{d_t}\right) / K_t\right] + \left[\frac{dY}{dL_t} * L_t / Y_t * \left(\frac{dL_t}{d_t}\right) / L_t\right] + \left[\frac{dY}{dA_t} * L_t / Y_t * \left(\frac{dA_t}{d_t}\right) / A_t\right], (5)$$

ou seja,

$$\overset{\circ}{Y} = \varepsilon k \overset{\circ}{K} + \varepsilon l \overset{\circ}{L} + \varepsilon l \overset{\circ}{A}, (6)$$

onde:

εk = elasticidade do produto em relação ao capital

εl = elasticidade do produto em relação ao trabalho

A equação (6) é chamada de “Equação da Contabilidade do Crescimento” e pode ser interpretada da seguinte maneira:

$\varepsilon k \overset{\circ}{K}$ = contribuição do capital físico para o crescimento econômico

$\varepsilon l \overset{\circ}{L}$ = contribuição do trabalho para o crescimento econômico

$\varepsilon l \overset{\circ}{A}$ = contribuição do progresso tecnológico para o crescimento econômico

Trabalhando a equação (6), chega-se a:

$$\overset{\circ}{A} = [\overset{\circ}{Y} - (\varepsilon k \overset{\circ}{K} + \varepsilon l \overset{\circ}{L})] / \varepsilon l, (7)$$

Na literatura da contabilidade do crescimento, A_t (índice do nível de tecnologia) é chamado de “PTF – Produtividade Total dos Fatores” e recebe esse nome pois utiliza a relação Y/L para medir a produtividade do trabalho de maneira isolada. Porém, para medir a produtividade conjunta do capital e trabalho (ou seja, “Produtividade Total dos Fatores”) é necessária uma relação onde ambos, L e K , aparecem no denominador. Essa relação é constituída a partir da equação (7), como segue:

$$\dot{A} = [1/\varepsilon l * \dot{Y}] - [(\varepsilon k / \varepsilon l * \dot{K}) + \dot{L}] = \text{taxa de crescimento de } Y^{(1/\varepsilon l)} / K^{(\varepsilon k / \varepsilon l)} * L, (8),$$

de onde obtemos

$$A = Y^{1/\varepsilon l} / (K^{(\varepsilon k / \varepsilon l)} * L), (9),$$

Portanto, a equação (9) é utilizada como uma relação para obtenção da PTF e a equação (7) fornece a taxa de crescimento da PTF.

2.1.3. A Função de Produção Cobb-Douglas

A Função de Produção Cobb-Douglas é amplamente utilizada na análise econômica e pode ser definida como:

$$Q = A(K)^\alpha (L)^{(1-\alpha)}, \text{ onde}$$

A é uma constante positiva e α uma fração positiva.

Iniciamos o estudo através de uma versão generalizada dessa função,

$$Q = A(K)^\alpha (L)^\beta, \text{ onde}$$

β é outra fração positiva que pode ser igual ou diferente de $1-\alpha$. Algumas das características mais importantes dessa função são:

- A função é homogênea de grau $(\alpha+\beta)$;
- No caso em que $\alpha+\beta=1$, a função é linearmente homogênea;
- As isoquantas da função são negativamente inclinadas em todas suas partes e estritamente convexas para valores positivos de K e L ;

A homogeneidade é verificável, visto que variando K e L para kK e kL , respectivamente, a produção muda para

$$A(kK)^\alpha (kL)^\beta = k^{(\alpha+\beta)} (AK^\alpha L^\beta) = k^{(\alpha+\beta)} Q,$$

ou seja, uma função homogênea de grau $(\alpha+\beta)$. No caso em que $(\alpha+\beta) = 1$ existem rendimentos constantes de escala, pois a função é linearmente homogênea. A verificação de que as isoquantas possuem inclinações negativas e são estritamente convexas pode ser feita pelos sinais das derivadas dK/dL e d^2K/dL^2 (ou dos sinais de dK/dL e d^2K/dL^2). Para qualquer nível de produção dado Q_0 , pode ser escrita como

$$Q_0 = AK^\alpha L^\beta$$

Extraindo o log de ambos os lados e transpondo os termos, chegamos a

$$\ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L - \ln Q_0 = 0,$$

o que define implicitamente K como função de L . Portanto, pela regra da função implícita e pela regra do logaritmo, temos

$$dK/dL = -(dF/dL)/(dF/dK) = -(\beta/L)/(\alpha/K) = -(\beta K)/(\alpha L) < 0$$

Portanto,

$$d^2K/dL^2 = (d/dL)(-\beta K/\alpha L) = -(\beta/\alpha)(d/dL)(K/L) = (\beta/\alpha)(1/L^2)(LdK/dL - K) > 0$$

Os sinais das derivadas indicam que a isoquanta é negativamente inclinada em toda sua extensão e estritamente convexa no plano KL para valores positivos de K e L . Examinando agora o caso em que $\alpha+\beta=1$ (a função Cobb-Douglas propriamente dita) a fim de verificarmos as três propriedades da homogeneidade linear citadas anteriormente. Inicialmente, o produto total nesse caso pode ser expressado como:

$$Q = AK^\alpha L^{(1-\alpha)} = A(K/L)^\alpha L = LA(K^*)^\alpha,$$

onde K^* inclui as duas variáveis independentes, K e L . Os produtos médios são, portanto:

$$PFMeL = Q / L = A(K^*)^\alpha$$

$$PFMeK = Q / K = Q / LL / K = A(K^*)^\alpha / K^* = A(K^*)^{\alpha-1},$$

ambos agora função apenas de K^* .

Quanto aos produtos marginais, diferenciando $Q = AK^\alpha L^{(1-\alpha)}$ para K e L respectivamente, obtêm-se:

$$dQ / dK = A\alpha K^{(\alpha-1)} L^{(1-\alpha)} = A\alpha (K / L)^{(\alpha-1)} = A\alpha (K^*)^{(\alpha-1)}$$

$$dQ / dL = AK^{\alpha(1-\alpha)} L^\alpha = A^{(1-\alpha)} (K^*)^\alpha,$$

os quais também são funções apenas de K^* .

Podemos atribuir alguns significados econômicos aos expoentes α e $(1-\alpha)$ da função de produção Cobb-Douglas. Supondo que cada insumo recebe como pagamento exatamente o seu produto marginal, então a participação relativa do capital no produto total é

$$[K(dQ / dK)] / Q = [KA\alpha(K^*)^{(\alpha-1)}] / LA(K^*)^\alpha = \alpha$$

Analogamente, a participação relativa do trabalho é

$$[L(dQ / dL)] / Q = [LA(1-\alpha)(K^*)^\alpha] / LA(K^*)^\alpha = 1 - \alpha$$

Portanto, concluímos que o expoente de cada fator indica sua participação relativa no produto total. Sob outro ângulo, o expoente de cada variável insumo pode ser interpretado como a elasticidade parcial do nível de produção em relação ao respectivo insumo. Isto porque a expressão da participação relativa do capital acima indicada é equivalente à expressão $(dQ / dK) / (Q / K) = \epsilon_{QK}$ e, analogamente, a expressão acima da participação relativa do trabalho é precisamente a de ϵ_{QL} .

Quanto a constante A , como já definido anteriormente, para dados valores de K e L , a grandeza de A afeta proporcionalmente o nível do produto Q . Portanto, A pode ser considerado como um parâmetro de eficiência, isto é, como um indicador do estado de tecnologia.

2.2. O Modelo Utilizado no Trabalho

Partindo do que foi descrito até aqui, que pode ser apontado como a iminência do arcabouço teórico que foi utilizado, nessa seção entraremos no modelo de fato para a realização desse trabalho, no qual decompos o crescimento do PIB per capita dos países escolhidos com objetivo de identificar o(s) fator(es) que explica(m) as diferentes taxas existentes.

Será calculada quanto das diferenças nas taxas de crescimento do PIB per capita entre os países é explicada pela simples acumulação de capital e quanto é explicada pelas diferenças de produtividade entre os cinco países. Em outras palavras, demonstraremos se a PTF é ou não mais relevante do que os fatores de produção para explicar as diferentes taxas de crescimento entre os países escolhidos.

2.2.1. Descrição do Modelo

Utilizando a função Cobb-Douglas, descrevemos a função de produção por:

$$Y_{it} = K_{it}^{\alpha} (A_{it} L_{it} H_{it})^{(1-\alpha)}, (10), \text{ onde,}$$

Y_{it} = produção do país “i” no período “t”

K = capital físico

H = capital humano (educação) por trabalhador

L = trabalho sem qualificação

A = aumento da produtividade do trabalho

É importante notar que, na especificação acima, “PTF – Produtividade Total dos Fatores” é representada por $A_{it}^{1-\alpha}$.

Para modelar o capital humano, H, utilizaremos o Modelo de Mincer (1974) e Willis (1986)), que formularam a capacitação de H através da escolaridade, determinando que há apenas um tipo de trabalho na economia com sua capacitação diferenciada pelo nível de educação escolar. Com isso, assume-se que a capacitação de um trabalhador com “h” anos de escolaridade é $H = \exp^{\phi h}$ melhor que a de um trabalhador sem escolaridade, onde $\phi=0,1$, resultando na seguinte função de produção de grau um:

$$Y_{it} = K_{it}^{\alpha} (A_{it} L_{it} e^{\phi h_{it}})^{(1-\alpha)}$$

Inicialmente, buscamos entender a contribuição relativa dos fatores e da produtividade para explicar as diferenças de produção por trabalhador entre os países definidos na amostra. Para isso, estudamos a variância, rescrevendo a função de produção por trabalhador em termos das taxas de produção do capital. Essa formulação permitiu decompor a variação da produção por trabalhador em variações da produtividade, capital humano e taxa de produção do capital. Com isso, a função de produção foi rescrita como:

$$y_{it} = Y_{it} / L_{it} = A_{it} (K_{it} / Y_{it})^{(\alpha/1-\alpha)} e^{\phi h_{it}} = A_{it} k_{it}^{(\alpha/1-\alpha)} e^{\phi h_{it}}, (11)$$

onde k é a taxa de produção do capital. Tirando os logaritmos da equação 11, temos:

$$\ln y_{it} = \ln A_{it} + (\alpha/1-\alpha) \ln k_{it} + \phi h_{it}, (12)$$

Para estudar a contribuição relativa dos fatores e da produtividade no desempenho do crescimento dos países, utiliza-se a equação (12), decompondo a equação do crescimento entre dois períodos distintos:

$$\Delta \ln y_{it} = \Delta \ln A_{it} + (\alpha/1-\alpha) \Delta \ln k_{it} + \Delta \phi h_{it}, (13)$$

onde Δ é a variação de uma variável entre dois períodos. A contribuição relativa de uma variável, como por exemplo a produtividade em relação ao crescimento da produção por trabalhador, pode ser obtida por:

$\Delta \ln A / \Delta \ln y$

A vantagem da decomposição descrita no sub-capítulo 2.2 em relação a contabilidade do crescimento tradicional descrita no sub-capítulo 2.1 é que o acúmulo de capital originado pelo aumento da produtividade pode ser facilmente identificado por essa razão.

Particularmente sobre educação, a especificação da função ϕh está baseada na evidência internacional da existência de uma relação positiva e decrescente entre escolaridade média e retornos obtidos em função da educação.

2.2.2. Contabilidade do Crescimento

O trabalho demonstra a contabilidade do crescimento baseada na decomposição da variância da produção per capita no período para cada país. Nos cálculos são comparadas as contribuições de X , sendo X uma composição de dois fatores, ou seja,

$$X_{it} = k_{it}^{(\alpha/1-\alpha)} e^{\phi h_{it}}, \text{ com a contribuição da produtividade.}$$

Portanto,

$$\ln y_{it} = \ln A_{it} + \ln X_{it},$$

Ainda, realizamos a decomposição da variância de $\ln y$ de acordo com sua expressão matemática, demonstrando a covariância entre os dois fatores e a produtividade,

$$\text{var}(\ln y_{it}) = \text{var}(\ln A_{it}) + \text{var}(\ln X_{it}) + 2 \text{cov}(\ln A_{it}, \ln X_{it})$$

Essa análise é importante para verificação da covariância entre os fatores e sua influência na produção.

Capítulo 3 – Base de Dados e Aplicação do Modelo

3.1. Base de Dados

Os dados utilizados compreendem o período entre 1960 e 2000 para os cinco países analisados e abaixo estão disponibilizados quadros 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, e 3.5 contendo informações relevantes sobre esses países.

A primeira coluna apresenta a população, seguida do PIB total, PIB per capita, investimento como percentual do PIB per capita, estoque de capital e educação em número de anos na escola. Os valores financeiros estão sempre em dólares americanos.

As informações sobre população, PIB per capita e investimento como percentual do PIB per capita foram obtidas no Penn World Table (PWT), versão 6.1. As séries utilizadas foram “Population”, “Real GDP per Capita (Constant Prices: Chain Series)” e “Investment Share of CGDP”, respectivamente.

Já as informações sobre educação têm como fonte o site do Banco Mundial, mais especificamente “Barro and Lee (2000)”, utilizando a série “Educational Attainment of The Total Population Aged 15 and Over”.

O PIB Total foi obtido através da multiplicação da população pelo PIB per capita e o Estoque de Capital utilizando-se a metodologia do “Perpetual Inventory Method”, ou seja, $K_0 = I_0 / [(1+g)(1+n) - (1-\delta)]$, onde K_0 é o estoque de capital inicial, I_0 é o gasto inicial com investimentos, g é a taxa de progresso tecnológico, n é a taxa de crescimento da população e δ é a depreciação.

Para minimizar o impacto de flutuações econômicas foi utilizado o investimento médio no período compreendido entre 1955 e 1959 como I_0 , em 1960.

Do trabalho “The Evolution of International Output Differences (1960-2000): from Factors to Productivity” de Pedro Cavalcanti Ferreira, Samuel de Abreu Pessoa e Fernando A. Veloso obtivemos a taxa de progresso tecnológico de $g=1,53\%$ e a taxa de depreciação $\delta=3,5\%$, que foi utilizada para todas as economias.

A taxa de crescimento populacional foi gerada através de dados da PWT e, por fim, a ponderação entre capital e trabalho foi extraída do trabalho de Jorge Oliveira Pires (2004), “Produtividade das Nações: uma abordagem de fronteiras estocásticas”, excetuando-se a China que foi analisada segundo a ponderação de 40% e 60% para capital e trabalho, respectivamente.

Quadro 3.1 – Base de Dados do Brasil

Brasil

Ano	População (mil)	GDP (mil)	GDP per Capita	% Inv. do GDPC	Est. De Capital (mil)	Edu (AVG Years of School)
1960	72.757	172.539.135	2.371	26,35	128.115.782	2,85
1970	96.021	347.588.268	3.620	25,20	230.330.875	3,31
1980	121.672	776.242.400	6.380	27,78	827.660.371	3,11
1990	147.940	919.851.334	6.218	17,46	1.677.724.555	4,02
2000	170.406	1.225.220.035	7.190	15,63	2.700.343.941	4,88

Quadro 3.2 – Base de Dados do Chile

Chile

Ano	População (mil)	GDP (mil)	GDP per Capita	% Inv. do GDPC	Est. De Capital (mil)	Edu (AVG Years of School)
1960	7.608	29.313.040	3.853	26,09	22.104.407	5,21
1970	9.496	45.524.345	4.794	14,62	31.719.745	5,65
1980	11.147	60.326.752	5.412	17,34	45.538.220	6,42
1990	13.099	80.529.742	6.148	18,61	97.807.074	6,96
2000	15.211	150.980.187	9.926	19,70	297.080.400	7,55

Quadro 3.3 – Base de Dados da China

China

Ano	População (mil)	GDP (mil)	GDP per Capita	% Inv. do GDPC	Est. De Capital (mil)	Edu (AVG Years of School)
1960	667.070	454.653.961	682	20,34	224.533.980	3,64
1970	818.315	666.746.563	815	15,41	297.429.636	4,12
1980	981.235	1.048.687.533	1.069	17,90	768.545.086	4,76
1990	1.135.160	2.028.017.283	1.787	18,51	2.608.288.053	5,85
2000	1.258.821	4.717.177.185	3.747	21,09	8.297.817.961	6,35

Quadro 3.4 – Base de Dados da Coréia

Coréia

Ano	População (mil)	GDP (mil)	GDP per Capita	% Inv. do GDPC	Est. de Capital (mil)	Edu (AVG Years of School)
1960	25.252	37.757.952	1.495	10,69	14.946.798	4,25
1970	32.241	87.552.999	2.716	24,02	40.282.194	4,91
1980	38.124	182.607.477	4.790	33,66	203.232.195	7,91
1990	42.869	426.648.998	9.952	39,07	867.548.210	9,94
2000	47.275	750.530.360	15.876	30,78	2.433.116.036	10,84

Quadro 3.5 – Base de Dados da Índia

Índia

Ano	População (mil)	GDP (mil)	GDP per Capita	% Inv. do GDPC	Est. de Capital (mil)	Edu (AVG Years of School)
1960	434.849	368.386.984	847	12,61	126.486.562	1,68
1970	547.569	587.632.596	1.073	11,54	220.812.437	2,27
1980	687.332	796.433.797	1.159	12,16	488.205.759	3,27
1990	849.515	1.422.907.005	1.675	12,64	1.259.516.549	4,10
2000	1.015.923	2.518.390.484	2.479	13,18	3.015.355.248	5,06

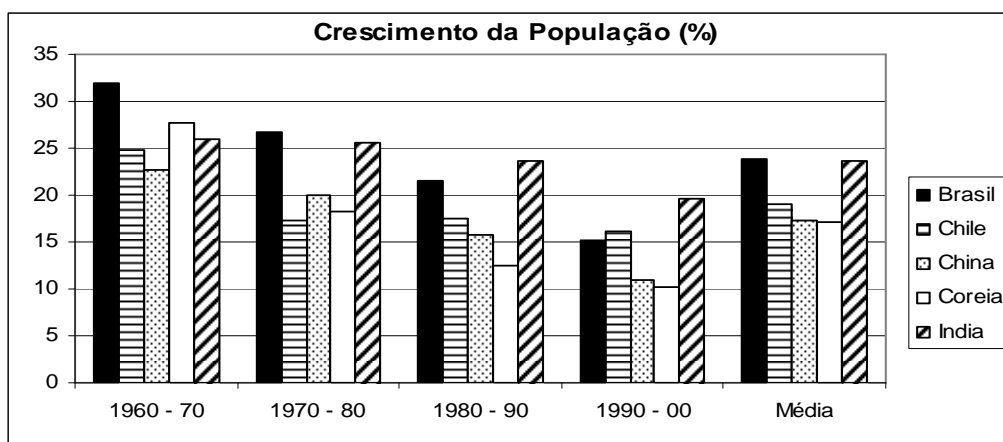
Com base nos Quadros acima, algumas observações podem ser feitas:

- No ano 2000 a Índia (Quadro 3.5) era o país com o menor PIB per capita (US\$ 2.479). No outro extremo, a Coréia (Quadro 3.4) aparecia como o maior PIB per capita (US\$ 15.876).
- Em 1960 o menor PIB per capita era o chinês (US\$ 682) e o maior o chileno (US\$ 3.853).
- Em 1960 o Brasil (Quadro 3.1) era o segundo maior PIB per capita da amostra (US\$ 2.371) e no ano 2000 o terceiro (US\$ 7.190), com crescimento médio anual de 2,81%.
- O Chile (Quadro 3.2) que ocupava a liderança em 1960 e caiu para a segunda colocação em 2000, com um PIB per capita de US\$ 9.926, apresentou um crescimento médio anual de 2,39%, portanto, inferior ao brasileiro.

- A Coreia (Quadro 3.4), que em 1960 apresentava um PIB per capita de US\$ 1.495 (63% do brasileiro à época), encerrou o ano 2000 com US\$ 15.876 (121% superior ao brasileiro), com crescimento médio anual de 6,08%, ou seja, 3,27% ao ano superior ao crescimento brasileiro.
- A China (Quadro 3.3), apesar de no ano 2000 ainda ser o quarto maior PIB per capita da amostra, apresenta o segundo maior índice de crescimento médio anual, com 4,35%, indicando que se mantida essa tendência, deverá subir posições no ranking.
- A Índia (Quadro 3.5), que ocupava a quarta posição em 1960, caiu para a última posição em 2000, com crescimento médio anual de 2,72%.

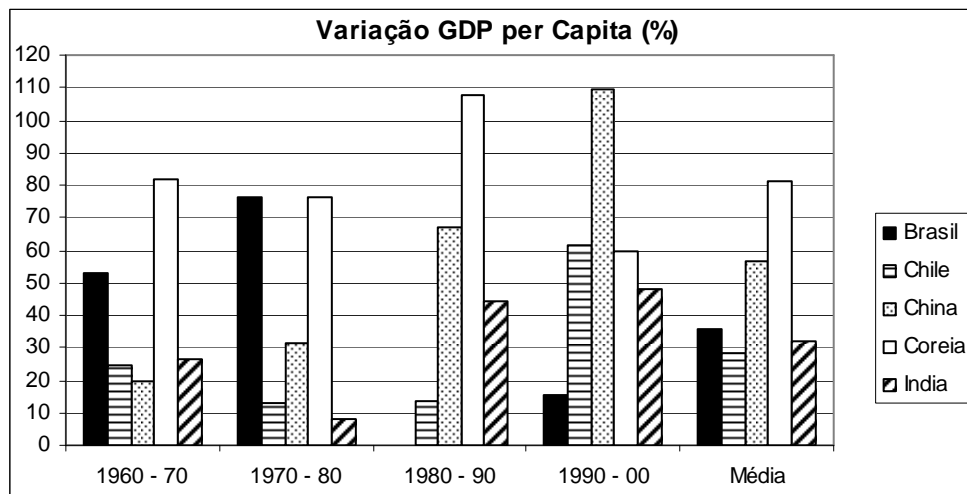
No próximo capítulo, quando apresentarmos os resultados do modelo, buscaremos esclarecer o que levou a essa movimentação nas posições ocupadas pelos diferentes países. Abaixo, seguem alguns gráficos ilustrativos sobre certos itens de interesse:

Gráfico 3.1 - Crescimento da População (%) em períodos de 10 anos e a Média a cada Período de 10 anos



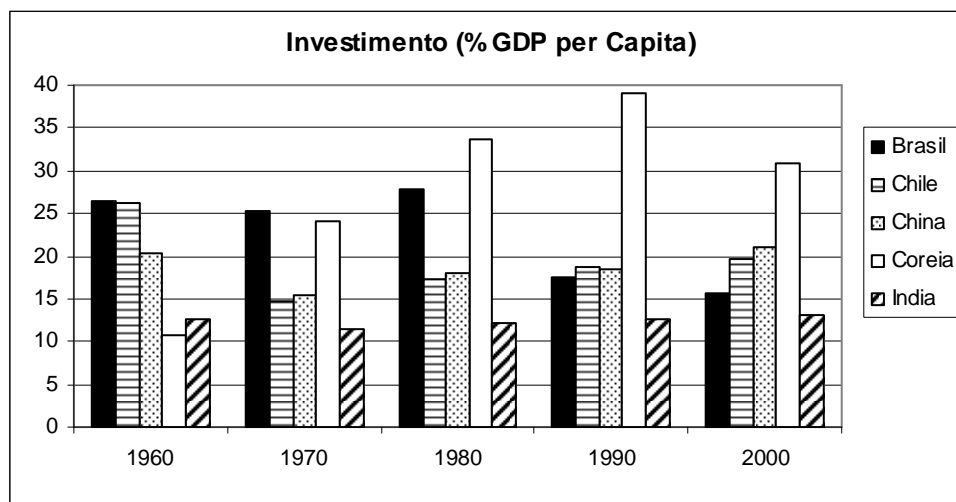
Como observado no Gráfico 3.1 acima, a população brasileira, apesar de não ser a maior, estando bem abaixo em quantidade das populações da China e da Índia, foi a que mais cresceu na média, a cada período de 10 anos, em termos percentuais, 23,87%. Porém, se retrocedermos somente até a década de 80, o país de maior crescimento populacional em termos relativos foi a Índia, 47,81% em 20 anos. Na década de 90 o crescimento da população brasileira já não é o maior, 15,19%, e durante todo o período apresenta tendência decrescente, assim como dos demais países da amostra.

Gráfico 3.2 - Variação do PIB per capita em períodos de 10 anos e a Média a cada Período de 10 anos



O Gráfico 3.2 acima demonstra a variação do PIB per capita em termos percentuais analisado em períodos de 10 anos e a média de cada país nesses períodos. Nota-se claramente que o crescimento brasileiro foi mais vigoroso, quando comparado ao dos demais países da amostra, nas décadas de 60 e 70, perdendo força nas décadas seguintes. O destaque positivo no período é a Coreia, que apresenta crescimento do seu PIB per capita bastante superior ao dos demais países, inclusive da China, tão comentada nos últimos anos. Analisando-se somente a última década, a China é o país de maior crescimento do PIB per capita (109,75%), seguida do Chile (61,45%), Coreia (59,52%), Índia (48,00%) e Brasil (15,64%), que ocupa a última posição.

Gráfico 3.3 - Investimento como % do PIB per Capita

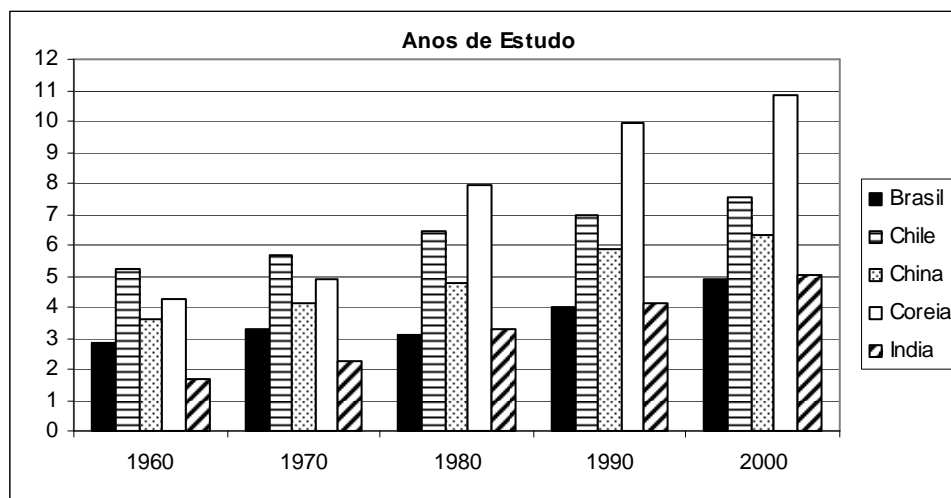


O Brasil, que em 1960 e 1970 foi o país com maior nível de investimento (vide Gráfico 3.3), quando medido em termos percentuais do PIB per capita, perdeu a posição de liderança em 1980 para a Coreia e caiu para a quarta posição em 1990 e 2000, estando a frente somente da Índia. Chama a atenção, pelo lado positivo, os investimentos na Coreia, que em 1980, 1990 e 2000 estão acima dos 30% em relação ao PIB per capita. Os números são ainda mais surpreendentes, pois em 1960 a Coreia ocupava a última posição, com investimentos na faixa dos 10% do PIB per capita.

Ainda, quando analisamos os números de 1970 para frente, o Brasil foi único a apresentar redução nos investimentos. A Índia, que sempre esteve na última posição, se aproxima do Brasil e a diferença, que em 1960 era de quase 14% a favor do Brasil, foi de apenas 2,45% no ano 2000.

O Chile, outro país da América Latina a fazer parte da amostra, em 1990 já estava a frente do Brasil e vem ampliando essa diferença, visto que em 2000 seu investimento como percentual do PIB per capita era de 19,70% ante 15,63% do Brasil e em 1990 era de 18,61% ante 17,46% do Brasil.

Gráfico 3.4 - Número de anos de estudo da população total com 15 anos de idade ou mais



Nesse ítem não se avalia a qualidade do ensino, mas somente o número de anos que a população frequenta a escola.

Sob esse aspecto, o Gráfico 3.4 acima evidencia que o Brasil que em 1960 ocupava a quarta posição, estando à frente da Índia, no ano 2000 ocupava a última posição, apresentando o número de 4,88 anos de estudo da sua população definida na amostra, contra 5,06 da Índia (penúltima colocada), 6,35 da China, 7,55 do Chile e 10,84 da Coreia. Ainda, enquanto o número de anos de estudo da população no Brasil cresceu apenas 2,03 anos de 1960 a 2000, o número da Coreia cresceu 6,59 anos no mesmo período, saindo de 4,25 para 10,84. Todos os países cresceram mais que o Brasil. O Chile cresceu 2,34, a China 2,71 e a Índia 3,38.

Analisando os dados demonstrados nesse capítulo, percebe-se que o Brasil, a partir da década de 80, teve desempenho pouco satisfatório na maioria dos itens analisados.

Chama a atenção, pelo lado positivo, o desempenho da Coreia, que em todos os itens avaliados teve o melhor desempenho do período, partindo, como no caso do investimento em relação ao PIB per capita, da última posição em 1960. Ainda, na variável educação, o número de anos de estudo da sua população é 43% superior ao do Chile, segundo colocado e mais que o dobro do Brasil, último colocado.

Chile e China vêm melhorando seus indicadores de forma consistente, principalmente a partir da década de 70, enquanto a Índia apresentou desempenho mais modesto no período.

3.2. Aplicação do Modelo

Relembrando o que foi descrito no Capítulo 2, o modelo utilizado para realização da “Contabilidade do Desenvolvimento” foi baseado na decomposição da variância da produção per capita no período para cada país. Nos cálculos foram comparadas as contribuições de X , uma composição de dois fatores,

$$X_{it} = k_{it}^{(\alpha/1-\alpha)} e^{\theta_{it}}, \text{ com a contribuição da produtividade}$$

$$\ln y_{it} = \ln A_{it} + \ln X_{it}$$

ou seja, X representa a contribuição do estoque de capital físico per capita somado à contribuição do capital humano, enquanto A define a contribuição dos ganhos de produtividade.

Ainda, foi realizada a decomposição da variância de $\ln y$ de acordo com sua expressão matemática, demonstrando a covariância entre os dois fatores que fazem parte de X e a produtividade,

$$\text{var}(\ln y_{it}) = \text{var}(\ln A_{it}) + \text{var}(\ln X_{it}) + 2 \text{cov}(\ln A_{it}, \ln X_{it}).$$

Essa análise foi importante para a verificação da covariância entre os fatores e sua influência na produção final dos países.

No próximo capítulo apresentamos os resultados obtidos, bem como sua análise.

Capítulo 4 – Contabilidade do Crescimento - Análise dos Resultados

4.1. Análise dos Resultados

Nesse capítulo, com base na Contabilidade do Crescimento, analisaremos os resultados obtidos individualmente pelos países, bem como as causas que podem ter levado a desempenhos distintos no período de 40 anos analisado.

4.1.1. Contribuição dos fatores e coeficiente de correlação

Seguem abaixo os resultados obtidos. Primeiramente, apresentamos, para cada um dos países analisados, a composição do crescimento $\ln y$ demonstrado nos Quadros em intervalos de cinco anos, verificando a evolução de cada variável no período, trabalhando com $\ln A$ e $\ln X$. Incluímos também o coeficiente de correlação entre as variáveis, de forma a demonstrar o comportamento conjunto das mesmas.

Após a demonstração desses dados, apresentamos a decomposição da variância de $\ln y$, também para o grupo de países analisados, nos períodos entre os anos 1960 e 2000, 1960 e 1979, e ainda, 1980 e 2000.

Ainda, é apresentada a evolução da PTF para cada um dos países.

É importante comentar que $X_{it} = k_{it}^{(\alpha/1-\alpha)} e^{\phi_{it}}$, onde $k=K/Y$. Assumindo o Fato Estilizado 2, que afirma que a relação capital produto no longo prazo é constante, podemos inferir que, no longo prazo, o capital humano é o fator de maior contribuição para alterações em “X”. Ainda, baseados no Fato Estilizado 2, podemos supor que, como um dos fatores é constante no longo prazo, a contribuição de $\ln X$ para $\ln y$, bem como a variância de $\ln X$ apresenta valores menos significativos, tornando a PTF mais significativa. Essa constatação é importante e pode explicar os resultados obtidos tanto na Contribuição dos Fatores, como na Análise da Variância.

Começamos pelo Brasil, analisando a contribuição dos fatores.

Brasil

Quadro 4.1 – Contribuição dos Fatores e Coeficiente de Correlação

Ano	ln y	ln A	ln X
1960	7,77	6,61	1,16
1965	7,95	6,80	1,15
1970	8,19	7,21	0,99
1975	8,55	7,68	0,87
1980	8,76	7,87	0,90
1985	8,72	7,76	0,96
1990	8,74	7,58	1,15
1995	8,82	7,62	1,20
2000	8,88	7,59	1,29

Coef. Correl ln y ln A	0,94
Coef. Correl ln y ln X	-0,02

Analisando os dados brasileiros, Quadro 4.1, algumas observações podem ser feitas.

Primeiramente, a contribuição do aumento da produtividade ln A, quando comparada à de ln X, é relativamente estável no período, saindo de 6,61 em 1960 para 7,59 no ano 2000. Sua correlação com ln y é de 94%, portanto quase perfeita em relação ao crescimento do PIB per capita.

A contribuição do estoque de capital físico em conjunto com o capital humano, ln X, é também relativamente estável no período, saindo de 1,16 e atingindo 1,29 no final do período, porém apresentando reduções nas décadas de 1970 e 1980. Isso pode explicar a sua correlação negativa de 2% com ln y de 2%.

Portanto, pode-se afirmar que no Brasil o principal fator de influência no crescimento do PIB per capita é o progresso tecnológico ln A, seja pela maior representatividade, seja pelo maior coeficiente de correlação. Já ln X, apesar de ter apresentado uma evolução positiva (em menor escala quando comparada à variação de ln A e ln y), apresentou variações negativas em certos momentos, quando analisado o período integral.

Chile

Quadro 4.2 - Contribuição dos Fatores e Coeficiente de Correlação

Ano	ln y	ln A	ln X
1960	8,26	6,72	1,54
1965	8,32	6,78	1,54
1970	8,48	7,18	1,30
1975	8,34	7,04	1,30
1980	8,60	7,68	0,91
1985	8,51	7,47	1,05
1990	8,72	7,66	1,07
1995	9,05	7,89	1,16
2000	9,20	7,65	1,56

Coef. Correl ln y ln A	0,83
Coef. Correl ln y ln X	-0,09

O Chile, Quadro 4.2, apresenta dados relativamente semelhantes aos brasileiros, com a contribuição do progresso tecnológico, ln A, apresentando valores que variam de, no mínimo, 6,72, em 1960, até 7,65 em 1985, tendo atingido o valor máximo de 7,89 em 1995. Seu coeficiente de correlação em relação ao ln y é de 83% no período, também significativo, porém inferior ao brasileiro.

Já a contribuição do estoque de capital físico em conjunto com o capital humano, ln X, também assemelha-se à brasileira, apresentando pouca flutuação, partindo de 1,54 em 1960 e terminando o período em 1,56. A correlação de ln X com ln y, também como a brasileira, é negativa atingindo (9%), visto que o indicador apresenta reduções nas décadas de 1970 e 1980.

Como no Brasil, pode-se afirmar que no Chile o principal fator de influência no crescimento do PIB per capita é o progresso tecnológico, ln A. Chama a atenção a maior correlação negativa do estoque de capital, físico e humano, com o desenvolvimento do PIB per capita, indicando que estes não caminharam na mesma direção durante todo o período analisado.

China

Quadro 4.3 - Contribuição dos Fatores e Coeficiente de Correlação

Ano	ln y	ln A	ln X
1960	6,52	5,64	0,88
1965	6,64	5,87	0,78
1970	6,70	6,02	0,68
1975	6,81	6,19	0,62
1980	6,97	6,34	0,63
1985	7,30	6,68	0,62
1990	7,49	6,65	0,84
1995	7,94	7,07	0,87
2000	8,23	7,23	0,99

Coef. Correl Iny lnA	0,97
Coef. Correl Iny lnX	0,40

A China, Quadro 4.3, quando comparada ao Brasil, apresenta certa semelhança na distribuição das variáveis ln A e ln X como fatores componentes de ln y.

Porém, chama a atenção na China, ao se analisar ln X, que esta variável apresentou correlação positiva com o crescimento do PIB per capita, diferentemente de Brasil e Chile. Esse dado pode transparecer uma característica da economia chinesa, rica em atividades de mão-de-obra intensiva.

A influência do progresso tecnológico, ln A, no desenvolvimento do PIB per capita chinês também aparenta ser a variável de maior representatividade, em linha com os demais países analisados até o momento. Seu coeficiente de correlação é de 97%, levemente superior ao brasileiro e bastante forte, ratificando que essa variável apresentou sua evolução em linha com a variação do PIB per capita da China no período sob análise.

Coréia

Quadro 4.4 - Contribuição dos Fatores e Coeficiente de Correlação

Ano	ln y	ln A	ln X
1960	7,31	6,45	0,86
1965	7,50	6,57	0,93
1970	7,91	7,01	0,90
1975	8,20	7,10	1,11
1980	8,47	6,96	1,51
1985	8,79	7,10	1,69
1990	9,21	7,24	1,97
1995	9,51	7,17	2,34
2000	9,67	6,94	2,73

Coef. Correl ln y lnA	0,69
Coef. Correl ln y lnX	0,95

A intenção de incluirmos a Coréia na amostra, Quadro 4.4, foi de avaliarmos se, de alguma forma, o conhecido destaque desse país no quesito “qualidade da mão-de-obra”, através da “proxy” anos de escolaridade (significativamente superior aos demais) contribuiu para aumentar a relevância de ln X no desenvolvimento do seu PIB per capita.

Os índices coreanos demonstraram isso, apresentando valores mais representativos em termos relativos de ln X, quando comparados aos valores dos demais países da amostra e apresentando evolução positiva desde 1975. A correlação de 95%, também a maior da amostra, indica grande influência dessa variável em ln y.

O progresso tecnológico, por consequência, apesar de apresentar crescimento no período, teve comportamento menos uniforme, o que levou seu coeficiente de correlação para 69%.

Pela distinção dos indicadores coreanos em relação aos dos demais países analisados, poderia se inferir que a mão-de-obra coreana contribuiu para a elevação da participação de ln X em ln y, bem como para o maior índice de correlação entre essas variáveis.

Índia

Quadro 4.5 - Contribuição dos Fatores e Coeficiente de Correlação

Ano	ln y	ln A	Ln X
1960	6,74	6,37	0,38
1965	6,83	6,41	0,42
1970	6,98	6,62	0,36
1975	7,00	6,65	0,35
1980	7,06	6,69	0,37
1985	7,22	6,86	0,36
1990	7,42	7,01	0,41
1995	7,59	7,09	0,50
2000	7,82	7,23	0,59

Coef. Correl ln y ln A	0,99
Coef. Correl ln y ln X	0,71

Por fim, analisando-se a evolução dos indicadores da Índia no período, Quadro 4.5, nota-se certa semelhança no comportamento de ambos indicadores, ln A e ln X, quando comparados aos demais países.

ln A inicia o período em 6,37 e termina em 7,23, em linha com a evolução de ln y. O coeficiente de correlação desse indicador em relação ao ln y é de 99%, ou seja, há correlação quase total e é o maior valor da amostra.

Já a contribuição do estoque de capital físico e humano, ln X, na Índia para o crescimento do PIB per capita também flutua pouco. Seu valor era de 0,38 em 1960 e chegou a 0,59 em 2000, com alguma variação no período, especialmente nas décadas de 1970 e 1980. Seu coeficiente de correlação é de 71%, indicando que as variáveis caminham na mesma direção. É o segundo maior valor da amostra para essa variável.

4.1.2. Análise da Variância

Seguem as decomposições das variâncias para todo o período (1960-2000) e também para dois períodos (1960-79 e 1980-00), com objetivo de, além de demonstrar o comportamento das variáveis nos diferentes períodos, demonstrar alterações que podem ter ocorrido ao longo dos anos, bem como permitir a visualização da covariância entre os ganhos de produtividade e os fatores de produção.

Para cada país é também demonstrada a contribuição individual da variância de cada um dos fatores, bem como da covariância, para variância de ln y. Esses valores podem ser

visualizados nos Quadros, na segunda linha de cada país, e foram obtidos pela divisão da variância de cada um dos fatores pela variância de $\ln y$.

Quadro 4.6 – Análise da Variância

1960-00

País	var ($\ln y$)	Var ($\ln A$)	Var ($\ln X$)	2 cov ($\ln A, \ln X$)
Brasil	0,13	0,14	0,02	-0,03
		1,15	0,13	-0,27
Chile	0,08	0,13	0,04	-0,09
		1,68	0,54	-1,19
China	0,30	0,26	0,02	0,02
		0,87	0,05	0,08
Coréia	0,57	0,07	0,36	0,13
		0,13	0,64	0,23
Índia	0,10	0,07	0,00	0,02
		0,75	0,04	0,20

O Quadro 4.6 acima demonstra, para todo o período de análise (1960 – 2000), a decomposição da variância de $\ln y$ de cada um dos países da amostra.

Primeiramente, percebe-se que a variância da produção por trabalhador, $\ln y$, é razoavelmente elevada entre os países, sendo de 0,08 no Chile e 0,57 na Coréia, sendo o valor brasileiro de 0,13.

Também nota-se que a variância dos fatores de produção, representada pela variância de $\ln X$ é, de maneira geral, bem inferior a dispersão de $\ln A$. Essa é uma situação comum a todos os países, exceto na Coréia, que apresenta um valor da var $\ln X$ de 0,36, bastante superior aos valores dos demais países. No Brasil, por exemplo, o valor da variância de $\ln X$ é de 0,02 e no Chile, o segundo maior valor da amostra é de 0,04. Mais uma vez, o número coreano pode indicar a influência do fator educação da sua mão-de-obra.

Como colocado no parágrafo anterior, a variância de $\ln A$ é superior a de $\ln X$, contribuindo com a maior parte da variância de produção per capita entre os países, sendo a única exceção a Coréia. Também quando se analisa a covariância entre $\ln A$ e $\ln X$, esta não apresenta valores tão representativos quanto de $\ln A$, porém o país onde aparece com maior

influência e em valores superiores a $\ln A$ é novamente a Coréia, demonstrando que a produtividade, estoque de capital físico e educação estão positivamente correlacionados nesse país.

Todavia, no Brasil e no Chile, a covariância entre $\ln A$ e $\ln X$ é negativa, contribuindo negativamente para a variância do PIB per capita.

Agora, realizamos a mesma análise, porém dividindo o período total da amostra em dois sub-períodos (1960-1979 e 1980-2000), de forma a buscarmos alterações nas variáveis com o passar dos anos. Segue quadro compreendendo o primeiro período:

Quadro 4.7 – Análise da Variância

1960-79

País	var ($\ln y$)	Var ($\ln A$)	Var ($\ln X$)	2 cov ($\ln A, \ln X$)
Brasil	0,10	0,18	0,01	-0,09
		1,80	0,13	-0,88
Chile	0,01	0,08	0,04	-0,10
		8,40	4,06	-10,89
China	0,02	0,06	0,01	-0,05
		3,07	0,60	-2,53
Coréia	0,16	0,10	0,01	0,05
		0,61	0,08	0,29
Índia	0,01	0,01	0,00	-0,01
		1,48	0,09	-0,54

Primeiramente, comparando-se os países no período (1960-79), nota-se que a Coréia, mais uma vez, é o país que apresenta a maior variância no desenvolvimento do PIB per capita, com 0,16.

O Brasil, que na análise do período todo aparece na terceira posição, apresenta a segunda maior variância de $\ln y$ no período, seguido da China, Chile e Índia, com valores menores. De fato, o crescimento brasileiro foi mais elevado nesse período.

Na variância de $\ln A$ o Chile chama a atenção pela representatividade dessa variável na variação do crescimento do seu PIB per capita e em todos os países, incluindo a Coréia,

esse é o fator que mais contribui com a variância de $\ln y$. Essa situação é semelhante quando se analisa o período integral.

A contribuição da variância dos fatores de produção, capital e trabalho, representados pela $\ln X$ também é menor nesse período, semelhante ao período integral. Chama a atenção que, nesse período inicial, essa variável ainda não era tão relevante na Coreia.

Na análise da cov ($\ln A$, $\ln X$), além do Brasil e do Chile, a China e a Índia apresentam valores negativos para essa variável no período, mostrando que as variáveis caminham em direções opostas, contribuindo negativamente para a variância de $\ln y$.

Partimos agora para o período compreendido entre os anos 1980 e 2000.

Quadro 4.8 – Análise da Variância

1980-00

País	Var ($\ln y$)	Var ($\ln A$)	var ($\ln X$)	2 cov ($\ln A$, $\ln X$)
Brasil	0,00	0,01	0,02	-0,02
		2,51	4,09	-5,34
Chile	0,07	0,02	0,03	0,02
		0,33	0,45	0,22
China	0,15	0,07	0,02	0,06
		0,45	0,14	0,40
Coreia	0,16	0,02	0,18	-0,04
		0,13	1,15	-0,27
Índia	0,06	0,03	0,01	0,02
		0,48	0,12	0,39

Novamente a Coreia é o país que apresenta maior dispersão na variância de $\ln y$ e a variância de $\ln A$ é o fator de maior contribuição para a dispersão do desenvolvimento do PIB per capita entre os países, Quadro 4.8. O Brasil que ocupava a segunda posição no período anterior, apresentou a menor variância do período. A China apresentou o segundo maior valor no período.

A variância de $\ln X$ é destaque, mais uma vez, na Coreia, sendo o principal fator de contribuição para o crescimento do produto per capita nesse país.

Brasil e Coréia apresentam resultados negativos na covariância entre $\ln A$ e $\ln X$ do período.

Analisando-se os resultados nos diferentes períodos, notam-se algumas coisas:

- Não há uma tendência quanto à variância de $\ln y$, ou seja, no Brasil ela diminui, na Coréia fica estável e nos outros aumenta quando se observam os períodos 1960-79 e 1980-00 (Quadros 4.7 e 4.8).
- A variância de $\ln A$ diminuiu em todos os países, exceto na Índia quando comparados os dois períodos (Quadros 4.7 e 4.8).
- Por sua vez, a variância de $\ln X$ aumentou em todos os países, com exceção do Chile (Quadros 4.7 e 4.8).
- A Coréia é o país com maior variação no seu desenvolvimento econômico, em todos os períodos (Quadros 4.6, 4.7 e 4.8), seguida pelo Brasil no período 1960-80 e pela China no período 1980-00.
- Analisando o Quadro 4.6, nota-se que no período 1960-00 a variância de $\ln A$ explica a maior parte da dispersão do desenvolvimento econômico em todos os países, exceto a Coréia, onde a variância de $\ln X$ é mais relevante.
- Somente Brasil e Chile apresentam covariâncias com resultados negativos no período integral (Quadro 4.6). Analisando o Quadro 4.7, a China e Índia juntam-se aos dois países e no Quadro 4.8, somente Brasil e Coréia apresentam valores negativos.
- Comparando-se a Coréia aos demais países, chama a atenção a importância da variância de $\ln X$ e também seu crescimento ao longo dos anos (Quadros 4.6, 4.7 e 4.8).

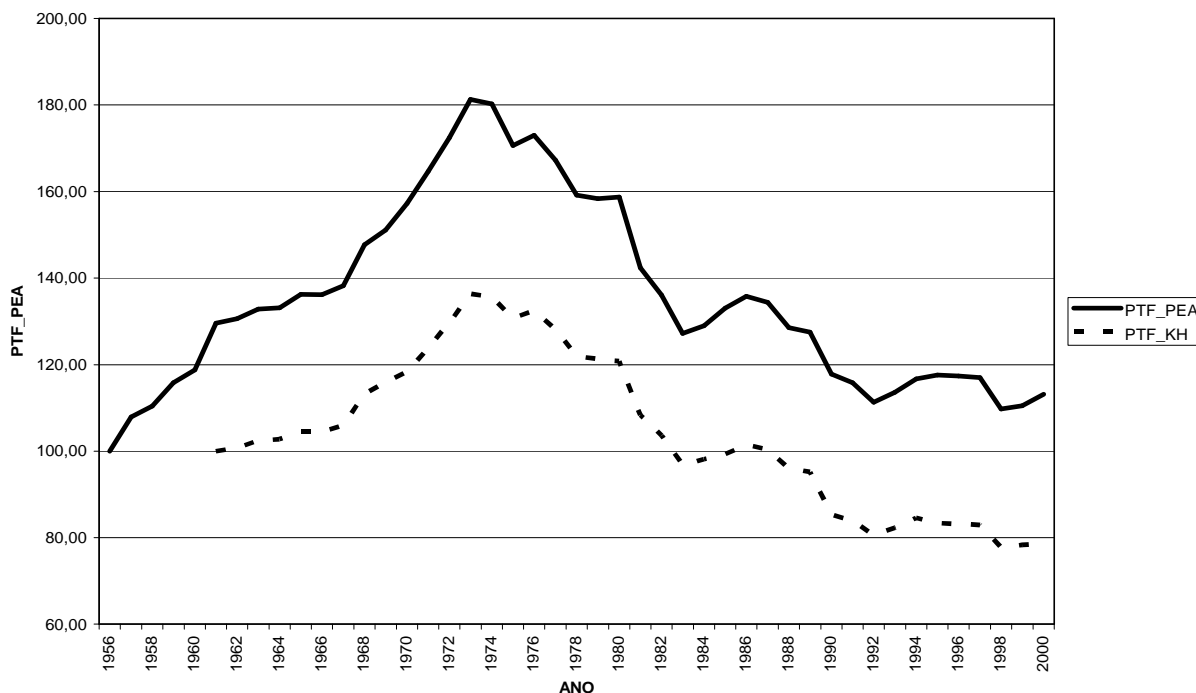
4.1.3. Análise da PTF

Abaixo apresentamos os resultados, através de gráficos, da evolução da PTF de cada país no período analisado. São apresentados dois resultados. O primeiro refere-se a PTF da População Economicamente Ativa - PEA de cada país, considerando somente a quantidade de pessoas, e está representado pela linha contínua de cada gráfico e o segundo, representado pela linha pontilhada, refere-se a PEA acrescida do fator educação da população, segundo os critérios definidos no item 2.2.1 do Capítulo 2. Para cada país iniciamos o período com uma base 100 e acumula-se ano a ano a variação do período. Os valores são analisados de forma absoluta e não logarítmica.

O primeiro gráfico apresentado é o do Brasil, seguido dos gráficos dos demais países.

Brasil

Gráfico 4.1 – PTF – Produção Total dos Fatores



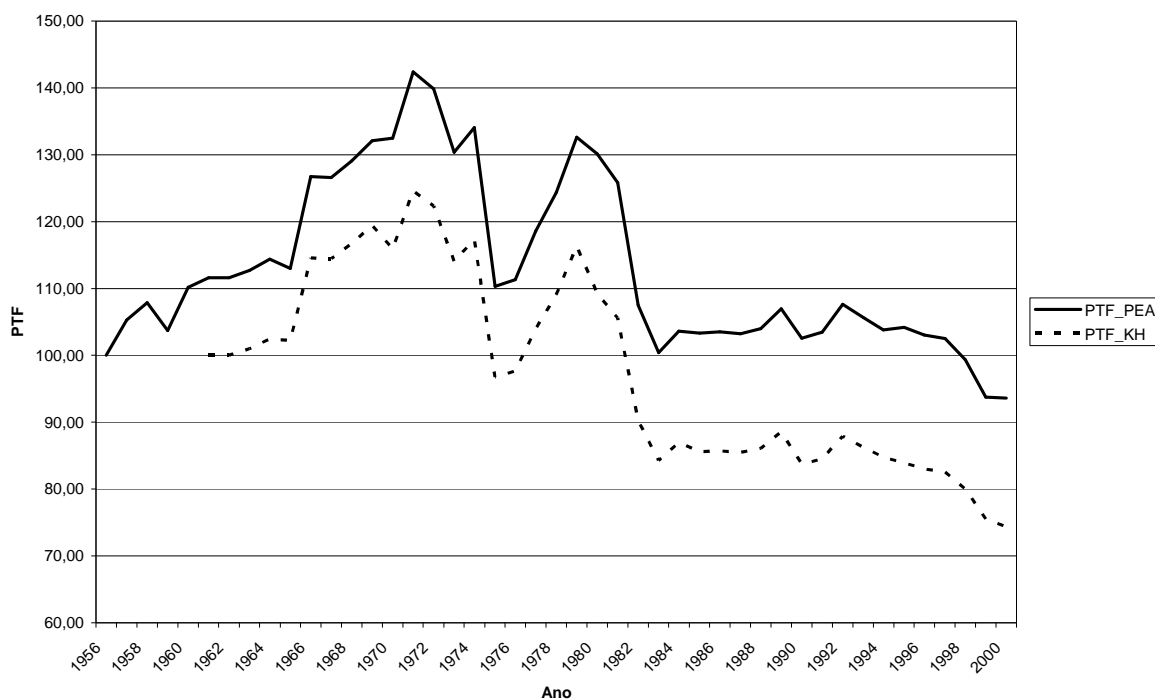
No caso brasileiro (Gráfico 4.1) nota-se claramente uma forte evolução durante a década de 60 e início da década de 70, com um forte declínio a partir daí, que durou até início da década de 90. Essa constatação está em linha com os períodos de maior e menor expansão da economia brasileira.

Ao acrescentar-se a escolaridade à PEA, esta não altera a tendência da curva, porém há uma diminuição nos seus valores, que pode ser explicado pelo maior peso da variável capital humano, o que reduz o poder explicativo em termos relativos da PTF como fator de variação do PIB. Chama a atenção o fato dessa variável terminar o período com valores inferiores a 100, seguindo um processo de redução iniciado no final da década de 70.

O processo de queda em ambas as curvas é explicado pelo fraco desempenho da variação do PIB per capita.

Chile

Gráfico 4.2 – PTF – Produção Total dos Fatores



O caso chileno, Gráfico 4.2, numa primeira análise causa certa surpresa, visto que o crescimento do PIB per capita a partir do início da década de 90 nos induz a esperar uma inclinação positiva das curvas nesse período. Porém, ao analisar os dados com maiores detalhes, nota-se que apesar da importante variação positiva do PIB per capita no período, houve também um forte crescimento no acúmulo de capital físico, baseado em fortes investimentos, o que levou essa variável a ter expressivos crescimentos, reduzindo a importância relativa da PTF no desenvolvimento desse país.

Nota-se também que as duas curvas evoluem de forma semelhante.

China

Gráfico 4.3 – PTF – Produção Total dos Fatores

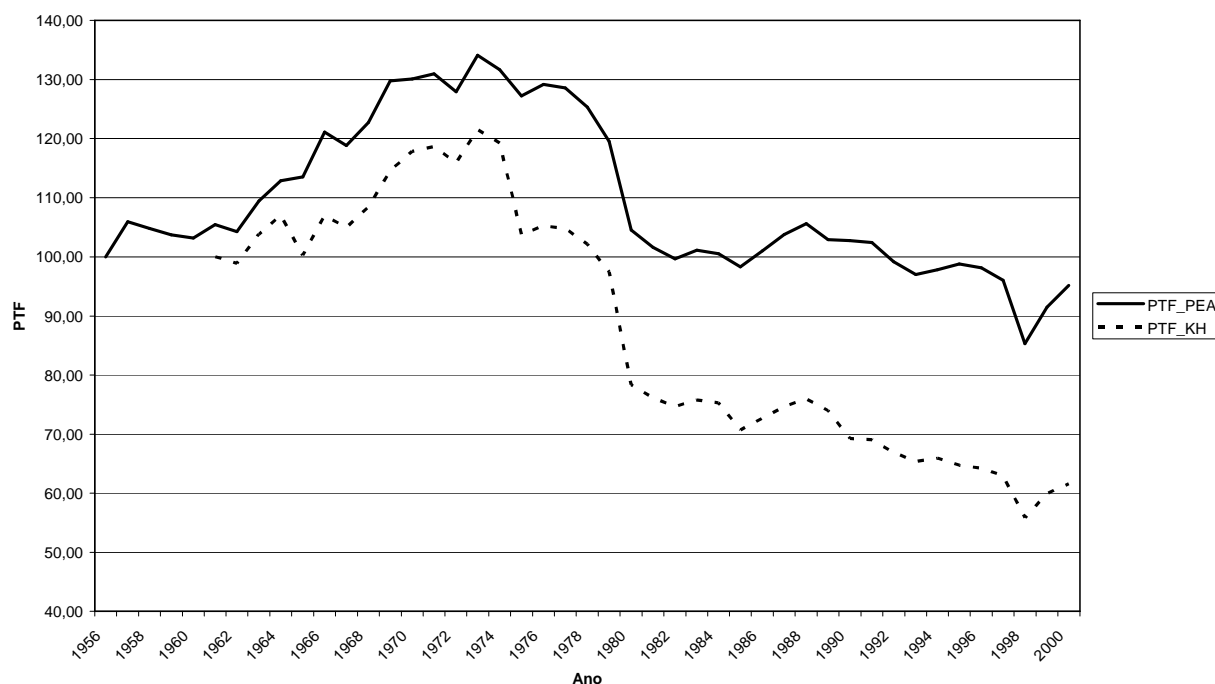


A variação da PTF chinesa, Gráfico 4.3, é mais previsível, coincidindo com a forte variação positiva do seu PIB per capita, principal fator a indicar a elevação das curvas no gráfico, especialmente após o início da década de 90.

Chama a atenção que, além de evoluírem juntas, a curva que considera a “qualidade” da PEA segundo o fator anos de escolaridade, supera a curva que considera a PEA exclusivamente durante boa parte do período analisado. Uma possível explicação para esse fator é que o capital humano contribuiu menos para o crescimento do PIB per capita chinês e sofreu poucas alterações quando acrescido do fator educação.

Coréia

Gráfico 4.4 - - PTF – Produção Total dos Fatores

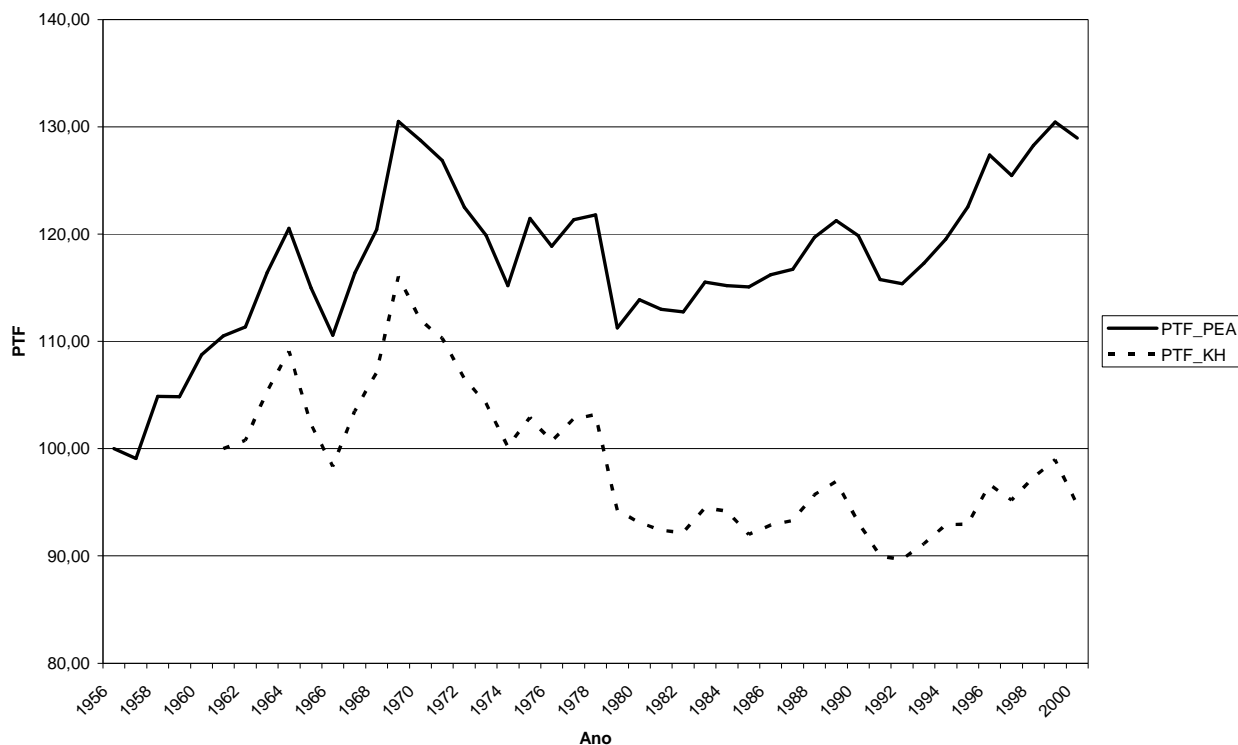


O caso coreano, Gráfico 4.4, também pode causar certa surpresa num primeiro momento, mas a explicação é semelhante ao caso chileno, ou seja, apesar do crescimento do PIB no período, a variação do indicador capital físico foi bastante forte, bem como do capital humano, especialmente quando acrescido do fator escolaridade.

Essa constatação ajuda a explicar o descolamento das duas curvas com o passar dos anos, ou seja, o impacto da educação na PEA da Coreia pode explicar o distanciamento das duas curvas, conforme visualizado no gráfico acima.

Índia

Gráfico 4.5 – PTF – Produção Total dos Fatores



O quadro indiano, Gráfico 4.5, não apresenta uma tendência muito definida no período sob análise, diferentemente dos demais países que compõem a amostra, porém, a partir da década de 90, ambas as curvas passam a mostrar alguma tendência positiva, seguindo o crescimento do GDP per capita apresentado por esse país nos últimos anos.

O distanciamento entre as curvas também pode ser notado, especialmente a partir da década de 70. Apesar da escolaridade da população na Índia ser baixa, inclusive quando comparada aos dos demais países da amostra (somente superior ao Brasil no ano 2000), este indicador apresentou um forte crescimento, mais que dobrando no período da análise 1960-2000, o que poderia explicar o descolamento das curvas, como pode ser visualizado no gráfico.

O próximo capítulo, que será o último, é dedicado às conclusões, através de uma rápida análise do modelo utilizado, bem como dos resultados obtidos. São apontadas as principais conclusões que puderam, de alguma forma, ser apontadas após a implementação dos testes realizados.

Capítulo 5 - Conclusões

Utilizando a “Contabilidade do Crescimento”, procuramos demonstrar as diferenças e semelhanças que explicam as diversas taxas de crescimento do PIB per capita do Brasil, Chile, China, Coréia e Índia no período compreendido entre os anos 1960 e 2000. Sempre que possível, tentamos apontar as razões que pareciam justificar essas diferenças. Nas conclusões, procuramos passar por cada aspecto analisado, iniciando pela decomposição ou contabilidade do crescimento.

É comum a todos os países da amostra e de forma expressiva, quando da decomposição do crescimento do PIB per capita de cada um dos países, uma maior participação da “PTF-Produtividade Total dos Fatores” no desenvolvimento econômico, ou seja, as diferenças nas taxas de crescimento dos países aparentam, na sua maior parte, serem explicadas pela PTF e não pelos fatores de produção, estoque de capital físico e humano.

Ainda, ao verificarmos os resultados da contabilidade do crescimento ao longo do período analisado, percebe-se claramente nos casos do Brasil, Chile, China e Índia, e ainda na Coréia em menor intensidade, que a evolução da PTF acompanhou a evolução do PIB per capita, o que é percebido pelos elevados índices de correlação entre as variáveis.

Porém, como explicar o caso da Coréia, único país da amostra onde a variável $\ln X$ (capital físico e humano) evoluiu de forma mais alinhada com PIB per capita do que a PTF? Uma hipótese, nesse caso, pode ser o maior peso do capital humano nesse país, visto que este é mensurado através dos anos de estudo da população, um indicador em que este país se destaca sensivelmente em relação aos demais. Se isso for verdade, parece ter sido acertada a decisão de incluir esse país na amostra de países a serem estudados nesse trabalho, já que o objetivo era identificar possíveis diferenças no histórico de desenvolvimento desse país em relação aos demais por conta do maior nível educacional de sua população.

Ainda na contabilidade do crescimento e observando os coeficientes de correlação entre as variáveis PTF e fatores de produção, estoque de capital físico e humano, em relação à variação do PIB per capita de cada um dos países, nota-se que coeficiente de correlação do progresso tecnológico com o crescimento do PIB per capita é bastante elevado, próximo a 1 em alguns casos, como Brasil (0,94), China (0,97) e Índia (0,99), confirmando que a variação do PIB per capita sofre grande influência do progresso tecnológico nesses países. Chile e Coréia apresentam valores menores, 0,83 e 0,69 respectivamente, porém também não desprezíveis.

Quando analisamos os coeficientes de correlação entre a variação do PIB per capita e os fatores de produção, apesar de serem positivos na China, Coréia e Índia, não podemos dizer que sua intensidade seja uniforme. No caso do Brasil e do Chile os coeficientes são de 0,02 e 0,09, respectivamente, porém negativos, indicando que não há um comportamento uniforme desse indicador em relação à variação do PIB per capita.

No caso específico do Brasil, nota-se que o valor desse indicador cai durante as décadas de 60 e 70, passando a apresentar crescimento a partir da década de 80, o que pode explicar o descolamento dessa variável em relação ao desenvolvimento do PIB per capita. Essa observação pode indicar que o desenvolvimento brasileiro é mais sensível ao progresso tecnológico, que tem maior participação, bem como maior correlação.

Analisando-se o Chile, percebe-se que, como no Brasil, há um descolamento, principalmente na década de 60 e 70, até meados da década de 80, gerando a menor aderência das variáveis nesse período. Esse fato também parece coerente com o histórico econômico desse país, que passou a desenvolver políticas econômicas bastante ortodoxas ao final da década de 80, trazendo investimentos, que aumentaram o estoque de capital.

Sobre a variável estoque de capital físico e humano, cabe novamente um comentário sobre a Coréia, que além de ser o país que apresentou maior participação relativa nesse item, é o único que apresentou correlação superior à correlação do progresso tecnológico, com um índice de 0,95, ou seja, o fator educação parece estar mais uma vez influenciando os indicadores.

Ao estudarmos a variância do PIB per capita de cada um dos países durante o período compreendido entre os anos 1960 e 2000, como esperado face os resultados expostos acima, notamos que a variância do progresso tecnológico contribuiu mais fortemente para a variância do PIB per capita na maioria dos países, ou seja, de forma geral, a dispersão do desenvolvimento econômico dos países é também, na sua maior parte, explicada pela variância da PTF.

Mais uma vez, a exceção é a Coréia, onde a variância da contribuição do estoque de capital físico e humano, bem como a covariância do progresso tecnológico com os fatores de produção contribuiu de forma superior à variância do PIB per capita quando comparada à contribuição da variância do progresso tecnológico. Também essa constatação está em linha com o que foi exposto até aqui, indicando a maior relevância dos fatores de produção no histórico de desenvolvimento econômico desse país.

Também notamos que no mesmo período a covariância dos fatores com o progresso tecnológico no Brasil e no Chile é negativa.

Quando quebramos a análise da variância em dois períodos, ou seja, 1960-79 e 1980-00, os resultados são semelhantes, com, mais uma vez, maior importância da variância do progresso tecnológico em comparação às demais variáveis que compõem a variância do desenvolvimento econômico, inclusive para a Coreia no primeiro período. No segundo período, ou seja, 1980-2000, a variância dos fatores de produção explica a maior parte da variância do PIB per capita.

Portanto, podemos afirmar para todos os países da amostra, inclusive a Coreia, que a variável de maior relevância para seu desenvolvimento é a PTF, ou progresso tecnológico. Mesmo no caso da Coreia, onde o comportamento da participação dos fatores de produção diferiu dos demais países, apresentando importante crescimento ao longo do período analisado, bem como maior participação, em termos relativos sua importância é menor. Contudo, ao analisar a contribuição dessa variável para a variância do PIB per capita na Coreia, podemos dizer que sua contribuição foi maior.

Essa conclusão não quer dizer que o foco das políticas econômicas dos países deve ser exclusivamente o progresso tecnológico ou PTF. Entendendo a PTF como a parcela do desenvolvimento econômico que não pode ser explicado pelas outras variáveis, ou seja, o desenvolvimento econômico é atribuído aos fatores de produção, mais especificamente estoque de capital físico e humano, e o que não pode ser explicado por essas variáveis é considerado progresso tecnológico, podemos afirmar que na Coreia uma parcela mais representativa do seu crescimento pode ser atribuída aos fatores de produção, especialmente quando comparada aos outros países da amostra. Isso reflete os melhores indicadores que esse país possui, especialmente no investimento como proporção do PIB e anos de estudo da população, que podem ter levado ao maior crescimento do PIB per capita desse país entre todos analisados.

Para finalizar, passamos à análise das PTFs, mais especificamente ao caso brasileiro.

Nota-se um desempenho mediano no período analisado, em linha com o histórico de desenvolvimento do país, forte nas décadas de 60 e 70, e fraco após início da década de 80 até o fim do período analisado nesse trabalho.

No Chile foi possível a visualização da força dos investimentos recebidos por esse país na década de 90, levando ao crescimento no estoque de capital físico, o que pode explicar o comportamento das curvas no período, como descrito anteriormente.

Os gráficos de China e Índia estão coerentes com o histórico mais recente de crescimento do PIB per capita desses países.

Mais uma vez, o gráfico coreano confirma a importância da variável educação nos resultados obtidos.

Referências Bibliográficas

- ACEMOGLU, D., JOHNSON, S. e ROBINSON, J. A., Reversal of Fortune: geography and institutions in the making of the modern world income distribution, NBER Working Paper # 8460
- ACEMOGLU, D., JOHNSON, S. e ROBINSON, J. A., The colonial origins of comparative development: na empirical investigation, NBER Working Paper # 7771
- BARRO, R. J. e LEE, J. W., International Data on Educational Attainment Updates and Implications, NBER Working Paper # 7911.
- BILS, M. e KLENOW, P. J., Does schooling cause growth or the other way around?, NBER Working Paper # 6393
- CHIANG, A. Matemática para Economistas. São Paulo, Makron Books, 2004
- EASTERLY, W. e LEVINE, R., It's not factor accumulation: stylized facts and growth models, Santiago, Central Bank of Chile, 2002.
- EASTERLY, W., LOAYZA, N. e MONTIEL, P., Has Latin America's Post-Reform Growth been disappointing?, Policy Research Working Paper, The World Bank, 1997
- FERREIRA, P. C., PESSÔA, S. A. e VELOSO, F. A. On the Tyranny of Numbers: East Asian Miracles in World Perspective. Rio de Janeiro, 2004.
- FERREIRA, P. C., PESSÔA, S. A. e VELOSO, F. A. The Evolution of International Output Differences (1960-2000): from Factors to Productivity. Rio de Janeiro, 2004.
- LISBOA, M. B. Instituições, conseqüências e pragmatismo: evolução e desafios da economia brasileira. Rio de Janeiro | São Paulo, Contra Capa Livraria | ANBID, 2005.
- MINCER, J. Schooling, Experience and Earnings, NBER, distributed by Columbia University Press, 1974.
- PIRES, J.O. Produtividade das Nações: uma abordagem de fronteiras estocásticas. São Paulo, 2004.
- SOLOW, R. M. Technical Change and the Aggregate Production Function. Review of Economics and Statistics, 39 (August), 312-320, 1957.
- VALDÉS, B. Economic Growth: theory, empirics and policy. United Kingdom, Edward Elgar Publishing Limited, 1999.
- WILLIS, R. J. Wage determinants: a survey and reinterpretation of human capital earnings functions. Handbook of Labor Economics, volume 1, eds. Orley Ashenfelter and Richard Layard. North-Holland. Chapter 10: 525-602, 1986.