FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS
ESCOLA DE ECONOMIA DE SÃO PAULO

IZABEL CRISTINA DO NASCIMENTO

DINÂMICA DEMOGRÁFICA E CRESCIMENTO ECONÔMICO

SÃO PAULO
2005

IZABEL CRISTINA DO NASCIMENTO

DINÂMICA DEMOGRÁFICA E CRESCIMENTO ECONÔMICO

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

Orientador: Prof. Dr. Fernando Garcia

SÃO PAULO
2005

Nascimento, Izabel Cristina.
Dinâmica Demográfica e Crescimento Econômico / Izabel Cristina do Nascimento. - 2005.
40 f.

Orientador: Fernando Garcia.
Dissertação (mestrado) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo.

1. Demografia. 2. Desenvolvimento econômico. 3. População. I. Garcia, Fernando. II. Dissertação (mestrado) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo. III. Título.

CDU 314

IZABEL CRISTINA DO NASCIMENTO

DINÂMICA DEMOGRÁFICA E CRESCIMENTO ECONÔMICO

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

Data de aprovação:
__/__/____

Banca Examinadora:

____
Fabiana Rocha
FEA - USP

____
Ramon Garcia Fernandez
FGV-EESP

____
Prof. Dr. Fernando Garcia
FGV-EESP

..Á Luzia e Antonia

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof Dr. Fernando Garcia, pela oportunidade de realizar um sonho.

Ao meu amigo Fábio F. da Silva, quem eu admiro pela inteligência e humildade, que esteve sempre ao meu lado, me ajudando e me incentivando nos momentos mais difíceis

Á minha mãe, pela confiança e apoio que deposita em mim.

Aos meus amigos, pela paciência que tiveram durante todo tempo.

SUMÁRIO

FIGURAS, GRÁFICOS E TABELAS

RESUMO

A dinâmica demográfica possui um papel fundamental na determinação do crescimento econômico de um país. Vários trabalhos empíricos que estimaram o coeficiente que associa o nível de renda per capita dos países à taxa de crescimento demográfico, concluem que ele pode ter sinal oposto ao esperado, não significativos ou muito elevados em relação ao que se espera em termos teóricos. Essa dissertação tem por objetivo analisar as teorias de dinâmica demográfica e avaliar em que medida pode haver determinação simultânea entre o produto por trabalhador e o crescimento populacional. A análise econometrica, com base em um painel de 60 países no período entre 1960 e 2000, indicou que para se estimar de forma mais apropriada o efeito da dinâmica demográfica sobre o nível de produto por trabalhador e sobre o crescimento econômico é necessário ater-se às questões econométricas de simultaneidade e de endogeneidade.

Palavras-chave: dinâmica populacional, crescimento econômico, simultaneidade e endogeneidade

ABSTRACT

The demographic dynamics has a fundamental importance in the determination of the economic growth in a country. Some empirical works that had estimated the coefficient that associates the level of per capita income of the countries to the tax of demographic growth conclude that it can have opposing signal to the expected one, not significant or very raised in relation to that if it waits in theoretical terms.

This dissertation has an a objective to analyze the theories of demographic dynamics and evaluate in which measure it can have simultaneous determination between the product per worker and the population growth.

The econometric analysis, on the basis of a panel of 60 countries in the period between 1960 and 2000, indicated that to estimate of more appropriately form the effect of the demographic dynamics on the level of product per worker and on the economic growth it is necessary to consider the econometrical questions of simultaneity and endogeneidade.

Key-words: demographic dynamics, economic growth, simultaneity and endogeneity

Capítulo 1
Objetivos e organização do estudo

No último século, a maioria dos países experimentou um considerável crescimento econômico e a dinâmica de crescimento populacional passou por grandes transformações, denominada transição demográfica. Esta transição está associada à passagem de uma alta taxa de fertilidade e mortalidade para taxas mais baixas.

Um conjunto de trabalhos empíricos estimam o coeficiente que associa o nível de renda per capita dos países à taxa de crescimento demográfico e concluem que ele pode ter sinal oposto ao esperado, não significativos ou muito elevados em relação ao que se espera em termos teóricos. Dentro dessa literatura destacam-se os seguintes estudos: Islam (1995), Deininger e Olinto (1998), Bloom at al (2002) e Barossi-Filho et al (2005).

O objetivo desta dissertação é analisar as teorias de dinâmica demográfica e avaliar em que medida pode haver determinação simultânea entre o produto por trabalhador e o crescimento populacional. Para atender a esse objetivo, o estudo está estruturado em dois capítulos, além dessa introdução.

O capítulo seguinte expõe o modelo de crescimento econômico que fundamenta a parte empírica na teoria do crescimento de Solow, incorpora a contribuição de Lucas (1988) e insere a variável capital de infra-estrutura nos moldes da abordagem teórica empregada por Mankiw, Romer e Weil (1992). Dessa análise surge a proposição teórica que diz que a relação entre produto por trabalhador e crescimento demográfico deve ser negativa, assim como deve ser negativa relação desta última variável com o crescimento econômico.

O capítulo três retoma os resultados de estimações do coeficiente que associa a dinâmica demográfica ao crescimento de longo prazo e introduz um argumento teórico que explicaria o problema econométrico de estimação: a ocorrência de simultaneidade. Esse fato ocorreria porque, em alguma medida, a dinâmica demográfica, à luz da teoria clássica do valor, pode ser afetada pelo nível de renda das economias. Com base nessa proposição, são realizados testes econométricos para verificar: (i) se as componentes da dinâmica demográfica (fertilidade e mortalidade) respondem a mudanças de salários; e (ii) se estimação dos modelos de determinação do nível de renda e de crescimento pelo método de variáveis instrumentais é capaz de retirar o viés de simultaneidade.

Os resultados desta dissertação indicam que, para se estimar de forma apropriada o efeito da dinâmica demográfica sobre o nível de produto por trabalhador e sobre o crescimento econômico, é necessário ater-se às questões econométricas de simultaneidade e de endogeneidade. Isso porque identificou-se a existência de uma relação negativa e significativa entre mortalidade, que é componente da taxa de crescimento demográfico, e salários, determinados pelo nível de renda per capita dos países. Quando se considera esse fato, e trata-se também a questão de endogeneidade, pelo método de Arellano-Bond, as predições do modelo neoclássico parecem ser corroboradas pelas estatísticas, ou seja, a dinâmica demográfica tem efeito negativo sobre as taxas de crescimento econômico dos países.

Capítulo 2
O papel da dinâmica demográfica no crescimento econômico

Na literatura sobre crescimento econômico há basicamente duas classes de modelos. A primeira compreende os modelos em que os processos de acumulação de fatores e de progresso técnico determinam a taxa de crescimento do produto e são exógenos Solow (1956) e Mankiw, Romer e Weil (1992). Nesses modelos, o produto per-capita é função crescente do capital, da mão-de-obra e da tecnologia e, no estado estacionário, o crescimento econômico é dado pelas taxas de crescimento populacional e progresso tecnológico. A segunda classe de teorias, chamadas de modelos de crescimento endógeno, buscam explicar os determinantes do progresso tecnológico que não é exógeno ao processo de crescimento – Romer (1986), Lucas (1988) e Jones (1995). Não obstante, nesses modelos a dinâmica demográfica também é considerada como um fator primário de crescimento cujo processo é exógeno ao sistema econômico.

Neste capítulo, vamos apresentar as principais teorias de crescimento econômico da primeira classe de modelos acima referida. Isso porque, além de darem uma boa descrição do papel da dinâmica demográfica no crescimento econômico, essas teorias são passíveis de verificação empírica, ou seja, com base nelas é imediata a elaboração de modelos econométricos.

2.1 O modelo neoclássico

Solow (1956) formulou seu modelo de crescimento para demonstrar que as conclusões do modelo de Harrod (1939) a respeito da relação entre crescimento e desemprego só seriam válidas em condições muito particulares. Contudo, o modelo de Solow é considerado por diversos autores – Mankiw (1995), Romer (1996), Obstfeld e Rogoff (1996) – como a primeira tentativa sistemática de explicar o crescimento econômico no longo prazo. Esse modelo passou a ser utilizado pelos economistas como um instrumental básico para a análise dos determinantes do crescimento. Posteriormente, Lucas (1988) e Mankiw, Romer e Weill (1992) estenderam o modelo de Solow e foram pioneiros na introdução do capital humano na literatura de crescimento econômico, ao reformularem o conceito de capital. Nesta seção vamos apresentar uma versão mais contemporânea do modelo de Solow que já considera o processo de acumulação de capital humano aos moldes do proposto por Lucas (1988), o qual será chamado também de modelo neoclássico de crescimento econômico.

2.1.1 O estado estacionário

O modelo de crescimento neoclássico parte das hipóteses de progresso tecnológico, taxa de poupança e dinâmica demográfica exógenos e tem por implicação a convergência das economias para seus estados estacionários. A equação (1) expressa uma função de produção do tipo Cobb-Douglas $Y = F(K, AL) = K^{\alpha}(AL)^{1-\alpha}$, com $0 < \alpha < 1$, tecnologia Harrod neutra[1] e retornos constantes de escala, em que *Y/AL* é a medida de produto por unidade de trabalho-efetivo da economia:

$$\frac{Y}{AL} = \frac{1}{AL}F(K, L)\text{, em que } \frac{Y}{AL} = y \qquad (1)$$

Da hipótese de retornos constantes, obtém-se:

$$\frac{Y}{AL} = y = F(\frac{1}{AL}K, \frac{1}{AL}AL) = F(k, 1)$$

No caso da função Cobb-Douglas, temos, $y = \left(\frac{K}{AL}\right)^{\alpha}\left(\frac{AL}{AL}\right)^{1-\alpha} = k^{\alpha}$ (2)

A variação no estoque de capital depende do investimento ocorrido no período, que é igual à poupança agregada ($I = S = sY$) – supondo que toda poupança é convertida automaticamente em investimento – e da taxa de depreciação. O processo de acumulação de capital é representado pela seguinte equação:

---

[1] Uma função é dita neutra no sentido de Harrod ou Harrod-neutra, se o processo de desenvolvimento tecnológico é poupador de mão-de-obra e não afeta a quantidade de capital que é tecnicamente necessária para a obtenção de uma unidade de produto. Oreiro e Hideki Ono (2004) justificam o uso da tecnologia Harrod-neutra, com base em dois argumentos. O primeiro é teórico, onde parece ser a única maneira de compatibilizar o avanço tecnológico com a construção de modelos de crescimento balanceado. O outro empírico, justificando a estabilidade de longo-prazo da relação capital-produto como um dos “fatos estilizados” do crescimento das economias capitalistas.

$$\dot{K} = I - dK \tag{3}$$

A equação (3) nos diz que o investimento por trabalhador aumenta o estoque de capital enquanto a depreciação o reduz. Substituindo o valor do investimento na equação (3):

$$\dot{K} = sY - dK \quad , \qquad 0 \leq s \leq 1 \tag{4}$$

Da equação (4) concluímos que a variação no estoque de capital será positiva se a parcela da renda poupada for maior que a depreciação do capital. A evolução do estoque de capital pode ser expressa em termos de unidades de trabalho-efetivo, dado pela equação abaixo:

$$k = \frac{K}{A.L} \tag{5}$$

Diferenciando k em relação ao tempo, temos:

$$\dot{k} = \frac{\dot{K}}{A.L} - \frac{K}{A.L}\frac{\dot{A}}{A} - \frac{K}{AL}\frac{\dot{L}}{L} = \frac{\dot{K}}{AL} - k\frac{\dot{A}}{A} - k\frac{\dot{L}}{L}$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{K}}{AL} - \left(\frac{\dot{A}}{A} + \frac{\dot{L}}{L}\right)k \tag{6}$$

Consideramos que as taxas de crescimento da população e inovação tecnológica são exógenas e dadas respectivamente por:

$\frac{\dot{L}}{L} = n$ e $\frac{\dot{A}}{A} = g$, em que, $L(t) = L(0)e^{nt}$ e $A(t) = A(0)e^{gt}$

Substituindo essas taxas na equação (6), temos:

$$\dot{k} = \frac{\dot{K}}{AL} - (n+g)k \tag{7}$$

Substituindo a equação (2) em (7), temos:

$\dot{k} = \frac{sY - dK}{AL} - (n+g)k$, ou ainda, $\dot{k} = \frac{sY}{AL} - d\frac{K}{AL} - (n+g)k$

Daí, deduz-se que: $\dot{k} = s\frac{Y}{AL} - dk - (n+g)k$ (8)

Sendo o produto por unidade de trabalho-efetivo dado por $y = \frac{Y}{AL}$,

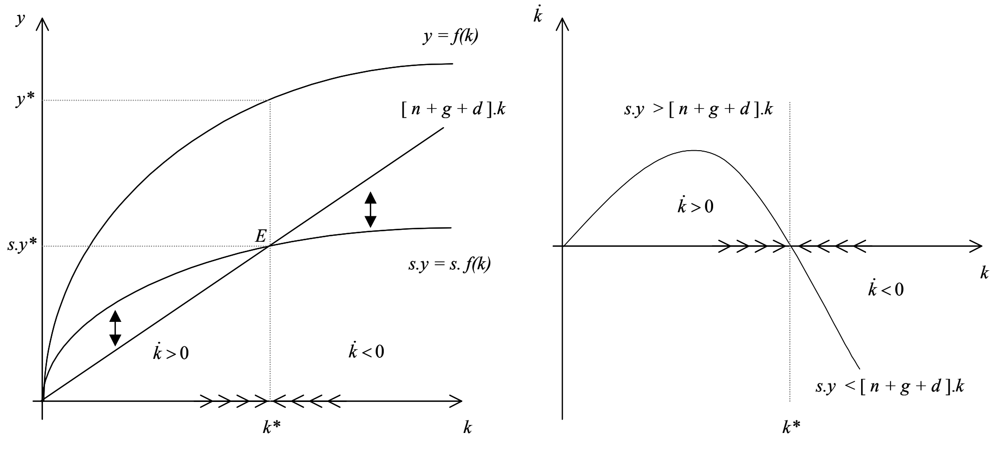
$$\dot{k} = sy - (n + g + d)k \qquad (9)$$

Substituindo a equação (1) em (9) temos a expressão que descreve a dinâmica de acumulação de capital por unidade de trabalho-efetivo, onde dois componentes se subtraem: o investimento por unidade de trabalho-efetivo e o investimento de *break-even*.

$$\dot{k} = sf(k) - (n + g + d).k \qquad (10)$$

A equação (10) mostra os dois componentes da acumulação de capital, onde é possível que ocorra uma das três situações: (i) $sf(k) > (n + g + d).k$, isto é, a taxa de poupança supera o investimento de *break-even*, o que implica uma variação positiva do estoque de capital por unidade de trabalho-efetivo; (ii) $sf(k) < (n + g + d).k$, situação em que acontece o oposto, ou seja, o investimento de break-even supera o investimento bruto, provocando uma redução do estoque de capital; e (iii) $sf(k) = (n + g + d).k$, que é definida como a situação de estado estacionário, onde todas as variáveis do modelo crescem às mesmas taxas constantes, implicando a manutenção do estoque de capital por unidade de trabalho-efetivo no tempo. A figura (1) ilustra essas situações.

Figura 1 – O equilíbrio no modelo neoclássico



(a) (b)

O gráfico (a) mostra a junção das duas curvas, onde k^* representa a situação de equilíbrio, ou seja, $sf(k) = (n + g + d).k$. O gráfico (b) é o diagrama de fase desse sistema dinâmico. Como vimos, o equilíbrio ocorre quando não há variação do estoque de capital por unidade de trabalho-efetivo. À esquerda desse ponto, a variação do estoque de capital por unidade de trabalho-efetivo é positiva e, à direita, essa variação é negativa; à medida que se aproximam de k^*, a variação da acumulação de capital vai diminuindo, até se tornar nula nesse ponto.

A teoria neoclássica do crescimento ainda implica que as economias convergem, no longo prazo, para o estado estacionário, caracterizando este estado como um equilíbrio estável, mesmo com diferentes taxas de poupança, de dinâmica demográfica ou progresso tecnológico.

No longo prazo, temos que $sk^{\alpha} = (n+g+d).k$, o que permite calcular os valores do estoque de capital e do produto por unidade de trabalho-efetivo de estado estacionário. Vejamos. Arranjando a expressão acima, temos:

$k^{-\alpha}k = \frac{s}{n+g+d}$, ou ainda, $k = \sqrt[1-\alpha]{\frac{s}{n+g+d}}$, da onde se obtém a equação (11):

$$k^* = \left(\frac{s}{n+g+d}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \tag{11}$$

Substituindo (2) em (11), temos:

$$y^* = \left(\frac{s}{n+g+d}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \tag{12}$$

Da expressão (12) é possível obter a equação que define o produto per capita de uma economia e o relaciona com os processos de acumulação de fatores e de progresso tecnológico. Tirando o logaritmo natural da equação (12), obtemos a seguinte expressão:

$$\ln y = \frac{\alpha}{1-\alpha}\ln\left(\frac{s}{n+g+d}\right) \tag{13}$$

Mas como, $\ln y = \ln\left(\frac{Y}{AL}\right) = \ln\frac{Y}{L} - \ln A$ e $A(t) = A(0)e^{gt}$, o produto por unidade de trabalho-efetivo pode ser descrito por:

$$\ln y = \ln\frac{Y}{L} - \ln A_{(0)} - gt \tag{14}$$

Substituindo (14) em (12), temos:

$$\ln\frac{Y}{L} - \ln A_{(0)} - gt = \frac{\alpha}{1-\alpha}\ln\left(\frac{s}{n+g+d}\right), \text{ ou ainda,}$$

$$\ln\frac{Y}{L} = \ln A_{(0)} + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha}\ln s - \ln(n+g+d) \qquad (15)$$

Assumindo que o nível de conhecimento $A_{(0)}$ é composto por uma constante (tecnológica) e um desvio em relação à essa constante – ou seja, que $\ln A_{(0)} = cte + \varepsilon$ –, pode-se reescrever a equação acima da seguinte forma:

$$\ln\frac{Y}{L} = cte + \frac{\alpha}{1-\alpha}\ln s - \frac{\alpha}{1-\alpha}\ln(n+g+d) + \varepsilon \qquad (16)$$

Em termos teóricos, a equação (16) descreve a relação entre o produto por trabalhador, de um lado, e os processos de acumulação de fatores e de progresso técnico, de outro. Vale notar que a relação entre o produto por trabalhador e a taxa de crescimento demográfico tem a mesma magnitude, mas sinal contrário, que a relação entre produto por trabalhador e taxa de poupança.

2.1.2 O modelo neoclássico com capital humano

A relação entre crescimento econômico e capital pode ser estendida na forma de capital físico e humano. Lucas (1988), inspirado nos trabalhos de Schultz (1961,1963), Becker (1964), Denison (1967) e Mincer (1974), propôs o capital humano como fonte do crescimento econômico. Segundo Lucas (1988), os indivíduos podem adquirir conhecimentos através da escola, e com isso aumentar nível de capital humano, ou participar do processo de produção de bens e serviços. Ao aumentar o esforço de acumulação de capital humano, os indivíduos aumentam sua renda no futuro, em detrimento de uma eventual diminuição da renda no presente. Por isso, a lógica de acumulação do capital humano pode ser considerada semelhante à de acumulação do capital físico. Segundo esta abordagem, a principal causa das diferenças entre as taxas de crescimento econômico seria a diferença entre países das taxas de acumulação de capital humano. [2]

A adaptação do modelo de crescimento econômico neoclássico para a abordagem de Lucas é relativamente imediata. Considerando que o capital humano é descrito pelo estoque de trabalho ajustado à sua produtividade, a qual se deve à qualificação da mão-de-obra, todo o sistema de equilíbrio de estado estacionário pode ser reescrito.

Seja o capital humano dado por:

$$H = L.e^{\varphi.u} \tag{17}$$

em que H é o estoque de capital humano, u representa a escolaridade e φ é a taxa de retorno da educação ou ainda, o prêmio da escolaridade associado aos ganhos de produtividade da maior qualificação profissional.

Tomando por referência a equação (1), a nova função de produção, com capital humano, pode ser representada pela seguinte expressão: $Y = K^{\alpha}(A.L.e^{\varphi \cdot u})^{1-\alpha}$. Seguindo os mesmos passos de derivação, chegaríamos a uma expressão semelhante à equação (12), com a diferença de que y passa a ser o produto por unidade de capital humano efetivo. Dessa forma, a equação (14) pode ser reescrita como:

$$\ln y = \ln\frac{Y}{L} - \ln A_{(0)} - gt - \varphi \cdot u \tag{18}$$

Assumindo as mesmas hipóteses com relação ao nível de conhecimento $A_{(0)}$, chega-se finalmente na equação (19), em que a escolaridade média da força de trabalho afeta positivamente o nível de produto por trabalhador das economias.

$$\ln\frac{Y}{L} = cte + \frac{\alpha}{1-\alpha}\ln s - \frac{\alpha}{1-\alpha}\ln(n+g+d) + \varphi \cdot u + \varepsilon \tag{19}$$

2.1.3 O modelo de crescimento com infra-estrutura

Outra extensão possível do modelo neoclássico descrito acima é a separação do capital físico em duas componentes: o capital acumulado em máquinas, equipamentos e

---

[2] Romer (1990) também propõe a inclusão do capital humano no modelo neoclássico de crescimento, mas com a diferença de que o capital humano seria um determinante da oferta de novas idéias e novas tecnologias, e com isso ele introduz a importância da criatividade.

edificações e o capital de infra-estrutura (*M*). Esse tratamento é útil por uma série de motivos. Em primeiro lugar porque a infra-estrutura afeta a produtividade de vários outros setores de uma economia. Depois, porque a infra-estrutura é um capital fixo com reduzida mobilidade e elevados *sunk-costs*. E, por fim, é sabido que a taxa de retorno de investimentos em infra-estrutura é distinta (em geral, menor) que a dos investimentos em outros tipos de negócios, o que exige um maior prazo de recuperação dos investimentos.

A inclusão da infra-estrutura no modelo crescimento neoclássico pode ser feita de várias formas. Aqui neste estudo, apresentamos uma abordagem teórica semelhante à empregada por Mankiw-Romer_Weil (1992) para tratar da questão do capital humano. Segundo essa abordagem, acrescenta-se um novo fator de produção à função de produção agregada da economia – no nosso caso, a infra-e-strutura – e especifica-se uma nova equação de acumulação para esse fator de produção. A equação (20) traz a nova função de produção, em que as variáveis são definidas como anteriormente.

$$Y = K^{\alpha} M^{\beta}.(A.H)^{1-\alpha-\beta} \qquad (20)$$

Na equação acima, o parâmetro β determina a participação da nova variável infra-estrutura no modelo. A participação do capital físico é α e a do capital humano é (1- α - β). Em termos de produto por unidade de capital humano efetivo, temos:

$$y = \frac{Y}{AH} = k^{\alpha}.m^{\beta} \qquad (21)$$

em que $k = \frac{K}{AH}$ e $m = \frac{M}{AH}$.

As equações (22) e (23) definem os processos de acumulação de capital físico e capital de infra-estrutura:

$$\dot{K} = s_k.Y - dK \qquad (22)$$

$$\dot{M} = s_m.Y - dM \qquad (23)$$

em que s_m é a taxa de investimento em infra-estrutura. As funções de acumulação, por quantidade de trabalho-efetivo são dadas por:

$$\dot{k}_t = s_k.y_t - (n+g+d)k_t \qquad (24)$$

$$\dot{m}_t = s_{idr}.y_t - (n+g+d)m_t \qquad (25)$$

Substituído a equação (21) nas expressões (24) e (25), chegamos a:

$$\dot{k}_t = s_k..k^{\alpha} m^{\beta} - (n+g+d)k_t \tag{26}$$

$$\dot{m}_t = s_m.k^{\alpha} m^{\beta} - (n+g+d)m_t \tag{27}$$

O estado estacionário desse modelo é definido por $\dot{k} = \dot{m} = 0$ e continua válida a premissa de que a taxa de crescimento da economia, em trajetória de crescimento balanceado, é determinada pelas taxas de progresso tecnológico e crescimento populacional. Igualando a expressão (26) a zero, vem:

$$k = \left[\frac{s_k}{(n+g+d)}\right]^{\frac{1}{1-\alpha}} m^{\frac{\beta}{1-\alpha}} \tag{28}$$

A derivada da equação (28) em relação à infra-estrutura mostra que o capital varia positivamente em função da acumulação de infra-estrutura. A segunda derivada, que é negativa, dá a declividade da função de k em relação a m, em estado estacionário de k.

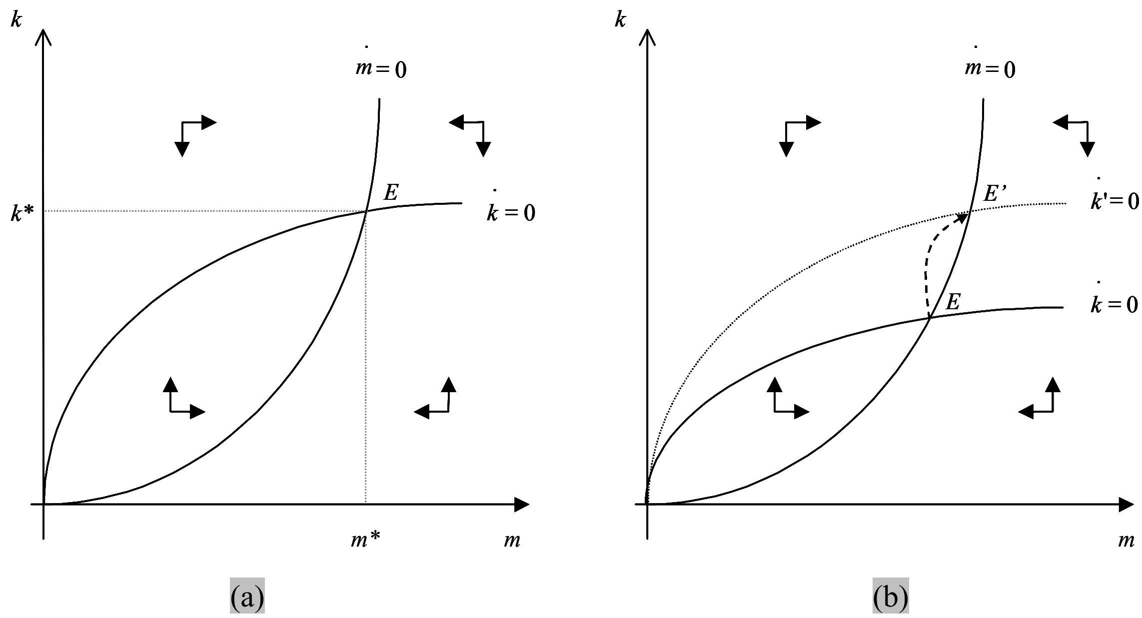
$$\begin{aligned} k' &= \frac{\partial k}{\partial m} = \frac{\beta}{1-\beta}\left[\frac{s_k}{(n+g+d)}\right]^{\frac{1}{1-\alpha}} m^{-\frac{(1-\alpha-\beta)}{(1-\alpha)}} > 0 \\ k'' &= -\frac{\beta(1-\alpha-\beta)}{(1-\alpha)(1-\beta)}\left[\frac{s_k}{(n+g+d)}\right]^{\frac{1}{1-\alpha}} m^{\frac{(2\alpha+\beta-2)}{(1-\alpha)}} < 0 \end{aligned} \tag{29}$$

De forma análoga, é possível calcular a relação entre k e m no estado estacionário de m. Igualando a equação (27) a zero, chegamos à expressão (30). E derivando a equação (30) em relação a m, temos a nova curva que relaciona as combinações de k e m que mantém a acumulação de capital de infra-estrutura por unidade de capital humano efetivo constante. Essa derivada é positiva, com uma segunda derivada também positiva – expressão (31).

$$k = \left[\frac{(n+g+d)}{s_h}\right]^{\frac{1}{\alpha}} \cdot h^{\frac{1-\beta}{\alpha}} \tag{30}$$

$$\begin{aligned} k' &= \frac{\partial k}{\partial h} = \frac{1-\beta}{\alpha}\left[\frac{(n+g+d)}{s_h}\right]^{\frac{1}{\alpha}} \cdot h^{\frac{1-\alpha-\beta}{\alpha}} > 0 \\ k'' &= \frac{(1-\alpha-\beta)\cdot(1-\beta)}{\alpha}\left[\frac{(n+g+d)}{s_h}\right]^{\frac{1}{\alpha}} \cdot h^{\frac{1-2\alpha-\beta}{\alpha}} > 0 \end{aligned} \tag{31}$$

Figura 2 – O equilíbrio no modelo neoclássico com infra-estrutura



Na figura (2.a), o ponto *E* indica a situação de equilíbrio da economia e, independente dos valores iniciais do capital físico e infra-estrutura, a economia deve convergir e permanecer nesse ponto de equilíbrio estável. Na figura (2.b), supondo que a economia esteja no ponto de equilíbrio inicial *E*, um aumento do investimento em capital físico leva a um deslocamento da curva de estado estacionário desse fator de produção, com conseqüente aumento do capital físico na economia e da infra-estrutura.

No estado estacionário, os estoques de capital físico e de infra-estrutura convergem para os níveis descritos pelas equações (32) e (33).

$$k^* = \frac{s_k . y^*}{(n+g+d)} \tag{32}$$

$$m^* = \frac{s_m . y^*}{(n+g+d)} \tag{33}$$

Substituindo essa equações na expressão que define o produto por unidade de capital humano efetivo, temos o cálculo da produto de estado estacionário:

$$y^* = \left(\frac{s_k . y^*}{(n+g+d)}\right)^{\alpha} \left(\frac{s_m . y^*}{(n+g+d)}\right)^{\beta}$$, ou ainda,

$$y^* = \frac{s_k^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} . s_m^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}}}{(n+g+d)^{\frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta}}} \quad (34)$$

Tirando o logaritmo natural dessa equação, e considerando a definição de produto por unidade de capital humano efetivo, temos:

$$\ln\frac{Y}{L} = cte + \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}\ln s_k + \frac{\beta}{1-\alpha-\beta}\ln s_m - \frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta}\ln(n+g+d) + \varphi \cdot u + \varepsilon \quad (35)$$

A equação (35) afirma que o produto por trabalhador é determinado pelas taxas s_k e s_m, pelo nível tecnológico inicial, pelas taxas de crescimento populacional, tecnologia e depreciação do capital. Implícito a essa especificação teórica está a idéia de que o crescimento demográfico tem um efeito de igual magnitude, mas sinal contrário, à soma dos efeitos das taxas brutas de acumulação de capital físico e capital humano, uma restrição que será analisada com maior atenção no capítulo seguinte.

2.2 Crescimento econômico e dinâmica demográfica

Uma economia encontra-se em uma trajetória de crescimento balanceado quando todas as variáveis crescem a taxas constantes. Até agora vimos o comportamento das variáveis em nível. Cabe avaliar o comportamento das taxas de crescimento quando as economias estão dentro ou fora do estado estacionário.

De acordo com a equação (7), com capital humano, e supondo estado estacionário, temos:

$$\frac{\dot{K}}{AH} = (n+g)\frac{K}{AH} \quad (36)$$

Arranjando os termos de outra forma, chegamos na equação (37), a qual indica a taxa de crescimento do estoque de capital após atingido o estado estacionário.

$$\frac{\dot{K}}{K} = (n+g) = g_K \quad (37)$$

Essa equação nos diz que o estoque de capital se acumula à taxa constante ($n + g$), ou seja, a soma das taxas de progresso técnico e de crescimento demográfico. De forma análoga, podemos dizer que o estoque de infra-estrutura também deve se deslocar à essa taxa.

Dessa forma, o estoque de capital per capita, cuja variação no tempo é definida por

$$g_{K/L} = \frac{d(K/L)}{dt} = \frac{\dot{K}L - K\dot{L}}{(L)^2} = \frac{\dot{K}}{L}\frac{K}{L}\frac{L}{K} - \frac{\dot{L}}{L}k = \frac{\dot{K}}{K}k - \frac{\dot{L}}{L}k \, ,$$

deve se deslocar à taxa dada pela equação (38):

$$g_{K/L} = (g_K - n) = g \qquad (38)$$

Segundo essa formulação, a taxa de acumulação do capital físico no estado estacionário é dada pela taxa de progresso técnico, assim como a taxa de acumulação do capital de infra-estrutura.

Das expressões (20) e (21) demonstra-se facilmente que as taxas de variação do produto por trabalhador e do PIB das economias são respectivamente de g e (n+g), visto que os estoques K e M crescem às mesmas taxas no estado estacionário. Esse resultado nos mostra que quando a economia encontra-se na trajetória de crescimento equilibrado, o produto per-capita cresce a uma taxa igual à do progresso tecnológico (g), sendo que as outras variáveis, medidas em termos per-capita, também crescem a essa taxa.

Um resultado adicional do modelo de crescimento neoclássico desenvolvido neste capítulo diz respeito à dinâmica dos salários na economia. Tomando a participação capital humano na renda nacional, que é dada pela elasticidade do capital humano em relação ao produto, temos que o salário médio da economia é dado por:

$$w = (1 - \alpha - \beta).\frac{Y}{H} \, . \qquad (39)$$

Diferenciando a equação acima com relação ao tempo, temos que a taxa de variação dos salários no estado estacionário é dada pela taxa de progresso técnico da economia somada ao aumento de salários devido ao aumento da escolaridade:

$$\frac{\dot{w}}{w} = g + \varphi \cdot \frac{du}{dt} \qquad (40)$$

Segundo essa abordagem, o crescimento do salário médio da economia, que é a remuneração média do capital humano, depende dos processos que determinam o aumento da produtividade das economias, ambos fatores exógenos ao processo de crescimento.

Por fim, aos moldes do que é tradicionalmente desenvolvido na literatura de crescimento econômico, é possível derivar a chamada equação de convergência condicionada, a qual define as trajetórias de crescimento das economias quando estas não estão no estado estacionário. Seguindo a formulação usual – ver Mankiw, Romer e Weil (1992), por exemplo –, a taxa de crescimento do produto por unidade de capital humano-efetivo é dada por:

$$\begin{aligned}\ln y_t - \ln y_0 = {} & (1-e^{-\lambda t})\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}\left[\ln s_k - \ln(n+g+d)\right] + \\ & + (1-e^{-\lambda t})\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}\left[\ln s_m - \ln(n+g+d)\right] - \\ & - (1-e^{-\lambda t})\ln y_0\end{aligned} \qquad (41)$$

em que $\lambda = (1-\alpha-\beta)(n+g)$ é a taxa de convergência para o estado estacionário. Da equação (41) é possível derivar a expressão que dá taxa esperada de crescimento do produto por trabalhador das economias.

$$\begin{aligned}\ln\left(\frac{Y}{L}\right)_t - \ln\left(\frac{Y}{L}\right)_0 = {} & (1-e^{-\lambda t})\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}\left[\ln s_k\right] + (1-e^{-\lambda t})\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}\left[\ln s_m\right] + \\ & - \frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta}\left[\ln(n+g+d)\right] + (1-e^{-\lambda t})gt + (1-e^{-\lambda t})\varphi \cdot u - \\ & - (1-e^{-\lambda t})\ln\left(\frac{Y}{L}\right)_0 + \varepsilon\end{aligned} \qquad (42)$$

Segundo a expressão (42), maiores as taxas de acumulação de capital físico, de infra-estrutura, de escolaridade e de progresso técnico, maior o crescimento econômico, ao passo que, maiores as taxas de crescimento demográfico e o produto por trabalhador no passado, menores as taxas de crescimento econômico. Dessa forma, pode-se esperar que a dinâmica demográfica, que é suposta exógena ao processo de crescimento econômico, afete negativamente o nível e taxa de crescimento econômico de longo prazo. Seguindo essas especificações, em termos teóricos devemos esperar que uma variação na taxa de investimento de *break-even*, onde está a dinâmica demográfica, tenha a mesma magnitude da soma das elasticidades do capital físico e do capital de infra-estrutura, seja na equação de estado estacionário, seja na de convergência condicionada, algo que será analisado com maior atenção no próximo capítulo.

Capítulo 3

Modelos empíricos de crescimento econômico e dinâmica demográfica

Como foi visto no capítulo anterior, a relação entre o produto por trabalhador e a taxa de investimento de *break-even* deve ter, segundo a teoria neoclássica, a mesma magnitude, mas sinal contrário, que a relação entre o produto por trabalhador e a taxa de poupança. E, caso seja considerada a infra-estrutura no modelo, devemos esperar que uma variação na taxa de investimento de *break-even*, tenha a mesma magnitude, mas sinal contrário, da soma das elasticidades do capital físico e do capital de infra-estrutura.

Contudo, essa expectativa teórica nem sempre é verificada nos estudos empíricos sobre crescimento econômico. Muitas vezes, ao se estimarem as elasticidades das equações de estado estacionário e de convergência condicionada, aparecem resultados distintos ao esperado: o coeficiente associado ao investimento de *break-even* figura com sinal contrário, ou com o sinal correto, mas magnitude distinta da esperada. Verifica-se com certa regularidade três situações: (a) coeficiente significativo, porém com o sinal oposto ao esperado; (b) coeficiente com sinal correto e significativo, mas com valor muito elevado; e (c) coeficiente não-significativo.

Como exemplo, podemos citar Barossi-Filho et al (2005), em que o coeficiente associado à taxa de crescimento demográfico, apesar de ser significativo e apresentar o sinal esperado, é aproximadamente três vezes maior que o da taxa de poupança. No trabalho de Islam (1995), o coeficiente associado à taxa de crescimento demográfico apresenta sinal esperado e significativo, mas sua magnitude é o dobro do coeficiente da taxa de poupança, mais uma vez.

No trabalho de Bloom at al (2002), o coeficiente relacionado ao capital tem sinal esperado e é significativo, mas o coeficiente da taxa de crescimento da população, ainda que significativo, possui sinal oposto ao esperado em todas as especificações. Em Deininger e Olinto (1998), o coeficiente associado ao crescimento populacional aparece significativo e, também, com o sinal oposto ao esperado em todas as especificações.

Em Bandeira e Garcia (2002), que analisam as equações de estado estacionário e de convergência condicionada para uma amostra de países latino-americanos, os coeficientes que associam a taxa de crescimento demográfico ao PIB per capita variam entre 0,35 e 0,45, em diferentes especificações, ou seja, têm o sinal contrário ao esperado. No mesmo estudo, os coeficientes que associam a taxa de crescimento demográfico à taxa de crescimento econômico, também em diferentes especificações, variam entre 0,50 e 0,80 corroborando o resultado anterior.

Neste capítulo avaliamos, do ponto de vista teórico e empírico as razões para a ocorrência desses desvios na mensuração dos coeficientes associados à dinâmica demográfica. A próxima seção traz uma discussão teórica que pode explicar a ocorrência de viés: a dinâmica demográfica pode ser afetada pela evolução da renda de uma economia. Neste caso, se ignorarmos a relação reversa entre as variáveis renda e dinâmica demográfica, haveria um problema de simultaneidade na estimação dos coeficientes. Depois, a seção 3.2 traz um teste empírico para um conjunto de 60 países entre 1960 e 2000, identificando a ocorrência de tal problema. A seção final traz as conclusões do estudo.

3.1. Crítica teórica: o modelo de Ricardo-Malthus

Desde o século XVIII e início do século XIX, os economistas clássicos – Adam Smith (1776), David Ricardo (1817) e Thomas Malthus (1798) – formularam teorias econômicas que tratavam, em grande parte, do nível de bem-estar dos países e nas quais a evolução da renda de um país afetava a dinâmica demográfica. Estudaram a conseqüência que o tamanho de mercado exercia sobre a acumulação de capital físico e divisão do trabalho e o papel do salário de subsistência na dinâmica demográfica das nações. Essas teorias eram baseadas na concepção de que todo valor é originado pelo trabalho, e pontuavam uma relação endógena entre renda e dinâmica demográfica.

Na concepção de Malthus, o crescimento da população sempre tenderia a superar a produção de alimentos, pois a população cresceria em progressão geométrica, enquanto a produção de alimentos aumentaria em progressão aritmética. A solução para evitar epidemias, guerras e outras catástrofes provocadas pelo excesso de população, consistiria, segundo ele, na restrição dos programas assistenciais públicos e na abstinência sexual dos membros das camadas menos favorecidas da sociedade. Segundo Malthus, a chave do desenvolvimento econômico residia no controle de natalidade[3] e o aumento da população era considerado como estímulo ao crescimento contínuo da riqueza[4].

> *"Adotando meus postulados como corretos, afirmo que o poder de crescimento da população é muito maior que o poder da terra de produzir meios de subsistência para o homem" (Malthus, pg. 282).*

A contribuição de David Ricardo (1772 – 1823) consistiu em ter sintetizado as teorias da população e da renda numa doutrina geral do valor e da distribuição. Ricardo sintetizou a teoria clássica do valor, segundo a qual o valor dos bens depende da quantidade de trabalho necessária a sua obtenção.

O padrão de vida dos trabalhadores (em termos de bens e serviços consumidos) era tido como constante. Caso o salário aumentasse, resultaria em uma taxa mais elevada de crescimento demográfico e, com o aumento da população, produtores rurais deveriam aumentar a produção de alimentos. Como conseqüência da lei dos rendimentos decrescentes, cairia a produtividade dos fatores, com implicações negativas sobre as taxas de lucro e de salários. Assim, qualquer tentativa de aumento do padrão de vida dos trabalhadores seria frustrada, em decorrência do aumento da população; e com esse aumento, o salário (de subsistência) voltaria ao seu nível original.

Assim, haveria um fundo de subsistência, que dependeria dos produtos agrícolas que, por sua vez, dependeria da terra e da sua produtividade. O salário médio seria dado pela divisão do valor desse fundo de subsistência pela quantidade de trabalhadores do país. Ele poderia estar acima ou abaixo do salário de subsistência, também chamado de "valor natural do salário" – aquele que garante a reposição da força de trabalho. O salário estaria acima do nível mínimo de subsistência, caso as condições agrícolas fossem favoráveis e a população total do país fosse pequena.

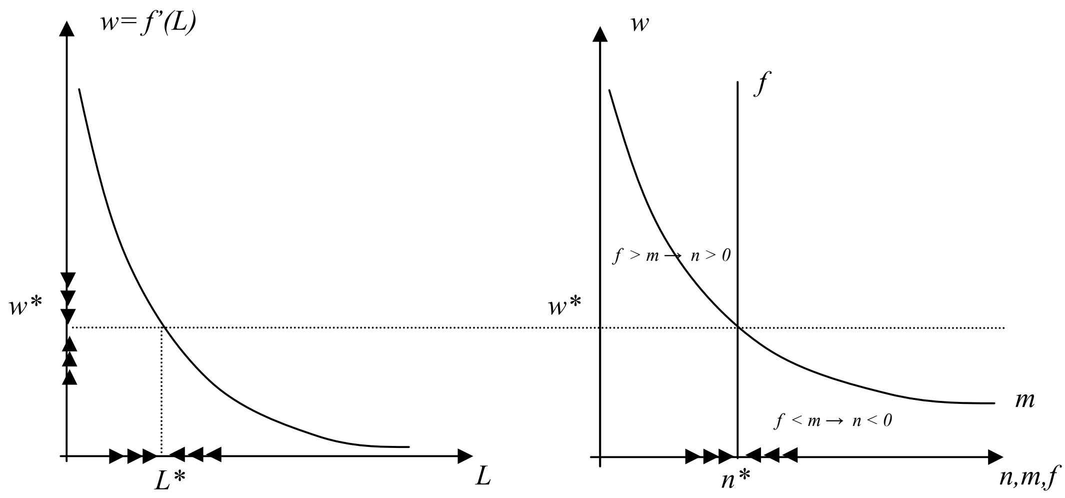
---

3 Deve-se notar que Malthus formulou sua teoria sobre crescimento populacional, na obra "*An Essay on the Principle of Population*", ainda no século XVIII, época em que seu país enfrentava diversos problemas sócio-econômicos por causa do desenvolvimento rápido da Revolução Industrial. Para ele, a principal causa desses problemas era o elevado crescimento populacional, especialmente das camadas mais pobres da sociedade.

4 Segundo Malthus, a riqueza nacional poderia ser obtida através de lucros, rendas e salários. Uma elevação desses elevava a riqueza do país como também o bem-estar das pessoas (Souza, 1993).

Em boa medida, esse fato seria explicado pela relação negativa entre a taxa de mortalidade e os salários. Quanto maior os salários, menor a taxa de mortalidade. Por sua vez, Ricardo admite que a taxa de fertilidade guardaria uma relação, na melhor das hipóteses, positiva com o salário de subsistência. Assim, salários mais elevados levariam à manutenção ou ligeiro crescimento da taxa de natalidade dos países, ao mesmo tempo em que reduziria a taxa de mortalidade, implicando um crescimento demográfico, como ilustra o gráfico 3.1. Dessa forma, o salário de subsistência possuiria um papel fundamental na dinâmica populacional.

Figura 3.1 – Equilíbrio Malthusiano



Supondo a ausência de progresso técnico, o equilíbrio do modelo impõe uma taxa de crescimento demográfico nula e um salário estável, chamado de salário de subsistência. Com o progresso técnico, contudo, o deslocamento da curva de produtividade marginal do trabalho, que pudesse elevar o salário acima de seu nível de subsistência, prevê a possibilidade de haver crescimento demográfico positivo, visto que a taxa de fertilidade superaria a de mortalidade para qualquer salário superior a w^*.

Nota-se uma relação inversa à proposta pela teoria neoclássica do crescimento. Ao invés de afetar os níveis de renda e o padrão de crescimento econômico, a dinâmica demográfica é determinada, em boa medida, pelo aumento da produtividade. Assim, ela poderia estar positivamente relacionada ao crescimento econômico, fato que figura em algumas das estimativas econométricas discutidas anteriormente. Deve-se destacar que, se esse for o caso, a premissa de que a taxa *n* é exógena, assumida pelo modelo neoclássico de crescimento econômico, não apenas não se sustenta, como pode levar a um viés de estimação.

3.2. A influência dos salários na dinâmica demográfica

A premissa clássica nos indica que o crescimento da renda, refletida na evolução dos salários, estaria diretamente relacionada com a dinâmica demográfica. Nesta seção vamos proceder à análise empírica dessa premissa, construindo um modelo empírico de determinação da dinâmica demográfica, entendida como a diferença entre as taxas de fertilidade e de mortalidade. Se essa premissa for verificada, há indícios de que a mensuração da elasticidade do produto em relação à dinâmica demográfica deve levar em consideração a simultaneidade dos processos.

3.2.1 Dados e técnicas econométricas

A amostra utilizada neste estudo é composta por 60 países e compreende dados para o período de 1960 a 2000. Foram utilizadas, cada um dos países, nove observações, com intervalo de cinco anos, que são: 1960, 1965, 1970, 1975, 1980, 1985, 1990, 1995 e 2000. A especificação básica de painel tem $i = 1,...60$ e $t = 1,...9$. Os dados econômicos e de dinâmica demográfica foram obtidos a partir do *Penn World Tables 6.1* (PWT) e do *World Development Indicators 2005* (WDI), e os dados de escolaridade foram obtidos em Barro e Lee (B&L).

O PIB por trabalhador foi obtido a partir da divisão dos valores do PIB, em dólares de 1995, ajustados à paridade do poder de compra, constantes no PWT, pelo total da população com idade entre 15 e 64 anos do WDI. Os dados do PIB utilizado estão expressos em logaritmo natural e a taxa de crescimento econômico é a média geométrica de crescimento no período. Dessas informações, foram obtidas estimativas de taxas de salários em cada país considerando a relação entre salário médio e PIB por trabalhador, expressa pela equação (39) do capítulo 2.

Assume-se que a taxa de poupança é idêntica à formação bruta de capital dos países constante do banco de dados PWT. Essa taxa é a média no período analisado. As taxas de mortalidade, fertilidade/natalidade, e crescimento demográfico foram obtidas em WDI.

Desse banco também saíram as informações de: (i) taxa de urbanização, que é a participação da população urbana no total da população do país; (ii) a participação dos jovens (menores de 15 anos) na população; e (iii) a participação dos idosos (maiores de 64 anos) na população.

O indicador de qualificação da mão-de-obra empregado é a escolaridade média da população com mais de 15 anos, extraída de B&L. Desse banco também se obteve o índice de Theil da escolaridade, como indicador da desigualdade na distribuição de ativos de cada país.

Além da estatísticas acima mencionadas foram utilizados dados de progresso técnico, obtidos em Souza (2005), e de desenvolvimento da infra-estrutura, obtidos em Garcia, Souza e Santana (2004).

A análise econométrica foi dividida em duas partes: a primeira consistiu na investigação de quais são as variáveis que afetam as taxas de fertilidade e mortalidade, e na segunda parte, foi analisado o modelo de crescimento econômico segundo a teoria neoclássica, tratando o problema de simultaneidade e endogeneidade.

As estimações de todas as equações foram aplicados a metodologia de painel, que segundo Forbes (2000), é mais apropriada por dar conta dos problemas de heterogeneidade, viés de omissão e erros de medida. A estimação padrão em painel utiliza o modelo de efeitos fixos e aleatórios. A diferença desses dois modelos está no fato de que, com efeitos fixos, a estimação é feita a partir das diferenças dentro de cada país ao longo do tempo e com efeitos aleatórios, as estimativas são realizadas com base nas diferenças entre países e entre períodos. [5]

Os efeitos da endogeneidade e simultaneidade caracterizam-se como principais problemas a serem considerados nos modelos de crescimento econômico – Islam (1995) e Forbes (2000). A correção da simultaneidade passa pelo método dos Mínimos Quadrados em dois estágios, onde são identificados os instrumentos para a variável que tem determinação simultânea. Porém, a estimação em dois estágios não resolve o problema de endogeneidade. Segundo Menezes Filho (2001) e Soto (2003) este problema ocorre quando

---

[5] Greene (2000) propõe que a escolha entre o modelo de efeito fixo e o de efeito aleatório seja feita a partir do teste de Hausman, onde a hipótese nula do teste é de que não existem diferenças significativas entre os parâmetros estimados por efeitos fixos em relação aos estimados por efeitos aleatórios.

a esperança do erro deixa de ser nula, ou seja, existe uma correlação entre o termo erro e a variável explicativa. Esse problema deve ocorrer no modelo que estima a taxa de crescimento dos países, visto que na especificação da equação de convergência há, entre as variáveis explicativas, a variável dependente defasada. Para corrigir este problema, utilizamos a técnica sugerida por Arellano e Bond (1991) através do método dos momentos generalizados (GMM), que utiliza as primeiras diferenças das variáveis, eliminando assim o efeito fixo do país e utiliza as defasagens das variáveis como instrumentos. Neste trabalho, foi adotado o procedimento padrão de Arellano e Bond, que propõe a inclusão de defasagens da variável dependente como variável explicativa no modelo de regressão. Também considerou-se a estimação por GMM usando instrumentos adicionais para a taxa de crescimento demográfico.

3.2.2 Fertilidade, mortalidade e salários

Para testar a validade da teoria clássica de dinâmica demográfica, estabelecemos duas equações que buscam determinar as taxas de fertilidade e de mortalidade dos países e avaliar a influência dos salários. Partimos da premissa de que ambas as taxas dependem dos salários da economia (*w*) e de um conjunto amplo de variáveis de controle, que explicam os deslocamentos das curvas *m* e *f* da figura 3.1. Essas variáveis são: a participação das mulheres no mercado de trabalho (*m_trab*), o nível de escolaridade (*school*), a desigualdade da distribuição da escolaridade (*theil*), a taxa de urbanização (*urbis*), e as participações de jovens (*age_15*) e de idosos (*age_65*) nos países.

A equações (43) e (44) descrevem os modelos empíricos empregados.

$$\begin{aligned} \ln fert = cte + \beta_1 \ln w + \beta_2 \ln mtrab + \beta_3 school + \beta_4 theil + \\ \beta_5 urbis + \beta_6 idr \beta_7 \ln age\_15 \beta_8 \ln age\_65 + u \end{aligned} \tag{43}$$

$$\begin{aligned} \ln mort = cte + \beta_1 \ln w + \beta_2 \ln mtrab + \beta_3 school + \beta_4 theil + \\ \beta_5 urbis + \beta_6 idr \beta_7 \ln age\_15 \beta_8 \ln age\_65 + u \end{aligned} \tag{44}$$

A Tabela (3.1) traz os resultados da primeira regressão. Na estimação por efeitos fixos, as variáveis salário e escolaridade apresentam coeficientes não significativos, confirmando a hipótese clássica de que elas não possuem influência sobre taxa de fertilidade. Todas as demais variáveis – índice de desigualdade da educação, urbanização, infra-estrutura, composição etária da população e participação das mulheres no mercado de trabalho – apresentam sinal esperado com significância a 1%. A maior participação das mulheres na força de trabalho reduz a taxa de fertilidade (natalidade), assim como ocorre com a taxa de urbanização e a maior disponibilidade de infra-estrutura. Os coeficientes associados às participações de jovens e de idosos na força de trabalho indicam ser maior a fertilidade nas populações mais jovens.

Tabela 3.1: Determinantes da taxa de Fertilidade (1960 – 2000)

Variável dependente: Fertilidade	Painel		Painel c/ variáveis instrumentais	
	Efeito fixo	Efeito aleatório	Efeito fixo	Efeito aleatório
Lnw	-0,0205	0,0030	0,0414	0,0746
	(0,0232)	(0,0188)	(0,0514)	(0,0465)
Lnmtrab	-0,1832***	-0,2000***	-0,1393**	-0,1539***
	(0,0527)	(0,0397)	(0,0617)	(0,0539)
Escolaridade	-0,0070	0,0054	-0,0109	-0,0018
	(0,0090)	(0,0069)	(0,0096)	(0,0081)
theil_15	0,1545***	0,1603***	0,1575***	0,1716***
	(0,0295)	(0,0268)	(0,0299)	(0,0274)
Urbis	-0,5118***	-0,1290**	-0,5100***	-0,2138***
	(0,1176)	(0,0614)	(0,1187)	(0,0771)
Infra-estrutura	-0,0568***	-0,0266***	-0,0687***	-0,0371***
	(0,0186)	(0,0087)	(0,0208)	(0,0111)
lnage_1	0,2086***	0,6157***	0,2881***	0,6004***
	(0,0779)	(0,0667)	(0,0960)	(0,0788)
lnage_2	-0,3025***	-0,2031***	-0,3052***	-0,2530
	(0,0485)	(0,0334)	(0,0493)	(0,0398)
Constante	-4,1192***	-3,9342***	-4,4905***	-4,5612***
	(0,2804)	(0,2295)	(0,4041)	(0,3758)
Sigma u	0,1648	0,0540	0,1560	0,0698
Sigma e	0,0876	0,0876	0,0884	0,0885
Rho	0,7795	0,2750	0,7566	0,3838
F-teste / Wald Qui2	7,37 F(57,390)		7,11 F(53,389)	
Hausman-Prob>Qui2	0.0000		0.0000	
N	456	456	455	455
R2 (within)	0,8332	0,8112	0,8302	0,8130
R2 (between)	0,8726	0,9557	0,8780	0,9473
R2 (overall)	0,8624	0,9283	0,8665	0,9212

Nota: Os números entre parênteses representam os desvios padrão dos estimadores. Significativos a 1% (***), a 5% (**) e a 10% (*).

Na estimação com efeitos aleatórios, os resultados são muito semelhantes aos descritos anteriormente, sem mudanças de sinais nos coeficientes ou no nível de significância das variáveis. O teste Hausman indica que o modelo de efeitos fixos é o mais adequado. As estatísticas da regressão indicam que esse conjunto de variáveis são responsáveis por 86,2% das diferenças de taxa de fertilidade entre as observações na amostra (R^2 overall), com um R^2 ligeiramente maior na explicação das diferenças entre países (R^2 betweem).

Nas regressões com variáveis instrumentais para salário, perde-se uma observação e constata-se que não há mudança alguma nos coeficientes e em sua significância, ou seja, salário e escolaridade continuam sendo não significativas e todas as demais continuam significativas e com os sinais esperados. O teste Hausman, novamente indica que a melhor especificação é o modelo de efeito fixo. Esse resultado sugere que, se há simultaneidade entre a taxa de crescimento demográfico e a renda/salários, esta simultaneidade deve ocorrer fundamentalmente na relação entre mortalidade e renda/salários.

A tabela 3.2 apresenta as estimativas dos determinantes da taxa de mortalidade. A primeira regressão nos mostra que todas as variáveis são significativas e com o sinal esperado, com exceção do salário, que apresenta o sinal contrário ao pressuposto pela teoria clássica de dinâmica demográfica. A segunda regressão, por efeito aleatório, apresenta resultados semelhantes às estimativas por efeito fixo. O teste de Hausman, uma vez mais, indica serem as estimativas de efeitos fixos mais adequadas.

A participação das mulheres no mercado de trabalho, a escolaridade, a taxa de urbanização, a disponibilidade de infra-estrutura e a jovialidade da população reduzem a taxa de mortalidade. O fato de o salário apresentar coeficientes com sinais opostos ao esperado e significativos nos indica a possibilidade de ocorrência de viés de simultaneidade.

De fato, a inclusão de variáveis instrumentais na estimação é capaz de inverter o sinal do coeficiente na estimativa por efeitos fixos – vale dizer a melhor estimativa, conforme o teste de Hausman. Isso significa dizer que, instrumentalizando a taxa de salário pelos determinantes de longo prazo da renda – a saber, a taxa de poupança, a taxa de investimento *break-even*, a escolaridade e a disponibilidade de infra-estrutura –, o coeficiente que associa os salários à taxa de mortalidade tem seu sinal ajustado para a direção esperada do ponto vista teórico.

Tabela 3.2: Determinantes da taxa de Mortalidade (1960 – 2000)

Variável dependente:Mortalidade	Painel		Painel c/ variáveis instrumentais	
	Efeito fixo	Efeito aleatório	Efeito fixo	Efeito aleatório
Salário	0,0801***	0,0914***	-0,1834**	-0,0960
	(0,0307)	(0,0287)	(0,0734)	(0,0681)
Lnmtrab	-0,4345***	-0,4767***	-0,6159***	-0,6334***
	(0,0696)	(0,0630)	(0,0881)	(0,0831)
Escolaridade	-0,0247**	-0,0220**	-0,0077	-0,0086
	(0,0119)	(0,0111)	(0,0137)	(0,0124)
theil_15	0,2763***	0,3163***	0,2635***	0,3092***
	(0,0390)	(0,0374)	(0,0427)	(0,0394)
Urbanização	-0,9727***	-0,6691***	-0,9826***	-0,5500***
	(0,1553)	(0,1190)	(0,1694)	(0,1273)
Infra-estrutura	-0,1107***	-0,0832***	-0,0595**	-0,0527**
	(0,0246)	(0,0186)	(0,0297)	(0,0214)
lnage_1	-0,4848***	-0,3929***	-0,8039***	-0,5915***
	(0,1029)	(0,0984)	(0,1370)	(0,1224)
lnage_2	0,2683***	0,3243***	0,2875***	0,3784***
	(0,0641)	(0,0550)	(0,0704)	(0,0603)
Constante	-5,0788***	-5,2190***	-3,4507***	-4,0262***
	(0,3703)	(0,3438)	(0,5767)	(0,5364)
Sigma u	0,2652	0,1943	0,3143	0,1990
Sigma e	0,1157	0,1157	0,1263	0,1263
Rho	0,8400	0,7381	0,8611	0,7131
F-teste / Wald Qui2	23.16 F(57, 390)		19.33 F(57,389)	
Hausman-Prob>Qui2	0.0000		0.0088	
N	456	456	455	455
R2 (within)	0.6941	0.6877	0.6367	0.6560
R2 (between)	0.2541	0.3180	0.1865	0.3022
R2 (overall)	0.3647	0.4312	0.2872	0.4118

Nota: Os números entre parênteses representam os desvios padrão dos estimadores. Significativos a 1% (***), a 5% (**) e a 10% (*).

Dessa forma, há indícios de que, de fato, há simultaneidade na determinação de renda e dinâmica demográfica, a qual, trabalhada adequadamente, pode melhorar as estimativas da influência da dinâmica demográfica sobre o crescimento econômico.

3.2.3 Dinâmica demográfica, estado estacionário e crescimento econômico

A influência da dinâmica demográfica na determinação da renda e no crescimento econômico foi analisada tendo como base as equações (35) e (42) do capítulo 2. Na equação (35), chamada de equação de estado estacionário, a variável dependente é a renda per capita e as variáveis explicativas são as taxas poupança em capital físico (s_k) e de infra-estrutura (s_m), a taxa de crescimento populacional, acrescida das taxas de progresso técnico e depreciação, e a escolaridade da força de trabalho (u). Na equação (42), chamada de equação de convergência condicionada, a variável dependente é a taxa de crescimentod a renda por trabalhador e, além das mesmas variáveis explicativas da equação (35), acrescenta-se a variável dependente defasada no modelo.

A Tabela 3.3 traz as estimativas da regressão do modelo da equação (35). Novamente, a estimação por efeitos fixos é a mais indicada pelo teste Hausman. Na estimativa de efeitos fixos, todas as variáveis explicativas tem o sinal esperado e são significativamente diferentes de zero, a não ser o coeficiente associado à taxa de investimento de *break-even*, que aparenta conter viés como nos estudos citados anteriormente.

Tabela 3.3: Determinação do produto per capita (1960 – 2000)

Variável dependente: Produto per capita	Painel		Painel c/ variáveis instrumentais	
	Efeito fixo	Efeito aleatório	Efeito fixo	Efeito aleatório
ln ngd	-0,1463	-0,0573	-0,5492***	-0,2703**
	(0,0905)	(0,0843)	(0,1503)	(0,1264)
ln s	0,3542***	0,3345***	0,3990***	0,3559***
	(0,0593)	(0,0587)	(0,0622)	(0,0601)
Escolaridade	0,1150***	0,1371***	0,0695***	0,1157***
	(0,0154)	(0,0136)	(0,0206)	(0,0168)
Infra-estrutura	0,1695***	0,1675***	0,1529***	0,1610***
	(0,0375)	(0,0303)	(0,0387)	(0,0304)
Constante	8,4973***	8,6100***	7,5803***	8,1023***
	(0,2336)	(0,2324)	(0,3603)	(0,3217)
Sigma u	0,4546	0,3969	0,5016	0,3920
Sigma e	0,1950	0,1950	0,1998	0,1998
Rho	0,8446	0,8056	0,8630	0,7937
F-teste / Wald Qui2	32.97 F(57, 396)		31.55 F(57,396)	
Hausman- Prob>Qui2	0.0004		0.0000	
N	458	458	458	458
R2 (within)	0.5690	0.5674	0.5474	0.5668
R2 (between)	0.6870	0.7006	0.6351	0.6928
R2 (overall)	0.6671	0.6795	0.6098	0.6686

Nota: Os números entre parênteses representam os desvios padrão dos estimadores. Significativos a 1% (***), a 5% (**) e a 10% (*).

De fato, quando se emprega o método de variáveis instrumentais, o viés de simultaneidade é corrigido: a taxa de investimento de *break-even*, que não tinha significância, passa a ser significativa. E sua magnitude (-0,5492) se aproxima do valor teórico esperado (-0,5519), dado pelo negativo da soma dos coeficientes associados ao investimento em capital físico (0,3990) e de infra-estrutura (0,1529).

A Tabela 3.4 apresenta os determinantes da taxa de crescimento da renda per capita pelas estimativas de painel, painel com variáveis instrumentais e pelo estimador Generalized Method of Moments (GMM).

Tabela 3.4: Taxa de crescimento da renda per capita (1960 – 2000)

Variável dependente: Taxa de crescimento	Painel		Painel c/ variáveis instrumentais		GMM	
	Efeito fixo	Efeito aleatório	Efeito fixo	Efeito aleatório	Sem instrumentos	Com instrumentos
dln pia					-0,2200***	-0,2101***
					(0,0442)	(0,0440)
ln pia0	-0,0422***	-0,0155***	-0,0432***	-0,0157***	-0,1428***	-0,1363***
	(0,0056)	(0,0033)	(0,0056)	(0,0034)	(0,0070)	(0,0069)
ln s	0,0244***	0,0168***	0,0265***	0,0167***	0,0938***	0,0957***
	(0,0070)	(0,0061)	(0,0072)	(0,0061)	(0,0097)	(0,0094)
ln ngd	0,0012	0,0108	-0,0160	0,0111	-0,0264***	-0,0295***
	(0,0105)	(0,0067)	(0,0171)	(0,0082)	(0,0034)	(0,0032)
Infra-estrutura	0,0004	0,0028*	-0,0001	0,0028*	0,0157**	0,0150**
	(0,0045)	(0,0015)	(0,0045)	(0,0016)	(0,0064)	(0,0063)
Escolaridade	0,0021	0,0022**	0,0003	0,0022**	0,0016***	0,0015***
	(0,0019)	(0,0010)	(0,0024)	(0,0011)	(0,0002)	(0,0002)
Constante	0,4372***	0,2063***	0,4061***	0,2092***	-0,0883***	-0,0986***
	(0,0520)	(0,0336)	(0,0577)	(0,0361)	(0,0108)	(0,0102)
Sigma u	0,0293	0,0081	0,0320	0,0084		
Sigma e	0,0224	0,0224	0,0225	0,0225		
rho	0,6314	0,1150	0,6694	0,1218		
F-teste/Wald	3.76 F(59, 414)		3,75 F(57,396)			
Hausman	0.0000		0.0000			
n	478	478	458	458	348	348
R2 (within)	0,2063	0,1317	0,2009	0,1467		
R2 (between)	0,0001	0,0068	0,0001	0,0333		
R2 (overall)	0,0208	0,0334	0,0174	0,0527		
Teste de Sargan (prob)						0.0000
Teste AB - 2ª ordem (prob)						0.0000

Nota: Os números entre parênteses representam os desvios padrão dos estimadores. Significativos a 1% (***), a 5% (**) e a 10% (*).

Nos modelos painel (primeiras duas colunas de estatísticas da tabela), apenas os coeficientes associados ao investimento em capital físico e à renda per capita defasada são significativos e apresentam os sinais esperados. A taxa de investimento de *break-even* apresenta o sinal contrário ao esperado, mas não significativo, enquanto o coeficiente associado à escolaridade é significativo a 5% apenas no modelo de efeitos aleatórios.

A introdução de instrumentos não altera de forma expressiva os coeficientes, muito provavelmente porque o modelo apresenta, além de simultaneidade, certa endogeneidade. De fato, as estimações por GMM demonstram que há endogeneidade nas regressões anteriores, visto que a diferença da variável dependente defasada entra de forma significativa nas estimações e altera substancialmente (triplica) o valor do coeficiente associado à declividade da reta de convergência, que passa da casa de -0,4 para -0,14. Note-se que nas estimativas por GMM, o coeficiente associado ao investimento de *break-even* passa a ser significativo a menos de 1% e passa a apresentar o sinal esperado, apesar de ter um valor, em módulo, inferior ao esperado pela teoria.

3.3. Conclusão: corrigindo o viés

Da discussão levada a cabo neste capítulo, pode-se concluir que para se estimar de forma mais apropriada o efeito da dinâmica demográfica sobre o nível de produto por trabalhador e sobre o crescimento econômico é necessário ater-se às questões econométricas de simultaneidade e de endogeneidade. A primeira delas aparece nos modelos de renda e crescimento por haver uma relação negativa e significativa entre mortalidade, que é componente da taxa de crescimento demográfico, e salários, determinados pelo nível de renda per capita dos países. A segunda se verifica pelo fato de a equação de convergência condicionada ter, entre suas variáveis explicativas, a defasagem da própria variável dependente. Neste caso, o tratamento pelo método de Arellano-Bond mostrou que, tratadas adequadamente essas questões, as predições do modelo neoclássico parecem ser corroboradas pelas estatísticas, ou seja, a dinâmica demográfica tem efeito negativo sobre as taxas de crescimento econômico dos países.

REFERÊNCIAS

ARELLANO, M. e BOND S., (1991), Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations, *Review of Economic Studies*, vol. 58, 277-297.

BANCO MUNDIAL (2000): *World Development Indicators 2005*, Washington, D.C.

BAROSSI-FILHO, M, SILVA, R. G. e DINIZ, E. M. (2005), The Empirics of the Solow Growth Model: Long-Term Evidence, *Journal of Applied Economics*, vol. VIII, n. 1, may, 31-51.

BARRO, R. J. e BECKER, G. (1989), Fertility Choice in a Model of Economic Growth, *Econometrica*, vol. 57, mar, 481-501.

BARRO, R.J. e SALA-I-MARTINS (1995): *Economic Growth.* New York: McGraw-Hill.

BECKER, G.S.(1964*), Human Capital.* New York*,* Columbia University Press*.*

_____________., MURPHY, K.M. e TAMURA, R.F. (1990), Human Capital, Fertility and Economic Growth, Journal of Political Economy. Chicago, v. 98, n. 5, p. 12-37, out.

BLOOM E. D., CANNING D. e SEVILLA J.,(2003), Geography and Poverty Traps. *Journal of Economic Growth*, vol. 8, 355-378.

_________________________(2002). Technological Diffusion, Conditional Convergence, and Economic Growth, National Bureau of Economic Research, NBER Working Paper n. 8713, jan. disponível em < http://www.nber.org/papers/w8713> Acesso em: 21 nov. 2005

DENISON, E. (1967), *Why Growth Rates Differ: Post-War Experiences in Nine Western Countries*, Washington, D.C., Brookings Institution.

DOEPKE, M. (2004), Accounting for fertility decline During the transition to Growyh. *Journal of Economic Growth*, vol. 9, 347-383.

FORBES, K. J. (2000). A ressessmet of the relationship between inequality and growth. *American EconomicRreview*, v. 90, n. 7, sep.

GALOR O. e WEIL D. N. (2000), Population, Technology and Growth: From Malthusian Stagnation to the Demographic Transition and Beyond. *The American Economic Review*, vol. 90, n. 4, sep, 806-828.

GARCIA, F., SOUZA, R. C. e SANTANA, J. R, (2004), O custo social do subdesenvolvimento da infra-estrutura, *Relatório de Pesquisa*, Sindicato da Indústria de Construção Pesada do Estado de São Paulo, FGV.

HANSEN, G.D. e PRESCOTT, E.C. (1998), Malthus to Solow, *National Bureau Economic Research*, Working Paper n. 6858, dec. disponível em: <http://www.nber.org/papers/w6858> Acesso em: 21 nov. 2005

HAUPT A. e KANE T. K. (1991), *Guía Rápida de Población,* del Population. Reference Bureau, Inc, 4º ed. disponível em: <http://www.prb.org> Acesso em: 21 nov. 2005

ISLAM, N. (1995): Growth empirics: A panel data approach, *Quarterly Journal of Economics,* vol.110, n. 4, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.

JONES, I .C. (1995), R&D-Based Models of Economic Growth, *Journal of Political Economy*, Aug, vol 103 (4), 759–784.

KALEMLI-OZCAN, S. (2002), Does the Mortality Decline Promote Economic Growth?, *Journal of Economic Growth* , vol. 7, Jul, 411-439. disponível em: <http://econpapers.repec.org> Acesso em: 21 nov. 2005

LUCAS, E. R. (1988), On the Mechanics of Economic Development, *Journal of Monetary Economics*, vol. 22 (1), 3–42.

SCHERER, F. M. (1999), *New Perspectives on Economic Growth and Technological Innovation*. Washington, DC.: Brookings Institution Press.

SCHULTZ, T. (1961), Investment in Human Capital, *American Economic Review*, Mar, 1-17.

MALTHUS, T. R. (1983), *Ensaio sobre a população*. São Paulo: Abril Cultural. (Os economistas).

MANKIW, N., D. ROMER e D. WEIL (1992): A contribution to the empirics of economic growth, *Quarterly Journal of Economics*, vol.CVII, N°2, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.

MEDICI, A. & BELTRÃO, K. (1995) Transição Demográfica no Brasil: uma agenda para pesquisa. *Revista: Planejamento e Políticas Públicas*, n. 12, Jun/Dez.

MENEZES FILHO, N. A. (2001). Microeconometria. In: LISBOA, B. M e MENEZES FILHO, N. A. *Microeconometria e sociedade no Brasil*. Rio de janeiro: Contra Capa.

OREIRO, J.L. e HIDEKI ONO, F. (2004), Progresso Tecnológico, Distribuição de Renda e Utilização da Capacidade Produtiva, *Revista Economia da ANPEC*, dez.

PIEDRAHITA, A. (1998), Crecimiento económico en la América Latina, Estudio basado en el modelo neoclásico, *El trimestre económico*, vol. 65, n. 3, México, D.F., Fondo de Cultura Económica (FCE).

SOLOW, R. (1956): A contribution to the theory of economic growth, *Quarterly Journal of Economics*, vol.LXX, N°1, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.

SOLOW, M. R., (1957), Technical Change and the Aggregate Production Function, *Review of Economics and Statistics*, aug, vol. 39 (3), 312–320.

JONES, C. (2000): *Introdução à teoria do crescimento econômico*, Rio de Janeiro, Editora Campus.

ROMER, P.M.. (1986), Cake Eating, Chattering, and Jumps: Existence Results for Variational Problems, *Econometrica*, vol 54, 897–908.

______________(1990), *Human Capital and Growth: Theory And Evidence,* Carnegie Rochester conference series on Public Policy, vol. 32, 251-286.

SOTO, M. (2003). Taxing capital flows: an ampirical comparative analysis. *Journal of Development Economics*, n. 72

SOUZA, R. C., (2005), *Componentes da Produtividade de Fatores e sua Influência na desigualdade de Renda dos Países – 1960-2000*. Tese (Doutorado em Economia) – Escola de Economia de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.