

**JEAN MAX TAVARES**

**T338.9  
T23c  
T**

N.Cham. T338.9 T23c T  
Autor: Tavares, Jean Max  
Título: A contribuicao da educacao e



01553631 Ac. 59955  
UFCE - BCME

**CATIVO  
NÃO É EMPRESTADO**

**A CONTRIBUIÇÃO DA EDUCAÇÃO E DA INFRA-ESTRUTURA PARA O  
CRESCIMENTO DA PRODUTIVIDADE E DO PRODUTO NOS ESTADOS  
BRASILEIROS: 1986-1998**

T338.9  
T23c

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Economia da Universidade do Ceará – CAEN/UFC, como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de Concentração: Teoria Econômica

ORIENTADOR:

**Prof. Dr. Flávio Ataliba Flexa D. Barreto**

**FORTALEZA – CEARÁ**

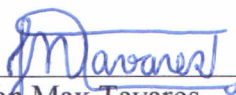
2001

Essa Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Economia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho deve ser feita em conformidade com as normas da ética científica.

CATIVO  
NÃO É EMPRESTADO

Mestrando:



---

Jean Max Tavares

Dissertação aprovada em: 18 de julho de 2001.

Orientador:

---

Prof. Flávio Ataliba Flexa Daltro Barreto – UFC/CAEN

Membros da Banca Examinadora:

---

Prof. Luiz Ivan de Melo Castelar – UFC/CAEN



---

Prof. Mauro Borges Lemos – UFMG/CEDEPLAR

A Deus e aos meus pais, Melchior e Daura.

## AGRADECIMENTOS

A missão de agradecer a todos os envolvidos direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho é muito árdua. Desta forma, esta parte tem por pretensão mencionar algumas pessoas e instituições que contribuíram para a realização desta Dissertação.

Agradeço à DEUS, em primeiro lugar, pois sem ELE não podemos fazer nada ao longo de nossas vidas.

Aos meus pais, Melchior e Daura, pelo amor, exemplo e confiança depositada em mim. Vocês são fundamentais em minha vida!

À minha esposa Rosana e ao Felipe, meus sinceros agradecimentos, sendo ambos testemunhas de uma caminhada sofrida realizada nos últimos anos de minha vida, a qual trouxe marcas que só poderiam ser apagadas pela alegria de ficarmos juntos novamente.

Ao meu irmão Melk, pela amizade e respeito sempre. “Somos dois jovens contrariando as estatísticas”.

Ao meu professor, orientador e amigo, Prof. Flávio Ataliba, pela confiança no meu esforço, pelo exemplo de profissional dedicado à ciência econômica e pela amizade que ultrapassou as barreiras desta Universidade. Muito obrigado!!!

Ao professor Ivan Castelar, pessoa de grande sabedoria e experiência, cujas aulas complementares e conselhos me são de grande valia até hoje!

Aos meus amigos, Rose (sempre estarei torcendo por você...) e Mendonça (te vejo no Banco Mundial). Tive poucos amigos na Universidade, mas de qualidade inigualável.

Às funcionárias Carmem (competentíssima), Márcia, Bibi, Regina e Maria do Carmo, estas duas sempre com aquele sorriso para nos receber na Biblioteca.

Agradeço também a FUNCAP – Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa – a qual auxiliou-me financeiramente nesta jornada e possibilitou a realização deste trabalho.

## RESUMO

Esta dissertação procura investigar as razões para a existência de taxas de crescimento diferenciadas entre os estados brasileiros no período 1986-98, através da análise dos determinantes do crescimento do produto e dos fatores que influenciam a Produtividade Total dos Fatores (PTF). Através da contabilidade do crescimento e de um modelo econométrico, verifica-se que os estados mais desenvolvidos e com maior nível de escolaridade possuem os mais elevados níveis de produtividade. Mostra-se também que os estados menos desenvolvidos, como os da região Nordeste, são amplamente dependentes do capital para elevar a taxa de crescimento do produto, embora seja possível investir em educação nesta região dada sua alta contribuição para a produtividade. Observa-se que as variáveis de infra-estrutura – saneamento, transporte e energia elétrica – contribuem positivamente para o crescimento da produtividade total dos fatores em todos os estados. Através de simulações, percebe-se que os estados que tivessem um aumento significativo no nível de escolaridade sofreriam um aumento na taxa de crescimento do produto. Enfim, conclui-se que as diferenças nas taxas de crescimento do produto entre os estados decorre da diferença existente entre os níveis de educação de sua população, sugerindo que, embora problemas regionais existam, o enfoque inicial deve ser dado ao indivíduo, capacitando-o para absorver novas tecnologias e conhecimentos.

## ABSTRACT

This work investigates the reasons of the existence of different rates of growth among Brazilian states in the period 1986-1998, through the break-down of the factors determining the growth of the product and of total factor productivity. Using growth accounting and an econometric model it was possible to verify that the most developed states are also the ones exhibiting the higher levels of productivity. On the other hand, the less developed states, mostly the ones in the Northeast region, are extremely dependent on capital to increase their rates of growth, although there are degrees of freedom to invest in education and circumvent partially the shortage of capital. Infrastructure variables, such as transport, sewage systems, and electric energy, enhance productivity growth in all states. Through simulation studies it was also verified that if the states could increase significantly the level of education of their population this would cause a great impact in output growth. Finally, based on the evidence found in this work that education is a factor of paramount importance to explain differences in growth rates among states. All this suggests that regional imbalances could be sensibly smoothed out through investment in education.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
CAPÍTULO I - REVISÃO DA LITERATURA	13
1.1. A Contabilidade do Crescimento	13
1.2. Abordagem dual para a Contabilidade do Crescimento	17
1.3. Limitações e Problemas da Contabilidade do Crescimento	18
1.4. Modelos de Crescimento Endógeno e a Contabilidade do Crescimento	23
1.5. A importância da educação e da infra-estrutura para o crescimento econômico	28
1.6. Resultados Empíricos sobre Produtividade Total dos Fatores, Educação e Infra-Estrutura	26
CAPÍTULO II - ESPECIFICAÇÃO DO MODELO ECONOMETRICO	31
CAPÍTULO III - RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISES	37
3.1 - Infra-estrutura e Capital humano como determinantes da PTF	47
3.2 - Simulações	51
CONCLUSÃO	56
BIBLIOGRAFIA	61
ANEXOS	65

RELAÇÃO DE GRÁFICOS

1. Contribuição da PTF para o crescimento do produto: 1986 –1998 ..... 42



## RELAÇÃO DE TABELAS

1. Taxa de Crescimento Média do Produto em 21 estados brasileiros - 1986-98 .....	30
2. Resultado da Análise de Regressão s/ Capital Humano - Var. dependente: Y - 1986-98 .	36
3. Resultado da Análise de Regressão c/ Capital Humano - Var. dependente: Y - 1986-98 .	37
4. Ordenamento da Produtividade Total dos Fatores (PTF) - Log-índice (média) .....	39
5. Ordenamento da Produtividade Total dos Fatores (PTF) - Log-índice (média) - Região ..	42
6. Decomposição da Taxa de Crescimento do Produto (%) - Média (1986-98) / Regiões ...	46
7. Resultado da Análise de Regressão - Variável Dependente: PTF – 1986-95 .....	47
8. Contribuição das Variáveis de Infra-estrutura e da Educação para a Produtividade Total dos Fatores (%) – Média do Período 1986-95 - Regiões .....	48
9. Evolução do Estoque de Capital Humano X Evolução da Taxa de Crescimento do Produto - Simulações – Média (1986-95) / Regiões .....	52

## INTRODUÇÃO

Promover o crescimento econômico e assegurar o bem-estar da população consiste num dos principais objetivos de qualquer sociedade, fazendo com que a discussão acerca do melhor caminho para o alcance destes objetivos sirva de motivação para um grande número de trabalhos e pesquisas.

Em relação ao crescimento econômico, alguns fatos estilizados podem ser estabelecidos, tais como as diferenças entre as taxas de crescimento do produto entre países e/ou estados e níveis de renda per capita distintos, os quais proporcionam condições de bem-estar e padrões de vida diferenciados entre as populações. Evidências comprovando estes fatos podem ser verificadas a partir de dados relativos à taxa de crescimento do produto entre os estados brasileiros, por exemplo, no período 1986-98: o Ceará cresceu 5,4% enquanto que Alagoas, um estado pertencente à mesma região, obteve apenas 2,3% de crescimento. Nesse período, Mato Grosso cresceu quase 6,0%, ao passo que o estado de Goiás cresceu somente 3,2%. Por outro lado, outro exemplo de crescimento diferenciado pode ser verificado entre as países do leste asiático e da América Latina no período 1987-94, os quais alcançaram taxas de crescimento de 6,97% e 2,51%, respectivamente.

Disparidades nos níveis de renda são ainda mais expressivos. Se a renda per capita na Índia continuar a crescer à taxa média do pós-guerra, 1,3%, o país levará 200 anos para alcançar o nível de renda corrente dos Estados Unidos. Caso cresça a taxa de 3% ao ano, levará menos de 100 anos. Caso a Índia cresça à taxa média do Japão, de 5,5%, em 50 anos o nível de renda será igualado ao americano. Vale mencionar o caso de países como a Etiópia, que levaria 239 anos para atingir o nível de renda americano, em 1990, caso mantivesse a taxa de crescimento de 1,75% ao ano.

Constatações como estas tem contribuído para um inevitável questionamento acerca de quais seriam os fatores responsáveis pelas diferenças nas taxas de crescimento do produto ou da produtividade, ou seja, quais são os motivos que fazem com que determinadas economias cresçam mais que outras? Para responder a esta pergunta, faz-se necessário verificar quais variáveis podem contribuir para o crescimento econômico, bem como os fatores que exercem influência sobre estas variáveis.

A teoria do crescimento tem se preocupado em tentar esclarecer esta questão e diversas respostas vêm sendo elaboradas nas últimas décadas. Em se tratando de modelos de crescimento econômico, o ponto de partida refere-se ao modelo de Solow (1957), no qual os determinantes-chaves do crescimento seriam variáveis exógenas e o crescimento do produto no longo-prazo se manteria devido ao progresso tecnológico e ao crescimento populacional.

O principal problema com esta teoria é que parece existir razões suficientes para se acreditar que o crescimento tecnológico também depende de decisões econômicas tanto quanto da acumulação de capital, sendo que várias tentativas para endogeneizar a tecnologia vêm sendo propostas. Dentre elas, destacam-se os modelos de crescimento endógeno, os quais incorporam o progresso tecnológico de forma que o crescimento passaria a ser determinado endogenamente através da dinâmica da geração e da difusão do conhecimento, ao invés de choques tecnológicos. Inicialmente, tais modelos preocuparam-se em explicar a dinâmica da acumulação de conhecimento ou o papel exercido pelo capital humano. Posteriormente, os efeitos de variáveis tais como infra-estrutura e capital público, consumo governamental, política fiscal, distribuição de renda e crescimento populacional, dentre outras, foram analisadas como possíveis determinantes do crescimento econômico.

Uma metodologia utilizada para se analisar a influência de determinadas variáveis sobre o crescimento do produto tem sido a "growth accounting", ou contabilidade do crescimento, desenvolvido por Solow (1957), Kendrick (1962) e Denison (1962), o qual atua no sentido de decompor a taxa de crescimento do produto de acordo com seus componentes, ou seja, os insumos capital e trabalho e um resíduo, o qual foi denominado por Abramovitz (1956) como a "medida de nossa ignorância" e que ficou conhecido como produtividade total dos fatores (PTF), sendo utilizado neste exercício uma função de produção neoclássica, a saber,  $Y_t = A_t F(K_t, L_t)$ . O progresso tecnológico é assumido como uma parte deste resíduo, constituído de outros fatores ainda não explicitados na função de produção, sendo os modelos de crescimento endógeno empenhados em modelar a evolução destes fatores além de explicitá-los.

Desta forma, a análise dos determinantes do crescimento econômico, a estimação de suas participações no produto, além das variáveis que influenciam a produtividade total dos fatores, constitui-se em importante base e referencial para a

elaboração de políticas públicas pelas autoridades governamentais, as quais poderão identificar aonde concentrar mais seus esforços no intuito de promover o bem-estar da população.

Assim, este trabalho pretende investigar através da contabilidade do crescimento, os principais determinantes do crescimento do produto dos estados brasileiros no período 1986-1998, e verificar se variáveis de infra-estrutura - tais como saneamento, transporte e energia elétrica - bem como o estoque de capital humano, podem contribuir para a elevação deste resíduo, ou seja, para o aumento da produtividade. Porém, outras variáveis poderiam ser escolhidas, tais como, abertura comercial, grau de concentração de renda, democracia, direito de propriedade, dentre outras.

A escolha pela educação é corroborada por uma imensa literatura.. Becker (1964) e posteriormente, Lucas (1988), modelaram a influência do capital humano como uma nova variável explicativa do crescimento econômico, refletindo uma externalidade positiva sobre o processo produtivo à medida em que esta atua na capacitação da mão-de-obra, aumentando a produtividade dos trabalhadores e, então, de todo o processo produtivo. A opção pelas variáveis de infra-estrutura, corroborada pela análise realizada por Barro (1990), o qual verifica um impacto positivo sobre o crescimento do produto em estados americanos, se justifica pela escassez de trabalhos realizados no Brasil que tratem da influência desta variável sobre a produtividade dos estados.

A dissertação está organizada em quatro seções, excluindo a introdução: na primeira seção, apresentamos uma revisão dos aspectos teóricos da contabilidade do crescimento e os resultados empíricos existentes na literatura acerca da importância da produtividade total dos fatores; na segunda seção, define-se a especificação do modelo econométrico e as variáveis utilizadas. Na seção seguinte, descreve-se os resultados obtidos e análise dos mesmos. A quarta e última seção corresponde à conclusão do trabalho.

## CAPÍTULO I

## REVISÃO DA LITERATURA

A literatura teórica e empírica sobre crescimento econômico e, em particular, da produtividade total dos fatores, é bastante desenvolvida. Nesta seção, apresenta-se os aspectos inerentes à contabilidade do crescimento e como se dá a inserção dos modelos de crescimento endógeno nesta contabilidade, além de alguns resultados já obtidos em trabalhos anteriores. Ressalta-se também a importância da educação e dos investimentos em infraestrutura para o crescimento econômico, principalmente via aumento da produtividade.

Em virtude das grandes disparidades verificadas nas taxas de crescimento do produto entre países e/ou regiões, a teoria do crescimento tem tentado explicar estes contrastes por meio de uma ampla variedade de modelos. Os modelos de crescimento neoclássico, por exemplo, afirma-se que se não existir um progresso tecnológico contínuo, os efeitos dos retornos decrescentes de escala para a acumulação de capital implicará no crescimento do produto não sustentado no longo-prazo. Já os modelos de crescimento endógeno ampliam o conceito de capital de modo a garantir retornos crescentes de escala, principalmente incluindo capital humano, pesquisa e desenvolvimento, e modelam o crescimento da produtividade ao invés de toma-lo como dado. Modelos Neo-Schumpeterianos assumem, por sua vez, a competição imperfeita em modelos de crescimento, conferindo algum poder de monopólio às firmas, tais como os tratados em Grossman e Helpman (1989). A importância do processo de inovações no crescimento econômico, motivado pelos direitos de propriedade de firmas monopolistas, é analisado em Romer (1990).

O produto por unidade de insumo ou a produtividade total dos fatores pode ser verificada, de forma implícita, no modelo do fluxo circular da renda, no qual o mercado de bens determina os preços  $p_t$  e as quantidades  $q_t$  dos bens vendidos aos consumidores e cujo produto consiste no valor total destes bens. Por outro lado, o mercado de fatores determina o quantidade de insumos ( $l_t$ ) e de capital ( $k_t$ ) e o pagamento destes insumos,  $w_t$  e  $r_t$ , respectivamente. Quando os dois mercados são conectados, tem-se a identidade básica da

contabilidade do PIB, a saber,  $p_t q_t = \omega_t l_t + r_t k_t$ , representando a restrição orçamentária imposta sobre a economia com recursos limitados de capital, trabalho e tecnologia.

Porém, o produto a preços correntes acima é uma medida que não reflete bem o progresso econômico de um país, pois o bem-estar da população advém dos bens e serviços consumidos e não da quantidade gasta para adquiri-los. Então, para evitar que a variação de preços interfira nesta identidade, seria necessário usar os preços de algum ano base para calcular o produto e o insumo corrente.

Assim, com o objetivo de considerar os dois lados da identidade como constantes, um fator escalar,  $S_t$ , faz-se necessário, assumindo o valor de 1 no ano base 0, embora variando ao longo do tempo com as mudanças na produtividade do trabalho e do capital. Desta forma, a identidade a preços correntes torna-se:  $p_t q_t = S_t (\omega_0 l_t + r_0 k_t)$ . Se ambos os lados são divididos por  $(\omega_0 l_t + r_0 k_t)$ , verifica-se que o fator escalar é a razão do produto por unidade do total de insumos. Segundo Hulten (2000), a contabilidade do crescimento é, em grande parte, uma questão de mensuração da variável  $S_t$  e da separação do crescimento real do produto dos componentes dos insumos e da produtividade.

A primeira menção de índice de produto por insumo foi feita por Copeland (1937), sendo que a primeira implementação empírica do produto por unidade de insumo seria atribuída a Stigler (1947). Na verdade, um dos problemas na mensuração da produtividade diz respeito ao número índice. A própria identidade demonstrada no parágrafo anterior pode ser entendida como uma versão do índice de Laspeyres com pesos fixos, que é um índice muito usado inicialmente na literatura de produtividade. A questão é que este índice também provoca um viés quando uma mudança nos preços relativos faz com que os agentes substituam os itens mais caros pelos itens relativamente mais baratos<sup>1</sup>.

A contribuição seminal para este tema foi dada por Solow (1956), ao criar uma ligação entre a função de produção e um número-índice de produtividade, embora seja atribuído a Tinbergen (1942) o primeiro a fazer esta associação. Solow, então, parte da seguinte função de produção,

<sup>1</sup> Para maiores detalhes sobre Índice de Laspeyres, ver Soares (1990).

$$(1) \quad Y_t = A_t F(K_t, L_t)$$

e deduz as conseqüências e as restrições sobre o índice de produtividade, assumindo retornos constantes de escala em seus dois argumentos, tal que  $A_t F(cK_t, cL_t) = A_t cF(K_t, L_t)$ , ou seja, se dobrar a quantidade de capital e trabalho utilizada, mantendo-se  $A_t$  constante, dobra-se a quantidade de produto gerada, além de utilizar um parâmetro de mudança Hicks-neutro, o qual mede a alteração na função de produção dados os níveis de capital e trabalho. Esta função de produção é também homogênea de grau 1 e satisfaz as condições Inada, ou seja, que o produto marginal do capital é muito grande quando o estoque de capital é muito pequeno e vice-versa, garantindo com que a trajetória da economia não seja divergente.

Com a função de produção escrita desta forma, o parâmetro Hicksiano e a razão do produto por unidade de insumo  $S_t$ , mencionada anteriormente, são claramente relacionados. Rearranjando os termos da função de produção, Solow obteve o que denominou de eficiência relativa Hicksiana, ou seja, um indicador mais geral de produto por unidade de insumo, o que viria a ficar conhecida como produtividade total dos fatores (PTF) ou Resíduo de Solow, refletindo o progresso tecnológico e outros fatores que contribuem para o crescimento do produto que não o capital e o trabalho. Enfim, os índices  $A_t$  e  $S_t$  são idênticos em casos especiais, mas  $A_t$  consistiria realmente num indicador mais geral.

Destaca-se que Solow resolve o problema de mensuração de  $A_t$  usando uma abordagem de número-índice não paramétrico, ou seja, uma abordagem que não impõe uma forma específica para a função de produção, dando origem à contabilidade do crescimento, desenvolvida posteriormente também por Kendrick (1961), Denison (1962) e Jorgenson e Griliches (1969), isto é, uma técnica que divide o crescimento do produto em duas fontes: o crescimento dada a variação de insumos, tais como investimento em capital e tamanho da força de trabalho e o crescimento devido a produtividade total dos fatores.

### 1.1. A Contabilidade do Crescimento

A contabilidade do crescimento começa uma função de produção neoclássica

$$(2) \quad Y_t = F(K_t, A_t, L_t)$$

onde  $A_t$  é o nível de tecnologia,  $K_t$  é o estoque de capital e  $L_t$  é a quantidade de trabalho são os elementos que atuam como determinantes do crescimento econômico. Então, a taxa de crescimento do produto pode ser particionada entre os componentes associados com a acumulação de fatores e ao progresso tecnológico.

Diferenciando a equação (2) com relação ao tempo e dividindo tudo por  $Y$ , temos:

$$(3) \quad \frac{\dot{Y}}{Y} = g + \left( \frac{F_{KK}}{Y} \right) \cdot \left( \frac{\dot{K}}{K} \right) + \left( \frac{F_{LL}}{Y} \right) \cdot \left( \frac{\dot{L}}{L} \right)$$

onde  $F_K$ ,  $F_L$  são os produtos marginais dos fatores e  $g$  (a taxa de crescimento devido à mudança tecnológica) é dada por:

$$(4) \quad g = \left( \frac{F_{AA}}{Y} \right) \cdot \left( \frac{\dot{A}}{A} \right)$$

se o fator tecnologia aparece da forma Hicks-neutra, tal que  $F(A, K, L) = A \cdot F(K, L)$ , então  $g = \left( \frac{\dot{A}}{A} \right)$ . Assim, a taxa de progresso tecnológico  $g$  pode ser calculada da equação (3) como um resíduo, ou seja,

$$(5) \quad g = \frac{\dot{Y}}{Y} - \left( \frac{F_{KK}}{Y} \right) \cdot \left( \frac{\dot{K}}{K} \right) - \left( \frac{F_{LL}}{Y} \right) \cdot \left( \frac{\dot{L}}{L} \right)$$

Entretanto, a equação acima requer o conhecimento dos produtos marginais,  $F_K$ ,  $F_L$ . Então, na prática, considera-se que os fatores de produção são remunerados pelos seus produtos marginais, ou seja, se os fatores são pagos pelos seus produtos marginais sociais, tal que  $F_K = r$  (o preço do aluguel do capital) e  $F_L = \omega$  (a taxa de salário), então a estimativa da taxa de progresso tecnológico pode ser escrita da seguinte forma:

$$(6) \quad \frac{PTF}{PTF} = \left( \frac{\dot{Y}}{Y} \right) - S_K \cdot \left( \frac{\dot{K}}{K} \right) - S_L \cdot \left( \frac{\dot{L}}{L} \right)$$



onde  $\frac{\dot{PTF}}{PTF}$  é a taxa de crescimento da produtividade total dos fatores,  $S_K = \alpha r K/Y$  e  $S_L = (1-\alpha)(\omega L/Y)$  são as respectivas participações do pagamento de cada fator no produto total. O valor  $g$  é freqüentemente descrito como uma estimativa da taxa de crescimento da produtividade total dos fatores (PTF) ou como o resíduo de Solow.

A condição  $S_K + S_L = 1$  ou  $Y = (\omega L + r K)$  deve valer se toda renda associada com o produto  $Y$  for atribuída a um destes fatores, capital ou trabalho. Esta equação é consistente com a igualdade entre os preços dos fatores e produtos marginais se a função de produção,  $F(\cdot)$ , exibir retornos constantes de escala em  $K$  e em  $L$ , tal que  $Y = F_K K + F_L L$  seja válida.

## 1.2. Abordagem dual para a Contabilidade do Crescimento

Uma abordagem dual para a contabilidade do crescimento é realizada por Hsieh (1998), a qual utiliza preço dos fatores ao invés das taxas de crescimento das quantidades dos fatores, como utilizado por Solow (1957). A abordagem dual pode ser obtida da igualdade entre a renda do produto e dos fatores, ou seja:

$$(8) \quad Y = rK + \omega L$$

diferenciando ambos os lados da equação (8) com relação ao tempo e dividindo tudo por  $Y$ , tem-se:

$$(9) \quad (\dot{Y}/Y) = S_K \cdot (\dot{r}/r + \dot{K}/K) + S_L \cdot (\dot{\omega}/\omega + \dot{L}/L)$$

onde  $S_K$  e  $S_L$  são, da mesma forma, as participações das rendas dos fatores. Caso os termos envolvendo as taxas de crescimento das quantidades dos fatores sejam substituídas no lado esquerdo da equação acima, então a taxa de crescimento estimada da PTF pode ser dada por:

$$(10) \quad \hat{g} = (\dot{Y}/Y) - S_K \cdot (\dot{K}/K) - S_L \cdot (\dot{L}/L) = S_K \cdot (\dot{r}/r) + S_L \cdot (\dot{\omega}/\omega)$$

Conseqüentemente, a estimativa inicial da taxa de crescimento da PTF do lado esquerdo da equação é igual ao crescimento das participações ponderadas dos preços dos fatores do lado direito da equação.

Portanto, embora usem as mesmas participações da renda dos fatores  $S_K$  e  $S_L$  como no processo anterior, a abordagem dual considera mudanças nos preços dos fatores ao invés de mudanças nas quantidades deste fatores. Isso significa que uma elevação nos preços dos fatores pode ser sustentada somente se o produto for crescente para os insumos existentes. Por isso, a média ponderada do crescimento dos preços dos fatores seria também uma medida apropriada da extensão da taxa de crescimento da produtividade total dos fatores.

### 1.3. Limitações e Problemas da Contabilidade do Crescimento

Embora a contabilidade do crescimento seja um exercício gerador de idéias à respeito das diferentes fontes de crescimento, ele também possui suas limitações e problemas, os quais são descritos a seguir.

A primeira limitação decorre da dificuldade em se definir corretamente as variáveis. Por exemplo, o que realmente é o capital e quais são os dados que devem ser usados para mensurá-lo? E mais, algumas variáveis apresentam defasagens no tempo, a qualidade institucional é difícil de ser medida, bem como os gastos em pesquisa e desenvolvimento em patentes. Tais questões dificultam a delimitação das variáveis na contabilidade do crescimento, (Rensman, 2000).

Uma questão inerente a este problema refere-se à mensuração de quanto do crescimento do produto é, de fato, devido a fatores tecnológicos (produtividade) ou à formação de capital. (Hulten, 2000). Como a PTF trata a formação de capital como um fator exógeno, o modelo tende a superestimar a participação do capital e a subestimar o papel da inovação no processo de crescimento. Como alguma parte da taxa observada de acumulação de capital é induzida pela PTF, esta parte deveria ser considerada como participação da PTF em qualquer estudo de mensuração do impacto destas inovações, significando que apenas uma fração da acumulação de capital surgiria da propensão a investir.

A ausência de uma base teórica que explique o relacionamento entre o crescimento da produtividade e os fatores que o influenciam, dando apenas uma idéia da influência relativa de diferentes determinantes da produtividade, representa a sua segunda limitação.

Outra limitação da contabilidade do crescimento é não gerar uma explicação do porque algumas regiões tem maior disponibilidade de capital físico ou de trabalho, além de não esclarecer como funciona o mecanismo do progresso tecnológico. Enfim, as fontes de crescimento de longo-prazo não são explicadas e esta abordagem fornece poucas informações de como elas influenciam a taxa de crescimento.

O primeiro problema com o resíduo de Solow, gerado através da contabilidade do crescimento surge com a hipótese de que o preço é igual a custo marginal. Quando a competição é imperfeita leva a um preço maior que o custo marginal, Hall (1988) mostra que o resíduo resulta numa estimativa viesada do parâmetro Hicksiano,  $A_t$ .

O outro problema inerente à contabilidade do crescimento refere-se à natureza implícita da mudança técnica. Em geral, a formulação Hicksiana da função de produção (2) é válida se a inovação eleva a produtividade marginal de todos os insumos igualmente, fazendo com que a função de produção mude na mesma proporção das combinações de capital e trabalho. Isto parece ser uma hipótese forte demais e cuja violação talvez possa gerar resultados viesados.

Uma das formas de se resolver esse problema seria permitir melhorias na tecnologia geradas pela produtividade marginal dos insumos considerados de forma separada, substituindo o parâmetro Hicksiano por parâmetros associados aos insumos. Tal configuração da função de produção denomina-se fator aumentado<sup>2</sup>, de forma que o resíduo mediria a mudança na produtividade total dos fatores. Entretanto, problemas podem ocorrer se as taxas dos fatores aumentados não forem iguais - como o crescimento da produtividade depende das participações dos insumos bem como dos parâmetros de inovação, uma mudança nas

<sup>2</sup> Para uma discussão detalhada sobre funções de produção "factor augmenting", ver Barro e Sala-i-Martin (1999).

participações da renda pode fazer com que a PTF aumente até mesmo se a taxa de mudança técnica continuar inalterada<sup>3</sup>.

O terceiro problema relacionado ao exercício da contabilidade do crescimento advém da hipótese de que os preços coincidam com os produtos marginais. Se isto não ocorre, o valor estimado do resíduo difere da sua real contribuição da mudança tecnológica para o crescimento econômico. É justamente a partir deste problema que se insere os modelos de crescimento endógeno e os problemas que os mesmos enfrentam para garantir que esta hipótese não seja violada.

Ainda uma crítica à respeito desta metodologia surge da afirmação de que a produtividade estaria sendo subestimada devido à melhoria ocorrida na qualidade dos bens nos últimos dois séculos. Além disso, os ambientalistas acreditam que o crescimento do produto superestima a verdadeira melhoria no bem-estar das pessoas, dado que ela falha em mensurar a degradação dos recursos naturais e das externalidades negativas daí geradas. Isso pode significar que as estimativas do crescimento da produtividade sejam ou muito grandes ou muito pequenas, dependendo do ponto de vista do pesquisador.

Portanto, embora a contabilidade do crescimento gere uma noção satisfatória acerca dos componentes do crescimento do produto, reconhece-se, neste trabalho, a possibilidade de que os resultados aqui obtidos possam ser superestimados ou subestimados, caracterizando um possível viés.

#### **1.4. Modelos de Crescimento Endógeno e a Contabilidade do Crescimento**

A literatura de crescimento endógeno tem substancialmente procurado refinar os mecanismos relativos ao crescimento econômico e gerar novas idéias de como fatores econômicos, sociais e institucionais podem afetar a taxa de crescimento de longo-prazo.

<sup>3</sup> Diferenças entre os conceitos de mudança técnica e mudança tecnológica são descritas em Hulten (2000).

Enquanto o modelo de crescimento neoclássico explica o crescimento do produto mas não esclarece o que governa o progresso tecnológico, ou seja, simplesmente assume que a tecnologia avança mas sem dizer o porquê e nem como isso acontece, o modelo de crescimento endógeno vai além, assumindo não somente que o progresso tecnológico existe mas também modelando sua evolução ao longo do tempo.

Os primeiros trabalhos relacionados à teoria do crescimento endógeno referem-se a Griliches (1979), Romer (1986) e a Lucas (1988). Nesta teoria, o conceito de capital é expandido para incluir conhecimento e capital humano. Investimentos como os realizados em capital humano são vistos da mesma forma que outros investimentos, além de elevarem o progresso tecnológico na forma de *learning-by-doing*<sup>4</sup>. Na verdade, o ponto principal da teoria do crescimento endógeno não consiste da inclusão destes investimentos como determinantes do crescimento econômico, mas sim na hipótese de que o produto marginal do capital é não-decrescente, ao contrário da teoria neoclássica, que defende o produto marginal como sendo decrescente.

Alguns modelos de crescimento endógeno incorporam mecanismos pelos quais políticas econômicas e sociais estejam ligadas ao crescimento no longo-prazo, assumindo uma função de produção agregada que apresenta retornos não-decrescentes de escala. O trabalho de Romer (1986), por exemplo, sustenta a mudança tecnológica como sendo endógena, assumindo que a mesma consiste num bem público e que investimentos de capital privado elevariam o nível de tecnologia da sociedade como um todo, através da transferência de conhecimento de uma firma para as outras. Em decorrência das externalidades positivas associadas com os investimentos privados, ter-se-ia uma função de produção com retornos crescentes de escala.

Outro exemplo pode ser verificado através do modelo de Lucas (1988), no qual as externalidades surgem de investimentos em capital humano, os quais elevariam a produtividade das pessoas educadas e da sociedade em geral. Conseqüentemente, políticas que aumentassem os investimentos públicos e privados em capital humano afetariam a taxa de crescimento da economia no longo-prazo.

---

<sup>4</sup> Ver Barro e Sala-i-Martin (1999).

Ambas as idéias apresentadas nestes modelos podem ser representadas por uma função de produção Cobb-Douglas como:

$$(11) \quad Y_i = A K_i^\alpha K^\beta L_i^{1-\alpha}$$

onde  $0 < \alpha < 1$  e  $\beta \geq 0$ . Para dado  $K$ , esta função de produção exibe retornos constantes de escala nos insumos privados  $K_i$  e  $L_i$ . Se  $\beta \geq 0$ , então o efeito "spillover" é verificado.

A função de produção acima, na versão de Griliches (1979),  $K_i$  representa o capital de conhecimento específico da firma  $i$ , enquanto  $K$ , modelado como a soma dos capitais individuais, é o nível agregado de conhecimento em uma indústria. Conseqüentemente, os "spillovers" ou transbordamentos representam a difusão de conhecimento entre as firmas. Na versão de Lucas (1988),  $K_i$  representa o capital humano da firma  $i$ , e  $K$  é o nível médio de capital humano empregado na indústria ou em um país. Neste caso, os "spillovers" envolvem benefícios advindos da interação entre os indivíduos mais educados.

Em relação à versão de Romer (1986), cada firma agiria competitivamente, assumindo os preços como dados, ( $r$  e  $w$ ) e o estoque de capital agregado como  $K$ . Então, os produtos marginais privados são igualados aos preços dos fatores, resultando assim em

$$(12) \quad r = \alpha Y_i / K_i \quad \text{e} \quad w = (1 - \alpha) \cdot Y_i / L_i$$

As participações da renda dos fatores são dadas usualmente por  $S_K = \alpha$  e  $S_L = 1 - \alpha$ . No equilíbrio, cada firma adota a mesma razão capital-trabalho  $K_i$  mas a escala de cada firma é indeterminada. A função de produção (11) pode ser escrita como:

$$(13) \quad Y_i = A k_i^\alpha k^\beta L_i L^\beta$$

onde  $k = K/L$  e dada a condição de equilíbrio,  $k_i = k$ , tem-se:

$$(14) \quad Y_i = A k^{\alpha+\beta} L_i L^\beta$$

e agregando entre as firmas ( $L_i = L$ ), reescreve-se a equação acima como,

$$(15) \quad Y_t = A k^{\alpha+\beta} L^{1+\beta}$$

onde, a condição  $k = K/L$  leva à função de produção,

$$(16) \quad Y_t = A K^{\alpha+\beta} L^{1-\alpha}$$

Se  $\beta > 0$ , então os retornos crescentes de escala se fazem presentes.

O lado direito da equação acima mostra que a forma correta para o exercício da contabilidade do crescimento com dados agregados seria obtido da seguinte forma:

$$(17) \quad \hat{g} = \dot{A}/A = (\dot{Y}/Y) - (\alpha + \beta) \cdot (\dot{K}/K) - (1 - \alpha) \cdot (\dot{L}/L)$$

Conseqüentemente,  $S_L = 1 - \alpha$  seria o peso correto para  $\dot{L}/L$ , mas o coeficiente  $S_K = \alpha$  acaba subestimando  $\beta \geq 0$ , que seria a contribuição de  $\dot{K}/K$ . Esta sub-avaliação surge porque, dado os "spillovers" de conhecimento, o produto marginal social do capital  $(\alpha + \beta) Y/K$  excede o produto marginal privado  $\alpha Y/K$ . Portanto, os retornos crescentes de escala surgem porque as idéias sobre como produzir mais eficientemente seriam não-rivais e assim, circulariam livremente entre as firmas.

Barro (1990) afirma que a implementação dos resultados da equação acima seria difícil porque os pesos convenientes para as taxas de crescimento dos fatores não podem ser inferidos das participações da renda. Especificamente, nenhuma estimativa direta é disponível para o coeficiente  $\beta$ . Computando-se da forma padrão o resíduo de Solow dentro deste modelo, tem-se,

$$(18) \quad \hat{g} = \dot{A}/A + \beta (\dot{K}/K) = (\dot{Y}/Y) - \alpha \cdot (\dot{K}/K) - (1 - \alpha) \cdot (\dot{L}/L)$$

Assim, o cálculo tradicional incluiria o efeito do crescimento advindo dos "spillovers" e retornos crescentes -  $\alpha \cdot (k/k)$  - junto com a taxa de progresso tecnológico

exógeno  $\dot{A}/A$  no resíduo de Solow. Entretanto, Barro afirma que a separação dos "spillovers/ retornos crescentes de escala do progresso tecnológico exigiria que o resíduo  $g$  fosse regressado com a taxa de crescimento do fator  $K/K$ , o que traria consigo os efeitos de "spillovers", acarretando problemas de simultaneidade quando da usual estimação econométrica.

Tendo visto duas abordagens da contabilidade do crescimento e as conseqüências da inserção de modelos de crescimento endógeno neste exercício, a próxima seção trata da importância da educação e da infra-estrutura para o crescimento econômico.

### **1.5. A importância da educação e da infra-estrutura para o crescimento econômico**

O foco sobre educação como um dos fatores de contribuição para o crescimento econômico começa na década de 60, quando os trabalhos de Becker (1964), Schultz (1961), Denison (1962) procuravam verificar como e em que extensão a educação poderia contribuir para a elevação da produtividade da força de trabalho e para o crescimento do produto. A partir da década de 80, influentes trabalhos teóricos ampliam os modelos de crescimento para incluir capital humano e economias de escala, sendo que pesquisas empíricas acerca do crescimento dos países foram realizadas por Lucas (1988), Romer (1990), Barro (1991), Mankiw, Romer e Weil (1992), Levine e Renelt (1992), as quais apontaram uma importante função para o capital humano.

Na verdade, existe um amplo consenso na teoria econômica de que o capital humano seria um determinante essencial para o crescimento da produtividade e, conseqüentemente, para a elevação do produto. Além de facilitar o avanço tecnológico e a difusão de técnicas, um maior nível educacional poderia também melhorar a mobilidade da força de trabalho em direção a atividades mais produtivas. Em relação às formas pelas quais a educação poderia contribuir para o crescimento econômico, Lim (1996) descreve seis maneiras possíveis:

1. Melhora a qualidade da força de trabalho via geração de habilidades e conhecimentos;
2. Aumenta a mobilidade do trabalho e promove, portanto, a divisão do trabalho;



3. Permite que novas informações sejam absorvidas mais rápidas e insumos e processos diferentes podem ser aplicados mais efetivamente;
4. Melhora a habilidade em administrar a alocação de recursos;
5. Remove muitas barreiras institucionais e sociais para o crescimento econômico;
6. Promove novos empreendimentos pela geração da responsabilidade individual, a habilidade organizacional, a postura de assumir riscos de forma moderada e o planejamento a longo-prazo.

O capital humano é geralmente visto como tendo uma função crucial no processo de crescimento econômico e como sendo capaz de invalidar o pressuposto de retornos constantes de escala. Tal importância sugere, por conseguinte, sua inserção no processo de determinação do crescimento e da Produtividade Total dos Fatores (PTF).

Lucas (1988), por exemplo, desenvolve um modelo que incorpora a hipótese que o crescimento econômico seja afetado não apenas pela taxa de crescimento de capital físico como também pelo estoque de capital humano incorporado à força de trabalho, o qual romperia com o pressuposto de retornos constantes de escala, dado que as externalidades positivas geradas pelo capital humano possibilitaria retornos crescentes de escala.

Segundo Hers (1998, pp. 40), "muitos estudos sugerem que existe uma ligação direta entre crescimento e capital humano. Estudos que não são capazes de confirmar a relação direta estabelece que a formação de capital humano provavelmente entra na função de produção indiretamente através do seu efeito sobre o progresso tecnológico. Se o modelo de crescimento endógeno se aplica, a formação de capital humano entra diretamente dentro da função de produção, fazendo com que uma economia pudesse alcançar um crescimento maior pela elevação do investimento em capital humano".

Enfim, um indivíduo mais qualificada poderia gerar novas idéias sobre como produzir bens e serviços, as quais, por sua vez, entrariam para o conjunto de conhecimento da sociedade, gerando externalidades positivas a outros indivíduos.

Já a importância da infra-estrutura é acentuada a partir de Aschauer (1989), quando houve um ressurgimento no debate acerca da influência da infra-estrutura na determinação da produtividade. Este debate é revisado no Relatório de Desenvolvimento do

Banco Mundial (1994), o qual mostra vários resultados empíricos sobre a importância de infra-estrutura para o crescimento econômico.

O investimento em infra-estrutura se faz importante, dentre outros motivos, pela contribuição à criação de um ambiente que facilite a produção privada. Munnell (1992), por exemplo, afirma que "o investimento em capital público pode expandir a capacidade produtiva de uma área através do aumento dos recursos e pela elevação da produtividade dos recursos já existentes". Outro exemplo de benefícios trazidos pelos investimentos em infra-estrutura é citado por Canning (1999): "transporte e sistema de comunicações podem ligar mercados e aumentar o grau de competitividade, bem como aumentar a difusão de tecnologia por meio de externalidades.

Conforme Nadiri e Mamuneas (1994), as melhorias proporcionadas pelo investimento público em infra-estrutura afetariam a estrutura de custos das firmas de duas formas: primeiro, uma maior quantidade (ou melhor qualidade) dos serviços gerados pelo capital público mudam (para baixo) o custo por unidade de produto em uma indústria se esta recebe qualquer melhoria decorrente destes serviços. Isto pode ser chamado de "efeito produtividade". Segundo, as firmas ajustam sua demanda por trabalho, por insumos intermediários e por estoque de capital físico se os serviços prestados pelo capital público forem substitutos ou complementares em relação aos fatores de produção do setor privado.

## **1.6. Resultados Empíricos sobre Produtividade Total dos Fatores, Educação e Infra-Estrutura**

Em relação à contribuição da produtividade total dos fatores para o crescimento do produto, dentre os estudos empíricos mais recentes pode-se citar o de Nabende et ali. (2000), que observa a PTF de cinco países (Hong-Kong, Japão, Filipinas, Taiwan e Tailândia). Em Hong-Kong, a contribuição da PTF para o crescimento do produto no período 1975-79 foi de 43%. Já no período 1965-97 o número salta para 49,9%. No Japão, para o mesmo período, 1965-97, a contribuição foi de 24,2%, 64,1% e 11,7%, para a PTF, o capital e o trabalho, respectivamente.

Resultados obtidos por Wong (1996) ao analisar os dados em Singapura, mostram que, no período 1980-1985, a contribuição da produtividade total dos fatores para o crescimento do produto foi negativa, -10,3%. Porém, para o período 1990-1995, a contribuição da PTF atingiu 28%. Segundo Wong, esse aumento na participação da PTF seria atribuído às melhorias no nível educacional e melhor qualificação da força de trabalho. Ampliando o período de análise para 1975-1995, as contribuições foram de 19,5%, 61,1% e 19,4%, respectivamente, confirmando que a contribuição do capital para o crescimento do produto é, em grande parte das casos, superior a contribuição do trabalho.

A importância da produtividade total dos fatores é acentuada em países do leste e sul asiático, analisada por Senhadji (1999) e anteriormente por Collins e Bosworth (1996) em relação ao período 1960-94. Eles encontraram que a contribuição da PTF é menor que a contribuição do capital para o crescimento do produto, embora o percentual de contribuição para o crescimento do produto no sul da Ásia tenha sido de 34,8% e de 26,2% para os países do leste asiático.

As elevadas taxas de crescimento de países do sul asiático (Bangladesh, Índia, Nepal, Paquistão e Sri Lanka que cresceram, em média, 4,4% no período 1966-87 e 4,9% no período 1987-97) levaram Khasnabis e Bari (2000) a observar a participação da produtividade total dos fatores nestas taxas de crescimento e a verificar que a acumulação de capital foi o fator mais importante, seguido da produtividade total dos fatores, para o crescimento econômico desses países, principalmente na Índia.

Em relação a importância da educação para o crescimento da produtividade e, conseqüentemente, para o crescimento do produto, pode ser verificada através de resultados empíricos que confirmam seu papel fundamental no processo de crescimento.

Wong e Ng (1992), por exemplo, afirmam que a alta taxa de crescimento da PTF na Coreia do Sul seria determinada pela capacidade de absorção tecnológica da sociedade, a qual seria decomposta em fatores que determinam a capacidade de aprendizagem pelo lado da oferta e aqueles que determinam a utilização de oportunidades do lado da demanda. Na análise econômica convencional, a capacidade de aprendizagem é assumida como sendo adquirida através do investimento em educação e treinamento.

Usando dados de séries de tempo para a economia americana, Lucas (1988) calculou que um ano adicional na educação média da força de trabalho aumentaria a produtividade total dos fatores em 3.2%. Andrade, para o caso brasileiro, verificou uma elasticidade do produto em relação aos anos de estudo médio de 0,32. Por outro lado, Benhabib e Spiegel (1994), tentando especificar o conceito de capital humano mais precisamente, examinando não somente o nível educacional mas também os investimentos em educação para 75 países, encontraram que esta medida não teria um impacto significativo sobre o crescimento. Porém, alterando a especificação para a produtividade total dos fatores, encontraram uma correlação positiva, que se dá através do efeito sobre a capacidade de um país inovar e se adaptar às tecnologias vindas de outras países.

Utilizando dados em painel para seis países árabes (Argélia, Egito, Jordânia, Kuwait, Síria e Tunísia), El-Erian et al. (1998) verificaram que a rápida expansão na educação não resultou em maior produtividade ou em mais alto crescimento econômico. Embora problemas de medida possam afetar negativamente os resultados estimados, afirmam que "a fraca ligação entre educação e crescimento é atribuída à baixa qualidade dos sistema educacional e nas distorções que o mercado de trabalho geraria nas escolhas educacionais nos países árabes". Segundo Bayaqui (2000), programas de desenvolvimento de capital humano, que enfocam apenas o lado quantitativo, possuem muito sucesso em produzir um alto nível de alfabetizados mas muito pouco em gerar oferta de trabalhadores realmente qualificados.

Efeitos significativos da educação sobre a produtividade na agricultura em países do leste asiático foram encontrados por Jamison e Lau (1982): um ano de educação adicional foi estimado aumentar a produtividade em 2,22%. Ainda em relação à agricultura, Bayaqui (2000), afirma que a educação influenciaria a seleção e a adoção de tecnologias em uma propriedade agrícola. Um proprietário melhor educado estaria melhor preparado para escolher uma tecnologia superior do que um proprietário de menor nível educacional, tal que os níveis de produtividade da agricultura obtidos com a nova tecnologia poderiam dependeriam crucialmente do nível de educação desses proprietários.

Os investimentos em infra-estrutura também são considerados importantes para o crescimento da produtividade. Munnell (1992), analisando dados de infra-estrutura para os estados americanos, conclui que aqueles que investem mais em infra-estrutura tendem a ter

maior crescimento do produto, mais investimento privado e maior crescimento do nível de emprego.

Resultados obtidos por Aschauer (1989), usando dados da economia americana, indicam que há uma forte correlação entre o estoque de capital público e a produtividade total dos fatores (PTF), concluindo que, se o nível de capital público aumentasse em 1%, a produtividade total tenderia a aumentar entre 0,35% e 0,49% nos Estados Unidos. Aschauer (1990) comparou as correlações entre crescimento da produtividade e infra-estrutura pública entre países encontrando uma correspondência próxima entre queda da produtividade e estagnação dos gastos em infra-estrutura.

Nadiri e Mamuneas (1994), analisando a indústria e adotando uma abordagem da função-custo, comprovam que, embora os efeitos dos investimentos em infra-estrutura nos custos de produção em seus diversos setores seja variável, os custos dos insumos sempre se deslocam para baixo quando o investimento público em infra-estrutura aumenta, causando um aumento da produtividade para uma determinada quantidade de fatores.

Através de um modelo teórico para a produção e insumos utilizados pelas firmas, Morrison e Schawartz (1992), avaliaram a contribuição da infra-estrutura (rodovias, fornecimento de água e sistema de esgoto) para os custos e para o crescimento da produtividade das firmas, concluindo que o investimento em infra-estrutura gera um benefício direto e significativo para a produtividade e, conseqüentemente, para o produto.

Munnell (1992), verifica que o maior impacto sobre o produto advindo do capital público seria das rodovias e do saneamento (sistemas de água e esgoto), enquanto que outros componentes da infra-estrutura, tais como construções de escolas e de hospitais não teriam nenhum impacto mensurável sobre a produção.

Também em um estudo regional, Hulten e Schawab (1991) não encontraram relação estatisticamente significativa entre crescimento da Produtividade Total dos Fatores (PTF) e o crescimento do capital público, cujos resultados foram similares aos obtidos por Holtz-Eakin (1994). Estas diferenças entre estimativas baseados em dados agregados e em dados desagregados (níveis estaduais), podem refletir a impossibilidade de captar todos os

ganhos da formação do capital do setor público decorrente desta desagregação.

Ferreira e Issler (1995) estimando a elasticidade para os EUA (dados trimestrais) e considerando a não-estacionariedade das variáveis, encontram a elasticidade da produtividade em relação a investimentos em infra-estrutura bem menor, entre 0,19 e 0,27. Para o caso brasileiro, Ferreira e Malliagos (1997), utilizando uma função de produção Cobb-Douglas e investimentos em infra-estrutura, obtiveram estimativas que indicam para o modelo endógeno uma elasticidade do investimento em infra-estrutura em relação à PTF de 0,23. No modelo exógeno os resultados encontrados oscilam entre 0,34 e 0,38%.

Em seguida, verifica-se os determinantes do crescimento do produto e a importância da educação e dos investimentos em infra-estrutura para o crescimento da produtividade total dos fatores através da contabilidade do crescimento e da estimação de um modelo econométrico, nos períodos 1986-98 e 1986-95, respectivamente, para 21 estados brasileiros.

## CAPÍTULO II

### ESPECIFICAÇÃO DO MODELO ECONOMÉTRICO

Como dito anteriormente, países e/ou estados tem apresentado taxas de crescimento do produto diferenciadas, implicando na formação de regiões mais desenvolvidas e com melhores condições de vida para a população que outras. Em relação aos estados brasileiros, esta constatação pode ser verificada pela tabela abaixo:

**Tabela 1.**

**Taxa de Crescimento Média do Produto em 21 estados brasileiros - 1986-98**

<b>Regiões</b>	<b>Taxa de Crescimento do Produto (%)</b>
<b>Sudeste</b>	
Espírito Santo	4.80
Minas Gerais	4.10
São Paulo	3.80
Rio de Janeiro	3.90
<b>Centro-Oeste</b>	
Mato Grosso	5.80
Mato Grosso do Sul	4.10
Goiás	3.27
<b>Sul</b>	
Santa Catarina	4.30
Paraná	4.20
Rio Grande do Sul	3.40
<b>Nordeste</b>	
Ceará	5.40
Piauí	5.10
Rio Grande do Norte	4.40
Paraíba	4.40
Maranhão	4.00
Sergipe	0.70
Bahia	3.20
Alagoas	1.00
Pernambuco	3.70
<b>Norte</b>	
Amazonas	3.70
Pará	5.20

Fonte: Elaborada pelo autor a partir de dados do IBGE.

Pode-se perceber grandes diferenças nas taxas de crescimento entre os estados e entre regiões, como, por exemplo, a taxa de 5,8% obtida pelo estado de Mato Grosso enquanto que Pernambuco obteve 3,7%. Portanto, faz-se necessário investigar quais são os determinantes do crescimento do produto nestes estados e qual deles contribui mais significativamente para as taxas apresentadas na tabela acima.

A decomposição da função de produção neoclássica para a obtenção da Produtividade Total dos Fatores (PTF) é originário dos trabalhos feitos por Solow (1956), a qual inicia-se com uma função de produção neoclássica: Especificamente, a PTF para uma função de produção com retornos constantes de escala pode ser representada pelo parâmetro  $A_t$  na expressão abaixo:

$$(19) \quad Y_t = A_t F(K_t, L_t)$$

Nesta formulação, o parâmetro de eficiência Hicks-Neutro  $A_t$ , mede a mudança na função de produção, dados os níveis de capital e trabalho. Ele é quase sempre identificado com mudanças tecnológicas, mas isto não é normalmente uma interpretação apropriada pois outros elementos podem ser importantes como a mudança na forma organizacional de produção ou no esforço do trabalhador.<sup>5</sup>

Tomando o diferencial total em (19), em termos logarítmicos, obtemos a seguinte expressão:

$$(20) \quad \frac{P\dot{T}F_t}{PTF_t} = \frac{\dot{Y}_t}{Y_t} - S^{Kt} \frac{\dot{K}_t}{K_t} - S^{Lt} \frac{\dot{L}_t}{L_t} = \frac{\dot{A}_t}{A_t}$$

onde  $S^{Kt}$  e  $S^{Lt}$  são definidos como a elasticidade dos fatores de produção capital e trabalho respectivamente e  $\frac{P\dot{T}F_t}{PTF_t}$  é conhecido como a taxa de crescimento da produtividade total dos fatores ou como Resíduo de Solow, ou seja, a taxa de crescimento do produto não explicado pelo crescimento dos insumos. Pode-se verificar facilmente que o resultado chave da análise

<sup>5</sup> Uma discussão completa sobre esse ponto pode ser vista em Charles Hulten (2000).



de Solow é na verdade igual à taxa de crescimento do parâmetro de eficiência,  $A_t$ , ou melhor, da produtividade total dos fatores.

Assim, a produtividade total dos fatores pode ser calculada a partir da equação (20) como um resíduo. Neste caso, assume-se que os fatores são pagos pelos seus produtos marginais, ou seja, considera-se a hipótese de concorrência perfeita, tal que as participações dos fatores podem ser substituídas pelas suas respectivas participações marginais.

O objetivo proposto neste trabalho constitui-se de duas etapas principais. Primeiramente, serão calculadas duas medidas de produtividade total dos fatores de duas funções de produção Cobb-Douglas, uma que exclui o estoque de capital humano e outra que o considera de forma indireta, através da ponderação na força de trabalho. A opção pelas duas especificações é motivada pelos trabalhos de Benhabib e Spiegel (1994), os quais inserindo o capital humano na função de produção diretamente não obtiveram resultados satisfatórios em termos de sua contribuição ao produto, e no estudo de Senhadji (1999), o qual adota a mesma especificação que insere o capital humano como ponderador da força de trabalho. A partir desses resultados, será obtida a contribuição de cada um dos insumos, capital e trabalho, e da produtividade para o crescimento do produto. Em seguida, constituindo a segunda etapa, será determinada a contribuição das variáveis de infra-estrutura e de capital humano para a produtividade total dos fatores.

A medida de produtividade total dos fatores aqui utilizada, surge da estimação de uma função de produção Cobb-Douglas, que podem ser expressas da seguinte forma:

$$(21) \quad Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^\beta$$

$$(22) \quad Y_t = A_t K_t^\alpha (H_t L_t)^\beta$$

onde  $Y_t$  é o Produto Interno Bruto dos estados brasileiros,  $K_t$  o estoque de capital físico,  $L_t$  o trabalho,  $H_t$  é uma medida de capital humano e  $A_t$  igual a um índice da produtividade total dos fatores. Os dados relativos ao Produto Interno Bruto ( $Y$ ), foram obtidos no Anuário Estatístico do IBGE e deflacionados a partir do delator implícito divulgado pela Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com base nos preços de 1998. O estoque de capital físico ( $K$ ) é representado pela "proxy" consumo de energia elétrica não-residencial e a força de trabalho

(L) constitui-se da população ocupada. O estoque de capital humano (H) foi representado pelos anos de estudo médio da população ocupada, sendo estas variáveis obtidas na Pesquisa Nacional por Amostra Domiciliar (PNAD). As variáveis foram colocadas em índice (base =1986) e na forma de logaritmo. A desvantagem de se usar índices é que ignora-se os efeitos anteriores ocorridos na economia antes do ano base e, uma forma de resolver este problema seria a utilização de variáveis em taxas. A vantagem, por outro lado, é que a utilização de índices elimina o problema de escala, comum em estimação de funções de produção.

Rescrevendo as equações (21) e (22) em termos de logaritmo natural e adicionando "dummies" para capturar o efeito temporal, tem-se:

$$(23) \quad \ln y_t = \ln A_t + \alpha \ln k_t + \beta \ln L_t + \sum_{i=1}^{21} t_i + \varepsilon$$

$$(24) \quad \ln y_t = \ln A_t + \alpha \ln k_t + \beta \ln HL_t + \sum_{i=1}^{21} t_i + \varepsilon$$

onde HL é a força de trabalho ponderada pelo estoque de capital humano, cuja variável denotaremos por trabalho qualificado, e os  $t_i$ 's denotam as "dummies".

As equações acima foram estimadas usando dados de produto interno bruto, estoque de capital físico e trabalho, combinando séries temporais de 13 anos, de 1986 a 1998, para 21 estados. Os dados foram dispostos na forma de painel, acrescentando-se efeitos fixos para distinguir entre coeficientes individuais de cada estado, permitindo-se ainda efeitos de correlação transversal entre os erros das equações. A utilização de efeitos aleatórios também seria pertinente neste modelo. Nesse caso, poderia se aplicar o Teste de Hausman para a determinação de qual efeito (fixo ou aleatório) utilizar.

A estimação em painel foi utilizada por apresentar algumas vantagens consideráveis. Um painel permite controlar de forma correta a heterogeneidade dos estados individuais, através do procedimento de estimação ou através da especificação do modelo. Outra vantagem é a de gerar menos colinearidade entre as variáveis explicativas, maior grau de liberdade e maior eficiência, o que é particularmente desejável quando o intervalo de tempo a ser analisado é relativamente curto.

Outra questão importante refere-se à estacionariedade ou não das variáveis produto, capital, trabalho e capital humano. Caso estas variáveis sejam não-estacionárias (ou seja, os choques possuam efeitos permanentes ao longo do tempo) e os resíduos sejam estacionários (o efeito dos choques se dissipam ao longo do tempo), pode-se dizer que as variáveis são cointegradas, ou seja, elas apresentam uma tendência comum ao longo do tempo. Caso os resíduos sejam não-estacionários, há a possibilidade de se obter uma regressão espúria, ou seja, sem qualquer significado econômico, visto que o erro na regressão acaba gerando um alto grau de "ruído" na relação entre as variáveis e levando a estimativas inconsistentes dos parâmetros.

Nesse sentido, estimar as variáveis em primeiras diferenças para eliminar a não-estacionariedade pode resultar na não realização do objetivo de captar a relação de longo-prazo em níveis entre as variáveis, a qual é a essência da função de produção. Segundo Canning (1999), até mesmo se a função de produção tiver uma relação de cointegração, ainda assim existirão problemas sérios de estimação, visto que a estimação de mínimos quadrados ordinários (MQS) geraria estimadores consistentes mas viesados.

Analisando dados em painel, Kao (1997), mostram que os parâmetros estimados em modelos com efeitos fixos são consistentes até mesmo se a relação entre as variáveis não forem cointegradas, visto que, em painel, a dimensão dos dados em transversais atenua o ruído nos dados em séries de tempo.

Vale ressaltar ainda que o método de estimação empregado foi o de Mínimos Quadrados Generalizados (GLS), visando corrigir a presença de heterocedasticidade em dados transversais.

Dessa forma, a produtividade total é calculada usando-se as ponderações extraídas da estimação das equações (5) e (6), isto é,

$$(25) \quad PTF_t = \ln y_t - \alpha \ln k_t - \beta \ln L_t \quad e$$

$$(26) \quad PTF_t = \ln y_t - \alpha \ln k_t - \beta \ln HL_t.$$

onde PTF é a Produtividade Total dos Fatores.

A segunda etapa deste trabalho consiste em determinar a elasticidade da PTF em relação aos investimentos em infra-estrutura (saneamento, transporte e energia elétrica) e ao estoque de capital humano, com base nos dados relativos ao período 1986-1995<sup>2</sup>, para 17 estados brasileiros. A equação que será estimada toma a seguinte forma:

$$(27) \quad \ln PTF_t = \gamma \ln H_t + \chi \ln S_t + \varphi \ln T_t + \psi \ln E_t + \sum_{i=1}^{17} t_i + \varepsilon_t$$

onde  $H$  é o estoque de capital humano,  $S$ ,  $T$  e  $E$  referem-se aos investimentos em saneamento, transporte e energia, respectivamente.  $\gamma$ ,  $\chi$ ,  $\varphi$  e  $\psi$  são as elasticidades da produtividade total dos fatores em relação ao capital humano, saneamento, transporte e energia elétrica, respectivamente. Novamente, os  $t_i$ 's denotam as "dummies".

Na estimação da equação (27), foram utilizados dados em painel e as variáveis estão em logaritmos. As "dummies" servem para capturar o efeito temporal. Novamente, o método de estimação empregado foi o de Mínimos Quadrados Generalizados (GLS), acrescentando-se efeitos fixos para distinguir entre os coeficientes individuais de cada estado.

<sup>2</sup> Os dados de infra-estrutura só estavam disponíveis até 1995 e foram obtidos na Secretaria do Tesouro Nacional. Os dados dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Santa Catarina foram descartados, visto que apresentam séries bastante incompletas. O estado do Rio Grande do Norte não foi considerado, visto que não havia dados existentes vindos da mesma fonte. Os estados analisados foram: Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná e Rio Grande do Sul, Goiás, Ceará, Bahia, Alagoas, Pernambuco, Sergipe, Maranhão, Paraíba, Piauí, Amazonas e Pará.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISES

Inicialmente, destaca-se a obtenção das elasticidades do produto em relação ao capital e ao trabalho a partir da estimação da função de produção Cobb-Douglas, uma sem a inclusão do estoque de capital humano e a outra com a inclusão mas de forma indireta, atuando como uma ponderação da força de trabalho e cuja variável denomina-se “trabalho qualificado”. As variáveis utilizadas estão na forma de logaritmo. As Tabelas 2 e 3 mostram as elasticidades obtidas nas duas estimações:

**Tabela 2**

<b>Resultado da Análise de Regressão s/ Capital Humano - Var. dependente: Y - 1986-98</b>					
<b>Variáveis</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Desvio-padrão</b>	<b>t-estatístico</b>	<b>Probabilidade</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
K	0.544351	0.045473	11.97077	0.0000	0.72
L	0.182323	0.075037	2.429786	0.0157	

Fonte: Elaboração feita pelo autor usando o Software Eviews 3.1.

**Tabela 3**

<b>Resultado da Análise de Regressão c/ Capital Humano - Var. dependente: Y - 1986-98</b>					
<b>Variáveis</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Desvio-padrão</b>	<b>t-estatístico</b>	<b>Probabilidade</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
K	0.462302	0.051398	8.994478	0.0000	0.73
LH	0.230223	0.058658	3.924968	0.0001	

Fonte: Elaboração feita pelo autor usando o Software Eviews 3.1.

Tanto para a estimação sem estoque de capital humano quanto para o caso em que foi inserido, o valor do coeficiente de determinação ajustado foi de 0.72 e 0.73, respectivamente. Portanto, estas medidas informam que 72% e 73% das variações na taxa de crescimento do produto são explicadas pelas variáveis presentes nos dois modelos, isto é, ambos apresentam um razoável poder de explicação do comportamento do produto no período analisado.

Através da tabela 2, verifica-se que a elasticidade do produto em relação ao capital é de 0,54, ou seja, um aumento de 10% no estoque de capital aumentaria o produto em 5,4%. Quanto ao trabalho, a elasticidade obtida indica que um aumento de 10% na força de trabalho resultaria num aumento de 1,8%. Verifica-se, pela tabela 3, que a elasticidade do produto em relação ao capital, ao considerar a variável trabalho qualificado, é de 0,46. Isso significa que um aumento de 10% no estoque de capital aumentaria o produto em 4,6%. Quanto ao trabalho qualificado, a elasticidade obtida indica que um aumento de 10% nesta variável resultaria num aumento de 2,3% do produto.

Pode-se observar que a elasticidade do produto em relação ao capital é três vezes maior que a elasticidade do produto em relação ao trabalho (sem ponderar o trabalho pelo capital humano). Quando o trabalho qualificado é incluído na função de produção, a elasticidade do produto em relação ao capital é somente duas vezes maior.

Segundo De Long (1996), a diferença entre as elasticidades do produto em relação ao capital e ao trabalho seria devida às externalidades geradas em prol do investimento — infra-estrutura, pesquisa e desenvolvimento, capital humano ou máquinas e equipamentos — o que faria com a participação do capital na função de produção fosse substancialmente maior que 0.4, elasticidade encontrada na usual especificação do modelo de Solow (1956). Entretanto, De Long (1996), afirma que "a elasticidade do produto em relação ao capital não poderia ultrapassar 0.67, sob pena de gerar trajetórias explosivas para o produto". Nesse sentido, a elasticidade obtida (0.54 e 0.46 para as duas estimações) situa-se nesse intervalo.

Com base nas elasticidades do produto em relação aos insumos, obteve-se a produtividade total dos fatores para cada um dos estados e a sua contribuição para o

crescimento do produto, calculada usando-se as variáveis logaritimizadas em índice e pela substituição das elasticidades obtidas, de forma que reescrevemos as equações (25) e (26),

$$(28) \quad \log TFP_t = \log Y_t - 0,544 \log K_t - 0,182 \log L_t$$

$$(29) \quad \log TFP_t = \log Y_t - 0,462 \log K_t - 0,230 \log HL_t$$

para as duas estimativas (sem capital humano e com o trabalho qualificado, HL). Utilizar uma única elasticidade para todos os estados em análise pode ser realmente uma hipótese forte, visto que, nesta análise, encontram-se estados bastantes distintos, como, por exemplo, São Paulo e Piauí. Entretanto, como o período em questão é relativamente curto – 1986-98 – o processo de estimação de funções de produção individuais não geraria resultados tão robustos, o que conduz à estimação de uma elasticidade “representativa” para todos os estados.

A primeira resposta que a estimação das equações acima proporciona é a de quais estados brasileiros apresentam maior produtividade total dos fatores, bastando substituir os valores do produto, capital e do trabalho para cada ano e para cada estado. Em seguida, soma-se as produtividades e divide pelo número de anos da amostra, resultando na produtividade total média.

Nesse sentido, a tabela 4 mostra o ordenamento ou "rank" da produtividade total dos fatores média durante o período 1986-1998 para 21 estados brasileiros, tanto para a função de produção agregada sem capital humano quanto para aquela em que o trabalho qualificado é inserido. Ressalta-se que os valores estavam em índice (base=1986) e foram colocadas sob a forma de logaritmo, significando que o limite máximo para a produtividade encontrada seria 2,000.

Inicialmente, pode-se observar que as posições no "rank" da produtividade média não se alteram significativamente quando se insere o trabalho qualificado na função de produção, com exceção para a troca de posições importantes entre os estados de Pernambuco e São Paulo e entre Espírito Santo e Minas Gerais.

Outra informação é a presença de Pernambuco figurando em primeiro e segundo lugares dentre os 21 estados brasileiros analisados para as duas estimativas.

Entretanto, embora esteja nessa posição, é preciso observar qual a contribuição da produtividade para o crescimento do produto no estado, pois caso esta seja pequena, o impacto de sua alta produtividade seria minimizado, razão que, talvez, serviria para explicar a baixa taxa de crescimento do produto apresentada nesse período, 1,3%.

Tabela 4.

<b>Ordenamento da Produtividade Total dos Fatores (PTF) - Log-índice (média)</b>			
<b>Função de Produção sem Capital Humano</b>		<b>Função de Produção com Capital Humano</b>	
<b>Estados</b>	<b>Produtividade</b>	<b>Estados</b>	<b>Produtividade</b>
1. Pernambuco	0.609	1. São Paulo	0.674
2. São Paulo	0.605	2. Pernambuco	0.672
3. Rio de Janeiro	0.602	3. Rio de Janeiro	0.671
4. Espírito Santo	0.592	4. Minas Gerais	0.661
5. Minas Gerais	0.591	5. Espírito Santo	0.657
6. Santa Catarina	0.574	6. Santa Catarina	0.647
7. Paraná	0.563	7. Paraná	0.637
8. Piauí	0.555	8. Paraíba	0.628
9. Paraíba	0.552	9. Piauí	0.628
10. Rio Grande do Sul	0.551	10. Ceará	0.628
11. Ceará	0.551	11. Rio Grande do Sul	0.621
12. Mato Grosso	0.541	12. Mato Grosso	0.621
13. Amazonas	0.530	13. R. Grande do Norte	0.603
14. R. Grande do Norte	0.528	14. Amazonas	0.602
15. Maranhão	0.516	15. Maranhão	0.592
16. Bahia	0.510	16. Pará	0.584
17. Goiás	0.508	17. Goiás	0.583
18. Pará	0.500	18. Bahia	0.561
19. Mato Grosso do Sul	0.471	19. Mato Grosso do Sul	0.551
20. Sergipe	0.389	20. Sergipe	0.464
21. Alagoas	0.369	21. Alagoas	0.461

Fonte: Elaboração feita pelo autor.

Constatação relevante é a presença dos quatro estados do Sudeste dentre as cinco primeiras posições em ambas as estimativas. Esse quadro vem confirmar a literatura do crescimento, a qual afirma que países ou estados mais desenvolvidos possuiriam maior produtividade total dos fatores, como é o caso dos Estados Unidos e Japão, (Solow, 1957). Importante também são as posições de estados como Paraná e Santa Catarina, onde apenas



se alteram suas posições em ambas as estimativas e figuram sempre entre os dez estados brasileiros de maior produtividade.

Percebe-se que dentre as dez últimas posições no "rank" da produtividade, seis são ocupadas por estados do Nordeste, inclusive as duas últimas posições, Sergipe e Alagoas, respectivamente. Embora Pernambuco, Piauí e Paraíba, todos estados do Nordeste, apareçam em posições de destaque, os dados mostram a situação precária da região em termos de produtividade, confirmando novamente a literatura de crescimento, a qual afirma que regiões menos desenvolvidas possuem baixos índices de produtividade.

De posse dos dados relativos ao ordenamento da produtividade, pode-se fazer uma análise por regiões, como se vê na tabela 5. É possível observar que a posição entre os estados também não se altera significativamente quando se insere o trabalho qualificado na função de produção. Pode-se verificar que, dentre os estados do Sudeste, São Paulo ocupa a primeira posição em ambas as estimativas, seguido de perto pelo Rio de Janeiro. Em seguida ocorre apenas uma troca de posição entre Minas Gerais e Espírito Santo, como já foi dito na análise referente à tabela 4. Observa-se também que a região Sudeste apresenta a maior média entre as regiões em ambas as estimativas. Porém, a diferença para a região Sul, segunda colocada, reduz-se em termos relativos quando o trabalho qualificado é inserido na função de produção.

Na região Sul, a liderança fica para o estado de Santa Catarina, seguido por Paraná e Rio Grande do Sul. A região figura na segunda posição em relação à média, próximo ao Sudeste e mais distante da região Norte, terceira colocada. Embora seja representada por apenas 2 estados, a região Norte apresenta a liderança do Amazonas, seguido mais distante pelo estado do Pará. Em termos de média, a região Norte situa-se na terceira posição dentre as regiões brasileiras.

Na região Centro-Oeste, o estado do Mato Grosso aparece na primeira colocação, bem à frente de Goiás, o segundo colocado. Na terceira posição está o estado de Mato Grosso do Sul. A região aparece como a quarta colocada, em termos de média, apesar de apresentar uma média superior a da região Nordeste quando da estimativa sem capital humano na função de produção. Entretanto, ao se inseri-lo, a vantagem da região Centro-

Oeste em relação ao Nordeste é bem maior, fazendo com que o Nordeste ocupe, no geral, a última colocação.

Tabela 5

Ordenamento da Produtividade Total dos Fatores (PTF) – Log-índice (média) - Região			
Função de Produção sem Capital Humano		Função de Produção com Capital Humano	
Regiões	Produtividade	Regiões	Produtividade
<b>Sudeste</b>		<b>Sudeste</b>	
1. São Paulo	0.605	1. São Paulo	0.674
2. Rio de Janeiro	0.602	2. Rio de Janeiro	0.671
3. Espírito Santo	0.592	3. Minas Gerais	0.661
4. Minas Gerais	0.591	4. Espírito Santo	0.657
<b>Média</b>	<b>0.597</b>	<b>Média</b>	<b>0.653</b>
<b>Sul</b>		<b>Sul</b>	
1. Santa Catarina	0.574	1. Santa Catarina	0.647
2. Paraná	0.563	2. Paraná	0.637
3. Rio Grande do Sul	0.551	3. Rio Grande do Sul	0.621
<b>Média</b>	<b>0.562</b>	<b>Média</b>	<b>0.635</b>
<b>Nordeste</b>		<b>Nordeste</b>	
1. Pernambuco	0.609	1. Pernambuco	0.672
2. Piauí	0.555	2. Paraíba	0.628
3. Paraíba	0.552	3. Piauí	0.628
4. Ceará	0.551	4. Ceará	0.628
5. R. Grande do Norte	0.528	3. Rio Grande do Norte	0.603
6. Maranhão	0.516	4. Maranhão	0.592
7. Bahia	0.510	5. Bahia	0.561
8. Sergipe	0.389	6. Sergipe	0.464
9. Alagoas	0.369	7. Alagoas	0.461
<b>Média</b>	<b>0.507</b>	<b>Média</b>	<b>0.581</b>
<b>Centro-Oeste</b>		<b>Centro-Oeste</b>	
1. Mato Grosso	0.541	1. Mato Grosso	0.621
2. Goiás	0.508	2. Goiás	0.583
3. Mato Grosso do Sul	0.471	3. Mato Grosso do Sul	0.571
<b>Média</b>	<b>0.506</b>	<b>Média</b>	<b>0.591</b>
<b>Norte</b>		<b>Norte</b>	
1. Amazonas	0.530	1. Amazonas	0.602
2. Pará	0.500	2. Pará	0.584
<b>Média</b>	<b>0.515</b>	<b>Média</b>	<b>0.593</b>

Fonte: Elaboração feita pelo autor.

Na região Nordeste, a primeira posição é ocupada pelo estado de Pernambuco com grande diferença para o segundo colocado, Piauí, em ambas as estimativas. Destacam-se os dois últimos estados, Sergipe e Alagoas, devido à diferença da PTF em relação aos outros estados da região, todos com valores bem próximos entre si, com exceção para Pernambuco. Percebe-se que os estados de Sergipe e Alagoas contribuem significativamente para que a região Nordeste figure como a última colocada entre as regiões brasileiras em se tratando da média das produtividades.

A observação de qual estado ou região brasileira apresenta a maior produtividade seria apenas parcial no sentido de se fazer uma análise mais consistente da verdadeira importância da PTF. Portanto, faz-se necessário verificar a sua participação na taxa de crescimento do produto, o que pode ser verificado no gráfico 1. Esta medida foi obtida através da razão entre a taxa de crescimento da produtividade e da taxa de crescimento do Produto Interno Bruto para cada estado, sendo consideradas a média de ambas as variáveis.

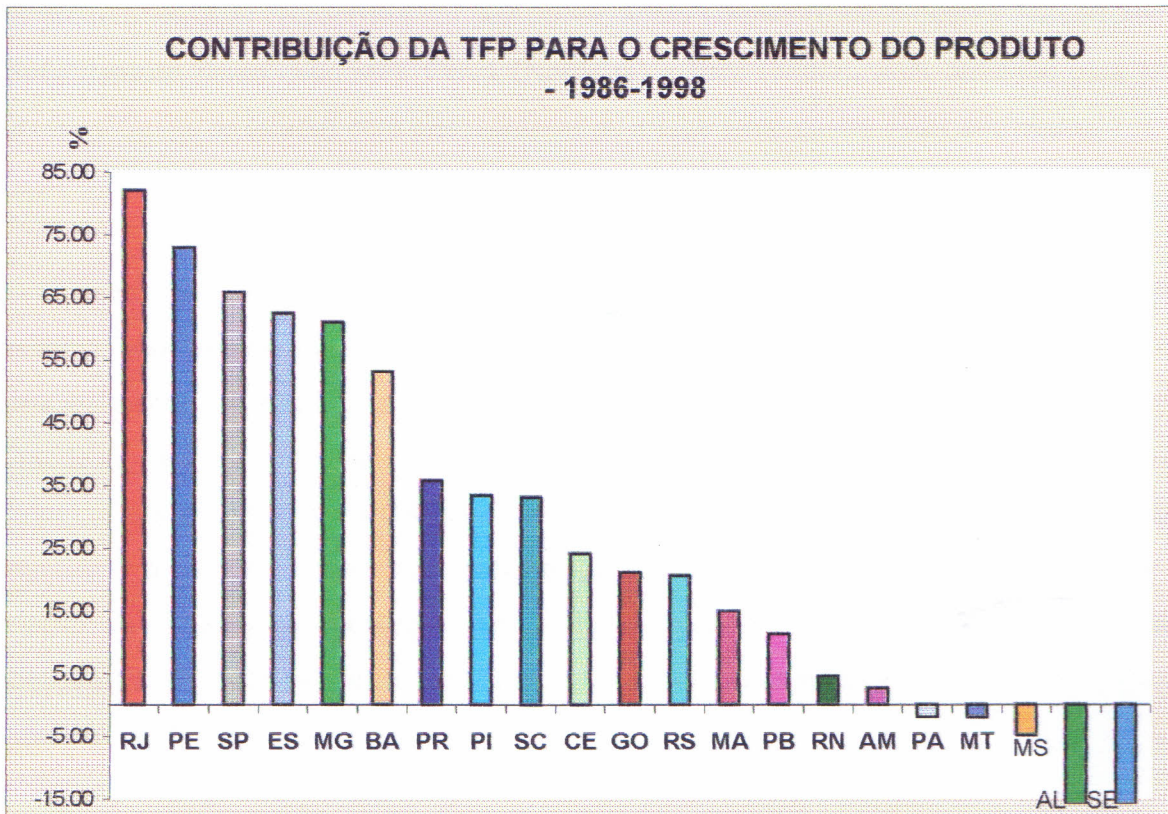
Inicialmente, pode-se observar o estado do Rio de Janeiro ocupando a primeira posição dentre os 21 estados brasileiros, com 79,0% de contribuição. Embora pareça alto demais, resultados tão expressivos são encontrados na literatura. Em Nabende et alii (2000), a contribuição da PTF para o crescimento do produto no Japão foi de 61,0% no período 1990-97 e, em Solow (1957), o percentual é de mais de 80% para a economia americana, tendo ambos os países um alto nível educacional. Cabe ressaltar que, de acordo com os dados utilizados de anos de estudo médio da população ocupada de 1986-98, o Rio de Janeiro é estado com a maior média dentre os pesquisados.

Percebe-se também que os quatro estados da região sudeste ocupam as quatro primeiras posições, confirmando o que a literatura de crescimento econômico sustenta: regiões mais desenvolvidas apresentariam maior produtividade e esta influenciaria em grande parte no crescimento do produto.

Observa-se a presença de quatro estados do Nordeste (Piauí, Bahia, Ceará e Pernambuco) dentre os dez estados com maiores participações da produtividade em relação ao crescimento. Pernambuco figura como o estado que, além de ter a maior produtividade, é o segundo estado cuja PTF mais contribui para o crescimento do produto. Ocupando as mesmas posições (em sentido inverso) que na Tabela 4, estão os estados de Alagoas e Sergipe, ambos

ostentando uma significativa contribuição negativa da produtividade para o crescimento do produto.

Gráfico 1



Fonte: Elaboração feita pelos autor.

Os estados da região Centro-Oeste (com exceção de Goiás) figuram entre os quais a contribuição da produtividade é bem pequena, chegando a apresentar uma contribuição negativa para o caso de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Resultados negativos também foram encontrados para a América Latina e África por Senhadji (1999).

Em seguida, analisa-se a contribuição do capital, do trabalho e da produtividade total dos fatores para o crescimento do produto por regiões, através da Tabela 6. Tais contribuições foram obtidas através das razões entre taxa de crescimento do capital e taxa de crescimento do Produto Interno Bruto e entre a taxa de crescimento da força de trabalho e taxa de crescimento do produto, sendo consideradas a média das variáveis. Essa análise é de suma importância, pois permite identificar os principais determinantes do

crescimento econômico dos estados neste período, facilitando a elaboração de políticas que pretendam estimular o desenvolvimento destes estados.

Pode-se observar que os estados que apresentaram a maior taxa de crescimento do produto em suas respectivas regiões foram: Mato Grosso (Centro-Oeste), Santa Catarina (Sul), Espírito Santo (Sudeste), Ceará (Nordeste) e Pará (Norte), com destaque para Mato Grosso e Ceará, os estados com maiores taxas de crescimento dentre os 21 analisados.

É direta a percepção de que a contribuição do capital para a taxa de crescimento do produto é, em todos os estados, bastante superior à contribuição dada pelo trabalho, acentuando-se mais naqueles estados onde a contribuição da PTF é bem pequena e principalmente negativa. Em pelo menos 11 estados (Goiás, Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Ceará, Piauí e Bahia), a contribuição da produtividade total dos fatores (PTF) ao crescimento do produto é superior à contribuição dada pelo trabalho, justificando a baixa elasticidade encontrada em relação ao produto na estimação sem incluir capital humano. Pode-se constatar que a contribuição do trabalho para o crescimento do produto nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro é inferior a 3%.

Observa-se que a contribuição da produtividade total dos fatores para o crescimento do produto é maior nos estados mais desenvolvidos, enquanto que nos estados do Nordeste, por exemplo, a contribuição do capital é bastante superior à contribuição da PTF, o que pode ser proveniente de políticas que tendem a subsidiar o capital ao longo do tempo.

Embora os estados do Nordeste tenham apresentado altas taxas de crescimento do produto neste período, poderia-se concluir que continuar investindo em capital seria realmente uma forma de impulsionar, com sucesso, o crescimento econômico. Entretanto, seria preciso verificar quais os custos da atração de investimentos sobre a arrecadação dos estados, os quais são normalmente baseados em subsídios e incentivos fiscais, auxiliando mais os proprietários do capital do que os trabalhadores. Devido a grande mobilidade deste capital, estes investimentos poderiam sair dos estados facilmente em decorrência de qualquer política de tributação diferente dos moldes existentes quando da sua chegada, de forma que o governo poderia ficar de mãos amarradas ao adotar esta política continuamente. Portanto, investir em fatores que aumentem a produtividade poderia, provavelmente, ser menos oneroso

para estes estados e os efeitos seriam permanentes, daí surgindo a motivação para se investigar quais seriam os fatores determinantes da PTF nos estados.

Tendo mensurado a produtividade total dos fatores em 21 estados brasileiros e a sua contribuição para o crescimento do produto (a contribuição das PTF's por regiões se encontram no Apêndice 1), será feita a análise da influência dos investimentos em infraestrutura e em educação sobre a PTF em 17 estados brasileiros no período 1986-95.

**Tabela 6**

**Decomposição da Taxa de Crescimento do Produto (%) – Média (1986-98) / Regiões**

Regiões	Produto	Capital	Trabalho	Produtividade
<b>Sudeste</b>				
Espírito Santo	4.80	1.30	0.50	3.00
Minas Gerais	4.10	1.20	0.40	2.50
São Paulo	3.80	1.20	0.10	2.50
Rio de Janeiro	3.90	0.70	0.10	3.10
<b>Centro-Oeste</b>				
Mato Grosso	5.80	5.02	0.88	- 0.10
Mato Grosso do Sul	4,10	3,88	0.48	- 0.26
Goiás	3.27	2.25	0.33	0.69
<b>Sul</b>				
Santa Catarina	4.30	2.44	0.44	1.42
Paraná	4.20	2.40	0.30	1.50
Rio Grande do Sul	3.40	2.30	0.40	0.70
<b>Nordeste</b>				
Ceará	5.40	3.70	0.40	1.30
Piauí	5.10	3.00	0.40	1.70
Rio Grande do Norte	4.40	3.60	0.60	0.20
Paraíba	4.40	3.40	0.50	0.50
Maranhão	4.00	2.70	0.70	0.60
Sergipe	0.70	3.10	0.60	- 3.00
Bahia	3.20	1.10	0.50	1.70
Alagoas	1.00	2.10	0.50	- 1.50
Pernambuco	3.70	0.70	0.30	2.70
<b>Norte</b>				
Pará	5.20	4.50	0.80	-0.10
Amazonas	3.70	3.00	0.60	0.10

Fonte: Elaboração feita pelo autor.

### 3.1 Infra-estrutura e Capital humano como determinantes da PTF - Resultados

Determinar a elasticidade da PTF em relação aos investimentos em infra-estrutura (representadas por gastos em saneamento, transporte e energia elétrica) e ao estoque de capital humano com base nos dados relativos ao período 1986-1995, consiste na segunda etapa requerida para o alcance do objetivo deste trabalho.

Vale ressaltar que a PTF utilizada foi a obtida através da estimação da função de produção sem capital humano, a fim de evitar possíveis distorções nos resultados, visto que incluímos capital humano no lado direito da equação. Utilizando dados em painel, variáveis em números-índices logaritimizadas e o método de estimação de Mínimos Quadrados Generalizados (GLS), além de acrescentar efeitos fixos para distinguir entre coeficientes individuais de cada estado, obtivemos o seguinte resultado:

**Tabela 8**

<b>Resultado da Análise de Regressão – Variável Dependente: PTF – 1986-95</b>					
<b>Variáveis</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Desvio-padrão</b>	<b>t-estatístico</b>	<b>Probabilidade</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
S	0.030757	0.009766	3.149455	0.0021	0.99
T	0.046669	0.020996	2.222782	0.0282	
E	0.018666	0.003764	4.959177	0.0000	
H	0.330347	0.114419	2.887161	0.0046	

Fonte: Elaboração feita pelo autor usando o Software Eviews 3.1.

Pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) encontrado, verifica-se uma alto poder de explicação das variáveis independentes (estoque de capital humano, gastos em saneamento, transporte e energia elétrica) acerca da variável dependente (produtividade total dos fatores).

<sup>3</sup> As variáveis energia elétrica e transporte foram estimadas com "lags" de 3 e 4, respectivamente, por gerarem melhores resultados na estimação.

De acordo com os resultados acima, pode-se verificar que todos as elasticidades são significativas e aparecem com sinais positivos. Isso reflete a importância das variáveis de infra-estrutura em questão para o aumento da produtividade e, conseqüentemente, do crescimento do produto, principalmente em relação aos gastos em saneamento. Pode-se observar também a importância da variável estoque de capital humano, representada pelos anos de estudo médio da população ocupada, visto que esta apresenta elasticidade significativa, sinal positivo e figurando como a variável de maior elasticidade dentre as variáveis estimadas, com coeficiente de 0.33, indicando que o aumento de 10% nos anos de estudo médio da população ocupada aumentaria em 3,3% a produtividade, confirmando a variável estoque de capital humano como um dos influentes determinantes da PTF.

Em seguida, analisa-se a contribuição das variáveis de infra-estrutura (saneamento, transporte e energia elétrica) e do estoque de capital humano para a Produtividade Total dos Fatores (PTF) média relativa ao período de 1986-1995. Substituindo as elasticidades obtidas na tabela 8, reescreve-se a equação (10) da seguinte forma:

$$(29) \quad \ln PTF_t = 0.330 \ln H_t + 0.046 \ln S_t + 0.030 \ln T_t + 0.018 \ln E_t + \sum_{i=1}^{17} t_i + \epsilon_t$$

Em seguida, basta substituir os valores da produtividade, capital humano, saneamento, transporte e energia elétrica para cada ano e para cada estado, multiplicando-os pelas suas respectivas elasticidades. Assim, tem-se a contribuição de cada variável para a produtividade total dos fatores dividindo estes produtos pela PTF, conforme se vê na tabela 8 abaixo.

Pode-se observar que a contribuição do estoque de capital humano, representado pelos anos médios de estudo da população ocupada, é sempre muito superior à contribuição das variáveis de infra-estrutura, a saber, saneamento, transporte e energia elétrica. Em termos nacionais, os estados nos quais a contribuição da educação é maior para a produtividade média são, em ordem decrescente: Alagoas, Sergipe, Maranhão, Goiás, Pará, Piauí e Ceará. Em relação aos estados que menos contribuem, aparecem, em ordem decrescente: Rio de Janeiro, São Paulo, Pernambuco, Espírito Santo, Bahia, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná.



Vale ressaltar que a soma das contribuições destas variáveis para a produtividade média deve levar em consideração também a contribuição dos efeitos fixos de cada estado, ou seja, a produtividade que cada estado trás consigo devido a fatores climáticos, locacionais, etc... Nesse caso, a soma das contribuições alcançaria 100%. Os valores dos efeitos fixos podem ser observados no apêndice 3.

**Tabela 8**

<b>Contribuição das Variáveis de Infra-estrutura e da Educação para a Produtividade Total dos Fatores (%) – Média do Período 1986-95 – Regiões</b>				
<b>Regiões</b>	<b>Saneamento</b>	<b>Transporte</b>	<b>Energia Elétrica</b>	<b>Educação</b>
<b>Sudeste</b>				
Espírito Santo	1.94	2.22	5.07	32.70
Minas Gerais	1.64	3.07	5.04	33.30
São Paulo	1.70	3.02	5.00	32.77
Rio de Janeiro	1.40	3.40	4.80	32.40
<b>Centro-Oeste</b>				
Goiás	1.43	2.71	4.76	34.28
<b>Sul</b>				
Paraná	1.34	2.69	4.33	33.83
Rio Grande do Sul	1.72	2.91	4.65	33.75
<b>Nordeste</b>				
Ceará	2.56	2.53	5.52	34.15
Piauí	1.98	2.20	4.80	34.26
Paraíba	1.96	3.15	5.13	33.61
Maranhão	1.57	3.46	5.23	34.77
Sergipe	1.73	3.12	4.21	37.55
Bahia	1.63	2.85	4.34	33.20
Alagoas	1.65	3.49	5.47	38.79
Pernambuco	1.56	2.55	4.59	32.88
<b>Norte</b>				
Amazonas	1.88	2.81	5.00	34.13
Pará	1.90	2.84	5.04	34.46

Fonte: Elaboração feita pelo autor.

Estas posições mostram algumas situações interessantes. Primeiro, de acordo com o apêndice 4, os estados com menos anos de estudo médio apresentam-se como aqueles em que a educação mais contribui para a produtividade total dos fatores. Segundo, os estados que possuem mais anos de estudo médio em sua população ocupada (com a exceção de Pernambuco e Bahia), figuram dentre aqueles cuja educação contribui menos para a produtividade média.

Entretanto, conforme é possível observar no apêndice 3, os estados que possuem os menores coeficientes em relação aos efeitos fixos são justamente aqueles cuja contribuição da educação para a produtividade é maior. Isso significa que, o fato de partirem com produtividades muito baixas devido a condições exógenas citadas anteriormente, faz com a educação tenha um efeito maior para estes estados, ou seja, tenha realmente um papel relevante na determinação da produtividade.

Pode-se observar que os estados cuja contribuição da educação para a produtividade é menor são justamente aqueles que possuem os maiores coeficientes em relação aos efeitos fixos. Fazendo o raciocínio de forma análoga, isso pode significar que, o fato destes estados possuírem produtividades altas independente de outros fatores, talvez faça com que sejam menos dependentes da educação em relação aos outros estados (cujos efeitos fixos são menores), para a determinação da produtividade.

Outra questão importante é que, dentre as variáveis de infra-estrutura, saneamento apresenta como tendo a menor contribuição para a produtividade, embora tenha a maior elasticidade que as variáveis transporte e energia elétrica. Além disso, a variável energia elétrica, embora apresente a menor elasticidade, figura como sendo a que mais contribui para a produtividade média dos estados, excetuando a educação.

Na verdade, uma elasticidade maior de determinada variável significa apenas que maiores externalidades serão geradas para a produtividade quando a mesma tiver alguma variação, não tendo necessariamente que contribuir mais, em termos percentuais, que as outras variáveis para a determinação da PTF.

Em uma análise um pouco mais acurada, pode-se observar que os estados cujas variáveis de infra-estrutura mais contribuem, em termos percentuais, para a produtividade

média são, em ordem decrescente: Ceará e Alagoas (10,62%), Paraíba (10,24%), Maranhão (10,26%) e Pará (9,78%). Por outro lado, os estados cujas variáveis de infra-estrutura menos contribuem para a produtividade são, em ordem decrescente: Paraná (8,36%), Bahia (8,82%), Goiás (8,90%) e Sergipe (9,06).

Em se tratando de análises individuais de cada estado, pode-se destacar a posição dos estados de Alagoas, Ceará e Piauí. Alagoas figura como o estado que mais contribui para a produtividade em duas variáveis, a saber, transporte e educação, embora apareça numa posição bastante ruim em termos de contribuição do setor de saneamento. Quanto ao Ceará, este figura como o estado que mais contribui para a produtividade em duas variáveis de infra-estrutura, saneamento e energia elétrica. Entretanto, em relação ao transporte, aparece como o 3º pior estado em termos de contribuição. Em relação ao Piauí, o estado figura como o 2º melhor estado dentre os analisados em contribuição da variável saneamento para a produtividade e ao mesmo tempo aparece como o 2º pior estado em contribuição da variável transporte para a produtividade total dos fatores.

### 3.2. Simulações

O principal motivo de se investigar os determinantes do crescimento do produto e da produtividade em países e/ou regiões é a possibilidade de se gerar uma base de informações que contribua efetivamente para a elaboração de políticas públicas pelas autoridades governamentais em prol do desenvolvimento econômico. Nesse sentido, esta seção refere-se à geração desta base a partir de simulações feitas com os resultados obtidos nas seções anteriores, principalmente em relação à educação.

Particularmente, serão feitas duas simulações. A primeira consiste em observar o aumento da taxa de crescimento do produto em decorrência de um aumento de 50% nos anos de estudo médio da população ocupada em todos os estados. A segunda simulação refere-se a verificação do aumento da taxa de crescimento do produto, caso os estados alcançassem um nível de escolaridade relativo a 12 anos médios de estudo, padrão inerente aos países do leste asiático e aos Estados Unidos. Ressalta-se que, nesta simulação, utiliza-se apenas efeitos parciais gerados pela variação do nível de escolaridade.

Estas simulações são feitas a partir das seguintes equações:

$$(30) \quad Y^S \% = [1 + (\Omega \times \Theta \times \Delta E \%)] \times \%Y$$

onde  $Y^S$  é a taxa de crescimento do produto após a simulação,  $\Omega$  é a contribuição da PTF para o crescimento do produto,  $\Theta$  representa a elasticidade da PTF em relação à educação,  $\Delta E\%$  é o aumento nos anos de estudo médio da população e  $Y\%$  é a taxa de crescimento do produto no período 1986-95 sem simulação. Para se obter a variação na taxa de crescimento do produto decorrente do aumento nos anos de estudo médio, usou-se a seguinte equação:

$$(31) \quad \Delta Y^S \% = \left[ \frac{\%Y^S - \%Y}{\%Y} \right] \times 100$$

sendo  $\Delta Y^S\%$  a variação na taxa de crescimento do produto após a simulação. Os resultados para as duas simulações podem ser observados na tabela 9.

Em relação à primeira simulação, percebe-se que os estados do Sudeste obtêm os maiores aumentos percentuais na taxa de crescimento do produto em decorrência do aumento de 50% dos anos médios de estudo da população ocupada, sendo o estado do Rio de Janeiro a ocupar a 1ª posição, com um aumento de 12,88%. Embora a elasticidade da PTF com relação à educação neste estado seja a menor dentre os estados do Sudeste, a contribuição da PTF para o produto é de 79%, sendo responsável, portanto, por esta alta variação relativa do crescimento do produto.

Observa-se nos estados do Nordeste que o efeito na taxa de crescimento do produto provocado pelo elevação dos anos médios de estudo figuram entre os menores dentre a amostra em questão. O estado da Paraíba, por exemplo, caso aumentasse seu nível educacional em 50% obteria um aumento na taxa de crescimento de apenas 1,91%, assim como o Maranhão, que alcançaria um pequeno aumento de 2,61%. O motivo para resultados tão modestos pode ser decorrência do baixo nível da produtividade total dos fatores para o crescimento do produto (11% e 15%, respectivamente) e não da elasticidade da PTF com relação à educação, visto que suas elasticidades são ainda maiores que as apresentadas pelos estados do Sudeste (Maranhão possui a 3ª maior elasticidade dentre os estados analisados). Se

estes estados tivessem um maior nível educacional, produtividade seria mais elevada e, conseqüentemente, esta contribuiria mais para o crescimento do produto.

Tabela 9

<b>Evolução do Estoque de Capital Humano X Evolução da Taxa de Crescimento do Produto - Simulações – Média (1986-95) / Regiões</b>				
<b>Regiões</b>	<b>Taxa de crescimento do PIB</b>	<b>Anos médios de estudo</b>	<b>Aumento percentual na Taxa de crescimento do PIB após 50% de aumento nos anos médios de estudo</b>	<b>Aumento percentual na Taxa de crescimento do PIB tendo os estados 12 anos médios de estudo</b>
<b>Sudeste</b>				
Espírito Santo	4.80	4.78	10.22	30.87
Minas Gerais	4.10	4.76	10.15	30.94
São Paulo	3.80	5.55	10.78	25.10
Rio de Janeiro	3.90	5.87	12.88	26.89
<b>Centro-Oeste</b>				
Goiás	3.27	4.48	3.62	12.16
<b>Sul</b>				
Paraná	4.20	4.73	6.04	18.57
Rio Grande do Sul	3.40	5.42	3.47	8.45
<b>Nordeste</b>				
Ceará	5.40	3.61	4.11	21.90
Piauí	5.10	3.17	5.71	35.88
Paraíba	4.40	3.83	1.91	8.97
Maranhão	4.00	3.28	2.61	15.82
Pernambuco	3.70	4.14	12.00	50.50
Bahia	3.20	3.65	8.80	44.05

Fonte: Elaboração feita pelo autor.

Os estados do Nordeste que alcançariam as maiores taxas de crescimento do produto seriam Pernambuco (12,00%), seguido pela Bahia (8,80%), Piauí (5,71%) e Ceará (4,11%), resultados realmente consideráveis, visto que o estado como Rio Grande do Sul, possuidor de alto nível de escolaridade, alcançaria apenas 3,47%. Esse desempenho em

termos de elevação na taxa de crescimento do produto em Alagoas poderia ser explicado pela contribuição da PTF para o crescimento do produto (a maior dentre os estados do Nordeste) e pela elasticidade da PTF em relação à educação (a maior dentre todos os estados analisados e igual à apresentada por Pernambuco). O estado do Ceará embora apresente a 2º maior contribuição da PTF para o produto, figura também como a 2º pior elasticidade na região Nordeste.

Em relação à segunda simulação, ou seja, elevando os anos de estudo médios da população ocupada para 12 anos, nível existente em países desenvolvidos, os resultados tomam outra configuração, visto que os estados com menor nível educacional alcançam as maiores variações nas taxas de crescimento do produto.

O estado de Pernambuco novamente obterá uma performance melhor dentre todos os estados analisados da região Nordeste, como na simulação anterior, com 50,50% de aumento na taxa de crescimento do produto. Esta posição é condicionada principalmente a dois fatores: boa escolaridade média, mas ainda exigiria uma grande elevação no nível educacional para alcançar 12 anos de estudo médio (um aumento de 210%) e a alta contribuição da PTF para o crescimento do produto (2º lugar), embora seja relativamente baixa a elasticidade da PTF em relação à educação.

Dentre os estados do Sudeste, Minas Gerais e Espírito Santo figuram como os primeiros em termos de elevação na taxa de crescimento do produto (30,94% e 30,87%, respectivamente), ficando atrás apenas do estado de Alagoas. Em seguida, aparece Rio de Janeiro, com um aumento de 26,89%, visto que elevar o seu nível educacional não exigiria tanto esforço quanto o exigido para estes estados, pois figura como tendo a maior média em termos de anos de estudo dentre os analisados.

Os estados de Piauí e Ceará ocupam a 7ª e a 8ª posições, respectivamente, em relação ao aumento na taxa de crescimento (21,90% e 35,88%) e terceira e quarta colocações em se tratando dos estados da região Nordeste. Entretanto, a obtenção destas taxas altamente consideráveis exigiria um esforço monumental destes estados, principalmente de Piauí, o qual teria que elevar seu nível educacional em 317%, dado que possui a menor escolaridade (anos médios de estudo) dentre os estados em questão, enquanto que o Ceará necessitaria de um

aumento de 266%. Se isto fosse alcançado, estes estados teriam a maior taxa de crescimento do produto no período analisado, 6,58% para o Ceará e 6,40% para o estado do Piauí.

Com base nos resultados destas simulações, fica nítida a importância de políticas que promovam a elevação do nível educacional de toda a população, principalmente nos estados cuja elasticidade da produtividade total dos fatores em relação à educação seja maior, bem como a contribuição da PTF para o crescimento do produto. Entretanto, aumentar o nível educacional de uma população exige a elaboração de políticas cujos resultados serão somente percebidos à longo-prazo, através de um aumento contínuo da escolaridade média ao longo dos anos. Essa condição normalmente impõem sobre as autoridades governamentais a existência de projetos que ainda estarão em vigor após o término de seus mandatos, o que passa a ser considerado como inviável, dado que, na maioria das vezes, visualizar resultados apenas de curto-prazo, sendo estes de maior impacto sobre o eleitorado, não em termos de benefícios mas em relação à impressão de se estar fazendo políticas que realmente promovam o crescimento da economia. Conseqüentemente, políticas que privilegiam o capital são preferíveis pelos governos, visto que os resultados, embora omitindo uma série de desvantagens, se mostram como parecendo contribuir positivamente para o bem-estar da sociedade.

Para se ter uma noção do crescimento do produto advindo do aumento do nível de escolaridade da população, se o estado do Ceará tivesse crescido, a partir de 1986, a uma taxa de 10% ao ano em relação aos anos de estudo médio, o estado teria em 2001 um nível de escolaridade de mais de 12 anos de estudo, equivalente à segunda simulação realizada. Portanto, políticas governamentais que enfatizam a elevação do crescimento do produto, tais como as destinadas à educação, devem ter em mente que, embora os resultados sejam obtidos após alguns anos, os benefícios serão permanentes e sem custos para a população.

## CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi o de mensurar a Produtividade Total dos Fatores (PTF) e sua contribuição para o crescimento do produto entre 21 estados brasileiros no período 1986-1998, bem como analisar a importância do estoque de capital humano e das variáveis de infra-estrutura (saneamento, transporte energia elétrica) para a produtividade total dos fatores.

Na estimação das elasticidades do produto em relação ao capital e ao trabalho e, conseqüentemente, da produtividade total dos fatores (PTF), tomou-se por base a função de produção agregada neoclássica e uma função na qual o capital humano é inserido de forma indireta, gerando a variável denominada trabalho qualificado.

Os dados foram dispostos na forma de painel, acrescentando-se efeitos fixos para distinguir entre coeficientes individuais de cada estado, permitindo-se ainda efeitos de correlação transversal entre os erros das equações. A principal vantagem da estimação em painel é controlar de forma correta a heterogeneidade dos estados individuais, através do procedimento de estimação ou através da especificação do modelo. Vale ressaltar que o método de estimação empregado foi o de Mínimos Quadrados Generalizados (GLS), visando corrigir a presença de heterocedasticidade em dados transversais.

Os resultados encontrados para as elasticidades estão de acordo com os obtidos pela literatura de crescimento (embora em trabalhos com outras especificidades): 0.54 e 0.18 para a elasticidade do produto em relação ao capital e trabalho, respectivamente. Ao inserir o capital humano de forma indireta na função de produção, a participação do capital diminui e a elasticidade do produto em relação ao trabalho qualificada torna-se maior, a saber, 0.46 e 0.23, respectivamente.

Verifica-se, portanto, que a participação do capital é muito significativa no Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento. Além disso, a elasticidade do produto em relação ao trabalho qualificado mostra que o capital humano é importante para o



crescimento econômico, embora não gere uma elevação substancial, fato que também é comprovado por trabalhos anteriores.

Quanto à mensuração da produtividade total dos fatores, verifica-se que Pernambuco figura como o primeiro estado brasileiro em produtividade, seguido pelos estados do Sudeste, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais, em ordem decrescente. Ao inserir o capital humano na função de produção, os resultados confirmam as expectativas normais, a saber; São Paulo ocupando o primeiro lugar, seguido de Pernambuco, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo. Dizemos expectativas normais dado que a literatura afirma que países ou regiões mais desenvolvidas devem apresentar maiores produtividades.

Em se tratando de análises regionais, o Sudeste apresenta, na média, a maior produtividade dentre as cinco regiões, seguida pelo Sul, Norte (embora representada por apenas 2 estados), Centro-Oeste e, ocupando o último lugar, o Nordeste, que apesar da *performance* de Pernambuco, apresenta estados tais como Sergipe e Alagoas com uma pequena produtividade em termos absolutos.

Em suas respectivas regiões, os estados de São Paulo (Sudeste), Santa Catarina (Sul), Amazonas (Norte), Mato Grosso (Centro-Oeste) e Pernambuco (Nordeste) figuram na primeira colocação em se tratando de produtividade.

Em relação à contribuição da produtividade total dos fatores (PTF) para o crescimento do produto, Rio de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais, todos da região sudeste, ocupam as cinco primeiras posições. A posição do estado do Rio de Janeiro talvez possa ser justificada pelo seu alto nível educacional, figurando como o estado cuja população ocupada possui anos de estudo médio superior aos outros 20 estados pesquisados. Em segundo lugar, aparece o estado de Pernambuco.

Estados como Ceará e principalmente Mato Grosso, Pará e Rio Grande do Norte, devido as suas altas taxas de crescimento do produto ao longo do período em questão, poderiam ter obtido crescimento ainda maior, caso não apresentassem produtividade tão pequena e contribuição ainda menor para o crescimento do produto, excetuando-se o Ceará nesse último indicativo, já que ocupa o nono lugar dentre os 21 estados.

Pela decomposição da taxa de crescimento do produto, pode-se verificar que a contribuição do capital é bastante superior à contribuição do trabalho, embora nos quatro estados do Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro) e em Pernambuco, a contribuição da produtividade seja superior à contribuição dada pelo capital ao crescimento do produto.

Particularmente em estados onde a contribuição da PTF é pequena ou negativa, a diferença entre as contribuições dos insumos é acentuada, o que implica na necessidade de grandes investimentos em capital físico para promover o crescimento destes estados.

Em se tratando dos resultados obtidos ao se estimar a elasticidade da produtividade total dos fatores em relação aos investimentos em infra-estrutura, representados aqui pelos gastos em saneamento, transporte e energia elétrica, conclui-se que, como seus sinais aparecem positivos e são todos significativos, um programa de investimentos nessas três áreas em qualquer estado no Brasil contribuiria com a elevação da produtividade e do produto.

Verifica-se que, dentre as variáveis de infra-estrutura, saneamento apresenta como tendo a menor contribuição para a produtividade, embora tenha maior elasticidade que as variáveis transporte e energia elétrica. Além disso, a variável energia elétrica, embora apresente a menor elasticidade, figura como sendo a que mais contribui para a produtividade média dos estados, excetuando a educação.

Pode-se observar também a importância da variável estoque de capital humano, representada pelos anos de estudo médio da população ocupada, visto que apresenta elasticidade bastante significativa, sinal positivo e figurando como a variável de maior elasticidade dentre as variáveis estimadas.

Em relação à contribuição das variáveis de infra-estrutura e de educação para a Produtividade Total dos Fatores (PTF) média do período 1986-1995, verifica-se que os estados cujas variáveis de infra-estrutura mais contribuem, em termos percentuais são, em ordem decrescente: Ceará e Alagoas (10,62%), Paraíba (10,24%), Maranhão (10,26%) e Pará (9,78%). Por outro lado, os estados cujas variáveis de infra-estrutura menos contribuem para a

produtividade são, em ordem decrescente: Paraná (8,36%), Bahia (8,82%), Goiás (8,90%) e Sergipe (9,06).

Com base nos resultados das simulações realizadas, fica clara a importância de políticas que promovam a elevação do nível educacional de toda a população, principalmente nos estados cuja a elasticidade da produtividade total dos fatores em relação à educação seja maior, bem como a contribuição da PTF para o crescimento do produto. Neste caso, há uma forte indicação que os estados com baixa produtividade poderiam reverter esta situação através do investimento em infra-estrutura e, principalmente, em educação. Assim, elevariam o nível de escolaridade de sua população e a capacidade produtiva das empresas através do aumento dos recursos e pela elevação da produtividade dos recursos já existentes. Então, dada a resposta que a produtividade oferece quando se trata destas variáveis, investimentos nestes setores implicaria em maior crescimento do produto.

**BIBLIOGRAFIA**

ABRAMOVITZ, M. (1952): "Economic of Growth", in B.F Haley (ed), A Survey of Contemporary Economics, Homewood, IL: Richard D. Irwin.

ASCHAUER, David. (1989): "Is Public Expenditure Productive?", Journal of Monetary Economics, Vol.23, n° 2, pp. 177-200.

ASCHAUER, David. (1990): "Highway Capacity and Economic Growth: Concepts and Evidence", unpublished.

BARRO, Robert. J. (1998): "Notes on Growth Accounting". NBER, Working Paper, 6654, July. E Journal of Economic Growth, 1999.

BAYAQUI, Akhmad. (2000): "Education and Macroeconomic Performance in Indonesia: A Comparison with Other ASEAN Economies", Visiting Researchers Series n° 13, 2000.

BECKER, Gary. S. (1964): "Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education", National Bureau of Economic Research, New York.

BENHABIB J., SPIEGEL, M. M., (1994): "The role of human capital in economic development: evidence from aggregate cross-country data". Journal of Monetary Economics, Vol. 34, pp143-173.

CANNINGS, David. (1999): "The Contribution of Infrastructure to Aggregate Output", Queen's University of Belfast, Processed.

CHRISTENSEN, L. R., CUMMINGS, D. and JORGENSON, D. W., (1980), 'Economic growth, 1947-73: an international comparision', in Kendrick, J. W. and Vaccara, B. N. (eds), New Development in Productivity Measurement and Analysis, Chicago: University of Chicago press.

- COLLINS, S. M. and BOSWORTH, B.P (1996): "Economic Growth in East Asia: Accumulation versus assimilation", Brookings Papers on Economic Activity, Vol.2, pp135-203.
- DE LONG, J. Bradford (1996): "Cross-Country Variations in National Economic Growth Rates: The role of technology". University at California, Berkeley.
- DENISON, Edward. (1962): "The Sources of Economic Growth in the US and the alternatives Before Us", Supplementary Paper N° 13, New York: Committee for Economic Development.
- EL-ERIAN, M.A., BISAT, A., HELBING T. and PAGE, J. (1998): " Education, Human Capital Development and Growth in the Arabian economies", paper presented in the Joint Arab Monetary Fund, Arab Fund for Economic e Social Development Seminar on "Human Resources Development an Economic Growth", Abu Dhabi, United Arab Emirates, 17-18, May, 1998.
- ELIAS, J. V (1990): " Sources of Growth: A study of Seven Latin America Economies" San Francisco: ICS Press.
- EVANS, Dwyfor., GREEN, Christopher J., and MURINDE, Victor (2000): " The Importance of Human Capital and Financial Development in Economic Growth: New Evidence using the Translog Production Function" Working Paper Series, n° 22.
- FERREIRA, P.C e Issler, J. V. (1995): "Growth, Increasing Returns, and Public Infrastructure: Time Series Evidence", EPGE - Ensaio Econômicos n° 258.
- FERREIRA, P.C e Malliagos, T. (1997): "Impactos Produtivos da Infra-Estrutura no Brasil: 1950-1995", Fundação Getúlio Vargas
- HALL, Robert E. and Charles I. Jones (1996): "The Productivity of Nations". NBER, Working Paper, 5812, November.

HALL, Robert E. and Charles I. Jones (1998): "Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker Than Others?", NBER Working Paper n° 5812, National Bureau of Economic Research, Cambridge.

HARRISON, A.(1996): "Openness and Growth: A Time-Series, Cross-Country Analysis for Developing Countries", Journal of Development Economics, Vol. 48, 419-447.

HSIEH, Chang-Tai (1998): "What Explains the Industrial Revolution in East Asia? Evidence from Factor Markets", University of California Berkeley.

HOLTZ-EAKIN, Douglas. (1994): "Public Sector Capital and the Productivity Puzzle", Review of Economics and Statistics 76: pp. 12-21.

HULTEN, Charles (2000): "Total Factor Productivity: A Short Bibliography". NBER, Working Paper, 7471, January.

HULTEN, Charles e Schawab, R. M., (1991): "Public Capital Formation and the Growth of Regional Manufacturing Industries", National Tax Journal, Vol. 44:4, pp. 121-134.

IM, K.S., PESARAN, M. H and SHIN, Y. (1997): "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels", Department of Applied Economics, Working Paper N° 9526, Cambridge University.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1986-1998, Anuário Estatístico do Brasil (IBGE Rio de Janeiro).

KENDRICK, J.W.(1961): "Productivity Trends in the Unites States", Princeton,NJ:Princeton University Press.

KHASNOBIS-GUHA, Basudeb and Bari, Faisal (2000): " Sources of Growth in South Asian Economics", Global Research Project.

KAO, C. (1997): "Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration in Panel Data", Syracuse University, Processed.

- KRUGMAN, Paul (1994): "The myth of Asia's miracle". Foreign Affairs, Vol. 73, pp 62-78.
- JONES, Charles I (1995): "R & D – Based Models of Economic Growth", Journal of Political Economy, vol. 103, no. 4, pp.758-784.
- JORGENSON, D. W., and e GRILLICHES, Z. (1969): " The Explanation of Productivity Change", Review of Economics Studies, Vol.34, pp 249-83.
- LAU, L., JAMISON, D. and LOUAT, F. (1991): "Education and Productivity in developing countries: An aggregate production function approach", World Bank, PRE Working Paper Series N° 612.
- LEVIN, A. and LIN, C.F. (1993): "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties", unpublished manuscript, University of California, San Diego.
- LEVINE, R. and RENELT. D. (1992): "A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions", American Economic Review, p. 942-963
- LIM, David (1996): Explaining Economic Growth: A New Analytical Framework, Vermont: Edward Elgar Publish. Co.
- LUCAS, Robert E. Jr (1988): "On the mechanics of economic development", Journal of Monetary Economics, vol. 22, p. 3-42.
- MANKIW. N.G and ROMER, D. WEIL D.N. (1992): "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", Quarterly Journal of Economics, vol.107, p. 407-437.
- MORRISSON, C. and SCHAWTZ, A. (1992): "State Infrastructure and productive performance", National Bureau of Economic Research, Working Paper, N° 3981.
- MUNNELL, Alicia. (1992): "How Does Public Infrastructure Affect Regional Economic Performance?" New England Economic Review, p. 11-32

NABENDE-Bende, A., FORD, J.L., Sem, S., and SLATER, J. (2000): " Productivity Analysis in Asia-Pacific Economic Cooperation region: A multi-country translog comparative analysis, 1965-97" Pacific Asia Research Programme of the ERSC.

NADIRI, I. and MAMUNEAS T. P. (1994): "The Effects of Public Infrastructure and R&D Capital on the Cost Structure and Performance of US Manufacturing Industries", Review of Economics and Statistics, v. LXXVI, nº1, p. 22-36

Pesquisa Nacional de Amostra Domiciliar, (PNAD) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1986-1998, exceto 1991 e 1994,

RENSMAN, Maurieke. (2000): "Economic Growth and Technological Change in the Long Run", University of Groningen, Department of Economics.

ROMER, Paul. M. (1986): "Increasing Returns and Long-Run Growth", Journal of Political Economy, vol. 94, issue 5, October, 1002-1037.

Secretaria do Tesouro Nacional. (2000) – Valores dos Gastos em Infra-Estrutura pelos Estados Brasileiros. Retirado da Internet no site <http://www.stn.fazenda.gov.br>.

SENHADJI, Abelhak. (1999): "Sources of Economic Growth: An Economic Growth Accounting Exercise", IMF Working paper.

SOLOW, Robert M (1956): "A contribution to the theory of economic growth", Quarterly Journal of Economics vol.70, pp. 65-94.

SOLOW, Robert M (1957): "Technical change and the aggregate production function", Review of Economics and Statistics vol. 39, pp. 312-320.

SCHULTZ, T. W. (1961): "Education and Economic Growth" in Social Forces Influencing American Education, University of Chicago Press.



WONG, P. K. and NG, C. Y. (1992): "Human Resource Development and Utilization in the Asia-Pacific: A Social Absorption Capacity Approach", Institute of East Asian Studies, Singapore, pp.1-6.

WONG, T.S and SENG, B.S.S (1996): "Total Factor Productivity Growth in Singapore: Methodology and Trends", Capital Shock Conference.

## ANEXOS

### Apêndice 1 - Especificação das Variáveis e Base de Dados

A estimação da Produtividade Total dos Fatores (PTF) para 21 estados brasileiros no período 1986-1998, bem como a análise das variáveis "determinantes" desta produtividade, tendo como variável explicativa o estoque de capital humano e 21 estados sendo analisados e no período 1986-1995, onde além do capital humano, foram adicionadas variáveis que representam os investimentos em infra-estrutura, requer a utilização das seguintes variáveis: produto interno bruto (Y), estoque de capital físico da economia (K), força de trabalho (L), estoque de capital humano (H), trabalho qualificado (HL), saneamento (S), transporte (T), energia elétrica (E) e o nível tecnológico (A). A escolha do período se justifica pela disponibilidade de informações.

Em seguida, apresentamos uma breve descrição das variáveis utilizadas.

- **Y(t)** corresponde ao produto interno bruto estadual. Os dados foram coletados do Anuário Estatístico do Brasil e deflacionados pelo índice do deflator implícito divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
- **K(t)** equivale ao estoque de capital físico da economia. Como "proxy", foi utilizado o consumo de energia elétrica não-residencial, coletados do Anuário Estatístico do Brasil. Embora seja uma "proxy" com suas limitações, a maioria dos trabalhos no Brasil procede da mesma forma, visto que não existem séries desagregadas de investimento para o país.
- **L(t)** corresponde a força de trabalho. Esta variável foi analisada utilizando-se a população ocupada como "proxy". Os dados foram retirados da Pesquisa Nacional por Amostra Domiciliar (PNAD), tendo sido feito uma interpolação para os dados em 1991 e 1994, anos em que esta pesquisa não foi realizada no Brasil.
- **H(t)** representa o estoque de capital humano. Foi utilizado a escolaridade média da população ocupada, ou seja, a média dos anos de estudo. Os dados foram retirados da

Pesquisa Nacional por Amostra Domiciliar (PNAD), ocorrendo a mesma interpolação referida anteriormente. Embora autores como Khasnobis e Bari (2000) afirmarem que esta não é uma “proxy” ideal para regiões em desenvolvimento devido a qualidade de educação, no sentido de que a qualidade desta diminui quando os anos de estudo médio da população aumenta, o que superestimaria a contribuição do capital humano. Os anos de estudo médio foram obtidos da seguinte forma:

Exemplo:

	Nº pessoas	(A)	(B)	(A) : (B)
0 a menos de 1 ano	250.000	0,5 x 250.000	250.000	5.56 anos
1 ano de estudo	350.000	1 x 350.000	350.000	
...				
9 a 11 anos de estudo	400.000	10 x 400.000	400.000	
12 anos ou mais	200.000	12 x 200.000	200.000	
		6.675.000	1.200.000	

- **HL(t)** representa o trabalho qualificado. Os dados são os mesmos que as variáveis tomadas individualmente. Nesta variável, a força de trabalho é ponderada pelo estoque de capital humano.
- **A(t)** representa o nível tecnológico presente na função de produção utilizada para a estimação.
- **S(t)** representa os investimentos públicos em saneamento no período 1986-1995, que compreendem investimentos em: abastecimento d’água, serviços de drenagem, sistema de água e esgotos, perfuração de poços artesianos, dentre outros e energia elétrica (geração, transmissão e distribuição). Os dados foram retirados da Secretaria do Tesouro Nacional (STN).
- **T(t)** representa os investimentos públicos em transporte no mesmo período citado acima, compreendendo investimentos em rodovias (construção e conservação), estradas, etc... Os dados foram retirados da Secretaria do Tesouro Nacional (STN).

**E(t)** representa os investimentos públicos em energia elétrica também para o mesmo período, compreendendo investimentos em geração, transmissão e distribuição. Os dados foram retirados da Secretaria do Tesouro Nacional (STN).

BCME - BIBLIOTECA

Dependent Variable: Y?  
 Method: GLS (Cross Section Weights)  
 Date: 06/23/01 Time: 18:51  
 Sample: 1986 1998  
 Included observations: 13  
 Total panel observations 273

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
K?	0.544351	0.045473	11.97077	0.0000
T?	0.182323	0.075037	2.429786	0.0157
Fixed Effects				
GO--C	1.63E-16			
MT--C	2.02E-16			
MS--C	-4.93E-16			
RS--C	4.67E-17			
SC--C	2.73E-16			
PR--C	2.18E-16			
SP--C	1.89E-17			
RJ--C	3.20E-16			
ES--C	-4.04E-17			
MG--C	-3.48E-16			
BA--C	-2.18E-16			
SE--C	6.64E-17			
AL--C	2.41E-16			
PE--C	-8.71E-17			
PB--C	5.26E-17			
RN--C	1.67E-16			
CE--C	-1.99E-16			
PI--C	3.77E-17			
AM--C	3.26E-16			
PA--C	-2.51E-16			
MA--C	1.82E-16			

Weighted Statistics

R-squared	0.746478	Mean dependent var	3.63E-17
Adjusted R-squared	0.724168	S.D. dependent var	0.137526
S.E. of regression	0.072228	Sum squared resid	1.304228
F-statistic	736.1063	Durbin-Watson stat	1.069378
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.301655	Mean dependent var	1.30E-17
Adjusted R-squared	0.240201	S.D. dependent var	0.085772
S.E. of regression	0.074765	Sum squared resid	1.397444
Durbin-Watson stat	1.850635		

Dependent Variable: Y?  
 Method: GLS (Cross Section Weights)  
 Date: 05/29/01 Time: 14:29  
 Sample: 1986 1998  
 Included observations: 13  
 Total panel observations 273

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
K?	0.462302	0.051398	8.994478	0.0000
HL?	0.230232	0.058658	3.924968	0.0001
Fixed Effects				
GO--C	1.80E-16			
MT--C	2.68E-16			
MS--C	-5.10E-16			
RS--C	-1.36E-16			
SC--C	1.60E-16			
PR--C	9.73E-17			
SP--C	8.64E-17			
RJ--C	2.78E-16			
ES--C	-6.04E-17			
MG--C	-3.05E-16			
BA--C	-1.37E-16			
SEL--C	4.36E-17			
AL--C	3.06E-16			
PE--C	-2.23E-16			
PB--C	1.68E-16			
RN--C	1.29E-16			
CE--C	-2.07E-16			
PI--C	1.60E-16			
AM--C	3.44E-16			
PA--C	-1.56E-16			
MA--C	2.66E-16			

Weighted Statistics

R-squared	0.752778	Mean dependent var	3.86E-17
Adjusted R-squared	0.731023	S.D. dependent var	0.139209
S.E. of regression	0.072198	Sum squared resid	1.303131
F-statistic	761.2382	Durbin-Watson stat	1.056156
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.309996	Mean dependent var	1.30E-17
Adjusted R-squared	0.249276	S.D. dependent var	0.085772
S.E. of regression	0.074317	Sum squared resid	1.380753
Durbin-Watson stat	1.854875		

Dependent Variable: LOGTFPI?

Method: GLS (Cross Section Weights)

Date: 06/23/01 Time: 17:02

Sample: 1990 1995

Included observations: 6

Total panel observations 102

Convergence achieved after 11 iteration(s)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGHI?	0.330347	0.114419	2.887161	0.0046
LOGTI?(-4)	0.030757	0.009766	3.149455	0.0021
LOGSI?	0.046669	0.020996	2.222782	0.0282
LOGEI?(-3)	0.018666	0.003764	4.959177	0.0000
Fixed Effects				
AM--C	1.105260			
PA--C	1.086225			
GO--C	1.105776			
PR--C	1.153394			
RS--C	1.130140			
SP--C	1.174226			
RJ--C	1.192884			
MG--C	1.149861			
ES--C	1.186306			
BA--C	1.171333			
AL--C	0.889435			
SE--C	0.969321			
PB--C	1.121769			
PE--C	1.195297			
PI--C	1.125199			
CE--C	1.091894			
MA--C	1.051789			
Weighted Statistics				
R-squared	0.999894	Mean dependent var	2.974425	
Adjusted R-squared	0.999867	S.D. dependent var	2.212959	
S.E. of regression	0.025483	Sum squared resid	0.052600	
F-statistic	253864.7	Durbin-Watson stat	2.029524	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Unweighted Statistics				
R-squared	0.921311	Mean dependent var	1.979566	
Adjusted R-squared	0.901881	S.D. dependent var	0.081354	
S.E. of regression	0.025483	Sum squared resid	0.052601	
Durbin-Watson stat	2.050909			

### Apêndice 3

#### Estoque de Capital Humano – Anos de estudo médio da Pop. Ocupada – Regiões

Regiões	1986	1995	1998
<b>Sudeste</b>			
Rio de Janeiro	5.65	6.09	6.21
Minas Gerais	4.41	5.10	5.23
São Paulo	5.21	5.88	6.06
Espírito Santo	4.53	5.03	5.12
<b>Centro-Oeste</b>			
Goiás	4.12	4.83	4.95
Mato Grosso	3.82	4.79	4.95
Mato Grosso do Sul	4.34	4.92	5.07
<b>Sul</b>			
Santa Catarina	4.89	5.43	5.53
Paraná	4.31	5.15	5.32
Rio Grande do Sul	5.08	5.75	5.91
<b>Nordeste</b>			
Ceará	2.94	3.61	3.72
Piauí	2.58	3.17	3.30
Paraíba	3.34	3.83	4.04
Maranhão	2.67	3.28	3.37
Sergipe	2.97	3.88	4.16
Bahia	3.20	3.65	3.74
Alagoas	2.68	3.44	3.63
Pernambuco	3.59	4.14	4.23
R. Grande do Norte	3.51	4.03	4.17
<b>Norte</b>			
Amazonas	4.48	5.06	5.17
Pará	4.33	4.96	5.05

Fonte: Elaboração feita pelo autor a partir dos dados da Pesquisa Nacional por Amostragem Domiciliar (PNAD).

OBS: Nos estados do Norte, Amazonas e Pará, são levados em conta apenas a população ocupada residente na zona urbana.