

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA –
CAEN

Almir Bittencourt da Silva

ENSAIOS EMPÍRICOS SOBRE PRODUTIVIDADE E
CRESCIMENTO ECONÔMICO COM O USO DA
ABORDAGEM DA FRONTEIRA ESTOCÁSTICA DE
PRODUÇÃO

FORTALEZA – 2004

ALMIR BITTENCOURT DA SILVA

ENSAIOS EMPÍRICOS SOBRE PRODUTIVIDADE E
CRESCIMENTO ECONÔMICO COM O USO DA ABORDAGEM
DA FRONTEIRA ESTOCÁSTICA DE PRODUÇÃO

Tese submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Economia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Luís
L.Marinho

FORTALEZA - 2004

*À Lêda e aos meus filhos Érico,
Gustavo e Ana Maria.*

Exercício

*Ciência, amor, sabedoria,
Tudo jaz muito longe, sempre
- imensamente fora de nosso alcance.*

*- Desmancha-se o átomo,
Domina-se a lágrima,
já se podem vencer abismos
- cai-se, porém, logo de braços e de olhos
fechados,
e é-se um pequeno segredo.*

*Tristes ainda seremos por muito tempo,
embora de uma nobre tristeza,
nós, os que o sol e a lua
todos os dias encontram
no espelho do silêncio refletidos,
neste longo exercício de alma.*

Cecília Meireles, 1955.

AGRADECIMENTOS

Chego ao fim desse tempo de estudo e pesquisa com a certeza de ter dedicado todo o meu trabalho e esforço para uma melhor compreensão dos intrincados e complexos fatores determinantes do moderno processo de crescimento econômico. O produto dessas pesquisas materializa-se nesta tese de doutorado que constitui uma pequena contribuição à interpretação de fatos empíricos considerados relevantes para o entendimento de questões abordadas na literatura econômica. O desenvolvimento e o resultado desse trabalho constituem a soma de muitas sugestões e contribuições, vindas de professores e colegas, mas as imperfeições e deficiências devem ser creditadas apenas a mim.

Sinto-me particularmente feliz porque concluo minha tese de doutorado em um momento especial do CAEN, instituição que me acolheu como aluno e pela qual mantenho um grande respeito. Neste ano, completam-se 40 anos de sua notável atuação na formação de técnicos, professores e pesquisadores, que se encontram prestando inestimáveis serviços no Brasil e no exterior. Todo esse êxito é fruto da competência e da excelência de seus professores e pesquisadores, cujo reconhecimento materializou-se uma vez mais recentemente quando, em rigoroso processo de avaliação da produção científica, a CAPES procedeu à elevação de seu conceito como centro de pós-graduação, colocando essa instituição entre as melhores do país na área de economia.

A concretização do objetivo de concluir o doutorado, depois de todos os desafios e dificuldades naturais desse empreendimento, somente foi possível graças ao empenho e a colaboração de muitas pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para esse desfecho. Em primeiro lugar, agradeço o empenho e a dedicação de meu orientador, Professor Emerson Marinho, fatores decisivos na escolha dos caminhos seguidos e no destino alcançado. Dedico-lhe meus respeitos e a minha admiração.

Agradeço ao professor Flávio Ataliba pelos estudos sobre crescimento econômico e pelas sugestões de trabalhos que me foram fundamentais no desenvolvimento desta e de outras pesquisas.

Agradeço ao professor Ivan Castelar por sua permanente disponibilidade de me orientar nos problemas e dificuldades da econometria e pela constante demonstração de amizade.

Agradeço ao professor Manoel Bosco, com quem desenvolvi várias pesquisas e publiquei alguns estudos, por suas sugestões e pela discussão de idéias nem sempre relacionadas com os temas de trabalhos.

Agradeço ao professor Paulo Neto por sua simplicidade e pelos seus conhecimentos e interesse dos avanços da microeconomia.

Agradeço ao professor Ronaldo Arraes por suas sugestões e seu incentivo à publicação de meus trabalhos em congressos e encontros.

Aos demais professores, agradeço-lhes na pessoa do professor Pichai Chumvichitra.

Sou agradecido a todos os funcionários do CAEN por sua amizade, disponibilidade e ajuda.

Agradeço a todos os meus colegas do doutorado e do mestrado com os quais convivi diariamente, enfrentando os desafios que se nos antepunham, em especial aos colegas de turma Henrique Félix, Calina Mont'alverne, Marcelo Bentes, Rosemeyre Melo e Airton Mendonça.

Por fim, agradeço à Leda, minha companheira, e aos meus filhos por sua compreensão nos momentos da ausência imposta pelos estudos.

RESUMO

Esta tese reúne três ensaios empíricos sobre produtividade e crescimento econômico em amostras distintas de países, abordando os aspectos relacionados à importância da acumulação de fatores e do progresso técnico na explicação do ritmo de expansão e das diferenças nos níveis de produto *per capita*. Especial atenção é dedicada aos mecanismos de atuação do capital humano sobre o processo de crescimento. Quantifica-se a produtividade agregada e compara-se o desempenho dos países por meio do método conhecido como análise de fronteira estocástica de produção que, diferentemente dos métodos tradicionais, relaxa a hipótese de eficiência técnica das unidades produtivas, permitindo, assim, com o auxílio do índice de Malmquist, a separação dos efeitos decorrentes dos ganhos de progresso técnico - deslocamento da fronteira - daqueles atribuídos às melhorias de eficiência - aproximação da fronteira ou efeito alcance, o que constitui procedimento relevante no entendimento das razões econômicas das diferenças de produtividade entre os países. Além disso, modelam-se os efeitos de ineficiência técnica usando-se os avanços mais recentes na análise de fronteira estocástica

Palavras-Chaves: Produtividade, Progresso Técnico, Crescimento Econômico

ABSTRACT

The present thesis consists of three empirical essays on productivity and economic growth in different samples of countries. It addresses aspects related to the accumulation of factors and technological progress in an attempt to account for observed rates of expansion and differences in *per capita* product levels. Special attention is given to the mechanisms through which human capital acts upon the growth process. The countries' aggregated productivity was quantified and their respective performances were compared through stochastic production frontier analysis – a method which, unlike traditional methods and aided by the Malmquist Index, relaxes the technical efficiency hypothesis and thereby allows to separate the effects caused by gains in technological progress (displacement of the frontier) from the effects produced by enhanced efficiency (catching up with the frontier), thus contributing to our understanding of the economic reasons for differences in productivity. Moreover, the effects of technical inefficiency were modeled using the latest developments in stochastic production frontier analysis.

Key Words: Productivity, Technological Progress, Economic Growth

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Decomposição do crescimento do produto	38
FIGURA 2 – Conjunto de possibilidade de produção	39
FIGURA 3 – Decomposição da produtividade total dos fatores da América Latina 1961- 1990	50
FIGURA 4 – Variação de eficiência técnica – valores acumulados – 1961 – 1990.....	50
FIGURA 5 – Variação tecnológica – valores acumulados – 1961 – 1990	51
FIGURA 6 – Produtividade total dos fatores – valores acumulados - 1961 – 1990 ..	52
FIGURA 7 – Densidades do produto <i>per capita</i> – 1970 – 1980 – 1990	91
FIGURA 8 – Densidades do produto por trabalhador – 1970 – 1980 – 1990	91
FIGURA 9 – Densidades da relação capital-trabalho – 1970 – 1980 – 1990	92
FIGURA 10 – Densidades da produtividade total dos fatores – 1970 – 1980 – 1990 ..	92
FIGURA 11 – Densidades da eficiência técnica – 1970 – 1980 – 1990	92
FIGURA 12 – Densidades do progresso técnico – 1970 – 1980 – 1990	93
FIGURA 13 – Fronteira de produção	126

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Taxas de crescimento do produto <i>per capita</i> da América Latina e de outras regiões	32
TABELA 2 - Estatísticas básicas da amostra de países da América Latina	44
TABELA 3 - Estimativas dos parâmetros da fronteira estocástica de produção	45
TABELA 4 - Teste da razão de verossimilhança dos parâmetros da fronteira estocástica de produção	47
TABELA 5 - Decomposição da variação acumulada da produtividade total dos fatores América Latina – 1961 – 1990	49
TABELA 6 - Fontes do crescimento da América Latina	54
TABELA 7 - Amostra de países	80
TABELA 8 - Estimativas de máxima-verossimilhança dos parâmetros da fronteira estocástica de produção	81
TABELA 9 - Teste da razão de verossimilhança dos parâmetros da fronteira estocástica de produção	82
TABELA 10 - Variação absoluta de produtividade e da relação capital-trabalho – 1961 – 1990	85
TABELA 11 - Variação absoluta de produtividade e da relação capital-trabalho – 1961 – 1973	86
TABELA 12 - Variação absoluta de produtividade e da relação capital-trabalho – 1973 – 1990	87
TABELA 13 - Níveis relativos de produtividade e da relação capital-trabalho – 1961 – 1990	89
TABELA 14 - Amostra de países	137
TABELA 15 - Estimativas da função de produção	140

TABELA 16 - Estimativas dos parâmetros da fronteira estocástica de produção	142
TABELA 17 - Teste da razão de verossimilhança dos parâmetros da fronteira estocástica de produção	143
TABELA 18 - Decomposição da variação do índice de produtividade de Malmquiist ...	144
TABELA 19 - Estimativas dos efeitos do capital humano sobre o progresso técnico	145
TABELA 20 - Exame da convergência absoluta do progresso técnico	147

SUMÁRIO

RESUMO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
CAPÍTULO I – PRODUTIVIDADE, EFICIÊNCIA TÉCNICA, PROGRESSO TÉCNICO E CRESCIMENTO ECONÔMICO NA AMÉRICA LATINA	26
1 Introdução	26
2 América Latina: Crescimento, Crise e Reformas	29
3 Modelo Empírico	33
3.1 Equação Estimada	33
3.2. Produtividade Total dos Fatores	36
3.3. Função Distância	38
3.4. Índice de Produtividade Total de Malmqüist	40
4 Dados Amostrais e Resultados	42
4.1 Dados Amostrais	42
4.2 Estimação e Resultados	44

5 Eficiência Técnica, Progresso Técnico e Produtividade Total dos Fatores: América Latina e Brasil	47
6 Fontes de Crescimento da América Latina	53
7 Conclusões	55
Referências Bibliográficas	65
APÊNDICE 1	65
ANEXO 1	66
CAPÍTULO II – PRODUTIVIDADE, CRESCIMENTO ECONÔMICO E DINÂMICA TRANSACIONAL: UM ESTUDO COMPARADO PARA GRUPOS DE PAÍSES	68
1 Introdução	68
2 Aspectos Metodológicos	71
2.1 Fronteira Estocástica de Produção	71
2.2 Produtividade Total dos Fatores	75
2.3 O Conceito de Função Distância	76
2.4 Índice de Produtividade de Malmquist	76
3 Amostras, Estimação e Discussão	79
3.1 Dados e Amostras	79
3.2 Estimação e discussão	80
4 Medidas de Produtividade, Relação Capital-Trabalho e Dinâmica Transicional	83
4.1 Variação Média de Produtividade e da Relação Capital-Trabalho	84
4.2 Níveis Relativos de Produtividade e da Relação Capital-Trabalho	88
4.3 Produtividade, Capital-Trabalho e Dinâmica Transicional	89
5 Conclusões	95
Referências Bibliográficas	98
APÊNDICE 2	104

ANEXO 2	105
CAPÍTULO III – CAPITAL HUMANOM, PROGRESSO TÉCNICO E CRESCIMENTO ECONÔMICO: UM REEXAME DAS ABORDAGENS DE ACUMULAÇÃO, INOVAÇÃO TECNOLÓGICA	118
1 Introdução	118
2 Capital Humano e Crescimento Econômico: Abordagens de Lucas, Romer, Nelson-Phelps e Considerações	121
3 Eficiência Técnica, Variação Técnica e Variação de Produtividade: Técnicas de Medida	123
3.1 Fronteira Estocástica de Produção	123
3.2 Função Distância: Conceito e Medidas	125
3.3 Funções distância e a Construção do Índice de Produtividade Total de Malmquist	127
4 Mecanismos de Influência do Capital Humano sobre o Crescimento Econômico: Modelos Econométricos	130
4.1 A Abordagem da Função de Produção	130
4.2 Progresso técnico Endógeno, Abordagens de Romer e Nelson-Phelps e Convergência	131
4.3 A Fronteira Estocástica de Produção e a Medida do Progresso Técnico	133
5 Dados Amostrais, Estimação e Resultados	135
5.1 Dados Amostrais	135
5.2 Estimções e Resultados	137
5.2.1 Função de Produção Minceriana	137
5.2.2 Fronteira de produção estocástica, testes de adequação e índice de produtividade de Malmquist	141
5.2.3 Capital humano, progresso técnico, difusão tecnológica e convergência	145
6. Conclusões	150
Referências Bibliográficas	150
ANEXO 3	158

1 INTRODUÇÃO

Os fatores determinantes do potencial produtivo de uma economia são expressos pela disponibilidade de recursos e pela forma como esses são empregados. Para representar a produção potencial, em um dado momento, utiliza-se o conceito de função de produção. Em geral, os condicionantes da atividade produtiva, quer no nível micro quer no nível macroeconômico, quase sempre levam a uma desvinculação entre o produto real e o potencial. Alocação imperfeita de recursos, desemprego dos fatores de produção, estrutura institucional desfavorável, organizações sociais e econômicas incipientes, incentivos inadequados e ineficiências técnicas são algumas das razões pelas quais dificilmente se observa o nível de produção correspondente ao potencial. Ademais, a fronteira de possibilidade de produção de uma economia mostra o estágio tecnológico que é resultante da interação dos agentes econômicos e instituições em uma complexa rede de relações.

O avanço no padrão de vida e bem-estar das sociedades, característico do processo de desenvolvimento econômico, resulta em grande medida da melhoria na produtividade ao longo do tempo. Em face do reconhecimento da importância da produtividade, estudos sobre essa matéria têm-se desenvolvido em ritmo intenso desde os anos 1950, tendo sua orientação voltada basicamente para a medida e interpretação da produtividade total dos fatores (PTF), expressa pela razão entre um índice de produto e um índice composto de todos os fatores de produção utilizados no processo produtivo. De forma bem geral, duas abordagens metodológicas têm sido consideradas na fundamentação desses estudos. De um lado, encontram-se os trabalhos baseados na obra de Solow-Swan (1956) e Solow (1957), que utilizam o instrumental conhecido como contabilidade do crescimento. De outro lado, encontram-se as contribuições relacionadas ao trabalho de Farrell (1957), o qual incorporou, a partir do nível microeconômico, novos conceitos de eficiência e produtividade.

A distinção básica entre as duas mencionadas linhas metodológicas reside essencialmente na suposição sobre a eficiência na produção, consideradas tanto na ótica técnica quanto na alocativa. Enquanto na abordagem da contabilidade do crescimento admite-se eficiência técnica na produção, nos trabalhos fundamentados em Farrell (1957) considera-se a possibilidade de ocorrência de ineficiências no processo produtivo. Constatase, portanto, que nas abordagens inspiradas em Solow-Swan (1956) e Solow (1957), em face de sua suposição sobre a eficiência técnica, os ganhos ou perdas de eficiência estariam incorporados na medida de produtividade, uma vez que esta é obtida por resíduo e, nesse caso, a quantificação do resíduo como uma medida de produtividade conteria distorção.

Como uma economia raramente se encontra sobre sua fronteira de possibilidade de produção, as mudanças observadas na produtividade decorrem da combinação de melhorias nas eficiências técnica e econômica e no deslocamento da própria fronteira, sendo este explicado, entre outros aspectos, pelo progresso técnico. Não obstante as diferenças nos argumentos e previsões das principais teorias de crescimento econômico, há consenso na literatura econômica de que a acumulação de fatores de produção não é capaz de sustentar o crescimento por períodos prolongados de tempo, sendo a fonte de expansão e a prosperidade econômicas, no longo prazo, constituída pela evolução da produtividade total dos fatores (PTF), a qual está associada, em grande medida, às variações tecnológicas Senhadji (1999), Easterly e Levine (2001).¹

A literatura recente sobre crescimento econômico tem-se orientado para a explicação dos fatores determinantes da grande variabilidade observada nas taxas de crescimento e nos níveis de renda dos países. Em parcela considerável dos estudos, a tarefa principal está relacionada à identificação dos elementos responsáveis pelo dinamismo das economias, assim como do mecanismo por meio do qual se transmite a melhoria do bem-estar e do desenvolvimento. Prescott (1998), Hall e Jones (1999) e Easterly e Levine (2001) sugerem que as grandes diferenças nos níveis de renda *per capita* entre os países estão associadas fundamentalmente às variações de produtividade, ao invés de graus diferentes de acumulação, tanto no que respeita ao capital físico quanto ao capital humano. Pesquisas têm sido empreendidas no sentido de compreender os mecanismos relacionados à capacidade de absorção e aos processos de transferência de tecnologia como fatores influenciadores das diferenças produtividade (Eaton e Kortum, 1999; Keller, 2000)

¹ Alguns autores, baseados em estudos empíricos, têm defendido a tese de que o acelerado crescimento dos países do Leste da Ásia decorreu do intenso processo de acumulação de capital físico Young (1994) e Krugman (1994).

Por algumas décadas, houve duas categorias predominantes de modelos: aqueles que consideravam a idéia da acumulação de fatores como constituindo o aspecto mais relevante na explicação da dispersão nas rendas dos países e os que identificavam o progresso técnico como o elemento dinâmico do processo de crescimento. Mais recentemente, tem-se constatado a tendência ao surgimento de modelos em que os fatores de produção, notadamente capital físico e capital humano, e o progresso técnico são considerados em conjunto na explicação das diferenças observadas nos ritmos de crescimento (Papageorgiou, 2002).

Solow-Swan (1956) iniciam a fase de formalização característica dos modelos de crescimento, estabelecendo uma relação entre o produto e a acumulação de fatores de produção, capital e trabalho, e considerando a tecnologia como um componente exógeno e com características de bem público. As diferenças nos níveis de produto são explicadas, segundo esse modelo, pelos distintos padrões de acumulação de fatores de produção. Os testes empíricos das proposições do modelo neoclássico foram dificultados principalmente pela inexistência de dados com quantidade e qualidade suficientes para permitir a comparação entre países. Assim, a literatura alinhada com as hipóteses desse modelo, nos anos de 1960, adotava o procedimento de dar suporte às suas proposições mencionando fatos estilizados que comprovariam a consistência entre a teoria e várias dessas observações da realidade (Sala-i-Martin, 2002).

Com as publicações de Romer (1986, 1990) e com o trabalho de Lucas (1988), surge a nova teoria do crescimento que considera o progresso técnico como um subproduto da atividade econômica sendo, portanto, um processo endógeno e cuja importância se manifesta por sua relevante contribuição ao processo de crescimento econômico. Novo conhecimento e nova tecnologia resultam do investimento em capital humano (educação e treinamento), em trabalhador especializado em pesquisa e desenvolvimento e em equipamento e insumos intermediários. Embora possa ocorrer algum grau de aleatoriedade nas novas descobertas, o seu resultado em nível agregado é endógeno no sentido de que suas origens têm motivação econômica e encontram-se localizadas no interior do sistema produtivo.

Dois hipóteses bem mais realistas sobre a natureza do processo e criação de conhecimento e de tecnologia e de sua apropriação são incorporadas pelos modelos de crescimento endógeno. Em primeiro lugar, o produto agregado de uma economia não depende apenas dos insumos empregados pelas firmas, mas, sobretudo, do estoque de resultados decorrentes dos esforços em pesquisa e desenvolvimento empreendidos por todas as firmas

simultaneamente e, em segundo, considera que importantes inovações são pelo menos temporariamente excludentes, o que contraria a hipótese de a tecnologia é um bem público.

Ao lado dos avanços teóricos na direção de hipóteses mais realistas, uma importante contribuição para a pesquisa empírica foi feita por Summer, Kravis e Heston (1980) e Summers e Heston (1984, 1988, 1991) que compilaram um conjunto de dados sobre o produto interno bruto expresso em dólares constantes (a preços internacionais de 1985) e sobre seus componentes para 138 países no período 1950 e 1988. Em seguida, Barro e Lee (1993) divulgam suas pesquisas relativas à construção de um banco de dados contendo um grande número de informações internacionais e, principalmente, de variáveis sobre educação e capital humano. Este último conjunto de dados foi de grande importância para verificação empírica de parte dos modelos de crescimento que atribuíam ao capital humano o papel de fator determinante do crescimento de longo prazo.

A maior disponibilidade de dados possibilitou também a verificação econométrica de previsões do modelo neoclássico como a hipótese da convergência, impulsionando de forma bastante vigorosa a pesquisa empírica no âmbito das duas grandes linhas de abordagens formais do crescimento. Desse modo, Barro e Sala-i-Martin (1992) usam a versão Ramsey-Cass-Koopmans (Ramsey (1928), Cass (1975) e Koopmans (1965)) do modelo neoclássico para estabelecer uma relação econométrica entre taxas de crescimento do produto *per capita* e o nível inicial de renda como um padrão na identificação de processos convergência entre os países, abrindo um campo de pesquisa muito fértil. Mankiw, Romer e Weil (1992), por seu turno, testam uma versão ampliada do modelo neoclássico de Solow-Swan (Solow (1956) e Swan (1956)), revitalizando o debate sobre a validade empírica das proposições do modelo neoclássico em contraposição aos modelos de crescimento endógeno. Intensa pesquisa empírica tem sido produzida desde então, sob influência de ambas abordagens formais, visando identificar fatores de natureza comum e aspectos diferenciadores dos processos de crescimento econômico.

Vale destacar que bem antes do desenvolvimento dos modelos formais de crescimento, e paralelamente a eles, pesquisadores da história econômica interpretaram fatos empíricos relacionados a aspectos específicos da mudança tecnológica e de suas relações com o crescimento econômico. Ao conjunto bastante diversificado dessas interpretações, Nelson e Winter (1992) denominam de teorias apreciativas. Em todos os trabalhos que seguem essa abordagem, o progresso técnico, embora apresentando algumas características de bem público em certos estágios de sua criação, é essencialmente de caráter privado e se incorpora

às estruturas organizacionais das firmas, aos sistemas de desenvolvimento tecnológico e às instituições nacionais.

A teoria mais antiga, e uma das mais influentes acerca do processo de evolução tecnológica e de suas relações com o crescimento econômico, deve-se à contribuição de Schumpeter (1942), em sua interpretação do desenvolvimento capitalista. Estabelecendo o processo de mudança tecnológica numa seqüência linear expressa por invenção-inovação-difusão, que até recentemente predominou como instrumento analítico para a compreensão do progresso técnico, ele atribuiu uma maior importância às rupturas dos paradigmas tecnológicos e às inovações radicais relegando ao plano secundário a contribuição da invenção e da difusão para o avanço do conhecimento. Devido à ênfase nas rupturas dos padrões tecnológicos, o papel das inovações incrementais na explicação do progresso técnico ficou bastante ofuscado na sua análise. A observação da realidade, contudo, tem demonstrado que o avanço técnico incorpora tanto descontinuidades radicais quanto um contingente bastante expressivo de melhorias incrementais (Nelson e Winter, 1982).

Esta tese reúne três ensaios empíricos sobre produtividade e crescimento econômico em amostras distintas de países, abordando os aspectos relacionados à importância da acumulação de fatores e do progresso técnico na explicação do ritmo de expansão e das diferenças nos níveis de produto *per capita*. Destaca-se a importância do exame das fontes de crescimento, porque constitui elemento essencial no seu processo de sustentabilidade no longo prazo (Aghion e Howitt, 1999). Aplica-se a análise de fronteira estocástica de produção com o intuito não apenas de medir a produtividade, mas de vinculá-la à discussão de questões relacionadas ao crescimento econômico. Nos dois primeiros ensaios, a preocupação central está na quantificação da PTF e na comparação de seu desempenho no que se refere aos países das amostras. No terceiro ensaio, além da quantificação, busca-se uma explicação empírica para o processo de geração de conhecimento e do mecanismo de transferência tecnológica.

Quantifica-se a produtividade agregada e compara-se o desempenho dos países, relaxando a hipótese de que se encontram sobre a fronteira produtiva. Com o auxílio do índice de produtividade de Malmquist, procede-se à separação dos efeitos decorrentes dos ganhos de progresso técnico - deslocamento da fronteira - daqueles atribuídos a ganhos de eficiência - aproximação da fronteira ou efeito alcance (*catching up*), o que constitui procedimento relevante no entendimento das razões econômicas das diferenças de produtividade entre os países, na medida em que se admite, explicitamente, a possibilidade de ineficiências na produção. Além disso, modelam-se os efeitos de ineficiência técnica usando-se os avanços mais recentes na análise de fronteira estocástica (Battese e Coelli, 1995).

O primeiro ensaio examina a contribuição da variação da PTF na explicação do crescimento econômico de uma amostra de 19 países da América Latina, no período de 1961 a 1990, verificando-se, também, o desempenho relativo do Brasil no contexto da região de forma a identificarem-se elementos de natureza comum a todos os países da região e os fatores que os diferenciam. A PTF é decomposta nos componentes de variação de eficiência técnica e de variação tecnológica, permitindo uma análise separada de cada um deles para todos os países da região. A contribuição desse ensaio dá-se pela utilização da análise de fronteira estocástica de produção que é modelada com a incorporação de influências exógenas, expressas por um vetor de variáveis macroeconômicas consideradas relevantes na explicação das ineficiências técnicas. O comportamento da PTF, resultante da combinação dos movimentos de seus componentes, permite o entendimento do processo de crescimento econômico da América Latina.

O segundo ensaio vem complementar os estudos realizados sobre o comportamento da PTF em uma amostra de países da América Latina. O objetivo é o de se identificar o desempenho relativo de um conjunto de regiões (ou grupo econômico de países) da economia mundial no que respeita não apenas a essa medida de produtividade, mas, também, quanto a outros indicadores de performance econômica, inclusive a relação capital-trabalho. Para isso, calculam-se as medidas da PTF para quatro grupos de países - OCDE², América Latina, Ásia e África. A contribuição desse ensaio expressa-se pela combinação de métodos paramétricos de fronteira estocástica na construção de medidas de produtividade relativas, conforme sugerido por Hall e Jones (1999) e adotado por Krüger (2003)³, com o exame do comportamento dinâmico das distribuições dessas medidas por meio da estimação das densidades Kernel. Os resultados apontam para a importância da acumulação de capital físico na explicação das diferenças nos níveis de produto *per capita* e para a tendência efetiva de formação de clubes de convergência, conforme Quah (1996a), (1996b) e (1997).

No terceiro ensaio, reexaminam-se, empiricamente, as abordagens inspiradas em Nelson-Phelps (1966), Romer (1986) e Lucas (1988) para uma amostra de países com padrões de desenvolvimento bastante heterogêneos. As análises são repetidas para os subgrupos classificados pelo Banco Mundial em países ricos, de renda média e países pobres. O objetivo é identificar diferentes efeitos da inclusão do capital humano, conforme o grupo de renda

² OCDE constitui a sigla em português para Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico, integrada por países ricos.

³ Krüger (2003) utiliza no seu trabalho o método não paramétrico da programação linear para estimar a fronteira e os índices de Malmquist e usa uma série de estoque de capital estimada por ele baseado na técnica de inventário.

considerado. A hipótese central submetida a teste é a de que as abordagens consideradas não constituem formas excludentes e inconciliáveis de se examinar a contribuição do capital humano para o crescimento. Assim, na amostra ampla de países, os dados deverão confirmar essa suposição, mas os efeitos podem ser diferentes, nos distintos enfoques, quando se adotam amostras separadas por grupo de renda. No exame da abordagem do efeito nível do capital humano, adota-se uma função de produção convencional do tipo minceriana por razões que serão discutidas adiante. A contribuição do ensaio refere-se ao procedimento de utilizar-se uma série de dados de variação tecnológica, gerada por meio da análise paramétrica de fronteira estocástica de produção, no exame das abordagens de Romer e de Nelson-Phelps. Os resultados obtidos mostram que o capital humano efetivamente influencia de forma positiva o crescimento econômico pelos distintos mecanismos analisados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGHION, P.; HOWITT, P. *Endogeneous growth theory*: MIT Press, MA, 1999.

BARRO, R. J.; LEE, J. W. International comparisons of educational attainment. *Journal of Monetary Economics*, 32(3), 363-394, 1993.

BARRO, R. J.; SALA-I-MARTIN, X. Convergence. *Journal of Political Economy*, April, 1992.

BATTESE, G.E.; COELLI, T.J. A model for technical inefficiency effects in stochastic frontier production functions for panel data. *Empirical Economics*, 20, 325-332, 1995.

CASS, D. Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation. *Review of Economic Studies*, 32, p. 233-240, 1965.

EASTERLY, W.; LEVINE, R. It's not factor accumulation: stylised facts and growth models. *World Bank Economic Review*, 15 (2), p. 177-219, 2001.

EATON, J.; KORTUM, S. International patenting and technology diffusion: theory and evidence. *International Economic Review*, 40 (3), p. 537-570, 1999.

FARRELL, M. J. The measurement of production efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, Series A (General), vol. 120, 3, 1957.

HALL, R. E.; JONES, C. I. Why do some countries produce so much more product per worker than others? *Quarterly Journal of Economics*, 114 (1), p. 83-116, 1999.

KELLER, W. Do trade patterns and technology flows affect productivity growth? *World Bank Economic Review*, 14 (1), p. 17-47, 2000.

KOOPMANS, T. C. On the concept of optimal economic growth. In: *The Economic Approach to Development Planning*. Amsterdam: North-Holland, 1965.

KRÜGER, J. J. The global trends of total productivity: evidence from nonparametric Malmquist index approach. *Oxford Economics Papers*, 55, p. 265-286, 2003.

KRUGMAN, P. The myth of Asia's miracle. *Foreign Affairs*, 73 (6), p. 62-78, 1994.

LUCAS, R. E. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22, p. 3-42, 1988.

MANKIW, N.; ROMER, D.; WEIL, D. A Contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, may, 1992.

NELSON, R. ; PHELPS, E. Investment in humans, technological diffusion and economic growth, *American Economic Review, Paper and Proceedings*, 56 (2), p. 69-75, 1966.

NELSON, R: WINTER, S. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.

PAPAGEORGIOU, C. Technology adoption, human capital, and economic growth. *Review of Development Economics*, 6 (3), p. 351-368, 2002.

PRESCOTT, E. Needed: a theory of total factor productivity. *International Economic Review*, 39, p.525-551, 1998.

QUAH, D. T. Convergence as distribution dynamics (with or without growth). *LSE Discussion Paper n°* , apr., 1996 (a).

_____ Twin peaks: growth and convergence in models of distribution dynamics. *The Economic Journal*, (106), p. 1045-1055, jul., 1996 (b).

_____ Empirics for growth distribution: stratification, polarization and convergence clubs. *Journal of Economic Growth*, (2), p. 27-59, 1997.

RAMSEY, F. P. A mathematical theory of saving. *Economic Journal*, 38, p. 543-559, 1928.

ROMER, P. Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94, p. 1002-1037, 1986.

_____ Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98, part 2, p. 71-102, 1990.

SALA-I-MARTIN, X. 15 Years of new growth economics: what have we learnt? *Discussion Paper* n° 0102-47, Department of Economics, Columbia University, april, 2002.

SCHUMPETER, J. *Capitalism, socialism, and democracy*. New York: Harper & Row, 1942.

SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70, 1 (Feb), p. 65-94, 1956.

_____ Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*, 39, n° 3, p. 312-320, 1957.

SUMMERS, R.; KRAVIS, I. B.; HESTON, A . International comparison of real product and its composition:1950-80. *The Review of Income and Welth*, March, 26, p. 19-66, 1980.

SUMMERS, R; HESTON, A . Improved international comparison of real product and its composition: 1950-80. *The Review of Income and Welth*, june,30, p. 207-262, 1984.

SUMMERS, R; HESTON, A . A new set of international comparisons of real product and prices levels: estimates for 130 countries. *The Review of Income and Welth*, March, 34, p. 1-25, 1988.

SUMMERS, R; HESTON, A . The Penn World Table (Mark 5): An expanded set of international comparison, 1950-1988. *Quarterly Journal of Economics*, May, p.327-368, 1991.

SWAN, T. W. Economic growth and capital accumulation. *The Economic Record*, p. 334-361, 1956.

YOUNG, A. The tyranny of numbers: confronting statistical realities of the East Asia growth experience. *Quarterly Journal of Economics*, 110 (3), p. 641-680, 1994.

CAPÍTULO I

PRODUTIVIDADE, EFICIÊNCIA TÉCNICA, PROGRESSO TÉCNICO E CRESCIMENTO ECONÔMICO NA AMÉRICA LATINA

1 Introdução

Até os anos 80, o modelo neoclássico de crescimento econômico, desenvolvido por Solow (1956), manteve uma sólida supremacia como instrumental analítico referencial sobre os fatores que explicariam o processo de crescimento da renda *per capita* no longo prazo e, como consequência, sobre os elementos determinantes dos grandes desníveis de renda entre países ricos e pobres. De acordo com esse modelo, a dinâmica do crescimento de longo prazo estaria associada ao progresso técnico que apresentaria características exógenas.

Admitindo-se no modelo neoclássico a ocorrência de progresso técnico, verifica-se que a renda *per capita* dos países cresceria no longo prazo pelos deslocamentos do equilíbrio de estado estacionário para níveis cada vez mais elevados em razão da melhoria tecnológica. Por outro lado, o nível de renda *per capita* associado a um determinado equilíbrio de estado estacionário seria determinado pela taxa de crescimento da população, pela propensão a poupar e pelos parâmetros tecnológicos, inclusive a taxa de depreciação, todos considerados exógenos. E no caso de endogeneização da taxa de poupança, originada da contribuição de Ramsey (1928), Cass (1965) e Koopmans (1965) ao modelo neoclássico tradicional, o nível de renda *per capita* de equilíbrio estacionário resultaria dos parâmetros determinantes das preferências das famílias e da tecnologia, esta considerada exógena, bem como da dotação disponível de fatores de produção.

Empiricamente, a medida da contribuição do progresso técnico para o crescimento do produto *per capita* foi operacionalizada por Solow (1957), através do conceito de produtividade total dos fatores (PTF), com a utilização explícita da estrutura de uma função de produção Cobb-Douglas. Nesse artigo, o autor constata a ocorrência de significativo resíduo, medido pela diferença entre as taxas de crescimento do produto real e as taxas

ponderadas de crescimento dos fatores de produção capital e trabalho, ambos mensurados de acordo com os padrões convencionados. A idéia do progresso técnico era para Solow uma expressão abreviada para qualquer deslocamento da função de produção. Estudos empíricos realizados com base na contabilidade do crescimento e inspiradas no modelo neoclássico apontaram, no entanto, para um conjunto de causas que poderiam estar associadas a tal fenômeno. Grande esforço de pesquisa, então, foi direcionado para introduzir na função de produção fatores que pudessem reduzir o valor do resíduo.

A partir da publicação dos trabalhos de Romer (1986) e Lucas (1988) surgem modelos teóricos baseados na tradição de Arrow (1962) e Sheshinski (1967), sugerindo uma maior contribuição do capital, no qual se inclui o capital humano, para o crescimento econômico. Nas interpretações teóricas de Romer (1986) e Lucas (1988), a mudança tecnológica e novos conhecimentos assumem papel central no processo de acumulação de capital e do crescimento.

O argumento central contido nas mencionadas proposições é que o investimento em capital, abrangendo capital físico e humano, gera externalidades positivas (*spillovers*) que elevam a capacidade produtiva das empresas responsáveis pelos investimentos e contribuem para aumentar a capacidade produtiva de outras empresas, assim como dos outros trabalhadores. Desse modo, o estoque de capital físico representaria um indicador do conhecimento acumulado e de experiência na forma *learning-by-doing*, cujas externalidades resultariam em rendimentos crescentes em termos da economia agregada (Romer, 1986). O capital humano poderia também gerar externalidades que levariam a rendimentos crescentes na função de produção agregada (Lucas, 1988).

Não obstante as diferenças nos argumentos e previsões das principais teorias de crescimento econômico, há concordância na literatura empírica de que a acumulação de capital físico não é capaz de sustentar o crescimento por períodos prolongados de tempo, em face dos rendimentos decrescentes, e que a fonte para a evolução e a prosperidade econômica, no longo prazo, reside na expansão da produtividade total dos fatores (PTF) (Senhadji, 1999; Easterly e Levine, 2000). A melhoria do bem-estar da população, em termos agregados, pode ser influenciada pelo crescimento econômico por meio da produtividade.

O presente ensaio tem como objetivo básico examinar a contribuição da variação da PTF para o crescimento econômico de uma amostra de 19 países da América Latina, no período de 1961 a 1990, verificando-se, também, o desempenho relativo do Brasil no contexto da região de forma a identificarem-se elementos de natureza comum a todos os países da região e os fatores que os diferenciam. Para isso, utiliza-se a abordagem da fronteira

estocástica de produção, que é modelada com a incorporação de influências exógenas, expressas por um vetor de variáveis macroeconômicas consideradas relevantes na explicação das ineficiências técnicas. Essas variáveis relacionam-se ao ambiente local e à política econômica de cada país.

Na quantificação e análise da evolução da produtividade, a abordagem paramétrica da fronteira estocástica de produção permite o exame das unidades produtivas, expressas pelos países da amostra, a partir da identificação de sua posição em relação à fronteira de produção (melhor prática produtiva) e avaliação de seu desempenho relativamente às mudanças verificadas dessa fronteira ao longo do tempo de observação. Como resultado, tem-se o *ranking* qualitativo dos países da amostra em relação à fronteira de produção e a quantificação das medidas de eficiência, sendo estas utilizadas para a determinação das funções distância.

A metodologia utilizada no cálculo da variação da PTF e de sua decomposição baseia-se no conceito de funções distância e no Índice de Malmquist. A PTF é decomposta em dois componentes: variação de eficiência técnica e variação tecnológica. Esse procedimento de decomposição da variação da produtividade permite identificar e quantificar os fatores determinantes do desempenho da PTF ao longo do tempo: o componente que explica uma aproximação da fronteira de produção (*catching up*) e aquele relativo ao deslocamento da fronteira (variação tecnológica).

Esse procedimento de mensuração da PTF difere das abordagens tradicionais, representadas pela contabilidade de crescimento, Solow (1957) e Denison (1972), e pelas medidas baseadas em números índices, Divisia e Törnqvist, porque nessas abordagens se considera a hipótese de que todas as unidades produtivas são eficientes, de modo que o crescimento da produtividade é interpretado como um movimento da fronteira de produção ou de variação tecnológica. Existindo ineficiência técnica, a estimação do progresso técnico, consoante esses métodos, resultaria em uma medida viesada. Além disso, mesmo que as unidades produtivas sejam eficientes sob o aspecto técnico, ainda assim poderá existir viés na medida do progresso técnico em face de possíveis ineficiências alocativas (Grosskopf, 1993).

Tendo como base a literatura sobre produtividade originada dos trabalhos de Fried, Lovell e Schmidt (1993), Battese e Coelli, (1995) e Coelli, Rao e Battese (1998), modela-se a forma funcional da fronteira de produção a partir dos dados da amostra. Trata-se, portanto, de um procedimento distinto daquele utilizado pela literatura tradicional de estimação da PTF que supõe, *a priori*, o modelo Cobb-Douglas. A escolha resulta da aplicação do teste da razão de verossimilhança no exame da forma funcional restritiva Cobb-

Douglas, confrontando-a com uma fronteira de produção mais flexível expressa pela função logarítmica transcendental - translog. Os testes indicaram a adoção dessa última forma funcional.

2 América Latina: Crescimento, Crise e Reformas

Nos anos 50, por força da influência das proposições de política emanadas da Comissão Econômica para a América Latina (CEPAL), a maioria dos países da região adotou como estratégia de desenvolvimento local o modelo de industrialização por substituição de importações (ISI), tendo como eixos centrais a implantação de indústrias voltadas para o mercado interno e a instituição de instrumentos de proteção da indústria nascente contra a concorrência externa, concretizados através de mecanismos tarifários e não tarifários e da concessão de subsídios.

A expansão local das atividades da indústria nascente, por outro lado, demandava uma crescente intervenção direta do Estado na economia, afim de que fossem eliminados os “estrangulamentos” de infra-estrutura e de serviços diagnosticados, então, como fatores impeditivos da expansão da atividade produtiva, notadamente de cunho industrial. Identificava-se a indústria como o setor dinâmico da economia, capaz de impulsionar o crescimento econômico e reverter, na concepção cepalina, a forte dependência externa⁴. Essa dependência materializava-se na constatação de que ocorria um processo histórico de deterioração das relações de troca envolvendo o centro (países ricos) e os países periféricos (subdesenvolvidos).

Apesar de o pensamento econômico vigente estar predominantemente em consonância com as idéias da CEPAL, sobretudo em relação à necessidade de uma forte intervenção do Estado na economia, havia uma minoria de economistas que rejeitava o ISI, baseados nos argumentos da liberdade econômica, no pouco intervencionismo e na austeridade monetária⁵. De acordo com os monetaristas latino-americanos, o processo inflacionário, que contaminava a maior parte dos países da região, poderia ser explicada

⁴ De acordo com o pensamento de Raul Prebisch, principal formulador das políticas de intervenção sugeridas pela CEPAL, o grande diferencial de produtividade existente entre os países do centro e os da periferia deveria ser reduzido, ao menos numa primeira etapa, através da importação de bens de capital, portadores por excelência do progresso técnico. Embora o progresso técnico tenha sido reconhecido como fator impulsionador do crescimento econômico nos estudos iniciais da CEPAL, a ênfase inicial é dirigida para a acumulação de capital. Veja-se e esse respeito Bernardo Gouthier Macedo (1994). *As idéias de Raúl Prebisch sobre a industrialização periférica: 1949-1954*. Dissertação de Mestrado, Campinas: IE/Unicamp, mimeo.

⁵ No Brasil, Eugênio Gudín era um dos expoentes dessa corrente de pensamento.

justamente pelo excesso de gastos governamentais necessários à sustentação das ineficiências introduzidas pela ISI. Com a elevada inflação, os juros reais eram comprimidos, gerando um forte desestímulo à geração de poupança privada o qual afetava negativamente a formação de capital e, portanto, o crescimento econômico.

O câmbio sobrevalorizado, por outro lado, introduzia ineficiências adicionais na utilização dos recursos, levando as indústrias a uma baixa capacidade de competição internacional, cuja sobrevivência era garantida pelo excesso de protecionismo tarifário e não tarifário, assim como de subsídios oferecidos às indústrias (Reinhardt e Peres, 2000).

No final dos anos 60, a industrialização baseada na substituição de importações começa a mostrar o esgotamento de suas possibilidades no sentido de promover transformações radicais em toda a economia da região. Iniciam-se as críticas no interior da própria CEPAL, e fora dela, sobre os resultados do processo de industrialização iniciado nos anos 50. Uma das razões apontadas para essa constatação residia na diagnosticada dependência tecnológica, em face do modelo de industrialização adotado, que se orientou para a produção de bens de consumo duráveis destinados ao atendimento da demanda dos segmentos de rendas alta e média da população. As tecnologias utilizadas nesse tipo de indústria já eram disponíveis e controladas pelos países desenvolvidos.

A aceleração da inflação e a redução das taxas de crescimento, presentes na maioria dos países da região, após a crise do petróleo de 1973, levaram ao fortalecimento da posição dos críticos ao modelo de ISI, surgindo a partir de então proposições de política que alterariam radicalmente o padrão adotado a partir dos anos 50. Os objetivos dessas recomendações não se limitavam apenas aos aspectos relacionados com a estabilização econômica, mas iam além na proposição de uma completa transformação da estrutura produtiva, por meio da redução da intervenção do Estado na economia, liberalização e abertura comercial. A maior parte dessas medidas integrava o receituário das agências internacionais como condição para concessão de ajuda financeira⁶ (Reinhardt e Peres, 2000).

Os três países da região que iniciaram, por volta da metade dos anos 70 (Foxley, 1983) e (Ramos, 1988), a implementação das reformas preconizadas foram Argentina, Uruguai e Chile. O programa de reformas incluía políticas de liberalização do mercado interno, privatização, abertura comercial, redução das restrições aos fluxos financeiros

⁶ Os programas de ajustamento estrutural constituíram o núcleo das reformas coordenadas por meio da colaboração entre o Fundo Monetário Internacional (FMI) e o Banco Mundial (BIRD) e se referiam a medidas recomendadas por essas instituições internacionais como pré-condição para a concessão de empréstimos aos países.

internacionais e a redefinição da atuação do estado em setores econômicos. Os resultados nas economias desses países foram, no entanto, comprometidos pela crise da dívida externa que se abateu fortemente sobre toda a região no início dos anos 80.

A referida crise decorreu, inicialmente, dos imensos desajustes no setor externo dos países importadores de petróleo proporcionados pelos choques de oferta ocorridos em 1973 e 1979. Em um primeiro instante, a farta disponibilidade de crédito barato, decorrente do volume de dólares acumulados pelos países produtores de petróleo, permitiu a solução do financiamento desses desajustes por meio de um maior endividamento a taxas de juros flutuantes. Mas a partir de 1981, a política monetária adotada pelos Estados Unidos com o objetivo de combater a inflação interna passou a manifestar-se vigorosamente contracionista, resultando na elevação das taxas de juros internacionais, que levou ao acentuado crescimento da dívida dos países tomadores de empréstimos e à recessão econômica mundial.⁷

Nos anos 80, muitos países endividados são impelidos a implementar os programas de ajustamento econômico promovidos sob auspícios do Fundo Monetário Internacional (FMI). Na América Latina, por volta da metade dos anos 80, Bolívia, Costa Rica e México incorporam-se ao conjunto de países que já haviam adotado medidas direcionadas para as reformas econômicas. A Argentina retoma as ações reformadoras iniciadas em meados da década de 70, mas paralisadas por força da crise da dívida externa, somente no final da década de 80. Peru e Venezuela juntam-se também à Argentina no mesmo período. O Brasil foi o último país de expressão econômica na região a se incorporar ao elenco de reformas conduzidas sob os mesmos objetivos pelos demais países, o que ocorreu no início dos anos 90, embora tenha igualmente se socorrido da ajuda financeira do FMI por toda a década anterior. A partir de então é que se verifica também um impulso concreto em direção à abertura comercial da economia brasileira.

Não obstante todo o esforço de diversificação da estrutura econômica e as transformações ocorridas no setor produtivo, pode-se observar na Tabela 1 que a América Latina apresentou um baixo desempenho em termos de taxas de crescimento do produto *per capita* no período de 1960 a 1990, cerca de 1,23% ao ano para a amostra de países utilizada neste trabalho, se comparado com o crescimento dos países do Leste da Ásia, 5,1% , e da economia mundial, de 2,13% ao ano. Mesmo os países ricos, integrantes da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), foram capazes de manter altas taxas

⁷ A moratória do México, ocorrida em agosto de 1982, desencadeia a chamada crise da dívida como consequência da retração do crédito internacional e da grande elevação dos prêmios de risco.

médias de crescimento no período, contrariando as previsões da hipótese de convergência das rendas *per capita*⁸. Os melhores desempenhos da região verificaram-se nas décadas de 60 e 70. Já os anos 80 foram marcados por forte recessão econômica.

TABELA 1 - TAXAS DE CRESCIMENTO DO PRODUTO *PER CAPITA*
DA AMÉRICA LATINA E DE OUTRAS REGIÕES

PAÍSES/REGIÕES	1960-1970	1970-1980	1980-1990	1960-1990
Argentina	2.40	1.40	-3.20	0.20
Bolívia	3.80	1.80	-1.80	1.27
Brasil	3.20	5.90	-0.60	2.83
Chile	2.30	0.80	1.10	1.40
Colômbia	2.40	3.20	1.10	2.23
Costa Rica	3.30	2.50	-0.60	1.73
República Dominicana	2.50	4.30	-0.80	2.00
Equador	2.00	6.10	-1.60	2.17
El Salvador	2.40	1.10	-1.00	0.83
Guatemala	2.00	2.40	-1.90	0.83
Honduras	1.80	2.10	-1.00	0.97
Jamaica	4.10	-1.10	0.70	1.23
México	3.50	4.30	-0.40	2.47
Nicarágua	3.90	-2.40	-3.50	-0.67
Paraguai	1.70	6.20	-1.70	2.07
Peru	3.10	0.50	-2.70	0.30
Trinidad e Tobago	1.90	5.20	-3.50	1.20
Uruguai	0.40	2.10	-1.00	0.50
Venezuela	2.00	-0.50	-2.00	-0.17
América Latina (19)	2.56	2.42	-1.29	1.23
África - Sub-Saara (17)	2.10	1.10	-0.80	0.80
Países do Leste da Ásia (8)	4.70	6.00	4.60	5.10
OCDE* (22)	4.30	2.50	2.10	2.97
Economia Mundial (81)	3.20	2.60	0.60	2.13

Fonte: Penn World Table 6.1 e Banco Mundial

Uma questão que emerge da observação dos dados: como explicar o modesto crescimento econômico da América Latina num período relativamente longo de tempo, e particularmente de um país como o Brasil que durante a década de 70 manteve elevadas taxas de crescimento do produto, mas ingressa num longo período de baixo dinamismo econômico, a partir da década seguinte? A resposta a essa questão deve ser buscada no exame do comportamento da PTF, o que é feito nas seções seguintes, verificando-se também, separadamente, a contribuição de seus componentes de variação de eficiência técnica e de variação tecnológica. A identificação das fontes do crescimento econômico permite a compreensão do dinamismo econômico dos países ao longo do tempo.

⁸ De uma forma bastante geral, a denominada Hipótese da Convergência estabelece que países com rendas *per capita* iniciais mais baixas tendem a crescer, ao longo do tempo, a taxas mais elevadas que países com maiores níveis iniciais de renda *per capita*. Veja-se a esse respeito, por exemplo, Barro e Sala-I-Martin (1995).

3 Modelo Empírico

3.1 Equação Estimada

O procedimento adotado como ponto de partida do cálculo da PTF reside na utilização do método paramétrico conhecido como análise de fronteira estocástica de produção. Esse método foi proposto simultaneamente por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meusen e Broeck (1977). Posteriormente, as contribuições de Forsund, Lovell e Schmidt (1980), Schmidt (1986), Bauer (1990), Battese (1992), Greene (1993), Battese e Coelli (1995) permitiram o aprimoramento do método, possibilitando sua implementação com dados em painel e com a incorporação da modelagem do componente de ineficiência técnica.

Uma de suas vantagens reside na incorporação de erros e distúrbios aleatórios na estimação da fronteira, o que não ocorre com o método não paramétrico, que atribui à ineficiência técnica os desvios do produto observado em relação ao produto potencial. Mas, de outra parte, o método paramétrico requer a especificação da forma funcional da fronteira de produção e o indispensável estabelecimento de hipóteses distribucionais sobre os componentes do erro de forma a permitir a sua decomposição nas parcelas de ineficiência técnica e dos desvios aleatórios de medida.

Utilizando dados em painel para uma amostra de dezenove países latino-americanos, a forma funcional da fronteira estocástica foi determinada por meio de um teste de adequação de uma fronteira Cobb-Douglas relativamente à forma menos restritiva expressa pela função translog.⁹ Em face disso, adota-se a função de fronteira de produção translog especificada na forma:

$$\ln Y_{it} = \alpha_i + \theta_1 t + \frac{1}{2} \theta_2 t^2 + (\beta_0 + \beta_1 t) \ln K_{it} + (\lambda_0 + \lambda_1 t) \ln L_{it} + \frac{1}{2} [\eta_1 (\ln K_{it})^2 + 2\eta_2 \ln K_{it} \ln L_{it} + \eta_3 (\ln L_{it})^2] + v_{it} - u_{it} \quad (1)$$

onde a ineficiência técnica de produção u_{it} é modelada como:

$$u_{it} = z_{it} \delta + \omega_{it}, \quad (2)$$

com δ representando um vetor de parâmetros e z_{it} um vetor de variáveis que explicam a ineficiência técnica. Adicionalmente tem-se que $i = 1, \dots, I$ países e $t = 1, \dots, N$ anos.

A adoção da hipótese de retornos constantes de escala na função de produção (1), implica as seguintes restrições sobre os parâmetros desta função:

⁹ O teste de escolha da forma funcional adotada está apresentado na Tabela 3.

$\beta_0 + \lambda_0 = 1, \beta_1 + \lambda_1 = 0, \eta_1 + \eta_2 = \eta_2 + \eta_3$. Essas restrições são necessárias para permitir a construção do índice de produtividade de Malmquist (Färe et al., 1994).

As variáveis Y , L e K na função de produção representam, respectivamente, o produto, o trabalho e o estoque de capital físico de cada um dos países da amostra¹⁰. Os parâmetros α_i , θ_i , β_j , λ_k , η_l , assim como os que integram o vetor δ são estimados conjuntamente. No caso dos α_i , estes incorporam ao modelo efeitos fixos com o objetivo de capturar heterogeneidades não observadas na amostra de países, principalmente relacionadas às diferenças iniciais nos níveis tecnológicos. Além disso, utiliza-se uma tendência determinística na fronteira de produção seguindo um procedimento usual nos trabalhos que utilizam essa metodologia, embora se reconheça a possibilidade de ocorrência de tendência de natureza estocástica, o que deve ser verificado por meio de testes específicos.

Na equação de ineficiência técnica (2), a escolha das variáveis, que integram o vetor z_{it} , resultou do interesse em se verificar os efeitos sobre a ineficiência técnica de um conjunto de variáveis macroeconômicas cujo comportamento é reconhecidamente influenciado pela política econômica e pelas especificidades locais de cada país. Além disso, a disponibilidade de dados no período constituiu fator determinante da sua seleção. Essas variáveis são especificadas a seguir:

z_{1t} - representa o gasto com o consumo do governo em relação ao produto interno de cada país;

z_{2t} - é o logaritmo da taxa de inflação (π), dado por $\ln(1+\pi)$. Essa expressão considera os efeitos não lineares da inflação sobre a ineficiência técnica (De Gregório, 1992)¹¹;

z_{3t} - é o desvio do nível de preços local em relação à paridade do poder de compra (PPP), tomando-se os Estados Unidos da América como país de referência. A sua inclusão tem como objetivo controlar os efeitos das políticas de comércio que implementam desvalorizações no câmbio real sobre a ineficiência técnica. Um crescimento nos desvios dos preços locais em relação à PPP significa desvalorização no câmbio real (Miller e Upadhyay, 2000);

z_{4t} - é o grau de abertura, medido pelo valor da soma das importações e exportações em relação ao produto interno bruto de cada país. Espera-se, em geral, que

¹⁰ Para mais detalhes sobre as variáveis utilizadas e de suas fontes de referência, veja-se a Tabela A.1, no Apêndice 1.

¹¹ Como em alguns países da região ocorreram períodos de deflação e também processos hiper-inflacionários, adotou-se essa expressão a fim de se atenuar a influência das situações extremas sobre o termo da ineficiência.

economias mais abertas tenham maior acesso à importação de bens intermediários mais baratos, uma maior penetração a amplos mercados e a tecnologias mais avançadas (Miller e Upadhyay, 2000).¹²

A variável v_{it} , constitui o erro aleatório relacionado à função de produção e é caracterizada por uma distribuição Normal, independente e identicamente distribuída, com média zero e variância constante σ_v^2 . A ineficiência técnica u_{it} é não-negativa com distribuição Normal truncada em zero, independentemente distribuída (mas não identicamente distribuída), com média $z_{it}\delta$ e variância σ_u^2 . As hipóteses de homoscedasticidade decorrem da necessidade de simplificação da estimação dos parâmetros quando se inclui a modelagem para a ineficiência. Embora outros modelos permitam a estimação considerando a possibilidade de heteroscedasticidade, isso se dá com o sacrifício da equação de ineficiência em virtude da complexidade de construção da função de log-verossimilhança com um elevado número de parâmetros para se estimar. Deve-se destacar, no entanto, que as pesquisas têm-se encaminhado para a incorporação de procedimento que permitam viabilizar modelos mais completos.

A estimação simultânea e eficiente dos parâmetros das equações (1) e (2), pelo método da máxima verossimilhança, permite calcular as magnitudes das eficiências técnicas para cada um dos países da amostra, assim como os índices de variação da PTF, conforme procedimentos metodológicos que serão apresentados nas subseções seguintes. Para efeito de estimação destes parâmetros, utiliza-se o programa Frontier 4.1 (Coelli, 1996), no qual a função de log-verossimilhança é expressa em termos da parametrização especificada por

$$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}. \text{ Este procedimento, proposto por Battese e Coelli (1993), facilita o processo de}$$

maximização por iterações, uma vez que o referido parâmetro possui valores situados entre zero e a unidade.¹³

¹² A crítica central à utilização dessa variável, na forma especificada, decorre de sua provável endogeneidade nos modelos de equações de crescimento. No entanto, no presente modelo essa crítica não procede porque as equações (1) e (2) são estimadas simultaneamente pelo método de máxima verossimilhança.

¹³ Quanto mais próximo de zero encontrar-se o valor estimado de γ menor será a significância do componente da ineficiência técnica na explicação dos desvios observados da fronteira de produção. Quando seu valor aproximar-se de um, maior a importância da ineficiência técnica nos desvios da fronteira de produção.

3.2 Produtividade Total dos Fatores

Pode-se mostrar que o índice de produtividade total decompõe-se nos componentes de variação de eficiência, variação de escala e variação técnica. Considerando o caso simplificado de uma função de produção especificada por um único produto y e apenas um insumo x , tem-se que y_t , y_{t+1} , x_t e x_{t+1} correspondem às quantidades observadas de produto e de insumo, respectivamente, nos períodos t e $t+1$. Assim, define-se o índice da produtividade total dos fatores (PTF) pela relação dada por:

$$PTF_{t,t+1} = \frac{y_{t+1}/x_{t+1}}{y_t/x_t} \quad (3)$$

Supondo que as relações estabelecidas entre fatores de produção utilizados no processo de produção e o produto potencial máximo, nos momentos t e $t+1$, sejam expressas pelas funções $f_t(x)$ e $f_{t+1}(x)$ e, admitindo-se a possibilidade de ocorrência de ineficiência técnica, pode-se quantificar o produto observado através de uma função de produção da forma:

$$y_t = \lambda_t f_t(x_t) \quad , \text{ onde } 0 \leq \lambda_t \leq 1. \quad (4)$$

No caso de λ_t assumir valores inferiores à unidade, há a ocorrência de ineficiência técnica no processo produtivo da unidade de produção observada. Substituindo a equação (4) na equação (3), obtém-se:

$$PTF_{t,t+1} = \frac{\lambda_{t+1} f_{t+1}(x_{t+1})/x_{t+1}}{\lambda_t f_t(x_t)/x_t} \quad (5)$$

Admitindo-se, agora, que os insumos possam ser utilizados em quantidades diferentes entre dois períodos consecutivos, pode-se estabelecer uma relação entre a quantidade de insumo do período $t+1$ com a do período t na forma $x_{t+1} = k x_t$ ¹⁴. No caso de a função de produção ser homogênea de grau $\gamma(t+1)$, em x_{t+1} , relativo ao período $t+1$, a equação (5) passa a ter a seguinte configuração:

$$PTF_{t,t+1} = \frac{\lambda_{t+1} f_{t+1}(kx_t)/kx_t}{\lambda_t f_t(x_t)/x_t} = \frac{\lambda_{t+1} k^{\gamma(t+1)-1} f_{t+1}(x_t)}{\lambda_t f_t(x_t)} \quad (6)$$

A equação (6) fornece a decomposição do índice da PTF, cujos componentes são os seguintes: o primeiro componente do lado direito, λ_{t+1}/λ_t , representa a variação na eficiência técnica, o termo $k^{\gamma(t+1)-1}$ constitui a variação de escala de produção e

¹⁴ Sendo a quantidade de um insumo em $t+1$ maior que em t , k apresentará valor superior à unidade.

$f_{t+1}(x_t)/f_t(x_t)$ a variação tecnológica.¹⁵ Quando a tecnologia apresenta retornos constantes de escala, $k^{\gamma(t+1)-1}=1$. Assim, a produtividade total pode ser decomposta em variação de eficiência e variação técnica.

Pode-se ilustrar graficamente a decomposição da variação do produto ao longo do tempo em variação de escala, variação de eficiência técnica e de variação de progresso técnico, usando a soma de seus componentes, como na Figura 1 (Wu, 2000). Para dadas tecnologias, os pontos a_1 e a_2 representam os níveis de produto observados, y_1 e y_2 , nos períodos de tempo 1 e 2, enquanto b_1 e b_2 correspondem aos produtos potenciais, y_1^f e y_2^f , referentes aos insumos x_1 e x_2 . As diferenças entre os níveis de produtos potenciais, situados sobre a fronteira de produção, e aqueles relativos aos produtos observados, constituem indicadores das eficiências técnicas de produção. Assim, relativamente aos insumos x_1 e x_2 , as eficiências técnicas ET_1 e ET_2 são definidas, respectivamente, por $ET_1 = (y_1^f - y_1)$ e $ET_2 = (y_2^f - y_2)$. Nestes termos, pode-se decompor a variação do produto como:

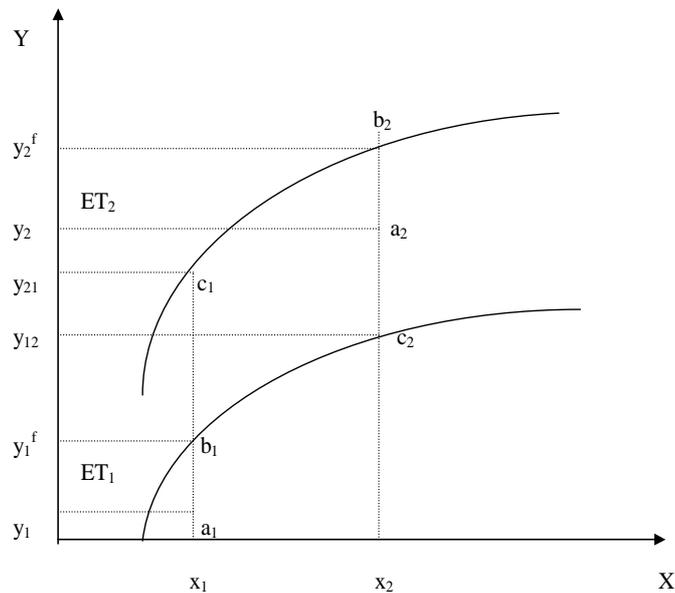
$$\Delta y = y_2 - y_1 = (y_2^f - ET_2) - (y_1^f - ET_1) = (y_2^f - y_1^f) + (ET_1 - ET_2)$$

$$\Delta y = (y_2^f - y_{12}) + (y_{12} - y_1^f) + (ET_1 - ET_2) \quad (7)$$

A variação no produto ($y_2 - y_1$) compreende a variação técnica, ($y_2^f - y_{12}$), a variação de escala de produção, ($y_{12} - y_1^f$), e a variação de eficiência técnica, ($ET_1 - ET_2$), apresentando, portanto, uma evidente correspondência com os termos da equação (6). No caso de retornos constantes de escala, a variação na PTF é definida somente pela soma dos componentes de variação técnica e variação de eficiência. Com efeito, neste caso não existe variação de escala, ou seja, seria indiferente produzir y_{12} usando o insumo x_1 ou produzir y_1^f usando o insumo x_2 . Nestes termos, ($y_{12} - y_1^f$) = 0. Na Figura 1, a fronteira de produção seria linear e em qualquer ponto sobre esta curva a produtividade média do insumo x seria constante, não havendo ganhos nem perdas de escala.

FIGURA 1 – DECOMPOSIÇÃO DO CRESCIMENTO DO PRODUTO

¹⁵ Deve-se observar que o efeito de variação de escala é uma combinação dos parâmetros escala de operação k e



Observa-se, portanto, que nessas medidas está implícita a noção de distância que será usada no cálculo da PTF e de seus componentes. Assim sendo, como o índice de produtividade total de Malmquist é calculado utilizando a definição de função distância, apresenta-se na próxima seção uma breve discussão sobre esta medida.

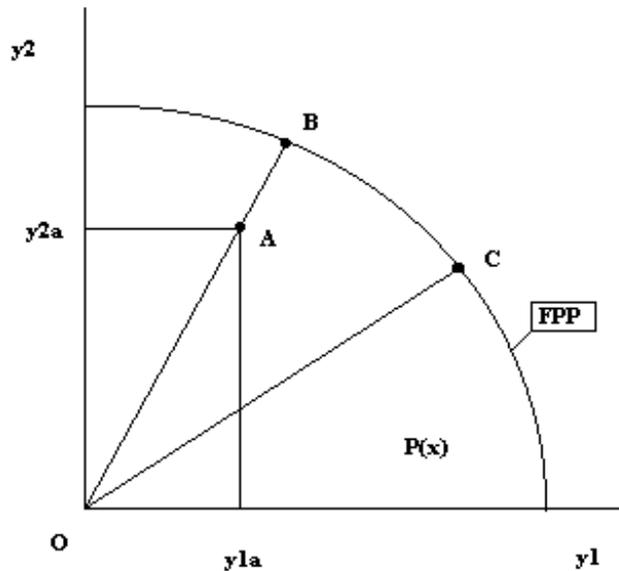
3.3 Função Distância

O conjunto de possibilidade de produção representa o conjunto de todos os vetores de produtos, $y \in \mathbb{R}_+^M$, que pode ser produzido com o vetor dos insumos, $x \in \mathbb{R}_+^N$. Em outras palavras, é o conjunto de todas as combinações de insumos e produtos factíveis. Em termos formais, é definido por

$$P(x) = \{y : x \text{ pode produzir } y\} \quad (8)$$

A Figura 2 ilustra o conceito de um conjunto de possibilidade de produção. Os pontos ao longo da fronteira definem um subconjunto eficiente do conjunto de possibilidade de produção. Logo, os pontos B e C constituem níveis de produção eficiente e o ponto A é de produção ineficiente. Em termos de uma medida radial, a ineficiência técnica do ponto A pode ser mensurada medindo-se a distância de A até o ponto B, ou seja, quanto se poderia expandir o produto proporcionalmente até torná-lo eficiente.

FIGURA 2 – CONJUNTO DE POSSIBILIDADE DE PRODUÇÃO



Seguindo Farrell (1957), pode-se utilizar o conceito de função distância orientada pelo produto, para um dado conjunto de insumos, como uma medida de eficiência técnica de produção. Esta medida refere-se à distância entre o produto observado e o produto potencial máximo, sendo dada como uma proporção deste último. Dito de outro modo, a função distância é a expansão proporcional do produto de modo a torná-lo eficiente. Denotando a função distância orientada pelo produto¹⁶ por $D_o^t(x^t, y^t)$, para um período de tempo t , uma definição mais formal é expressa por:

$$D_o^t(x^t, y^t) = \text{Inf}(\delta : (x^t, y^t / \delta) \in P^t(x)) \quad (9)$$

Com base nessa definição, em termos da Figura 2, a função distância referente ao nível de produto observado, representado pelo ponto A, é expressa por $\delta = OA/OB$, que é menor do que um. O ponto A é, portanto, ineficiente tecnicamente, pois com o insumo x poder-se-ia operar no ponto B, localizado sobre a fronteira de possibilidade de produção. O ponto B é eficiente e sua função distância é igual à unidade.

As funções distância possuem a vantagem de poder representar uma dada tecnologia, passível de incorporação de múltiplos fatores de produção e produtos finais, sem

¹⁶ Deve-se mencionar a possibilidade de utilização do conceito alternativo de função distância orientada pelos insumos: $d_i(x, y) = \sup\{\rho : (x / \rho) \in L(y)\}$, onde o conjunto de insumos $L(y)$ representa todos os vetores de insumos, x , que podem produzir o vetor de produto, y . Isto é, $L(y) = \{x : x \text{ pode produzir } y\}$.

que sejam necessárias informações sobre preços, requerendo apenas dados sobre as quantidades.

3.4 Índice de Produtividade Total de Malmquist

O índice de produtividade total de Malmquist orientado pelo produto, para uma tecnologia de referência no período de tempo t , de acordo com Caves, Christensen e Diewert (1982.a), é definido com base na razão de duas funções distância:

$$M_o^t = \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \quad (10)$$

onde $D_o^t(x^t, y^t)$ e $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ são definidas de acordo com a equação (9).

No caso de uma tecnologia de referência para o período $t+1$, o referido índice pode ser definido como:

$$M_o^{t+1} = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (11)$$

Para se evitar qualquer escolha arbitrária do período de referência, o índice de Malmquist, aqui denotado por $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$, é construído como a média geométrica dos índices (10) e (11). Assim, tem-se que:

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\left(\frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (12)$$

A expressão (12) pode ser reescrita de modo a apresentar o índice de produtividade de Malmquist decomposto em uma medida de eficiência técnica (aproximação da fronteira) e um componente de variação tecnológica (Färe et al., 1994), que está apresentada na equação (13):

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^t(y^t, x^t)} \right] \left[\frac{D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \frac{D_o^t(y^t, x^t)}{D_o^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

A variação na eficiência técnica (efeito aproximação da fronteira) relativa aos períodos t e $t+1$ é representada pela primeira relação do lado direito de (13), cuja medida será maior que a unidade quando houver um incremento na eficiência. Já a variação tecnológica, no mesmo intervalo de tempo, é quantificada pela média geométrica das duas razões de medidas de distância entre colchetes na mesma expressão. Assim, tem-se que:

$$\text{Variação de Eficiência Técnica} = \frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^t(y^t, x^t)}$$

$$\text{Variação Tecnológica} = \left[\frac{D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \frac{D_o^t(y^t, x^t)}{D_o^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Caves et al. (1982.b) demonstram que, sob certas condições, a média geométrica de dois índices de produtividade de Malmquist, como no caso da equação (12), é equivalente ao índice de Tornqvist (cujo cálculo depende de informações sobre participações na renda, receita ou custo). Mostram, ainda, que este último índice é "exato" no caso da tecnologia translog.¹⁷

O índice de Malmquist pode ser calculado de várias formas (Caves et al. 1982.a). O procedimento aqui adotado, conforme já mencionado anteriormente, utiliza a técnica paramétrica de fronteira estocástica para estimação da fronteira de produção, (1), e da equação de ineficiência técnica, (2), ambas definidas na seção 3.1, obtendo-se as quatro funções distância necessárias, conforme a definição dada em (9): $D_o^t(x^t, y^t)$, $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$, $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ e $D_o^{t+1}(x^t, y^t)$.¹⁸ No caso de um único produto, Marinho e Barreto (2000) explicitam que a eficiência técnica = $D_o^t(x_t, y_t) = y_t / f(x_t)$ onde, y_t é o produto observado no período t e $f(x_t)$ é o produto potencial máximo estimado.

De acordo com Coelli, Rao e Battese (1998), o método descrito constitui um procedimento alternativo de mais fácil operacionalização do que a estimação direta das funções distâncias. E como os resultados obtidos são bastante similares, adota-se aqui este procedimento.

¹⁷ O termo "exato" foi dado por Diewert (1976) para classificar um índice de quantidades que mantém uma correspondência exata com a tecnologia especificada, mas que pode ser calculado sem a necessidade de se estimar os parâmetros da forma funcional relativa àquela tecnologia. No caso do índice de Tornqvist, há uma correspondência exata com a função translog. Sobre esse assunto, vejam-se, ainda, Coelli et al. (1998) e Kohli (2004).

¹⁸ No cálculo das funções distância, fazem-se quatro rodadas de estimações, adequando-se os dados de cada uma delas às definições requeridas pela equação (9).

4 Dados Amostrais, Estimação e Resultados

4.1 Dados Amostrais

Os dados foram extraídos de três fontes básicas: *Penn World Table 6.1 (PWT 6.1)*,¹⁹ (Heston, Summers e Aten, 2002), *World Development Indicators (WDI)*, fornecido pelo Banco Mundial (BIRD), e *The International Monetary Fund's Dissemination Standards Bulletin Board (DSBB-FMI)*, publicado pelo Fundo Monetário Internacional (FMI). Esses bancos de dados internacionais são amplamente referenciados em estudos empíricos, notadamente sobre o crescimento econômico de países e regiões, uma vez que as informações disponíveis são sistematizadas de acordo com metodologias que possibilitam cada vez mais comparações reais entre diferentes economias.

No caso das informações sobre taxa de inflação, as lacunas de dados para o Brasil e Nicarágua no WDI tiveram que ser preenchidas com o uso de outras fontes. Em relação ao Brasil, em face da inexistência de uma série extensa da variável inflação, medida a partir de índices de preços ao consumidor, adotou-se como referência o Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), apurado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) e divulgado na revista *Conjuntura Econômica*. Para a Nicarágua, os dados sobre inflação, medida com base em índice de preços para o consumidor, foram obtidos no DSBB-FMI.

Utilizam-se dados das séries de produto e de fatores de produção em nível na estimação da fronteira estocástica em vez do procedimento tradicional de considerar essas variáveis sob a forma de taxas de variação. Esse procedimento justifica-se pelo fato de que o uso de preços internacionais para ajustar as diferenças no poder de compra das moedas de diferentes países tende a superestimar as taxas de crescimento dos países ricos e a subestimar as dos países mais pobres. Assim, evita-se a introdução de viés nos dados e, em consequência, sobre as estimações (Nuxoll, 1994).

Deve-se acrescentar, ainda, que no contexto de estimação de fronteira de produção, esse procedimento de estimação usando as variáveis em nível resulta relevante, pois as taxas de crescimento do Produto Interno Bruto, em termos reais, variam mais acentuadamente que as taxas de crescimento do capital (físico e humano) e do fator trabalho ao longo do tempo. Assim, a relação entre o produto e os fatores de produção fica enfraquecida. De outra parte, as frequências do ciclo de negócios do processo de produção podem ser dominadas pelas variações da capacidade de utilização dos fatores de produção que

¹⁹ Penn World Table 6.1 é uma atualização em andamento da versão PWT 5.6.

são de difícil medição, notadamente em países em desenvolvimento. Essas flutuações também têm reflexo direto sobre as medidas de eficiência técnica, que se acentuariam com a utilização das variáveis consideradas em primeira diferença.

Os modelos especificados neste trabalho são aplicados para uma amostra de dados anuais de países da América Latina, no período compreendido entre os anos de 1961 e 1990. A amostra é constituída de 570 observações das variáveis consideradas sob a forma de um painel balanceado.

Em relação aos países integrantes da amostra, cujas estatísticas básicas são apresentadas na Tabela 2, a disponibilidade de dados estatísticos foi o fator determinante na sua definição final. Por outro lado, o estabelecimento do ano de 1990 como limite superior das variáveis da amostra foi determinado pelas informações sobre capital físico dos países.²⁰

²⁰ Os dados sobre estoque de capital dos países são ainda bastante precários e sujeitos a muitas críticas embora haja um esforço concentrado de várias instituições internacionais e de pesquisadores na direção de disponibilizar informações cada vez mais confiáveis. Em geral, as séries de capital são construídas através de estimativas obtidas a partir do investimento bruto em cada ano, utilizando-se a técnica de inventários. Costuma-se, também, usar *proxies* para o capital. Neste trabalho, utilizam-se as informações apuradas pelo grupo do *World Development Indicators (WDI)*, do Banco Mundial (BIRD).

TABELA 2 – ESTATÍSTICAS BÁSICAS DA AMOSTRA DE PAÍSES DA AMÉRICA LATINA

PAÍSES		POPULAÇÃO 1990 (Milhões)	PIB <i>Per</i> <i>Capita</i> ² 1990	TAXAS DE CRESCIMENTO			
				MÉDIA ANUAL - 1960 - 90 (%)			
				PIB ³	PIB <i>Per</i> <i>Capita</i>	CAPITAL ⁴	TRABALHO ⁵
Argentina	ARG	32.53	4706	1.46	0.20	3.57	1.15
Bolívia	BOL	6.57	1658	2.40	1.27	2.55	1.92
Brasil	BRA	147.94	4042	5.74	2.83	6.00	2.84
Chile	CHL	13.10	4338	3.43	1.40	3.62	2.18
Colômbia	COL	34.97	3300	4.77	2.23	4.24	2.67
Costa Rica	CRI	2.99	3499	4.39	1.73	6.42	3.62
República Dominicana	DOM	7.11	2166	4.82	2.00	6.43	2.94
Equador	ECU	10.26	2755	5.03	2.17	5.48	2.59
El Salvador	SLV	5.11	1824	2.52	0.83	4.86	2.15
Guatemala	GTM	8.75	2127	4.15	0.83	4.05	2.36
Honduras	HND	4.88	1377	4.13	0.97	4.40	3.10
Jamaica	JAM	2.40	2545	2.67	1.23	1.92	1.95
México	MEX	81.75	5827	4.94	2.47	6.11	3.30
Nicarágua	NIC	3.83	1294	2.24	-0.67	4.63	3.05
Paraguai	PRY	4.22	2128	5.28	2.07	8.20	2.84
Peru	PER	21.57	2188	2.98	0.30	3.70	2.61
Trinidad e Tobago	TTO	1.22	7764	3.60	1.20	4.92	1.77
Uruguai	URY	3.11	4602	1.39	0.50	1.85	0.54
Venezuela	VEN	19.50	6055	2.79	-0.17	3.18	3.59

Fonte: ¹PWT 6.1, ²Real GDP *Per Capita* e m dólares constantes (preços internacionais, ano base 1985).

³Real GDP (chain) PWT 6.1, ⁴World Development Indicators - WDI, ⁵Calculado da PWT 6.1.

4.2 Estimação e Resultados

As estimativas dos parâmetros da fronteira de produção, equação (1), estão apresentadas na Tabela 3. Todos os parâmetros estimados são estatisticamente significantes ao nível de 5%.

O sinal positivo do parâmetro θ_1 indica que ocorreu progresso tecnológico, embora sua magnitude não tenha sido expressiva em termos numéricos. Já o sinal negativo de θ_2 mostra uma desaceleração na variação do progresso técnico. O indicador de ineficiência técnica, γ , apresenta o valor de 0,89, sendo também estatisticamente significativo, o que indica poder-se atribuir a maior parcela da variância total à variação da ineficiência técnica. Ou seja, que 89% da variância total, dada pela soma das variâncias do componente de ineficiência técnica e do ruído, é explicada pela variância do termo da ineficiência técnica. Isto mostra a importância de se incorporar a ineficiência técnica ao modelo.

TABELA 3 – ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS DA FRONTEIRA ESTOCÁSTICA DE PRODUÇÃO

PARÂMETROS/VARIÁVEIS	ESTIMATIVA	VALOR-t
$\theta_1(t)$	0.126	12.50
$\theta_2 ((1/2)t^2)$	-0.001	-7.18
$\beta_0 (\ln K)$	-2.819	-9.13
$\beta_1 (t \ln K)$	-0.012	-11.00
$\lambda_0 (\ln L)$	3.819	12,39
$\lambda_1 (t \ln L)$	0.012	10,96
$\eta_1 ((1/2) \ln K \ln K)$	0.378	10.87
$\eta_2 (\ln K \ln L)$	-0.378	-10,88
$\eta_3 ((1/2) \ln L \ln L)$	0.378	10,87
δ_0 (intercepto)	-0.144	-1.86
δ_1 (z_1 - gastos de consumo do governo)	1.454	6.96
δ_2 (z_2 - desvio dos preços locais em relação à PPP)	-0.131	-2.40
δ_3 (z_3 - taxa de inflação)	0.049	3.93
δ_4 (z_4 - grau de abertura)	-0.189	-2.61
σ_ε^2	0.019	4.55
γ	0.892	21.20
Eficiência Média	0.894	
Log da Função de Verossimilhança	583.84	

* Os efeitos fixos dos países não são apresentados na Tabela.

Quanto aos parâmetros das variáveis da ineficiência técnica, sua estimação foi feita de modo simultâneo aos parâmetros da fronteira de produção e as estimativas são mostradas na Tabela 3. Todos os parâmetros estimados apresentam-se estatisticamente significantes no nível de 5%, sendo seus sinais consistentes com os valores esperados, o que se discute a seguir.

O coeficiente da variável gastos correntes do governo (z_1) é positivo e significativo, sugerindo que elevadas participações desse componente dos gastos na composição do dispêndio agregado dos países da América Latina introduz ineficiência na economia. Assim, países com elevados gastos correntes tendem a ser menos eficientes (Klein e Luu, 2001). Esse resultado pode ter como explicação o fato de que a pressão dos gastos públicos mais elevados resulta em um efeito de deslocamento nos investimentos produtivos (*crowding-out*), gerando distorções na alocação de recursos nas economias latino-americanas.

A variável desvios dos preços locais em relação à PPP (z_2) tem coeficiente negativo e significativo. Assim, países da região que tenham implementado políticas comerciais baseadas na desvalorização do câmbio real lograram reduzir o seu grau de ineficiência usando o mecanismo de preços. Desvalorizações reais do câmbio induzem um

volume maior de exportação e uma conseqüente elevação do grau de utilização da capacidade instalada do setor externo, com reflexos na expansão da demanda interna. Esse efeito será tanto maior quanto mais significativa for a participação do setor externo na economia local.

O coeficiente da taxa de inflação (z_3) mostrou-se positivo e significativo, sendo, portanto, consistente com vasta literatura empírica que mostra os efeitos danosos sobre a economia de altas taxas de inflação (Klein e Luu, 2001; De Gregório e Lee, 1999). Processos inflacionários inibem o comércio e desestimulam a formação de capital, na medida em que introduzem distorções na formação dos preços relativos. Nesse aspecto particular, deve-se observar que vários países da América Latina experimentaram extensos períodos de acirrados processos inflacionários com impactos negativos sobre o desempenho de suas economias. No caso específico do Brasil, a década de 80 caracterizou-se por um persistente processo inflacionário que motivou a adoção de vários planos de estabilização econômica sem, contudo, conseguir-se êxito quanto ao efetivo controle do processo inflacionário.

A variável denominada de grau de abertura (z_4) tem coeficiente negativo e significativo, indicando, portanto, que países da região com economias mais abertas apresentaram melhor desempenho relativamente ao grau de ineficiência técnica. Esse resultado é consistente com a explicação de que economias com maior grau de abertura têm acesso a bens intermediários de preços mais baixos, a novas tecnologias e a mercados mais amplos.

Na Tabela 4, apresentam-se alguns testes estatísticos construídos com a finalidade de se verificar a consistência de hipóteses específicas relacionadas à função fronteira de produção adotada no modelo empírico. A primeira hipótese nula refere-se ao teste de adequação do modelo Cobb-Douglas relativamente à forma funcional menos restritiva expressa pela translog, na equação (1). Assim, testa-se a hipótese de que todos os coeficientes de segunda ordem e os coeficientes dos produtos cruzados são todos iguais a zero. O valor da razão de verossimilhança, 146,76, supera o valor crítico da estatística $\chi^2_{(6)}$ com nível de significância de cinco por cento à direita. Com isso, rejeita-se a especificação na forma de uma função Cobb-Douglas em favor do modelo translog especificado.

TABELA 4 - TESTE DA RAZÃO DE VEROSSIMILHANÇA DOS PARÂMETROS DA FRONTEIRA ESTOCÁSTICA DE PRODUÇÃO

Teste	Hipótese Nula	Valor de λ	Valor Crítico	Decisão (Nível de 5%)
1	$H_0 : \beta_1 = \lambda_1 = \eta_1 = \eta_2 = \eta_3 = 0$	77.16	5.99	Rejeita H_0
2	$H_0 : \gamma = 0$	201.16	11.91*	Rejeita H_0
3	$H_0 : \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0$	119.84	9.49	Rejeita H_0
4	$H_0 : \theta_1 = \theta_2 = 0$	141.24	5.99	Rejeita H_0

* λ : teste estatístico da razão de verossimilhança no qual $\lambda = -2\{\log [\text{verossimilhança}(H_0)] - \log[\text{verossimilhança}(H_1)]\}$. Este teste tem uma distribuição aproximadamente qui-quadrado com graus de liberdade iguais ao número de restrições independentes. A distribuição assintótica dos testes de hipóteses envolve um parâmetro γ que se caracteriza por possuir uma distribuição qui-quadrado mista cujos valores críticos são obtidos na Tabela 1 de Kodde e Palm (1986), p. 1246.

A segunda hipótese nula, na forma especificada, refere-se ao teste proposto por Coelli *et al* (1998) e é adotada para testar a ausência de efeitos de ineficiência técnica na fronteira de produção relativamente à amostra considerada. Este teste tem uma distribuição aproximadamente qui-quadrado com graus de liberdade iguais ao número de restrições independentes. A distribuição assintótica dos testes de hipóteses envolve um parâmetro g que se caracteriza por possuir uma distribuição qui-quadrado mista cujos valores críticos são obtidos na Tabela 1 de Kodde e Palm (1986). O resultado informa que essa hipótese é rejeitada pelos dados, ou seja, deve-se considerar no modelo os efeitos de ineficiência técnica.

A terceira hipótese nula refere-se ao teste de significância conjunta dos parâmetros usados na modelagem do componente ineficiência técnica. O resultado rejeita a hipótese de que os parâmetros são simultaneamente iguais a zero.

A quarta e última hipótese testa a estabilidade da fronteira de produção com relação à variável tempo, que configura a presença ou não de progresso tecnológico, no período analisado. O resultado do teste rejeita a hipótese nula de que não houve progresso técnico.

5 Eficiência Técnica, Progresso Técnico e Produtividade Total dos Fatores: América Latina e Brasil

As estimativas dos índices de variação de eficiência técnica, de variação tecnológica e da produtividade total dos fatores relativos a todos os países da amostra estão apresentadas nas Tabelas A.2, A.3 e A.4 do Apêndice. Essas estimativas foram realizadas de acordo com a metodologia discutida anteriormente, tendo como fundamento a decomposição do índice de Malmquist,.

Examinando-se, inicialmente, o comportamento acumulado da região, em termos médios²¹, no que se refere aos componentes da variação da PTF, ou seja, variação de eficiência técnica e variação tecnológica, mostrados na TABELA 5 e Figura 3, observa-se, inicialmente, em relação à variação de eficiência técnica, a ocorrência de um choque adverso em 1974, resultando em uma significativa perda de eficiência, cuja duração é de cerca de três anos, ou seja, até 1976. A razão para essa brusca e persistente queda de eficiência técnica na região deve certamente estar relacionada à crise do petróleo que eclodiu no final de 1973. Em 1979, quando se dá o segundo choque de petróleo, observa-se, novamente, perda de eficiência técnica da economia latino-americana, que se prolonga até 1985, sendo que o ano de 1983 é marcado como o momento em que a região alcança o seu pior desempenho. Nesse período, além do choque do petróleo, a crise da dívida externa que se abateu sobre a maioria dos países da região contribuiu, certamente, como um fator explicativo adicional importante na magnitude e na extensão desse desempenho.

Em relação à variação tecnológica, identificam-se cinco fases distintas: no período entre os anos de 1961 e 1969, ocorre efetivamente uma variação positiva, embora de intensidade moderada; na segunda fase, de 1970 a 1979, os resultados mostram um quadro de descompasso tecnológico; e na última fase, de 1980 a 1983, evidencia-se um processo de variação positiva de melhoria técnica bem mais expressiva do que a que se verificou na primeira fase; de 1983 a 1987 volta a se manifestar um quadro de descompasso técnico, que se reverte somente no final da década. É evidente que esses resultados observados para a variação tecnológica devem ser considerados e analisados em conjunto com os obtidos da variação de eficiência técnica, em face do procedimento metodológico de decomposição do índice de Malmquist.

Em relação à produtividade total dos fatores (PTF), cuja variação é obtida a partir da combinação dos índices de variação tecnológica e de variação de eficiência técnica, os dados estimados mostram que em termos acumulados há um crescimento da na PTF de cerca de 0,36 % no final do período relativamente ao ano de 1961. Esse resultado foi influenciado, sobretudo, pelo comportamento da variação tecnológica ocorrida, resultando um efeito líquido positivo, embora pouco expressivo para a PTF, uma vez que a magnitude da variação de eficiência técnica foi muito pequena em termos acumulados.

²¹ Trata-se da média geométrica simples. Não há ponderação pelo peso do PIB dos países.

TABELA 5 - DECOMPOSIÇÃO DA VARIAÇÃO ACUMULADA DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES - AMÉRICA LATINA - MÉDIA DA REGIÃO - 1961-1990.*

ANOS	VARIAÇÃO DE EFICIÊNCIA	VARIAÇÃO TECNOLÓGICA	VARIAÇÃO NA PTF
1961	1.0000	1.0000	1.0000
1962	0.9975	1.0022	0.9997
1963	0.9875	1.0090	0.9964
1964	0.9949	1.0049	0.9998
1965	0.9951	1.0045	0.9995
1966	0.9904	1.0075	0.9978
1967	0.9933	1.0065	0.9998
1968	0.9910	1.0085	0.9994
1969	1.0056	1.0007	1.0063
1970	1.0156	0.9948	1.0103
1971	1.0087	0.9991	1.0078
1972	1.0091	0.9984	1.0075
1973	1.0193	0.9930	1.0122
1974	1.0130	0.9973	1.0102
1975	0.9892	1.0095	0.9986
1976	0.9901	1.0087	0.9987
1977	1.0097	0.9971	1.0067
1978	1.0063	0.9986	1.0049
1979	0.9951	1.0048	0.9999
1980	0.9845	1.0110	0.9953
1981	0.9755	1.0162	0.9913
1982	0.9564	1.0281	0.9832
1983	0.9408	1.0388	0.9772
1984	0.9838	1.0144	0.9980
1985	1.0172	0.9967	1.0138
1986	1.0219	0.9936	1.0153
1987	1.0427	0.9820	1.0239
1988	1.0199	0.9935	1.0133
1989	0.9902	1.0087	0.9988
1990	1.0009	1.0027	1.0036

* Valores calculados a partir do Índice de Malmquist.

Verificando-se, agora, o comportamento dos países da região, observa-se uma relativamente grande heterogeneidade de desempenhos da PTF e de seus componentes. Chama a atenção o fato que, a partir do início dos anos 80, ocorre um inconfundível processo de crescimento na dispersão dos índices de variação de eficiência técnica, de variação tecnológica e da PTF para a maioria dos países, resultando em índices de variação acumulada bem mais voláteis, conforme se pode concluir do exame das Figuras 4, 5 e 6.

FIGURA 3 - VARIAÇÃO ACUMULADA DA PTF - ÍNDICE DE MALMQUIST
AMÉRICA LATINA
Média 1961-1990

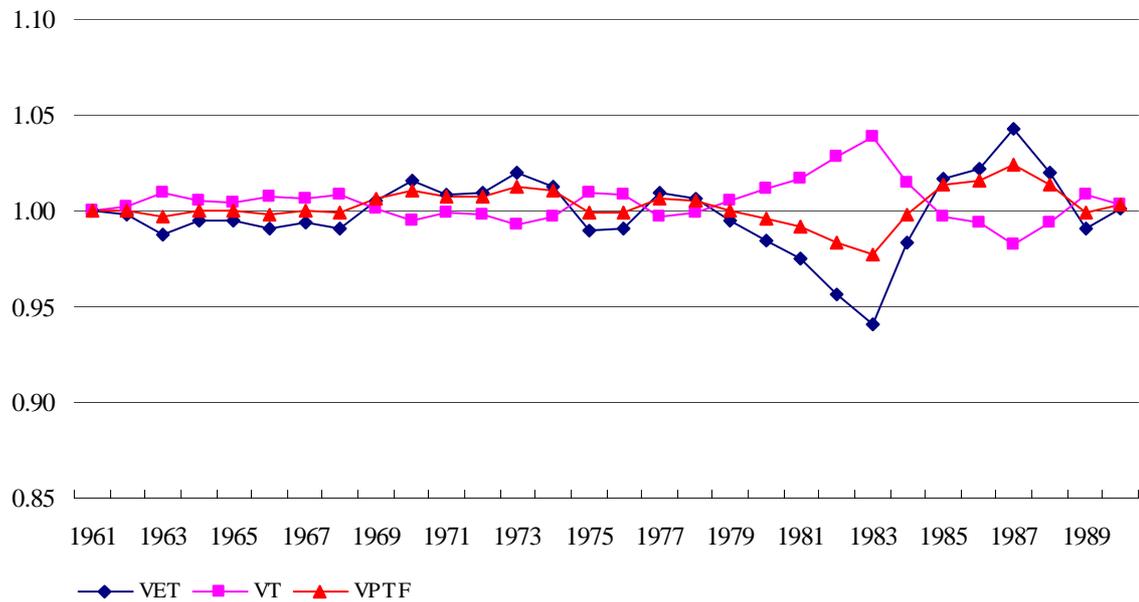


FIGURA 4 - VARIAÇÃO ACUMULADA DE EFICIÊNCIA TÉCNICA
AMÉRICA LATINA-1961-1990

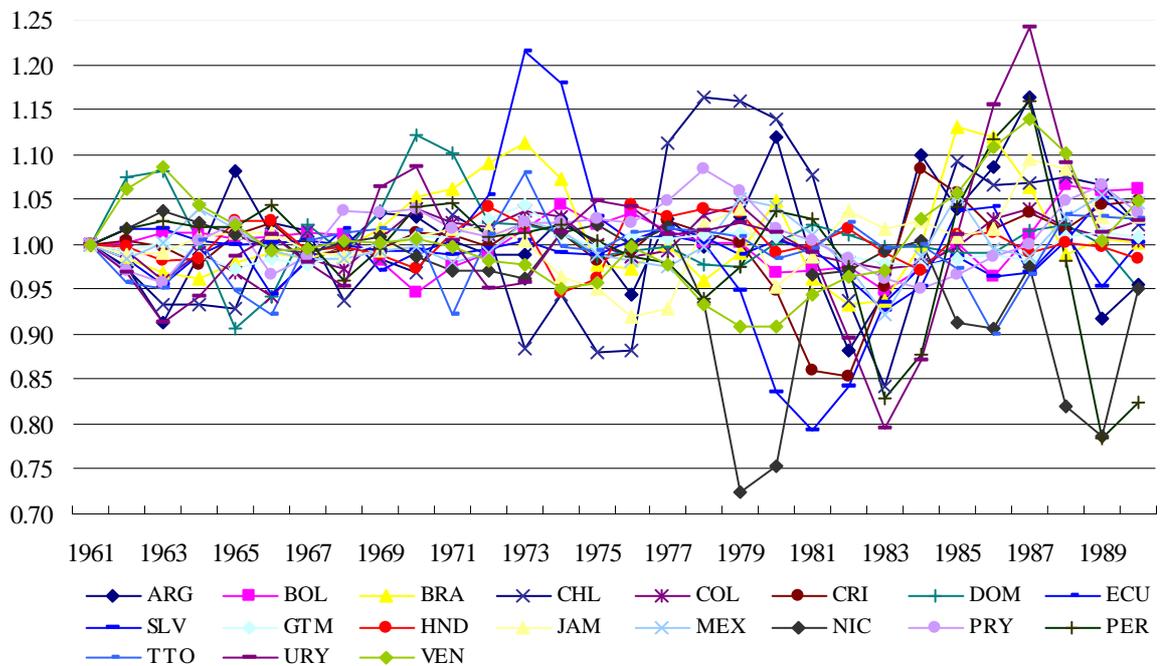
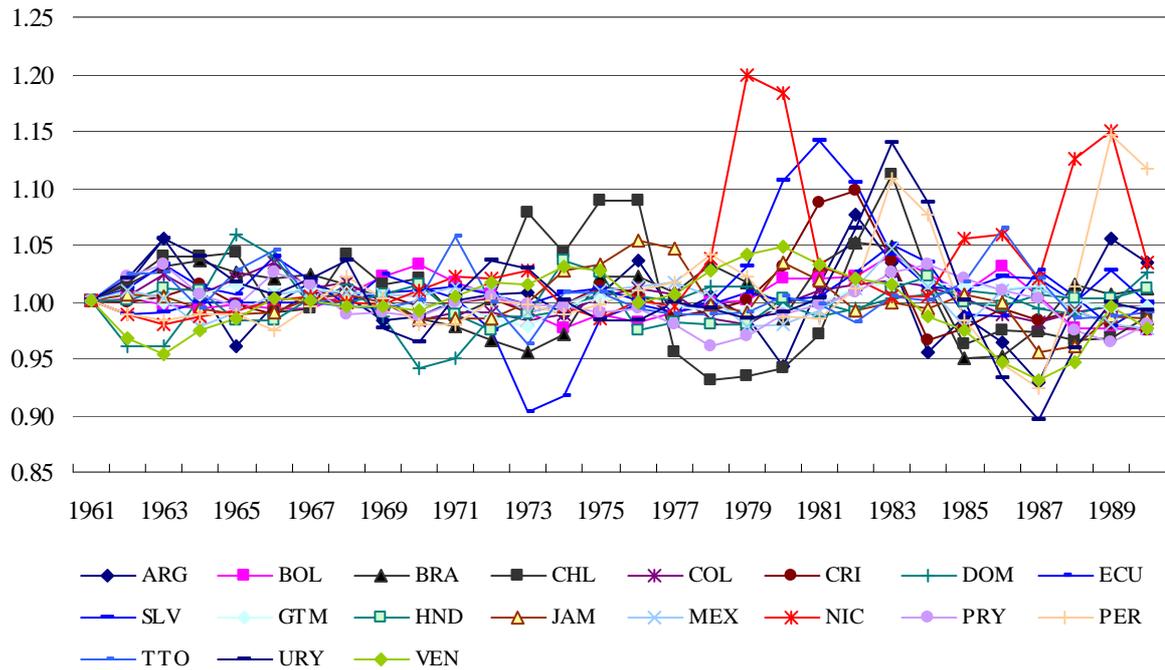


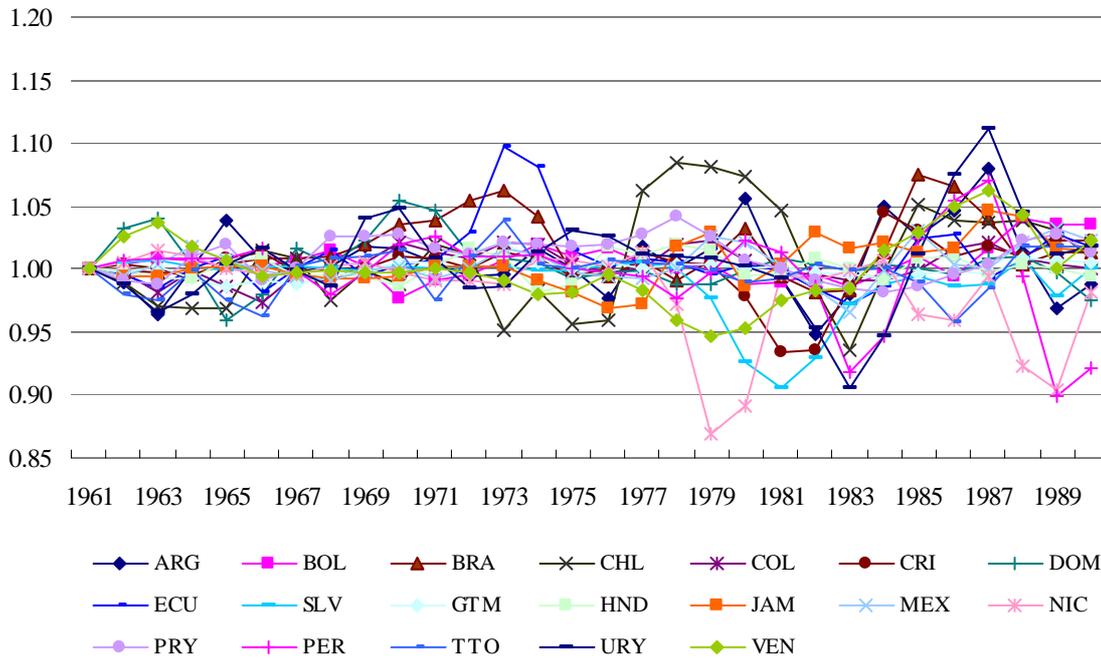
FIGURA 5 - VARIAÇÃO TECNOLÓGICA ACUMULADA - AMERICA LATINA
1961-1990



Em relação à variação tecnológica, TABELA A.3 e FIGURA 5, nota-se, também, como no caso da eficiência, heterogeneidade no desempenho acumulado dos países. Mas no caso de se considerar a média da região, o resultado final corresponde a um crescimento acumulado de 0,27% no período. Os países que apresentaram maiores variações positivas, em termos acumulados, foram Peru (11,74%), Nicarágua (3,57%), Argentina (3,48%), República Dominicana (2,55%), Brasil (1,23%) e Honduras (1,21%). Entre os países com piores desempenhos, encontram-se Bolívia (-2,47%), Costa Rica (2,47%), Venezuela (-2,4%), México (-2,29%), Paraguai (-2,09%) e Jamaica (-1,50%).

Os resultados obtidos para a PTF são mostrados na TABELA A 4 e na FIGURA 6. A variação acumulada média da região resultou positiva, em cerca de 0,36%, no período de 1961 a 1990. Os piores desempenhos ficaram por conta de Peru (-7,88%), República Dominicana (-0,43%), Nicarágua (-1,83%) e Argentina (-1,15%), enquanto que os países com as mais elevadas taxas de crescimento acumuladas foram a Bolívia (3,5%), Costa Rica (2,34%), Venezuela (2,26%), México (2,26%) e Uruguai (1,79%). O Brasil situou-se em décimo lugar com um crescimento acumulado de 1,32%.

FIGURA 6 - VARIAÇÃO ACUMULADA DA PTF - ÍNDICE DE MALMQUIST
AMÉRICA LATINA 1961-1990



As estimativas da PTF mostram-se bastante próximas dos valores encontrados em estudos empíricos que utilizam a abordagem tradicional da contabilidade de crescimento, apesar das diferenças metodológicas (De Gregório e Lee, 1999) e (Senhadji, 1999). No primeiro estudo há indicação de um crescimento da PTF muito pequeno, cerca de 0,1%, em média no período 1960 a 1990, relativamente a uma amostra de vinte e um países da América Latina. Entre esses países, os piores desempenhos, materializados por taxas de crescimento médias anuais negativas, foram da Nicarágua (-1,5%), Trinidad e Tobago (-1%), Argentina (-0,5%), e Venezuela (-0,5%). Já os maiores crescimentos médios foram de Equador (1,6%), Colômbia (1,3%), Bolívia (1,2%), Chile (0,9%) e Brasil (0,8%).

Senhadji (1999), por seu turno, estima a PTF da América Latina e de outras regiões, no período de 1960 a 1994, segundo algumas hipóteses sobre valores da participação do capital físico no produto, e encontra o valor médio para a região situado em -0,39%, com a estimação da função de produção em nível. Há, nesse caso, uma pequena variação mediana negativa na PTF para uma amostra de países da região, que é um pouco mais ampla que a utilizada aqui.

Desses resultados, pode-se concluir que embora tenha ocorrido melhoria tecnológica na América Latina, no período compreendido entre 1961 e 1990, o resultado geral indica uma pequena variação na PTF da região.

6 Fontes do Crescimento da América Latina

Não se reproduz nesta seção o exercício bastante utilizado na contabilidade do crescimento que é o de identificar a importância relativa da acumulação de fatores e da variação da produtividade na composição das taxas de crescimento econômico dos países. Isto se deve ao fato de que, consoante explicitado na metodologia, utiliza-se o índice de Malmquist na derivação das variações de produtividade. O objetivo aqui é o de se tentar conciliar os resultados obtidos com as explicações teóricas, fundamentadas nos modelos de crescimento, sobre os fatores determinantes do desempenho econômico de longo prazo. Trata-se, assim, de uma tentativa de entendimento sobre as razões do baixo dinamismo econômico, ao longo de um período de trinta anos, da América Latina.

Uma das preocupações dos trabalhos empíricos, no campo do crescimento econômico, é a de investigar as diferenças nos níveis de desenvolvimento econômico de países e determinar as causas que condicionam os distintos padrões de renda. Diferenças nos níveis de renda resultam de padrões diferenciados no uso de fatores de produção e das variações na produtividade relativa ao uso desses fatores. Dessa forma, importa examinar-se em que extensão as diferenças acumuladas no uso dos fatores de produção ou na produtividade poderiam determinar variações expressivas do produto *per capita* de países. Um aspecto relevante apontado por Hall e Jones (1999) refere-se ao fato de que diferenças nos níveis de desenvolvimento refletem o desempenho econômico de longo prazo enquanto que distintas taxas de crescimento constituem elementos de natureza transitória.

Na Tabela 6, apresentam-se as taxas médias de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), das medidas de produtividade parciais, expressas pelo PIB *per capita* e pelo PIB por trabalhador, dos fatores de produção, capital e trabalho, e da produtividade total dos fatores, relativas ao período 1961 a 1990, por país da amostra. Pode-se constatar que, em média, a região combinou crescimento expressivo na acumulação de fatores de produção, notadamente capital físico com 4,53%, e um baixo desempenho da PTF, cuja variação foi de 0,12% ao ano. Deve-se observar que, de acordo com a decomposição da PTF, a região no seu conjunto se beneficiou de melhoria tecnológica a qual, no entanto, teve sua importância atenuada na composição do índice de Malmquist em virtude de uma variação média negativa da eficiência técnica.

TABELA 6 - FONTES DO CRESCIMENTO - AMÉRICA LATINA - 1961-1990

PAÍSES	COD	VARIÇÃO MÉDIA ANUAL - 1961 - 1990 (%)							
		PIB	PIB POR TRABALHADOR	PIB <i>Per Capita</i>	CAPITAL	TRABALHO	PTF		
							VET	VT	TOTAL
Argentina	ARG	1.4600	0.2186	-0.1712	3.5700	1.1500	0.29	0.05	0.34
Bolívia	BOL	2.4000	0.4204	0.0843	2.5500	1.9200	0.15	0.13	0.28
Brasil	BRA	5.7400	2.5851	3.0372	6.0000	2.8400	0.48	0.30	0.78
Chile	CHL	3.4300	1.1820	1.5662	3.6200	2.1800	0.02	0.33	0.35
Colômbia	COL	4.7700	2.0064	2.2296	4.2400	2.6700	0.07	0.07	0.14
Costa Rica	CRI	4.3900	0.9415	1.3832	6.4200	3.6200	-0.07	0.19	0.11
República Dominicana	DOM	4.8200	2.0236	2.3337	6.4300	2.9400	0.31	-0.10	0.20
Equador	ECU	5.0300	2.4727	2.2404	5.4800	2.5900	0.44	0.00	0.45
El Salvador	SLV	2.5200	0.3651	0.2044	4.8600	2.1500	-1.31	0.82	-0.51
Guatemala	GTM	4.1500	1.6938	1.3863	4.0500	2.3600	-0.04	0.07	0.03
Honduras	HND	4.1300	1.0473	0.9647	4.4000	3.1000	0.06	-0.01	0.05
Jamaica	JAM	2.6700	0.5982	1.2890	1.9200	1.9500	0.21	0.02	0.23
México	MEX	4.9400	1.6260	2.1317	6.1100	3.3000	0.17	0.04	0.21
Nicarágua	NIC	2.2400	-0.9533	-0.9650	4.6300	3.0500	-2.36	1.48	-0.92
Paraguai	PRY	5.2800	2.2754	2.3281	8.2000	2.8400	0.57	-0.09	0.49
Peru	PER	2.9800	0.1721	0.1963	3.7000	2.6100	-0.63	0.44	-0.19
Trinidad e Tobago	TTO	3.6000	1.4104	1.9709	4.9200	1.7700	-0.33	0.24	-0.09
Uruguai	URY	1.3900	0.8692	0.7349	1.8500	0.5400	-0.03	0.30	0.27
Venezuela	VEN	2.7900	-0.9337	-0.5203	3.1800	3.5900	0.36	-0.25	0.10
MÉDIA		3.6174	1.0537	1.1802	4.5332	2.4826	-0.09	0.21	0.12

Nota: o procedimento de cálculo dos valores contidos na Tabela seguiu as fórmulas do APÊNDICE 1.

O Brasil distingue-se no seu resultado do desempenho médio da região. A variação da PTF, no conjunto dos países, foi positiva, de 0,12%, tendo sido determinada pela variação tecnológica, a qual apresentou crescimento médio de 0,21%. É interessante notar que o Brasil é um dos países da região com maiores taxas de acumulação de capital físico em média no período o que, pela sua importância econômica, tem um peso bem mais expressivo relativamente a outros países que tiveram também bom desempenho. Deve-se assinalar que essas variações constituem médias e que há grandes diferenças de desempenho em subperíodos, relativamente ao comportamento da acumulação de capital. No entanto, os resultados são uniformes para todos os países no que se refere a este último aspecto, não havendo grandes discrepâncias entre eles.

Vale ressaltar, por fim, que o reduzido desempenho médio da PTF da América Latina, resultante da baixa variação de progresso técnico e da variação média negativa da eficiência técnica, constitui efetivamente a razão do pouco dinamismo apresentado pela região ao longo do período de trinta anos. De outra parte, a acumulação de fatores de produção, notadamente capital físico, não conseguiu manter padrões mais dinâmicos de crescimento do produto, conforme se pode deduzir dos dados da Tabela 6.

7 Conclusões

Há concordância na literatura econômica de que a acumulação de capital físico não é capaz de manter o processo de crescimento sustentado e que a fonte para a evolução e a prosperidade econômica no longo prazo reside no continuado aumento da produtividade total dos fatores (PTF), estando esta medida geralmente associada à expansão do progresso técnico, de acordo com a metodologia tradicional adotada na quantificação da PTF. A ampliação do bem-estar da população e a redução da pobreza, por sua vez, apresentam uma correlação positiva com o crescimento da produtividade e o crescimento econômico. Esse fato tem inclusive motivado um amplo debate acadêmico em torno do que se convencionou denominar de Hipótese da Convergência (Baumol, 1986).

Na abordagem aqui adotada, que difere da metodologia tradicional ao reconhecer a possibilidade de ineficiência técnica, a PTF foi decomposta em variação de eficiência técnica e variação técnica, permitindo a identificação da real contribuição do progresso técnico para o crescimento da produtividade total dos fatores. Apurou-se que a taxa de variação acumulada da PTF para o conjunto de países da América Latina, no período de 1961 a 1990, foi de 0,36%. Esse desempenho pouco expressivo decorreu tanto da reduzida variação tecnológica acumulada (0,27%) quanto da pequena magnitude da variação acumulada de eficiência técnica, que foi de 0,009%. A reduzida importância do progresso técnico já havia sido identificada na estimação da fronteira de produção, sendo posteriormente confirmada quando da construção dos Índices de produtividade total de Malmquist e na sua decomposição nos componentes de variação de eficiência técnica e variação técnica.

Os piores desempenhos ficaram por conta de Peru (-7,88%), República Dominicana (-0,43%), Nicarágua (-1,83%) e Argentina (-1,15%), enquanto que os países com as mais elevadas taxas de crescimento acumuladas foram a Bolívia (3,5%), Costa Rica (2,34%), Venezuela (2,26%), México (2,26%) e Uruguai (1,79%). O Brasil situou-se em décimo lugar com um crescimento acumulado de 1,32%. É importante destacar que o procedimento de decomposição da variação da PTF em variação de eficiência técnica e variação tecnológica, permitiu a constatação de que nem todos os países com melhores desempenhos no crescimento da produtividade tiveram como fonte principal para esse resultado a variação tecnológica, mas sim uma melhor combinação no uso dos fatores de produção que redundou em significativos ganhos de eficiência técnica, gerando efeitos finais positivos sobre a PTF.

Quanto aos efeitos das variáveis macroeconômicas na explicação da componente de ineficiência técnica dos países, constatou-se que os gastos correntes do governo e a taxa de inflação constituíram fortes fatores explicativos para o aumento da ineficiência técnica desses países. Já o grau de abertura e os desvios dos preços locais em relação à paridade do poder de compra, esta última utilizada como uma aproximação da taxa de câmbio real, revelaram-se importantes fatores indicativos para o aumento da eficiência técnica.

Consistentemente com a explicação teórica e a partir dos resultados obtidos, pôde-se confirmar que o modesto crescimento do produto real *per capita* apresentado pela América Latina, nestes trinta anos (1961 a 1990), deveu-se, sobretudo, ao frustrante desempenho da PTF a qual apresentou, no final do período, uma variação positiva mas de pequena expressão em termos acumulados. O desempenho da eficiência técnica das economias latino-americanas, que apresentou fortes quedas principalmente na década de 80, e o baixo nível de acumulação de progresso técnico contribuíram para este resultado. A variação tecnológica mostrou-se insuficiente para compensar as perdas de eficiência sofridas pela maioria dos países, principalmente nos anos 80, quando provavelmente a crise da dívida realçou os grandes desajustes internos acumulados no período.

Uma possível e razoável explicação para o decepcionante desempenho da PTF pode ter origem nos fundamentos que sustentaram a concepção da política de industrialização baseada na substituição de importações (ISI) e na forma de sua condução, adotada na maioria dos países da região a partir dos anos 50 e 60, tendo sua inspiração no pensamento da Cepal. A proposição básica para o enfrentamento da dependência econômica da América Latina em relação aos países desenvolvidos tinha como pressuposto o crescimento econômico impulsionado pela acumulação do capital físico e caracterizava-se, ainda, pelos seguintes aspectos: pouca ênfase nas políticas relacionadas à incorporação sistemática de inovações tecnológicas, ao elevado grau de protecionismo às indústrias nascentes e ao caráter introvertido do processo de desenvolvimento.

Com o rápido esgotamento do modelo, os países da região passaram então a enfrentar uma redução no dinamismo econômico inicial. Por outro lado, as reformas iniciadas em alguns deles nos anos 70 não apresentaram resultados capazes de alterar a tendência de pouco dinamismo econômico. Deve-se ressaltar, ainda, que embora esses indícios possam constituir uma explicação do baixo desempenho da PTF, faz-se necessário analisar mais cuidadosamente estas relações de causa e efeito.

Por fim, deve-se enfatizar a necessidade de ampliação do âmbito do estudo por meio da incorporação de observações de outros países e regiões, assim como de períodos

mais recentes, de modo a poder-se avaliar com maior precisão as alterações ocorridas, em termos relativos, na posição da América Latina, e de países economicamente importantes na região como é o caso do Brasil, no que respeita tanto à medida de produtividade total dos fatores quanto em relação a outros indicadores de performance econômica, também adotados em estudos empíricos sobre o crescimento econômico. Essas providências possibilitarão uma melhor compreensão do comportamento e das tendências de longo prazo da economia da região. Para o Brasil, essa providência seria de grande importância por dois aspectos: primeiro, poder-se-ia compreender melhor o impacto da abertura econômica, empreendida no início dos anos 90, sobre o comportamento da produtividade e, em segundo lugar, o efeito da estabilidade dos preços sobre a eficiência econômica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIGNER, D. J.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production functions models. *Journal of Econometrics*, v.6, p. 21-37, 1977.

ARROW, K. The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies*, 20, p. 155-173, 1962.

BARRO, R.; SALA-I-MARTIN, X. Technological diffusion, convergence, and growth. *NBER Working Paper* nº 5151, 1995.

BAUER, P. W. Recent developments in the econometric estimation of frontiers. *Journal of Econometrics*, v. 46, p. 39-56, 1990.

BATTESE, G. E. Frontier production function and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economics. *Agricultural Economics*, v. 7, p. 185-208, 1992.

BATTESE, G.E.; COELLI, T.J., A stochastic frontier production incorporating a model for technical inefficiency effects. *Working Papers in Econometrics and Applied Statistics*, N. 69, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, pp.22, 1993.

_____ A model for technical inefficiency effects in stochastic frontier production functions for panel data. *Empirical Economics*, 20, 325-332, 1995.

BATTESE, G.E.; CORRA, G.S., Estimation of a production frontier model: with application

to the pastoral zone of eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21, 169-179, 1977.

BAUMOL, W. J. Productivity, growth, convergence and welfare: what the long run data show. *American Economic Review*, 76, p. 1072-1086, 1986.

CASS, D. Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation. *Review of Economic Studies*, , 32, p. 233-240, 1965.

CAVES, D.W.; CHRISTENSEN, L.R.; DIEWERT, W.E. Multilateral comparisons of output, input and productivity using superlative index number. *Economic Journal*, 92, 73-86, 1982.a.

_____ The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity. *Econometrica*, 50, p. 1393-1414, 1982.b.

CHRISTENSEN, L. R.; JORGENSEN, D. W.; LAU, L. J. Conjugate duality and transcendental logarithmic production function. *Econometrica*, 39, p. 255-256, 1971.

COELLI, T.J. A guide to FRONTIER version 4.1: a computer program for stochastic frontier production and cost function estimation. *CEPA Working Paper 07*, 1996.

COELLI, T. J.; RAO, D. S. P.; BATTESE, G. E. *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Kluwer Academic Publishers, 1998.

CONJUNTURA ECONÔMICA.

<http://www.fgv.br/ibre/cecon/redacao.asp>. Acesso em 15 out 2002.

DE GREGORIO, J. Economic growth in Latin America. *Journal of Development Economics*, 39, p. 59-84, 1992.

DE GREGORIO, J.; LEE, JONG-WHA. Economic growth in Latin America: sources and perspectives. Global Network Conferences, Cairo, 1999.

DENISON, E. F. Classification of sources of growth. *Review of Income and Wealth*, 18, p. 1-25, 1972.

DIEWERT, W. E. Exact and superlative index numbers. *Journal of Econometrics*, 4, p. 115-145, 1976.

EASTERLY, W.; LEVINE, R. It's not factor accumulation stylized facts and growth models. *World Bank Economic Review*, 15(2), p. 177-219, 2001.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LINDGREN, B.; ROOS, P. Productivity changes in Swedish pharmacies 1980-1989: a non-parametric Malmquist approach. *Journal of Productivity Analysis*, 3, p. 85-101, 1992.

FÄRE, R.; S. GROSSKOPT, M.; Z. ZHANG. Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries. *American Economic Review*, 64, p. 66-83, 1994.

FARRELL, M.J. The measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistical Society, Series A*, CXX, Part 3, p. 253-290, 1957.

FORSUND, F. R.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, P. A survey of frontier productivity functions and their relationship to efficiency measurement. *Journal of Econometrics*, v. 13, p. 5-25, 1980.

FOXLEY, A. Latin America experiments in neoconservative economics. Berkley, CA: University of California Press, 1983.

FRIED, H. O.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, S. S. In: FRIED, H. O.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, S. S. (eds). *The measurement of productive efficiency: techniques and applications*. New York: Oxford University Press, 1993.

GREEN, W. I. I. The econometric approach to efficiency analysis. In: FRIED, H. O.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, S. S. (eds). *The measurement of productivity efficiency: techniques and applications*. New York: Oxford University Press, p. 68-119, 1993.

GRILICHES, Z.; RINGSTAD, V. *Economies of scale and the form of the production function*. Amsterdam: North-Holland, 1971.

GROSSKOPF, S. Efficiency and productivity. In: FRIED, H. O.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, S. S. (eds). *The measurement of productivity efficiency: techniques and applications*. New York: Oxford University Press, p. 160-194, 1993.

HALL, R. E.; JONES, C. I. Why do some countries produce so much more product per worker than others? *Quarterly Journal of Economics*, 114 (1), p. 83-116, 1999.

HESTON, A.; SUMMERS, R.; ATEN, B. Penn World Table Version 6.1 Center for International Comparisons at the University of Pennsylvania (CICUP), oct. 2002.

IMFUND/DSBB. <http://dsbb.imf.org/Applications/web/dsbbhome/>. Acesso em 15 jan 2003.

JONES, c. Time series tests of endogenous growth models. *Quarterly Journal of Economics*, 110, p. 495-525, 1995.

KIM, J.; LAU, L. The sources of economic growth in the East Asian new industrialized countries. *Journal of the Japanese and International Economies*, 8, p. 235-271, 1994.

KING, R. G.; REBELO, S. T. Transitional dynamics and economic growth in neoclassical economies. *American Economic Review*, vol. 83, nº 4, p. 904-931, 1993.

KLEIN, P. G.; LUU, H. Politics and productivity. Merrill Lynch Capital Markets Bank Ltd., 2001.

KODE, D. A.; PALM, F. C. Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions. *Econometrica*, Notes and Comments, vol. 54, n. 5, p. 1243-1248, 1986.

KOHLI, U. An implicit Törnqvist index of real GDP. *Journal of Productivity Analysis*, 21, p. 337-353, 2004.

KOOPMANS, T. C. On the concept of optimal economic growth. In: *The Economic Approach to Development Planning*. Amsterdam: North-Holland, 1965.

LUCAS, R. E. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22, p. 3-42, 1988.

_____ Why doesn't capital flows from rich to poor countries? *American Economic Review*, 80, p. 92-96, 1990.

MACEDO, B. G. As idéias de Raúl Prebisch sobre a industrialização periférica:1949-1954. Dissertação de Mestrado, Campinas: IE/Unicamp, mimeo., 1994.

MADDISON, A. Explaining the economic performance of nations, 1820-1989. In: BAUMOL, W. J.; NELSON, R. R.; WOLFF, E. N. (eds). *Convergence of productivity. Cross-National studies and historical evidence*. Oxford: Oxford University Press, p. 20-61, 1994.

MALMQUIST, S. Index number and indifference curves. *Trabajos de Estadística*, 1953, 4 (1), pp.209-42, 1953.

MARINHO, E. L. L; BARRETO, F.A.F.D. Avaliação do crescimento da produtividade e do progresso tecnológico dos estados do Nordeste com a fronteira de produção estocástica. *Política e Planejamento Econômico*, Vol. 30(3), dezembro de 2000.

MEEUSEN, W.; van den BROECK. Efficiency estimation from COBB-DOUGLAS production with composed error. *International Economics Review*, 32, 715-723, 1977.

MILLER, S.; UPADHYAY, M. P. The effects of openness, trade orientation, and human capital on total factor productivity. *Journal of Development Economics*, vol. 63, p. 399-423, 2000.

NUXOLL, D. A. Differences in relative prices and international differences in growth rates. *American Economic Review*, 84 (5), p. 1423-1436, 1994.

RAMOS, J. Neoconservative economics in southern cone of Latin America, 1973-1983. Baltimore, M. D.: John Hopkins University Press, 1988.

RAMSEY, F. P. A mathematical theory of saving. *Economic Journal*, 38, p. 543-559, 1928.

REIFSCHNEIDER, D.; STEVENSON, R. Systematic departures from the frontier: a framework for analysis of firm inefficiency. *Internatinal Economic Review*, 32: 715-723, 1991.

REINHARDT, N.; PERES, W. Latin America's new economics model: micro responses and economic restructuring. *World Development*, vol. 28, n° 9, p. 1543-1566, 2000.

ROMER, P. Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94, p. 1002-1037, 1986.

_____ Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98, part 2, p. S71-S102, 1990.

SCHMIDT, P. Frontier production function. *Econometric Reviews*, v. 4, p. 289-328, 1986.

SHESHINSKI, E. Optimal accumulation with learning-by-doing. K. Shell (ed.), *Essays on the theory of optimal economic growth*. Cambridge: MIT press, 1967.

SENHADJI, A. Sources of economic growth: an extensive growth accounting exercise. *IMF Working Paper*, WP/99/77, 1999.

SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70, 1 (Feb), p. 65-94, 1956.

_____ Technical change and the aggregate production function. *Review of Economic and Statistics*, 39, p. 312-320, 1957.

THE WORLD BANK GROUP/ ECONOMIC GROWTH RESEARCH.
<http://www.worldbank.org/research/growth/GNDdata.htm>. Acesso em 12 out 2002.

WU, Y. Is China's economic growth sustainable?. A productivity analysis. *China Economic Review*, 11, p. 278-296, 2000.

YOUNG, A. The tyranny of numbers: confronting the statistical realities of the east asian growth experience. *NBER Working Paper n° 4680*, p. 1-39, 1994.

APÊNDICE 1

$$\Delta\text{PIBpc}_h = \left(\left[\frac{\text{RGDPCH}_h^{t_2}}{\text{RGDPCH}_h^{t_{11}}} \right]^{\frac{1}{(t_2-t_1)}} - 1 \right) \cdot 100$$

$$\Delta\text{PIBpt}_h = \left(\left[\frac{\text{RGDPW}_h^{t_2}}{\text{RGDPW}_h^{t_{11}}} \right]^{\frac{1}{(t_2-t_1)}} - 1 \right) \cdot 100$$

$$\text{VPTF} = \Delta\text{PTF}_h = \left(\left[\prod_{t=t_1+1}^{t_2} \text{PTF}_h^t \right]^{\frac{1}{(t_2-t_1)}} - 1 \right) \cdot 100$$

$$\text{VT} = \Delta\text{T}_h = \left(\left[\prod_{t=t_1+1}^{t_2} \text{PT}_h^t \right]^{\frac{1}{(t_2-t_1)}} - 1 \right) \cdot 100$$

$$\text{VET} = \Delta\text{ET}_h = \left(\left[\prod_{t=t_1+1}^{t_2} \text{EF}_h^t \right]^{\frac{1}{(t_2-t_1)}} - 1 \right) \cdot 100$$

ANEXO 1

TABELA A 1.1 - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS E FONTES UTILIZADAS

VARIÁVEL	DENOMINAÇÃO ORIGINAL	SIGLA	FONTE
Produto por Trabalhador	Real GDP chain per worker	RGDPW	PWT 6.1
Trabalho	Worker*		PWT 6.1
Capital Físico	Capital Stock	K	WDI
Gastos de Consumo do Governo	Government Share of RGDPL	g	PWT 6.1
Desvios dos Preços Locais da PPP	Price Level of Gross Domestic Product	P	PWT 6.1
Taxa de Inflação**	Inflation, consumer prices (annual %)		WDI
Grau de Abertura	Openness in constant prices	openk	PWT 6.1

* Números obtidos da PWT 6.1 através de cálculo. Refere-se ao conceito de força de trabalho.

** No caso do Brasil, utilizou-se a taxa de inflação medida pelo IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas e para a Nicarágua a fonte de dados foi The International Monetary Fund's Dissemination Standards Bulletin Board, (DSBB)-IMF

TABELA A 1.2 - VARIAÇÃO DE EFICIÊNCIA TÉCNICA - AMÉRICA LATINA
VALORES ACUMULADOS: 1961 - 1990

ANOS	ARG	BOL	BRA	CHL	COL	CRI	DOM	ECU	SLV	GTM	HND	JAM	MEX	NIC	PRY	PER	TTO	URY	VEN
1961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1962	0.976	1.001	0.983	0.973	0.994	1.004	1.075	0.984	1.018	0.992	0.998	0.988	0.985	1.016	0.970	1.018	0.958	0.968	1.061
1963	0.912	1.012	0.969	0.933	0.958	0.997	1.082	0.954	1.018	1.002	0.983	0.991	1.001	1.036	0.957	1.027	0.952	0.914	1.086
1964	0.989	1.012	0.962	0.932	0.991	0.978	1.001	0.988	1.003	0.987	0.983	1.007	1.040	1.024	1.003	1.020	1.005	0.942	1.044
1965	1.081	1.005	0.979	0.929	0.968	1.010	0.907	1.005	0.999	0.972	1.025	1.013	1.017	1.010	1.024	1.019	0.949	0.987	1.021
1966	1.010	1.008	0.989	1.023	0.942	1.024	0.942	0.944	1.001	0.984	1.026	1.012	0.993	0.995	0.966	1.043	0.921	1.011	0.993
1967	0.981	1.013	0.985	1.015	0.983	0.989	1.021	0.982	1.003	0.978	0.992	0.992	0.984	0.991	0.985	1.003	1.003	0.979	0.995
1968	0.998	1.010	0.994	0.936	0.973	0.993	0.990	1.017	1.000	0.987	0.996	0.987	0.984	1.003	1.038	0.960	1.012	0.952	1.003
1969	1.035	0.981	1.017	0.984	1.006	0.994	1.037	0.971	0.992	1.001	0.989	0.994	0.992	1.008	1.035	0.994	1.016	1.065	1.001
1970	1.030	0.945	1.052	0.968	1.038	1.013	1.121	0.990	0.993	1.009	0.972	1.009	0.997	0.987	1.040	1.041	1.015	1.087	1.005
1971	1.004	0.975	1.062	1.033	1.024	1.010	1.102	1.005	0.988	1.007	1.014	1.017	0.979	0.971	1.018	1.047	0.922	1.003	0.997
1972	0.988	0.991	1.091	1.011	1.019	0.998	1.024	1.055	0.996	1.029	1.042	1.017	0.991	0.971	1.008	1.008	1.011	0.950	0.981
1973	0.987	1.016	1.112	0.883	1.038	1.023	1.021	1.216	1.004	1.045	1.021	1.003	1.026	0.961	1.023	1.013	1.079	0.957	0.976
1974	1.028	1.044	1.072	0.944	1.031	1.012	1.013	1.180	0.991	1.010	0.947	0.964	1.014	1.012	1.023	1.022	0.997	1.014	0.951
1975	0.996	1.021	0.977	0.879	1.000	0.981	0.985	1.030	0.988	0.998	0.963	0.951	0.988	1.022	1.028	1.004	0.992	1.049	0.957
1976	0.944	1.035	0.973	0.881	0.986	0.993	0.992	1.004	1.003	1.007	1.043	0.920	0.982	1.000	1.025	0.987	1.012	1.042	0.997
1977	1.029	1.014	1.000	1.112	0.994	1.027	0.997	1.019	1.011	1.006	1.030	0.929	0.976	1.019	1.048	0.978	1.017	1.011	0.978
1978	0.996	1.001	0.959	1.164	1.034	1.013	0.976	1.008	1.002	1.010	1.039	1.021	0.996	0.936	1.085	0.939	1.014	1.016	0.934
1979	1.031	1.002	0.990	1.158	1.044	1.003	0.976	0.988	0.948	1.012	1.035	1.039	1.050	0.725	1.059	0.976	1.009	1.024	0.909
1980	1.119	0.968	1.048	1.140	1.009	0.949	1.002	1.003	0.836	1.009	0.991	0.953	1.041	0.753	1.018	1.037	0.984	1.012	0.908
1981	0.979	0.970	0.963	1.078	0.988	0.860	1.021	0.994	0.794	1.003	0.999	0.985	1.011	0.965	1.004	1.028	0.996	0.990	0.944
1982	0.881	0.975	0.933	0.938	0.980	0.854	1.011	0.961	0.843	0.985	1.018	1.037	0.974	0.971	0.984	0.974	1.023	0.895	0.965
1983	0.947	0.947	0.938	0.841	0.973	0.953	0.997	0.925	0.935	0.980	0.990	1.017	0.923	0.993	0.961	0.829	0.995	0.796	0.971
1984	1.098	0.973	1.000	0.975	0.978	1.083	0.997	0.953	0.975	0.975	0.970	1.027	0.985	1.003	0.951	0.878	0.999	0.871	1.029
1985	1.040	1.002	1.131	1.092	0.996	1.056	0.991	1.036	0.986	0.983	1.010	1.008	1.054	0.914	0.966	1.041	0.973	1.011	1.057
1986	1.085	0.964	1.119	1.066	1.029	1.016	0.989	1.041	0.964	0.988	1.014	1.018	0.995	0.906	0.986	1.116	0.900	1.154	1.109
1987	1.162	1.011	1.064	1.067	1.040	1.036	1.015	0.966	0.968	0.983	0.990	1.095	0.987	0.974	1.000	1.158	0.966	1.242	1.140
1988	1.017	1.065	0.989	1.074	1.018	1.017	1.021	1.004	1.009	1.008	1.001	1.084	1.030	0.820	1.049	0.981	1.033	1.089	1.102
1989	0.918	1.060	1.007	1.065	1.008	1.043	0.999	1.050	0.953	1.013	0.998	1.029	1.054	0.787	1.065	0.784	1.031	1.013	1.004
1990	0.955	1.061	1.001	1.022	1.005	1.049	0.951	1.021	1.002	1.009	0.983	1.029	1.046	0.950	1.035	0.824	1.028	1.026	1.048

TABELA A 1.3 - VARIAÇÃO TECNOLÓGICA - AMÉRICA LATINA
VALORES ACUMULADOS: 1961 - 1990

ANOS	ARG	BOL	BRA	CHL	COL	CRI	DOM	ECU	SLV	GTM	HND	JAM	MEX	NIC	PRY	PER	TTO	URY	VEN
1961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1962	1.015	1.003	1.016	1.017	1.004	0.999	0.961	1.012	0.988	1.005	1.000	1.005	1.010	0.989	1.022	0.988	1.023	1.020	0.967
1963	1.056	0.997	1.030	1.040	1.024	1.004	0.960	1.032	0.990	1.000	1.011	1.004	1.002	0.979	1.033	0.983	1.025	1.056	0.954
1964	1.012	0.994	1.036	1.039	1.007	1.015	1.002	1.013	0.999	1.006	1.009	0.994	0.978	0.987	1.006	0.989	0.995	1.040	0.975
1965	0.960	0.997	1.025	1.043	1.020	0.998	1.059	1.005	0.999	1.015	0.983	0.989	0.990	0.992	0.996	0.989	1.028	1.017	0.986
1966	0.997	0.994	1.019	0.991	1.035	0.989	1.040	1.040	1.000	1.008	0.983	0.990	1.006	1.001	1.025	0.975	1.045	1.005	1.002
1967	1.016	0.995	1.024	0.994	1.012	1.008	0.995	1.018	0.998	1.011	1.003	1.003	1.010	1.005	1.016	0.995	0.999	1.020	1.001
1968	1.005	1.005	1.016	1.041	1.018	1.008	1.014	0.998	1.001	1.007	1.000	1.006	1.008	1.000	0.988	1.021	0.996	1.036	0.995
1969	0.983	1.021	1.002	1.015	0.999	1.006	0.987	1.025	1.008	0.998	1.005	0.999	1.007	0.998	0.991	1.003	0.995	0.977	0.996
1970	0.987	1.033	0.985	1.021	0.984	0.996	0.941	1.013	1.010	0.995	1.015	0.985	1.005	1.010	0.987	0.980	1.000	0.965	0.992
1971	1.001	1.017	0.978	0.988	0.990	0.998	0.949	1.002	1.013	0.998	0.989	0.985	1.013	1.021	0.999	0.980	1.057	1.005	1.004
1972	1.006	1.006	0.966	1.001	0.990	1.003	0.988	0.975	1.005	0.985	0.974	0.986	1.009	1.020	1.004	1.001	0.999	1.036	1.016
1973	1.008	0.991	0.955	1.078	0.983	0.991	0.987	0.902	0.998	0.977	0.989	0.999	0.991	1.028	0.997	0.998	0.961	1.030	1.015
1974	0.988	0.977	0.972	1.042	0.988	0.997	0.992	0.916	1.008	0.996	1.036	1.028	0.997	0.995	0.996	0.989	1.007	1.000	1.030
1975	1.005	0.989	1.022	1.088	1.004	1.013	1.008	0.985	1.011	1.002	1.026	1.032	1.010	0.985	0.991	0.997	1.008	0.983	1.026
1976	1.036	0.982	1.022	1.088	1.011	1.008	1.005	0.997	1.000	0.999	0.975	1.053	1.013	1.001	0.994	1.010	0.994	0.984	1.000
1977	0.989	0.991	1.007	0.956	1.006	0.987	1.001	0.990	0.994	0.995	0.982	1.046	1.017	0.995	0.980	1.016	0.989	1.000	1.005
1978	1.005	1.000	1.033	0.931	0.986	0.992	1.012	0.997	0.999	0.993	0.981	0.997	1.004	1.039	0.961	1.041	0.989	0.995	1.028
1979	0.986	1.001	1.016	0.934	0.980	1.000	1.012	1.007	1.030	0.992	0.980	0.990	0.977	1.199	0.970	1.022	0.990	0.985	1.042
1980	0.943	1.020	0.984	0.942	0.998	1.030	0.998	1.000	1.107	0.992	1.003	1.034	0.981	1.183	0.989	0.987	1.005	0.990	1.049
1981	1.015	1.020	1.032	0.971	1.009	1.086	0.988	1.005	1.141	0.999	0.999	1.019	0.992	1.031	0.997	0.986	0.997	1.003	1.032
1982	1.077	1.021	1.053	1.050	1.016	1.097	0.993	1.025	1.104	1.012	0.991	0.992	1.011	1.021	1.007	1.012	0.982	1.064	1.020
1983	1.034	1.041	1.048	1.112	1.019	1.036	1.002	1.050	1.041	1.016	1.011	0.999	1.046	1.005	1.025	1.108	1.004	1.139	1.014
1984	0.956	1.024	1.014	1.022	1.013	0.966	1.006	1.034	1.014	1.018	1.022	0.994	1.013	1.004	1.032	1.077	1.001	1.086	0.986
1985	0.987	1.009	0.950	0.962	1.003	0.976	1.010	0.989	1.009	1.013	0.999	1.006	0.978	1.056	1.021	0.983	1.017	1.001	0.974
1986	0.965	1.031	0.953	0.974	0.988	0.994	1.007	0.986	1.023	1.011	0.996	0.999	1.009	1.059	1.010	0.945	1.064	0.932	0.946
1987	0.928	1.005	0.977	0.972	0.982	0.983	0.994	1.028	1.021	1.013	1.007	0.956	1.013	1.021	1.003	0.924	1.020	0.895	0.931
1988	0.996	0.976	1.016	0.966	0.991	0.992	0.989	1.004	0.998	1.000	1.003	0.961	0.992	1.125	0.975	1.012	0.985	0.958	0.947
1989	1.054	0.977	1.007	0.968	0.996	0.980	0.998	0.979	1.027	0.993	1.003	0.987	0.979	1.149	0.964	1.147	0.987	0.998	0.996
1990	1.035	0.975	1.012	0.987	0.996	0.975	1.026	0.997	0.999	0.996	1.012	0.985	0.977	1.034	0.979	1.117	0.990	0.992	0.976

TABELA A.4 - VARIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES - ÍNDICE DE MALMQUIST - AMÉRICA LATINA
VALORES ACUMULADOS: 1961 - 1990

ANOS	ARG	BOL	BRA	CHL	COL	CRI	DOM	ECU	SLV	GTM	HND	JAM	MEX	NIC	PRY	PER	TTO	URY	VEN
1961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1962	0.990	1.004	0.998	0.989	0.997	1.004	1.033	0.996	1.006	0.997	0.998	0.994	0.995	1.004	0.991	1.006	0.980	0.987	1.026
1963	0.963	1.008	0.998	0.971	0.981	1.001	1.040	0.985	1.008	1.002	0.993	0.995	1.003	1.015	0.988	1.009	0.976	0.965	1.036
1964	1.000	1.007	0.996	0.969	0.998	0.993	1.003	1.001	1.002	0.993	0.992	1.001	1.018	1.010	1.010	1.008	0.999	0.980	1.018
1965	1.038	1.002	1.003	0.969	0.987	1.008	0.960	1.010	0.998	0.987	1.007	1.002	1.007	1.001	1.020	1.008	0.976	1.004	1.007
1966	1.008	1.002	1.009	1.014	0.974	1.013	0.980	0.982	1.001	0.992	1.009	1.002	0.999	0.996	0.990	1.017	0.962	1.016	0.995
1967	0.997	1.007	1.009	1.009	0.995	0.997	1.016	1.000	1.001	0.988	0.995	0.995	0.993	0.996	1.001	0.998	1.002	0.999	0.997
1968	1.003	1.015	1.010	0.974	0.990	1.001	1.004	1.015	1.000	0.994	0.996	0.993	0.991	1.002	1.026	0.980	1.008	0.986	0.999
1969	1.018	1.001	1.019	0.999	1.006	1.001	1.023	0.994	0.999	0.999	0.994	0.993	0.998	1.006	1.025	0.998	1.011	1.040	0.997
1970	1.017	0.976	1.036	0.988	1.021	1.009	1.054	1.003	1.003	1.004	0.987	0.994	1.002	0.997	1.027	1.020	1.015	1.048	0.998
1971	1.005	0.991	1.039	1.020	1.014	1.008	1.047	1.007	1.001	1.005	1.003	1.002	0.992	0.991	1.017	1.026	0.975	1.008	1.001
1972	0.995	0.996	1.054	1.012	1.009	1.001	1.011	1.029	1.001	1.014	1.016	1.003	1.000	0.990	1.012	1.009	1.010	0.984	0.997
1973	0.995	1.007	1.062	0.952	1.021	1.013	1.008	1.097	1.002	1.021	1.010	1.002	1.016	0.987	1.020	1.011	1.038	0.986	0.991
1974	1.016	1.020	1.042	0.984	1.019	1.008	1.005	1.081	0.999	1.006	0.982	0.991	1.011	1.008	1.019	1.012	1.004	1.014	0.980
1975	1.001	1.010	0.998	0.956	1.004	0.995	0.993	1.014	0.999	1.000	0.987	0.981	0.998	1.007	1.018	1.001	1.001	1.031	0.982
1976	0.977	1.016	0.994	0.959	0.997	1.001	0.997	1.002	1.003	1.006	1.017	0.969	0.995	1.001	1.019	0.997	1.007	1.025	0.996
1977	1.018	1.005	1.008	1.063	1.000	1.014	0.998	1.009	1.005	1.001	1.012	0.971	0.992	1.014	1.027	0.994	1.006	1.011	0.983
1978	1.001	1.000	0.991	1.085	1.019	1.005	0.988	1.005	1.001	1.003	1.019	1.018	1.001	0.972	1.042	0.977	1.003	1.010	0.959
1979	1.016	1.003	1.006	1.081	1.023	1.003	0.988	0.996	0.976	1.004	1.015	1.028	1.026	0.869	1.027	0.997	0.999	1.009	0.947
1980	1.055	0.988	1.031	1.074	1.007	0.978	1.000	1.003	0.925	1.000	0.994	0.986	1.021	0.891	1.007	1.023	0.989	1.002	0.953
1981	0.993	0.989	0.993	1.046	0.998	0.934	1.009	0.999	0.906	1.002	0.998	1.004	1.002	0.995	1.001	1.013	0.993	0.993	0.975
1982	0.949	0.995	0.982	0.985	0.995	0.936	1.004	0.985	0.930	0.997	1.008	1.029	0.985	0.991	0.992	0.986	1.004	0.952	0.984
1983	0.980	0.986	0.983	0.935	0.992	0.988	0.999	0.972	0.972	0.996	1.000	1.016	0.965	0.999	0.985	0.919	0.999	0.906	0.985
1984	1.050	0.997	1.014	0.996	0.991	1.045	1.003	0.985	0.988	0.992	0.991	1.021	0.998	1.007	0.982	0.946	1.000	0.947	1.015
1985	1.026	1.010	1.075	1.051	0.999	1.031	1.000	1.024	0.995	0.996	1.009	1.014	1.031	0.965	0.986	1.024	0.989	1.012	1.029
1986	1.047	0.994	1.066	1.038	1.017	1.010	0.996	1.027	0.986	0.998	1.010	1.016	1.004	0.960	0.995	1.055	0.958	1.075	1.049
1987	1.079	1.016	1.039	1.037	1.021	1.018	1.009	0.993	0.988	0.995	0.997	1.046	1.000	0.994	1.003	1.070	0.985	1.111	1.062
1988	1.013	1.040	1.004	1.038	1.009	1.010	1.010	1.008	1.008	1.008	1.003	1.042	1.022	0.923	1.023	0.994	1.018	1.044	1.044
1989	0.968	1.036	1.013	1.031	1.003	1.022	0.997	1.028	0.979	1.007	1.000	1.016	1.032	0.904	1.027	0.899	1.018	1.012	1.001
1990	0.989	1.035	1.013	1.009	1.001	1.023	0.976	1.018	1.001	1.005	0.995	1.014	1.023	0.982	1.014	0.921	1.018	1.018	1.023

PRODUTIVIDADE, CRESCIMENTO ECONÔMICO E DINÂMICA TRANSICIONAL: UM ESTUDO COMPARADO PARA GRUPOS DE PAÍSES

1 Introdução

Estudos sobre produtividade têm sido objeto de grande interesse na teoria econômica, tanto no âmbito micro quanto no macroeconômico, constituindo um tema com longa tradição de trabalhos empíricos. Neste caso, há o reconhecimento de sua importância como fator estratégico do crescimento econômico, da redução da pobreza e da ampliação do bem-estar econômico e social.

Nos últimos anos, tem-se observado um crescente interesse sobretudo na quantificação e na comparação do desempenho das nações no que respeita à produtividade total dos fatores (PTF). A motivação básica dos vários estudos empíricos fundamenta-se nos debates sobre a importância para o crescimento econômico das diferenças nos níveis do conhecimento tecnológico e na forma de como ocorre sua difusão através dos diversos países (Temple, 1999). E a essência da discussão situa-se no campo das divergências quanto à sua geração, difusão e apropriação subjacentes à teorização formal dos modelos neoclássico e de crescimento endógeno, bem como nos argumentos dos defensores das teorias apreciativas.²²

Uma das implicações desses debates resultou no que passou a ser denominado de hipótese da convergência, segundo a qual os países pobres cresceriam, ao longo do tempo, a taxas mais rápidas que os países ricos, resultando numa tendência de aproximação dos níveis de renda *per capita* dos primeiros em relação aos últimos.

²² Em contraposição aos modelos formais, as teorias apreciativas têm-se caracterizado pela ênfase sobre a forma como surge o progresso técnico e de sua apropriação. O esforço analítico tende a estar próximo dos fatos empíricos e a construção dos argumentos é conduzida sem o aparato da formalização próprio dos modelos de crescimento econômico. Entre muitos outros, inserem-se nessa linha de pesquisa A Gerschenkron (1962) Abramovitz (1986), Nelson e Wright (1992) e Fagerberg (1994).

Os inúmeros trabalhos empíricos realizados acerca da verificação de processos de convergência da renda têm permitido demonstrar que para sua efetiva ocorrência duas condições são requeridas (Islam, 1999): obtenção de níveis similares de intensidade no uso do capital e alcance de padrões tecnológicos equivalentes. Assim sendo, os países pobres teriam que se beneficiar simultaneamente de um maior fluxo de capital fixo e, ainda, de um processo efetivo de transferência e difusão tecnológica. O exame empírico da primeira das duas condições tem sido objeto de maior atenção em face das características de mobilidade internacional do capital e, também, da força da tradição do modelo neoclássico de crescimento (Solow, 1956), que considera o progresso técnico como exógeno cuja característica se aproxima de um bem público, estando, portanto, disponível para todas as firmas e países em qualquer dado momento (Mankiw, Romer e Weil, 1992).

É a partir da publicação dos trabalhos de Romer (1986) e Lucas (1988), baseados na tradição de Arrow (1962) e Sheshinski (1967), que se desenvolve uma nova percepção da importância do progresso técnico como fonte central do processo de acumulação de capital e do crescimento econômico. Abre-se, assim, uma nova linha de pesquisa e novos estímulos são criados no esforço de modelagem do progresso técnico como elemento central do crescimento de longo prazo.

Essas diferentes abordagens de progresso técnico dos modelos de crescimento e os argumentos das teorias apreciativas têm influenciado o crescente interesse na investigação do comportamento comparado da PTF de países em vários estágios de desenvolvimento. Em muitos casos, a preocupação com a PTF resulta da arraigada influência de trabalhos empíricos baseados nas abordagens da contabilidade do crescimento²³ que a identifica com o progresso técnico. No entanto, deve-se ter muito claro que diferenças existentes nas medidas de PTF entre países não correspondem necessariamente às diferenças nos padrões tecnológicos, uma vez que muitos outros fatores podem explicar essa medida de produtividade além da tecnologia. Mas é correto afirmar-se que o progresso técnico conduz a um crescimento da PTF, sendo relevante, portanto, o estudo desta medida de produtividade.

O presente ensaio vem complementar os estudos realizados pelos autores em outro trabalho (Bittencourt e Marinho, 2003) sobre o comportamento da PTF numa amostra de

²³ As abordagens tradicionais utilizadas na medida e comparação da PTF são as seguintes: contabilidade do crescimento com dados de séries temporais (é o mais antigo e surgiu com a identificação do resíduo de Solow), contabilidade do crescimento com dados transversais e a abordagem das regressões em painel. Mais recentemente, um novo enfoque de análise da produtividade, conhecido como abordagem de fronteira de produção, tem sido bastante explorado. (Islam, 1999). Essa abordagem possui duas variantes: o método paramétrico de estimação de fronteiras estocásticas de produção e o método não paramétrico, que utiliza o procedimento da programação matemática e não admite nenhuma função de produção específica.

países da América Latina. Aqui, o objetivo é o de examinar como foi o desempenho dessa região relativamente ao de outras regiões (ou grupo econômico de países) da economia mundial no que respeita não apenas a essa medida de produtividade mas também quanto a outros indicadores de performance econômica, inclusive a relação capital-trabalho. Para isso, o trabalho apresenta as medidas da PTF para quatro grupos de países - OCDE²⁴, América Latina, Ásia e África, utilizando-se de dois procedimentos metodológicos: a estimação de uma fronteira estocástica de produção e a construção do índice de Malmquist no qual se emprega o conceito de função distância. Na estimação da fronteira estocástica, examina-se simultaneamente a contribuição de variáveis macroeconômicas na explicação do desempenho da eficiência técnica na amostra ampla de países.

Medidas de produtividade relativa são também construídas seguindo o procedimento sugerido por Hall e Jones (1999) e adotado por Krüger (2003)²⁵, que consideram ser relevante a comparação das diferenças nos níveis relativos de produtividade entre os países em complementação ao exame sistemático de taxas de crescimento, tendo em vista que, assim procedendo, tem-se uma compreensão mais adequada sobre o comportamento de longo prazo. Essas medidas serão também utilizadas nas estimativas das densidades Kernel, as quais permitem uma melhor visualização da dinâmica da distribuição relativamente às variáveis envolvidas ao longo do tempo, conforme o proposto por Quah (1996a), (1996b) e (1997). As densidades univariadas são estimadas com a utilização do Kernel de Epanechnikov, cuja escolha foi determinada por dois critérios: os valores das distribuições examinadas caem dentro de seu domínio e sua eficiência é máxima em relação a métodos disponíveis (Silverman, 1998).

A seleção da forma funcional da fronteira de produção é feita a partir dos dados amostrais, constituindo-se em um procedimento diferente do utilizado na tradição da contabilidade do crescimento quando da estimação da PTF, a qual considera *a priori* o modelo da função Cobb-Douglas (Battese e Coelli, 1995) e (Coelli, Rao e Battese, 1998). Para isso, usa-se o teste da razão de verossimilhança na escolha da forma funcional mais adequada à amostra de dados.

²⁴ OCDE constitui a sigla em português para Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico, integrada por países ricos.

²⁵ Krüger (2003) utiliza em seu trabalho o método não paramétrico de programação matemática para estimar a fronteira de produção e o índice de Malmquist. A série de capital físico foi construída pelo próprio autor com base na técnica de inventário.

2. Aspectos Metodológicos

2.1 Fronteira Estocástica de Produção

Na quantificação da PTF, utiliza-se a análise paramétrica da fronteira estocástica. Uma de suas vantagens reside na incorporação de erros e distúrbios aleatórios na estimação da fronteira, o que não ocorre com o método não paramétrico, que atribui à ineficiência técnica os desvios do produto observado em relação ao produto potencial. Mas, de outra parte, o método paramétrico requer a especificação da forma funcional da fronteira de produção e o indispensável estabelecimento de hipóteses distribucionais sobre os componentes do erro de forma a permitir a sua decomposição nas parcelas de ineficiência técnica e dos desvios aleatórios de medida.

O modelo de fronteira de produção adotado baseia-se na abordagem de dados em painel, desenvolvida por Battese e Coelli (1995), a qual permite, ainda, a incorporação, na fronteira, de um modelo para os efeitos de ineficiência técnica como uma função de variáveis explicativas cujos parâmetros são estimados simultaneamente com os parâmetros da fronteira. Essa modelagem tem a vantagem de permitir que as ineficiências técnicas e as elasticidades dos insumos variem no tempo, possibilitando a identificação de alterações na estrutura de produção.

O modelo passa a ser definido como segue:

$$Y_{it} = f(x_{it}; \beta) e^{(v_{it} - u_{it})} \quad (1)$$

onde:

Y_{it} - representa o produto observado no tempo t relativamente à i -ésima unidade de produção (país);

$f(\bullet)$ - é a tecnologia de produção;

x_{it} - é um vetor de quantidades de fatores de produção relativamente à i -ésima unidade produtiva e medida no tempo t ;

β - é um vetor de parâmetros desconhecidos e que são estimados;

v_{it} - representa os erros aleatórios e são, por hipótese, independentes e identicamente distribuídos com distribuição normal, tendo média zero e variância σ_v^2 , não conhecida;

u_{it} – é variável aleatória não negativa associada com a ineficiência técnica na produção, de modo que a sua ocorrência faz o produto observado resultar em um valor inferior ao produto potencial para a tecnologia conhecida e níveis de fatores de produção disponíveis.

Os efeitos de ineficiência técnica - u_{it} - são especificados como:

$$u_{it} = z_{it}\delta + w_{it} \quad (2)$$

onde:

u_{it} – a ineficiência técnica é não negativa com distribuição normal truncada em zero, independentemente distribuída (mas não identicamente distribuída) com média m_{it} e variância σ_u^2 ;

δ - é um vetor de parâmetros desconhecidos e que são estimados;

z_{it} – é um vetor de variáveis que explicam a ineficiência técnica relativamente à i -ésima unidade produtiva (país) e medida no tempo t ;

w_{it} – é variável aleatória com distribuição normal com média zero e variância σ_u^2 .

Como se supõe que u_{it} tem distribuição normal truncada em zero, independentemente distribuída (mas não identicamente distribuída), sua média é dada por $m_{it} = z_{it}\delta$. Além disso, supõe-se que sua variância seja σ_u^2 . As hipóteses de homoscedasticidade decorrem da necessidade de simplificação da estimação dos parâmetros quando se inclui a modelagem para a ineficiência. Embora outros modelos permitam a estimação considerando a possibilidade de heteroscedasticidade, isso se dá com o sacrifício da equação de ineficiência em virtude da complexidade de construção da função de log-verossimilhança com um elevado número de parâmetros para se estimar. Deve-se destacar, no entanto, que as pesquisas têm-se encaminhado para a incorporação de procedimento que permitam viabilizar modelos mais completos.

Os parâmetros das equações (1) e (2) são estimados simultaneamente usando-se o método de máxima verossimilhança por meio do programa FRONTIER 4.1 (Coelli, 1996). Esse procedimento de estimação considera a função de log-verossimilhança em termos da parametrização dada por $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$, proposta por Battese e Coelli (1993). Além de facilitar o processo de maximização por iterações, uma vez que o valor do referido parâmetro deve situar-se entre zero e um., esse procedimento permite uma interpretação mais direta para a existência de efeitos de ineficiência técnica nos resultados da estimação do que pelo exame da

magnitude relativa das variâncias.²⁶ Deve-se salientar, por outro lado, que os parâmetros estimados para as equações (1) e (2) são os mesmos na suposição de que a tecnologia é dada para todos os países. de modo a permitir a comparação do desempenho de todos eles.

A medida de eficiência técnica de Farrell (1957) orientada pelo produto de cada unidade produtiva (país) no tempo t é definida como a relação entre o produto observado, $y_{it} = f(x_{it}; \beta) \exp(v_{it}) \exp(-u_{it})$, e o produto potencial, $\hat{y}_{it} = f(x_{it}; \beta) \exp(v_{it})$. Assim, como $u_{it} = z_{it}\delta + w_{it}$, pode-se estimar a ineficiência técnica de acordo com a seguinte expressão:

$$ET_{it} = \frac{f(x_{it}; \beta) \exp(v_{it}) \exp(-u_{it})}{\hat{y}_{it}} = \exp(-u_{it}) = \exp(-z_{it}\delta - w_{it})$$

A forma funcional da fronteira estocástica utilizada na estimação foi determinada por meio de um teste de adequação à amostra de dados. Considerou-se a da Cobb-Douglas, que apresenta propriedades restritivas, em contraposição a uma forma menos restritiva expressa pela função translog.²⁷ A especificação adotada é a seguinte:

$$y_{it} = \beta_{if} + \beta_t t + \beta_{tt} t^2 + \sum_{j=1}^2 \beta_j x_{jit} + \sum_{j=1}^2 \sum_{h=1}^2 \beta_{jh} x_{jit} x_{hit} + \sum_{j=1}^2 \beta_{jit} x_{jit} t + v_{it} - u_{it} \quad (3)$$

onde a ineficiência técnica de produção u_{it} é modelada como:

$$u_{it} = z_{it}\delta + \omega_{it} \quad (4)$$

A variável y é o log do produto e x é um vetor dos logaritmos de dois fatores de produção considerados, trabalho e capital, ($j, h = L, K$). O modelo incorpora ainda efeitos fixos com a finalidade de capturar heterogeneidades no painel de dados, principalmente relacionadas às diferenças iniciais nos níveis tecnológicos entre países.

A mudança tecnológica é especificada como um insumo (*tendência* t), representando a taxa de progresso técnico ou o deslocamento da função de produção ao longo do tempo. Trata-se de uma tendência determinística na fronteira de produção seguindo um procedimento usual nos trabalhos que utilizam essa metodologia, embora se reconheça a

²⁶ Quanto mais próximo de zero for o valor estimado de γ , menos significativo será o termo da ineficiência técnica na explicação dos desvios da fronteira de produção. Quando o seu valor aproxima-se de um, maior é a importância da eficiência técnica nos desvios da fronteira de produção.

²⁷ A fronteira de produção translog constitui uma forma funcional mais flexível e apresenta a propriedade de constituir-se em uma aproximação local para qualquer outra fronteira de produção. Além disso, o índice de Törnqvist mantém uma relação exata com a translog, o que representa uma propriedade importante na construção do índice de Malmquist, que pode ser expresso como uma média geométrica de índices de Törnqvist (Diewert, 1976).

possibilidade de ocorrência de tendência de natureza estocástica, o que deve ser verificado por meio de testes específicos. Essa especificação considera o progresso técnico como não-neutro.

Adota-se a hipótese de retornos constantes de escala na função de produção (4), a fim de possibilitar a construção do índice de Malmquist, conforme sugerido por Färe et al. (1994). Assim, impõem-se as seguintes restrições sobre os parâmetros da função: $\beta_K + \beta_L = 1$, $\beta_{KK} + \beta_{KL} = 0$, $\beta_{KL} + \beta_{LL} = 0$ e $\beta_{Kt} + \beta_{Lt} = 0$.

Na equação de ineficiência técnica (4), a escolha das variáveis, que integram o vetor z_{it} , resultou do interesse em se verificar os efeitos sobre a ineficiência técnica de um conjunto de variáveis macroeconômicas cujo comportamento é reconhecidamente influenciado pela política econômica e pelas especificidades locais de cada país. Além disso, a disponibilidade de dados no período constituiu fator determinante da sua seleção. Em decorrência disso, excluiu-se a variável taxa de inflação, que foi considerada no capítulo anterior, por falta de dados para um número muito grande de países. Essas variáveis são especificadas a seguir:

z_{1t} - representa o gasto com o consumo do governo em relação ao produto interno bruto de cada país;

z_{2t} - é o desvio do nível de preços local em relação à paridade do poder de compra (PPP), tomando-se os Estados Unidos da América como país de referência. A sua inclusão tem como objetivo controlar os efeitos das políticas de comércio que implementam desvalorizações no câmbio real sobre a ineficiência técnica. Um crescimento nos desvios dos preços locais em relação à PPP significa desvalorização no câmbio real (Miller e Upadhyay, 2000);

z_{3t} - é o grau de abertura, medido pelo valor da soma das importações e exportações em relação ao produto interno bruto de cada país. Espera-se, em geral, que economias mais abertas tenham maior acesso à importação de bens intermediários mais baratos, uma maior penetração a amplos mercados e a tecnologias mais avançadas.²⁸

²⁸ Há várias formas de medir a variável grau de abertura: através do grau de proteção tarifária, de taxas de câmbio no mercado paralelo, de indicadores de regimes de política comercial, etc. Optou-se pelo uso da medida tradicional, que expressa uma relação entre o total das exportações mais importações e o produto interno bruto, tendo em vista a disponibilidade de dados anuais para a amostra de países na PWT 6.1. A crítica central à utilização dessa variável, na forma especificada, decorre de sua provável endogeneidade nos modelos de equações de crescimento. No entanto, no presente modelo essa crítica não procede porque as equações (1) e (2) são estimadas simultaneamente pelo método de máxima verossimilhança.

2.2 Produtividade Total dos Fatores

Pode-se mostrar que o índice de produtividade total decompõe-se nos componentes de variação de eficiência, variação de escala e variação técnica. Considerando o caso simplificado de uma função de produção especificada por um único produto y e apenas um insumo x , tem-se que y_t , y_{t+1} , x_t e x_{t+1} correspondem às quantidades observadas de produto e de insumo, respectivamente, nos períodos t e $t+1$. Assim, define-se o índice da produtividade total dos fatores (PTF) pela relação dada por:

$$PTF_{t,t+1} = \frac{y_{t+1}/x_{t+1}}{y_t/x_t} \quad (5)$$

Supondo que as relações estabelecidas entre insumos utilizados no processo de produção e o produto potencial máximo, nos momentos t e $t+1$, sejam expressas pelas funções $f_t(x)$ e $f_{t+1}(x)$ e admitindo-se a possibilidade de ocorrência de ineficiência técnica, pode-se quantificar o produto observado através de uma função de produção da forma:

$$y_t = \lambda_t f_t(x_t) \quad , \text{ onde } 0 \leq \lambda_t \leq 1. \quad (6)$$

No caso de λ_t assumir valores inferiores à unidade, há a ocorrência de ineficiência técnica no processo produtivo da unidade de produção observada. Substituindo a equação (6) na equação (5), obtém-se:

$$PTF_{t,t+1} = \frac{\lambda_{t+1} f_{t+1}(x_{t+1})/x_{t+1}}{\lambda_t f_t(x_t)/x_t} \quad (7)$$

Admitindo-se, agora, que os insumos possam ser utilizados em quantidades diferentes entre dois períodos consecutivos, pode-se estabelecer uma relação entre a quantidade de insumo do período $t+1$ com a do período t na forma $x_{t+1} = k x_t$.²⁹ No caso de a função de produção ser homogênea de grau $\gamma(t+1)$, em x_{t+1} , relativo ao período $t+1$, a equação (7) passa a ter a seguinte configuração:

$$PTF_{t,t+1} = \frac{\lambda_{t+1} f_{t+1}(kx_t)/kx_t}{\lambda_t f_t(x_t)/x_t} = \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} k^{\gamma(t+1)-1} \frac{f_{t+1}(x_t)}{f_t(x_t)} \quad (8)$$

A equação (7) fornece a decomposição do índice da PTF, cujos componentes são os seguintes: o primeiro componente do lado direito, λ_{t+1}/λ_t , representa a variação na eficiência técnica, o termo $k^{\gamma(t+1)-1}$ constitui a variação de escala de produção e $f_{t+1}(x_t)/f_t(x_t)$ a variação tecnológica. Quando a tecnologia apresenta retornos constantes de

²⁹ Sendo a quantidade de um insumo em $t+1$ maior que em t , k apresentará valor superior à unidade.

escala, $k^{\gamma(t+1)-1}=1$. Assim, a produtividade total pode ser decomposta em variação de eficiência e variação técnica.

2.3 O Conceito de Função Distância

O conjunto de possibilidade de produção representa o conjunto de todos os vetores de produtos, $y \in \mathbb{R}_+^M$, que pode ser produzido com o vetor dos insumos, $x \in \mathbb{R}_+^N$. Em outras palavras, é o conjunto de todas as combinações de insumos e produtos factíveis. Em termos formais, é definido por:

$$P(x) = \{y : x \text{ pode produzir } y\} \quad (9)$$

Segundo Farrell (1957), pode-se utilizar o conceito de função distância orientada pelo produto, para um dado conjunto de insumos, como uma medida de eficiência técnica de produção. Esta medida refere-se à distância entre o produto observado e o produto potencial máximo, sendo dada como uma proporção deste último. Dito de outro modo, a função distância é a expansão proporcional do produto de modo a torná-lo eficiente. Denotando a função distância orientada pelo produto por $D_o^t(x^t, y^t)$, para um período de tempo t , uma definição mais formal é expressa por:³⁰

$$D_o^t(x^t, y^t) = \text{Inf}(\delta : (x^t, y^t / \delta) \in P^t(x)) \quad (10)$$

2.4 Índice de Produtividade de Malmquist

Caves, Christensen e Diewert (1982) adaptaram o índice proposto por Malmquist (1953) para analisar aspectos relacionados com o consumo como um índice de produtividade. O índice de produtividade total de Malmquist orientado pelo produto apresenta duas vantagens em relação ao procedimento da contabilidade do crescimento. Em primeiro lugar, não há necessidade de se ter informações sobre os preços de fatores de produção e nenhuma condição de equilíbrio é requerida para sua construção. A outra vantagem é que o referido índice permite decompor a variação na PTF nos componentes de variação de eficiência

³⁰ Vários trabalhos adotam o conceito de função distância orientada pelos insumos: $d_i(x, y) = \sup\{\rho : (x/\rho) \in L(y)\}$, onde o conjunto de insumos $L(y)$ representa todos os vetores de insumos, x , que podem produzir o vetor de produto, y . Isto é, $L(y) = \{x : x \text{ pode produzir } y\}$.

técnica e de variação técnica. Com isso, pode-se identificar qual componente de variação da PTF deve representar efetivamente a variação de progresso tecnológico, ao contrário da contabilidade do crescimento que associa alterações na PTF diretamente aos avanços na tecnologia.

O índice de produtividade total de Malmquist orientado pelo produto, para uma tecnologia de referência no período de tempo t , de acordo com Caves, Christensen e Diewert (1982.a), é definido com base na razão de duas funções distância:

$$M_o^t = \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \quad (11)$$

onde $D_o^t(x^t, y^t)$ e $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ são definidas de acordo com a equação (10).

No caso de uma tecnologia de referência para o período $t+1$, o referido índice pode ser definido como:

$$M_o^{t+1} = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (12)$$

Para se evitar qualquer escolha arbitrária do período de referência, o índice de Malmquist, aqui denotado por $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$, é construído como a média geométrica dos índices (11) e (12). Assim, tem-se que:

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\left(\frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

A expressão (14) pode ser reescrita de modo a apresentar o índice de produtividade de Malmquist decomposto em uma medida de eficiência técnica (aproximação da fronteira) e um componente de variação tecnológica (Färe et al., 1994), que está apresentada na equação (15):

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^t(y^t, x^t)} \right] \left[\frac{D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \frac{D_o^t(y^t, x^t)}{D_o^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (15)$$

A variação na eficiência técnica (efeito aproximação da fronteira) relativa aos períodos t e $t+1$ é representada pela primeira relação do lado direito de (15), cuja medida será maior que a unidade quando houver um incremento na eficiência. Já a variação tecnológica,

no mesmo intervalo de tempo, é quantificada pela média geométrica das duas razões de medidas de distância entre colchetes na mesma expressão. Assim, tem-se que:

$$\text{Variação de Eficiência Técnica} = \frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^t(y^t, x^t)}$$

$$\text{Variação Tecnológica} = \left[\frac{D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \frac{D_o^t(y^t, x^t)}{D_o^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Caves et al. (1982.b) demonstram que, sob certas condições, a média geométrica de dois índices de produtividade de Malmquist, como no caso da equação (13), é equivalente ao índice de Tornqvist (cujo cálculo depende de informações sobre participações na renda, receita ou custo). Mostram, ainda, que este último índice é "exato" no caso da tecnologia translog.³¹

O índice de Malmquist pode ser calculado de várias formas (Caves et al. 1982.a). O procedimento aqui adotado, conforme já mencionado anteriormente, utiliza a técnica paramétrica de fronteira estocástica para estimação da fronteira de produção, (3), e da equação de ineficiência técnica, (4), ambas definidas na seção 2.1, obtendo-se as quatro funções distância necessárias, conforme a definição dada em (9): $D_o^t(x^t, y^t)$, $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$, $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ e $D_o^{t+1}(x^t, y^t)$.³² No caso de um único produto, Marinho e Barreto (2000) explicitam que a eficiência técnica = $D_o^t(x_t, y_t) = y_t / f(x_t)$ onde, y_t é o produto observado no período t e $f(x_t)$ é o produto potencial máximo estimado.

De acordo com Coelli, Rao e Battese (1998), o método descrito constitui um procedimento alternativo de mais fácil operacionalização do que a estimação direta das funções distâncias. E como os resultados obtidos são bastante similares, adota-se aqui este procedimento.

³¹ O termo "exato" foi dado por Diewert (1976) para classificar um índice de quantidades que mantém uma correspondência exata com a tecnologia especificada, mas que pode ser calculado sem a necessidade de se estimar os parâmetros da forma funcional relativa àquela tecnologia. No caso do índice de Tornqvist, há uma correspondência exata com a função translog. Sobre esse assunto, vejam-se, ainda, Coelli et al. (1998) e Kohli (2004).

³² No cálculo das funções distância, fazem-se quatro rodadas de estimações, adequando-se os dados de cada uma delas às definições requeridas pela equação (9).

3. Amostras, Estimação e Discussão

3.1 Dados e Amostras

Os dados foram extraídos de duas fontes básicas: *Penn World Table 6.1 (PWT 6.1)*, (Heston, Summers e Aten, 2002)³³ e *World Development Indicators (WDI)*, fornecido pelo Banco Mundial (BIRD). Esses bancos de dados internacionais são amplamente referenciados em estudos empíricos, notadamente sobre o crescimento econômico de países e regiões, uma vez que as informações disponíveis são sistematizadas de acordo com metodologias que possibilitam cada vez mais comparações reais entre diferentes economias. As fontes dos dados e as variáveis utilizadas são as seguintes: a.) PWT6.1: as séries de produto (RGDPCH - Real GDP *per capita* – Constant price: chain series e RGDPWOK - Real GDP chain per worker), grau de abertura (OPENK – Openness in Constant prices), gastos do governo (Kg – Government share of RGDL – Real GDP per capita – constant price Laspeyres), população (POP), desvio dos preços em relação à PPP (P – Price level of Gross Domestic Product – US = 100), trabalho (obtido por cálculo com o uso das variáveis: RGDPCH, RGDPWOK e POP); b.) WDI: capital (KAPW – Capital per worker).

Os dados das séries de produto e de fatores de produção usados na estimação da fronteira estocástica são considerados em nível em vez do procedimento padrão adotado em muitos estudos empíricos que utilizam essas variáveis sob a forma de taxas de variação. A vantagem reside no fato de que o uso de preços internacionais para ajustar as diferenças no poder de compra das moedas de diferentes países tende a superestimar as taxas de crescimento dos países ricos e a subestimar as dos países mais pobres. Assim, evita-se a introdução de viés nos dados e, em consequência, sobre as estimações (Nuxoll, 1994).

Os modelos especificados neste trabalho são aplicados para uma amostra de dados anuais composta de 75 países no período compreendido entre os anos de 1961 e 1990 (Tabela 7). A amostra é constituída de 2250 observações das variáveis consideradas sob a forma de um painel balanceado. Para minimizar-se a possibilidade de viés de seleção, a amostra selecionada decorreu do critério de escolha do maior número possível de países em que houvesse disponibilidade, em bancos de dados confiáveis, de informações sobre capital físico no tempo mais remoto. Como muitos países, notadamente os países em desenvolvimento, somente possuem informações sobre capital a partir de 1961, este ano passou a definir o

³³ A Penn World Table 6.1 é uma atualização em andamento da versão PWT 5.6.

limite inferior da série. Da mesma forma, o limite superior ficou definido pelo ano de 1990, porque não há a partir desse ano informações sobre capital para os países.

TABELA 7 - AMOSTRA DE PAÍSES

OCDE	ÁSIA	AMÉRICA LATINA	ÁFRICA
Austrália (AUS)	Hong Kong (HKG)	Argentina (ARG)	Benin (BEN)
Áustria (AUT)	Cingapura (SGP)	Bolívia (BOL)	Burundi (BDI)
Bélgica (BEL)	Indonésia (IDN)	Brasil (BRA)	República dos Camarões (CMR)
Canadá (CAN)	República da Coreia (KOR)	Chile (CHL)	Cabo Verde (CPV)
Suíça (CHE)	Malásia (MYS)	Colômbia (COL)	República Centro Africana (CAF)
Dinamarca (DNK)	Fiji (FJI)	Costa Rica (CRI)	República do Congo (COG)
Espanha (ESP)	Papua Nova Guiné (PNG)	República Dominicana (DOM)	Costa do Marfim (CIV)
Finlândia (FIN)	Filipinas (PHL)	Equador (ECU)	Gâmbia (GMB)
França (FRA)	Taiwan (TWN)	El Salvador (SLV)	Gana (GHA)
Reino Unido (GRB)	Tailândia (THA)	Guatemala (GTM)	Quênia (KEN)
Grécia (GRC)	Sri Lanka (LKA)	Jamaica (JAM)	Lesoto (LSO)
Irlanda (IRL)	Índia (IND)	Honduras (HND)	Malawi (MWI)
Islândia (ISL)	Paquistão (PAK)	Nicaragua (NIC)	Mali (MLI)
Itália (ITA)	Bangladesh (BGD)	México (MEX)	Ilhas Maurícios (MUS)
Japão (JPN)		Paraguai (PRY)	Moçambique (MOZ)
Holanda (NLD)		Peru (PER)	África do Sul (ZAF)
Noruega (NOR)		Trinidad and Tobago (TTO)	Togo (TGO)
Nova Zelândia (NZL)		Uruguai (URY)	Uganda (UGA)
Portugal (PRT)		Venezuela (VEN)	Zâmbia (ZMB)
Turquia (TUR)			Zimbabwe (ZWE)
Suécia (SWE)			
Estados Unidos (USA)			
(22 países)	(14 países)	(19 países)	(20 países)

Os países são os adotados pelo Banco Mundial e pela PWT 6.1

3.2 Estimação e Discussão

As estimativas dos parâmetros da fronteira de produção e do componente da ineficiência técnica, equações (3) e (4), estão apresentadas na Tabela 8. Todos os parâmetros estimados são estatisticamente significantes no nível de 5%, com exceção do parâmetro da variável tempo ao quadrado que resultou não significativo.

O sinal positivo do parâmetro β_1 indica a ocorrência de progresso técnico na amostra de países considerados, embora sua magnitude não tenha sido expressiva. O indicador de ineficiência técnica, γ , apresenta o valor aproximado de 0,99, sendo também estatisticamente significativo. Esse resultado informa que 99% da variância total do erro composto tem sua explicação devida à variância do termo da ineficiência técnica. Isto mostra a importância de se incorporar o modelo de ineficiência técnica na fronteira de produção.

Quanto aos parâmetros das variáveis da ineficiência técnica, sua estimação foi feita de modo simultâneo aos parâmetros da fronteira de produção e as estimativas são também mostradas na Tabela 8. Todos os parâmetros estimados apresentam-se estatisticamente significantes no nível de 5%.

TABELA 8 – ESTIMATIVAS DE MÁXIMA-VEROSSIMILHANÇA DOS PARÂMETROS DA FRONTEIRA ESTOCÁSTICA DE PRODUÇÃO

PARÂMETROS/VARIÁVEIS	ESTIMATIVA	VALOR-t
Fronteira Estocástica de Produção		
β_τ	t	0.01145
$\beta_{\tau\tau}$	(1/2)t ²	0.00003
β_K	lnK	-0.21906
β_{Kt}	tlnK	-0.00127
β_L	lnL	1.21906
β_{Lt}	tlnL	0.00127
β_{KK}	(1/2)(lnK) ²	0.08348
β_{KL}	lnKlnL	-0.08348
β_{LL}	(1/2)(lnL) ²	0.08348
Efeitos de Ineficiência Técnica		
δ_0 (intercepto)		-1.21906
δ_1 (z ₁ – gastos de consumo do governo)		1.19185
δ_2 (z ₂ – desvios dos preços locais em relação à PPP)		-0.31249
δ_3 (z ₃ – grau de abertura)		0.47901
Variâncias		
σ_ε^2		0.11558
γ		0.98804
Eficiência Média		0.88560
Log da Função de Verossimilhança		1906.08

*Os efeitos fixos dos países não são apresentados na Tabela.

O coeficiente da variável gastos correntes do governo (z₁) é positivo e significativo, sugerindo que elevadas participações desse componente dos gastos na composição do dispêndio agregado dos países introduz ineficiência na economia. Assim, países com elevados gastos correntes são menos eficientes. Esse resultado pode ter como explicação o fato de que a pressão por gastos públicos mais elevados resulta em um efeito deslocamento nos investimentos produtivos, gerando distorções na alocação de recursos nas economias.

A variável desvios dos preços locais em relação à PPP (z₂) tem coeficiente negativo e significativo. Assim, os países que praticaram políticas comerciais baseadas na desvalorização do câmbio real lograram reduzir o seu grau de ineficiência através do mecanismo de preços. Desvalorizações reais do câmbio induzem um volume maior de exportação e uma conseqüente elevação do grau de utilização da capacidade instalada do setor

externo, com reflexos na expansão da demanda interna. Esse efeito será tanto maior quanto mais significativa for a participação do setor externo na economia local.

A variável denominada de grau de abertura (z_4) apresenta coeficiente positivo e significativo, indicando, portanto, que economias mais abertas possuem um grau maior de ineficiência técnica. Esse resultado contraria as previsões de que economias com maior grau de abertura teriam acesso a bens intermediários de preços mais baixos, a tecnologias mais avançadas e a mercados mais amplos, o que lhes permitiria um elevar a ineficiência técnica. Pode evidenciar, também, a inadequação da variável, na forma especificada como uma adequada medida de abertura de uma economia ao comércio exterior.³⁴

Na Tabela 9, apresentam-se alguns testes estatísticos construídos com a finalidade de se verificar a consistência de hipóteses específicas relacionadas à função fronteira de produção estimada e aos componentes da ineficiência técnica.

A primeira hipótese nula especificada na Tabela 9 refere-se ao teste de adequação do modelo Cobb-Douglas em contraposição à forma funcional menos restritiva expressa pela translog, na equação (3). Desse modo, testa-se a hipótese de que todos os coeficientes de segunda ordem e os coeficientes dos produtos cruzados são iguais a zero. O valor da razão de verossimilhança, 154,1 supera o valor crítico da estatística $\chi^2_{(6)}$, com nível de significância de 5%. Com isso, rejeita-se a especificação na forma de uma função Cobb-Douglas em favor do modelo translog especificado na subseção 2.1.

TABELA 9 - TESTE DA RAZÃO DE VEROSSIMILHANÇA DOS PARÂMETROS DA FRONTEIRA ESTOCÁSTICA DE PRODUÇÃO

Teste	Hipótese Nula (H_0)	Log-Verossimilhança	Valor de λ	Valor Crítico	Decisão (Nível de 5%)
1	$\beta_{tt} = \beta_{Kt} = \beta_{Lt} = \beta_{KK} = \beta_{LL} = \beta_{KL} = 0$	1829.28	154.10	11.91	Rejeita H_0
2	$\beta_{1f} = \beta_{2f} = \beta_{3f} = \dots = \beta_{75f} = 0$	-223.20	2129.28	55.19	Rejeita H_0
3	$\beta_t = \beta_{tt} = \beta_{Lt} = \beta_{Kt} = 0$	1860.22	91.72	8.76	Rejeita H_0
4	$\gamma = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = 0$	1818.81	174.54	7.05	Rejeita H_0
5	$\delta_0 = 0$	1814.51	183.14	2.71	Rejeita H_0
6	$\delta_3 = 0$	1864.17	83.82	2.71	Rejeita H_0

* λ : teste estatístico da razão de verossimilhança no qual $\lambda = -2\{\log[\text{verossimilhança}(H_0)] - \log[\text{verossimilhança}(H_1)]\}$. Este teste tem uma distribuição aproximadamente qui-quadrado com graus de liberdade iguais ao número de restrições independentes. A distribuição assintótica dos testes de hipóteses envolve um parâmetro γ que se caracteriza por possuir uma distribuição qui-quadrado mista cujos valores críticos são obtidos na Tabela 1 de Kodde e Palm (1986), p. 1246.

³⁴ Vejam-se, por exemplo, as críticas de Krugman (1994), Rodrik (1995), Rodriguez e Rodrik (1999) e Söderbom e Teal (2001).

A segunda hipótese testa o modelo translog sem os efeitos fixos. Os resultados levam à rejeição desse modelo em favor de se considerar efeitos fixos na fronteira de produção como no modelo estimado.

O terceiro teste hipótese verifica a estabilidade da fronteira de produção com relação à variável tempo, o que configura a presença ou não de progresso tecnológico, no período analisado. O resultado do teste rejeita a hipótese nula de que não houve progresso técnico.

No quarto teste, a hipótese nula é adotada para examinar-se a ausência de efeitos de ineficiência técnica na fronteira de produção relativamente à amostra considerada. O resultado informa que essa hipótese é rejeitada pelos dados, ou seja, deve-se considerar no modelo os efeitos de ineficiência técnica. Deve-se destacar que este teste, na forma apresentada, foi sugerido por Coelli (1998).

Os dois últimos testes verificam a significância de parâmetros específicos do modelo, relacionados à ausência de intercepto, teste 5, e da variável grau de abertura, teste 6. Ambos rejeitam a hipótese nula de que deveriam ser desconsiderados.

4 Medidas de Produtividade, Relação Capital-Trabalho e Dinâmica Transicional

Nessa seção, além das variações na PTF e de seus componentes de variação de eficiência técnica e de variação técnica, examina-se também o comportamento médio, em termos de taxas de variação, de outras medidas de produtividade que já são largamente utilizadas na literatura do crescimento. A intenção é comparar os resultados obtidos com as diversas medidas buscando extrair características comuns sobre suas evoluções. Acrescenta-se, ainda, a variação média da relação capital-trabalho em conjunto com as medidas de produtividade, a fim de possibilitar a identificação de efeitos de concentração ou dispersão e seus possíveis reflexos sobre o crescimento da produtividade.

Na subseção 4.1, trata-se de variações nas medidas absolutas das variáveis. Nas subseções 4.2 e 4.3 são considerados os argumentos de Hall e Jones (1999) e Danny Quah (1993;1997), respectivamente. Em relação aos primeiros autores, a idéia básica repousa na necessidade de se estabelecer medidas relativas quando se examinam variáveis ligadas com medidas de crescimento econômico, o que é feito sempre tomando-se em consideração o país mais rico como referência para efeito de comparação entre todos os demais países. Já o segundo autor mencionado, argumenta em favor de uma metodologia mais adequada ao

exame da dinâmica econômica e propõe o estudo da evolução das distribuições das variáveis envolvidas ao longo do tempo.

Este ensaio segue em linhas gerais, nesta seção, a metodologia aplicada por Krüger (2003) para verificação do processo evolutivo da produtividade de grupos de países, com as seguintes diferenças básicas em relação ao citado trabalho: a derivação do índice de Malmquist decorreu da utilização do método paramétrico de fronteira estocástica de produção; não se procedeu a estimações no estoque de capital, o que acabou por determinar a amostra de países e o ano inicial das observações; no caso da amostra da América Latina, excluiu-se a Guiana porque este país apresentou comportamento de um *outlier*, notadamente após 1966; acrescenta-se na análise a relação capital-trabalho como uma forma de clarificar as possíveis conexões comuns com a evolução da produtividade.

4.1 Variação Média de Produtividade e da Relação Capital-Trabalho

A construção das tabelas deste item obedeceu aos procedimentos convencionais de cálculo das variações médias das séries de dados, que estão explicitados no Apêndice 1.

Iniciando-se pela PTF, Tabela 10, observa-se que a OCDE apresentou o maior crescimento médio seguida pela Ásia e América Latina. A África teve um decréscimo de produtividade no período. Vale destacar que, enquanto a Ásia manteve em média um crescimento inferior ao observado para a OCDE, os países denominados de Tigres Asiáticos e de NICs,³⁵ reconhecidos como centros dinâmicos da região asiática, apresentaram crescimento bem superior ao dos países ricos integrantes da OCDE.

Em relação aos componentes resultantes da decomposição da PTF, constata-se que a Ásia e a África sofreram um descompasso técnico, embora a primeira tenha tido um significativo crescimento médio da eficiência técnica o que não aconteceu com a última. É interessante observar que esse descompasso técnico foi impulsionado pelos países com maiores taxas de crescimento da região, Tigres Asiáticos e os NICs, como informa a variação técnica média para o conjunto de países, se comparada com a dos integrantes desses grupos. A América Latina apresentou variação de progresso técnico superior à da OCDE, embora a forte variação negativa de eficiência tenha ocasionado um resultado final para a PTF que a colocou em terceiro lugar no desempenho geral. A OCDE foi o único grupo de países a apresentar um

³⁵ NICs é a abreviação na língua inglesa de *New Industrialized Countries*

crescimento da PTF resultante da combinação tanto da variação positiva da eficiência técnica como de progresso técnico.

Quanto às variações do produto *per capita*, e de produto por trabalhador, a Ásia foi soberana, o a OCDE que passou à segunda colocação. É realmente impressionante o crescimento médio observado, no período, dos Tigres Asiáticos e dos NICs, cuja taxa supera em muito aquela verificada para os demais blocos de países. A OCDE mantém assim mesmo um desempenho estável. Já a América Latina, esta se encontra novamente em terceiro lugar no que respeita ao produto *per capita* mas perde posição para a África, ficando em quarto lugar, em relação ao produto por trabalhador. Quanto à África, a configuração conjunta dos indicadores de produtividade mostra que a região parece presa a um quadro de estagnação e pobreza.

TABELA 10 - VARIAÇÃO ABSOLUTA DE PRODUTIVIDADE E DA RELAÇÃO CAPITAL-TRABALHO
1961-1990 - Variação Média (%)

Grupos de Países Regiões	PTF ($\Delta MALM$)	Eficiência (ΔET)	Tecnologia (ΔPT)	Produto per Capita ($\Delta PIBpc$)	Produto por Trabalhador ($\Delta PIBpw$)	Relação Capital- Trabalho ($\Delta K/L$)
AMÉRICA LATINA	0.34	-0.33	0.67	1.18	1.05	2.00
OCDE	0.59	0.11	0.47	2.93	2.57	3.44
ÁSIA	0.44	0.60	-0.15	3.81	3.58	4.71
- Tigres Asiáticos	1.01	1.48	-0.47	7.00	6.15	7.36
- NICs	0.82	1.00	-0.17	5.83	5.22	6.91
ÁFRICA	-0.32	0.15	-0.45	1.21	1.35	1.80
Amostra de Países - Estatísticas Descritivas						
Média	0.25	0.10	0.16	2.19	2.05	2.88
Mediana	0.41	0.09	0.32	2.20	2.01	2.75
Desvio Padrão	0.01	0.01	0.01	1.88	1.66	2.45
Simetria	-1.24	0.87	-0.94	0.55	0.54	0.35
Curtose	1.74	3.00	2.80	0.91	0.49	0.53

Nota: São conhecidos como Tigres Asiáticos: Hong Kong, Coreia, Cingapura e Taiwan. Já os NICs (Países recém industrializados da Ásia) são integrados pelos Tigres Asiáticos e mais os seguintes países: Indonésia, Malásia e Tailândia.

Às medidas de produtividade, acrescentou-se o exame do comportamento da relação capital-trabalho. Os dados são bastante reveladores do desempenho econômico dos países e mostram a importância do capital na dinâmica do crescimento. No caso da Ásia, observa-se uma combinação de desempenho bastante peculiar: regresso técnico e significativo crescimento da eficiência técnica, tendo como resultante uma variação positiva da PTF que coloca a região em segundo lugar na comparação com as demais, sendo superada apenas pela OCDE. Tudo isso combinado com uma realmente expressiva acumulação de capital. E os resultados observados em termos do crescimento do produto *per capita* e do produto por

trabalhador são os mais elevados na comparação geral.³⁶ Um aspecto digno de registro é o que se refere ao desempenho dos Tigres Asiáticos e dos NICs quanto à acumulação de capital. Suas medidas da relação capital-trabalho alcançaram um crescimento médio mais do dobro da taxa verificada para a OCDE, cujo desempenho foi bastante significativo embora tenha sido superada também pela Ásia.

A América Latina apresenta uma variação na relação capital-trabalho muito próxima daquela observada para a África e representa aproximadamente 60% do crescimento médio da OCDE e apenas 42% daquele verificado na Ásia. Esse resultado leva a América Latina situar-se em terceiro lugar na avaliação geral com desempenho insignificante na acumulação do fator capital relativamente ao fator trabalho.

Uma pergunta que surge nesse ponto é se o crescimento médio verificado no período integral do trabalho se deu de forma estável e sem inflexões. Os dados e resultados obtidos nas estimações mostram que existe um ponto no tempo, que se situa no ano de 1973, onde, a partir de então, algumas tendências nas medidas de produtividade se alteram. Pode-se explicar essa quebra, em parte, como decorrente do choque de oferta produzido pela crise de petróleo que eclodiu precisamente nesse ano. Para examinar-se as alterações ocorridas, apresentam-se as Tabelas 11 e 12, referentes aos períodos 1961-1973 e 1973-1990.

TABELA 11 - VARIAÇÃO ABSOLUTA DE PRODUTIVIDADE E DA RELAÇÃO CAPITAL-TRABALHO
1961-1973 - Variação Média (%)

Grupos de Países Regiões	PTF (ΔM_{ALM})	Eficiência (ΔET)	Tecnologia (ΔPT)	Produto per Capita (ΔPIB_{pc})	Produto por Trabalhador (ΔPIB_{pw})	Relação Capital- Trabalho
AMÉRICA LATINA	0.36	0.78	-0.34	2.53	2.72	5.09
OCDE	0.51	0.47	0.07	4.27	4.06	5.01
ÁSIA	0.89	1.30	-0.19	4.26	4.23	7.42
- Tigres Asiáticos	2.36	3.36	-0.41	8.38	7.67	6.53
- NICs	2.01	2.24	-0.06	6.40	6.00	2.08
ÁFRICA	-0.29	1.47	-1.31	2.29	2.64	2.61
Amostra de Países - Estatísticas Descritivas						
Média	0.33	0.97	-0.45	3.30	3.37	3.61
Mediana	0.44	0.55	-0.27	3.25	2.92	3.39
Desvio Padrão	1.03	1.49	1.58	2.21	2.09	2.63
Simetria	-0.30	1.82	-1.34	0.64	0.51	0.70
Curtose	1.41	3.78	2.99	1.19	0.46	0.83

Nota: São conhecidos como Tigres Asiáticos: Hong Kong, Coreia, Cingapura e Taiwan. Já os NICs (Países recém industrializados da Ásia) são integrados pelos Tigres Asiáticos e mais os seguintes países: Indonésia, Malásia e Tailândia.

³⁶ Esse resultado constitui mais uma evidência de que o crescimento dos países do Leste da Ásia deveu-se mesmo à acentuada acumulação de capital e não a avanços na tecnologia como sugeriam alguns defensores dos modelos de crescimento endógeno, comprovando os argumentos de Krugman (1994) e Young (1995).

Observando o comportamento das medidas de produtividade nas duas tabelas constata-se que, com exceção da OCDE quanto à PTF, as taxas médias de crescimento sofrem quedas no período de 1973 a 1990 relativamente à fase anterior, que chegam a ser significativas como no caso dos produtos *per capita* e dos produtos por trabalhador da América Latina e África.. Manifesta-se, também, uma tendência de queda nas taxas de variação da eficiência técnica, chegando alguns grupos de países a apresentar uma elevação na ineficiência técnica como acontece com a América Latina, OCDE e África. A Ásia, por sua vez, passa a enfrentar uma forte redução no ritmo de ganho de eficiência que havia se manifestado durante o período 1961-73. De outro lado, América Latina e OCDE, embora convivendo com a redução na eficiência beneficiam-se de um forte impulso no progresso técnico exatamente na fase de 1973-90.

TABELA 12 - VARIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE E DA RELAÇÃO CAPITAL-TRABALHO
1973-1990 - Variação Média (%)

Grupos de Países Regiões	PTF (<i>MALM</i>)	Eficiência (<i>EF</i>)	Tecnologia (<i>PT</i>)	Produto per Capita (<i>PIBpc</i>)	Produto por Trabalhador (<i>PIBpw</i>)	Relação Capital- Trabalho (<i>K/L</i>)
AMÉRICA LATINA	0.35	-0.95	1.50	0.24	-0.10	1.58
OCDE	0.67	-0.05	0.77	2.00	1.54	2.30
ÁSIA	0.18	0.36	-0.08	3.51	3.13	4.52
- Tigres Asiáticos	0.08	0.70	-0.33	6.04	5.09	7.32
- NICs	0.03	0.57	-0.30	5.44	4.68	7.19
ÁFRICA	-0.32	-0.46	0.46	0.46	0.47	1.63
Amostra de Países - Estatísticas Descritivas						
Média	0.23	-0.30	0.71	1.43	1.14	2.35
Mediana	0.55	-0.18	0.76	1.42	1.07	2.18
Desvio Padrão	0.98	1.09	1.17	2.16	1.95	3.05
Simetria	-1.13	-0.22	1.02	0.02	0.07	0.55
Curtose	1.32	0.88	3.81	0.58	0.35	0.88

Nota: São conhecidos como Tigres Asiáticos: Hong Kong, Coreia, Cingapura e Taiwan. Já os NICs (Países recém industrializados da Ásia) são integrados pelos Tigres Asiáticos e mais os seguintes países: Indonésia, Malásia e Tailândia.

Mais uma vez, chama a atenção o fato de que a Ásia, em particular os Tigres Asiáticos e os NICs, continua a manter uma forte taxa de acumulação de capital que se reflete por meio da variação média da relação capital-trabalho. Mesmo os países ricos da OCDE, que tinham tido uma elevada taxa média de crescimento no primeiro subperíodo, sofrem uma queda na variação da relação capital-trabalho de mais da metade da variação observada de 1973 a 1990. A América Latina, que havia se beneficiado de uma elevada taxa de crescimento da relação capital-trabalho entre 1961 e 1990, passa a apresentar no segundo subperíodo uma queda na variação média da referida medida, levando-a a ocupar uma posição

inferior à da África. Os dados apontam no sentido de que o crescimento da América Latina entre 1961 e 1973 decorreu da expansão do estoque de capital, uma vez que o desempenho da PTF foi fortemente comprometido pelo regresso técnico da região.

4.2 Níveis Relativos de Produtividade e da Relação Capital-Trabalho

As medidas de produtividade relativa e da relação capital-trabalho, que são discutidas nesse item, têm uma aplicação imediata na estimação das densidades Kernel³⁷ as quais permitem identificar a dinâmica de evolução das distribuições inerentes às citadas medidas por meio da comparação do formato da distribuição, em pontos distintos no tempo.

O Kernel de Epanechnikov é expresso pela seguinte função:

$$K(x) = \frac{3}{4\sqrt{5}} \left(1 - \frac{1}{5}x^2 \right), \text{ para } x \leq |\sqrt{5}|$$

$K(x) = 0$, para qualquer outro valor de x .

Na estimação das densidades, o *bandwidth* ótimo (h) é determinado pelo seguinte critério de otimização:

$$\varphi = \min\left[(\text{variância de } x)^{\frac{1}{2}}, (\text{intervalo interquartil de } x/1,349) \right] \text{ e } h = \frac{0,9\varphi}{n^{1/5}}, \text{ onde } x$$

é a variável para a qual se deseja estimar o kernel, n representa o número de observações e h é o *bandwidth*. Conforme mencionado na introdução, a escolha do do Kernel de Epanechnikov decorreu de dois aspectos: os valores das distribuições inserem-se no seu domínio e sua eficiência é máxima. Além disso, de acordo com Silverman (1998), esse procedimento permite uma identificação adequada do grau de assimetria e de bimodalidade nas distribuições.

O procedimento de construção das medidas, que está detalhado no Apêndice 2, é o seguinte: no caso da PTF e de seus componentes adota-se a distância da fronteira de produção de cada país, em um dado momento, como referência (neste caso 1970) e acumula-se esse valor pelas respectivas taxas de crescimento anual até alcançar-se o ano desejado para comparação; em relação às outras medidas (produto *per capita*, produto por trabalhador e relação capital-trabalho), no ano inicial ou de referência usa-se a relação entre a medida de

³⁷ Na estimação das densidades, utilizou-se o programa STATA 8.0.

cada país e a correspondente medida dos Estados Unidos naquele momento e, em seguida, acumula-se o resultado pelas taxas de crescimento relativas à variável de cada país até o ano escolhido. Os resultados apresentados na Tabela 13 referem-se a médias aritméticas dos países de cada região ou grupo.

Vale observar que a América Latina agora se situa em segundo lugar na colocação quanto ao nível da PTF, e esse resultado pode ser explicado pelo fato de a região encontrar-se próxima à fronteira em 1970. Isso também explicaria o maior nível de progresso técnico em relação à OCDE, só que, agora, pelo fato de este último grupo de países determinar a própria fronteira de produção. Deve-se lembrar que as medidas da PTF são tomadas em referência à fronteira de produção no ano de 1970. Nas demais variáveis, a OCDE é soberana em primeiro lugar e a Ásia em segundo com destaque para os Tigres Asiáticos e NICs.

TABELA 13 - NÍVEIS RELATIVOS DE PRODUTIVIDADE E DA RELAÇÃO CAPITAL-TRABALHO 1961-1990

Grupos de Países Regiões	PTF (<i>MALM</i>)	Eficiência (<i>EF</i>)	Tecnologia (<i>PT</i>)	Produto per Capita (<i>PIBpc</i>)	Produto por Trabalhador (<i>PIBpw</i>)	Relação Capital- Trabalho (<i>K/L</i>)
AMÉRICA LATINA	1.02	0.80	1.25	0.30	0.37	0.26
OCDE	1.09	0.94	1.10	1.13	1.03	1.05
ÁSIA	0.93	0.93	0.89	0.40	0.37	0.25
- Tigres Asiáticos	0.91	0.97	0.83	0.91	0.77	0.54
- NICs	0.91	0.89	0.85	0.65	0.59	0.40
ÁFRICA	0.83	0.80	0.93	0.13	0.10	0.05
Amostra de Países - Estatísticas Descritivas						
Média	0.97	0.86	1.05	0.52	0.49	0.44
Mediana	0.99	0.91	1.04	0.30	0.37	0.25
Desvio Padrão	0.18	0.13	0.29	0.48	0.41	0.46
Simetria	-0.31	-1.16	1.61	0.82	0.64	0.95
Curtose	-0.02	0.41	9.17	-0.84	-1.03	-0.53

Nota: São conhecidos como Tigres Asiáticos: Hong Kong, Coréia, Cingapura e Taiwan. Já os NICs (Países recém industrializados da Ásia) são integrados pelos Tigres Asiáticos e mais os seguintes países: Indonésia, Malásia e Tailândia.

4.3 Produtividade, Capital-Trabalho e Dinâmica Transicional

Apresentam-se a seguir as densidades Kernel estimadas com base nas distribuições das variáveis discutidas na subseção anterior. Por meio desse procedimento metodológico, pode-se verificar o comportamento dinâmico das distribuições, permitindo a identificação de elementos comuns às variáveis estudadas, o que auxilia na compreensão de suas tendências de longo prazo. Essas densidades são apresentadas nas figuras juntamente

com as densidades normais teóricas para as mesmas distribuições. As escalas dos gráficos são uniformes para cada figura.

O comportamento das densidades do produto *per capita* e do produto por trabalhador, relativas aos anos 1970, 1980 e 1990, revela uma evolução já bastante documentada na literatura sobre distribuição dinâmica e crescimento (Quah, 1996(a), 1996(b) e 1997) acerca da tendência observada na economia mundial de estratificação, de polarização e formação de clubes de convergência. Nos dois casos examinados, observa-se um movimento de massa de probabilidade para a direita da distribuição, consolidando uma evidente conformação de bimodalidade e uma provável consolidação no tempo dessa tendência.

Um aspecto interessante e novo nessa abordagem refere-se à comparação da dinâmica das densidades das produtividades parciais do trabalho com os movimentos na densidade da relação capital-trabalho normalizada, Figura 9. É nítida a semelhança nas dinâmicas das distribuições. Há formação de bimodalidade com deslocamento de massa de probabilidade no sentido da moda de países de elevadas proporções de capital por trabalhador, assim como se observa uma alargamento da densidade em torno da moda em que se agrupam os outros países com menor relação capital-trabalho. A dinâmica da relação capital-trabalho sugere que a acumulação de capital físico constitui um aspecto importante na explicação da formação de bimodalidade da distribuição do produto *per capita*.

O comportamento da PTF, por outro lado, é influenciado pela forma de decomposição do índice de Malmquist, com a tendência observada na distribuição da eficiência técnica de deslocamento de massa de probabilidade para a direita, com uma leve tendência à formação de uma segunda moda na parte inferior da distribuição, e com um movimento quase simétrico da distribuição do progresso técnico. O resultado é uma densidade de probabilidade muito próxima da normal com sutis diferenças: ocorre um achatamento na moda da distribuição e uma leve tendência à formação de uma segunda moda no seu segmento inferior.

O comportamento da variação tecnológica nos três momentos do tempo sugerem uma forte influência sobre o comportamento da densidade da PTF, o que pode ser explicado pelo processo de difusão e a capacidade de absorção de tecnologia pelos países seguidores. Há, portanto, uma variedade de taxas de crescimento da PTF que explicaria a grande diversidade observada nas taxas de crescimento econômico dos países e cuja tendência de dispersão se manifesta ao longo do tempo.

Henderson e Russell (2001) examinam o comportamento das densidades da medida da PTF, decompondo a renda *per capita* em quatro componentes: variação tecnológica, variação de eficiência, capital físico e capital humano. A partir dessa decomposição, constroem as distribuições acumulando os respectivos componentes em diferentes ordens e concluem que as variações de eficiência técnica e acumulação de capital contribuem para a bimodalidade da distribuição da renda *per capita* e que o capital físico e humano juntamente com a variação tecnológica explicam o crescimento da dispersão da referida distribuição.

FIGURA 7 – DENSIDADES DO PRODUTO *PER CAPITA*: 1970 – 1980 - 1990

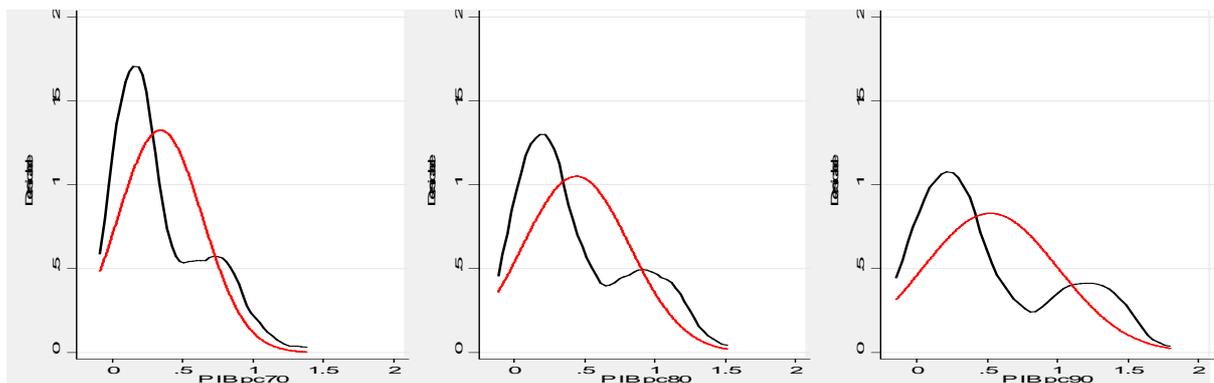


FIGURA 8 – DENSIDADES DO PRODUTO POR TRABALHADOR: 1970 – 1980 - 1990

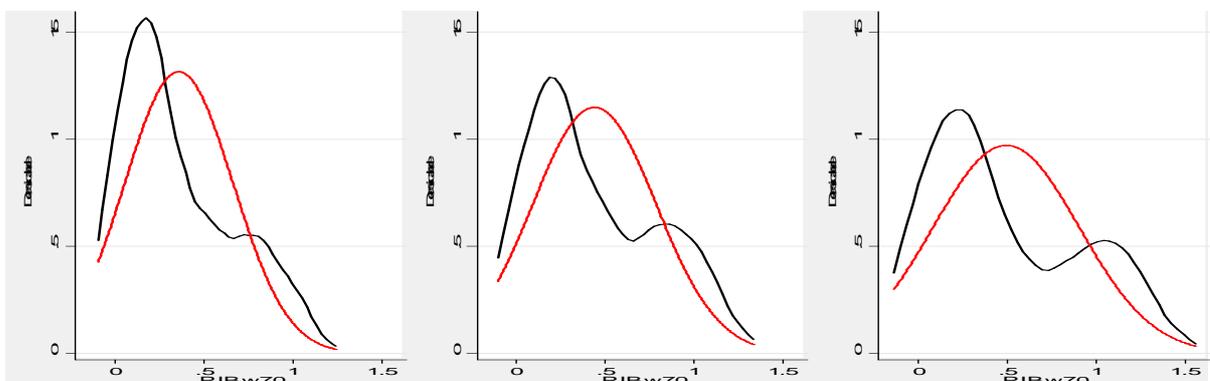


FIGURA 9 – DENSIDADES DA RELAÇÃO CAPITAL-TRABALHO: 1970 – 1980 - 1990

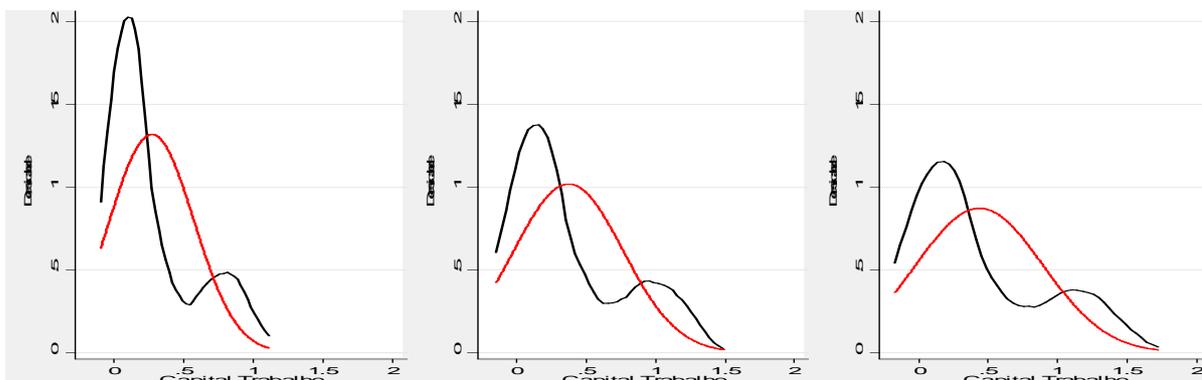


FIGURA 10 – DENSIDADES DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES: 1970 - 1980 - 1990

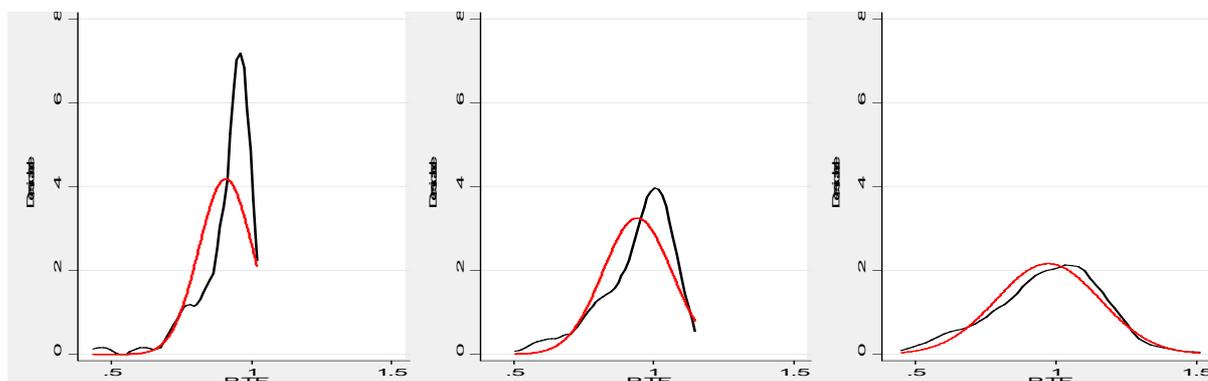


FIGURA 11 – DENSIDADES DA EFICIÊNCIA TÉCNICA: 1970 – 1980 - 1990

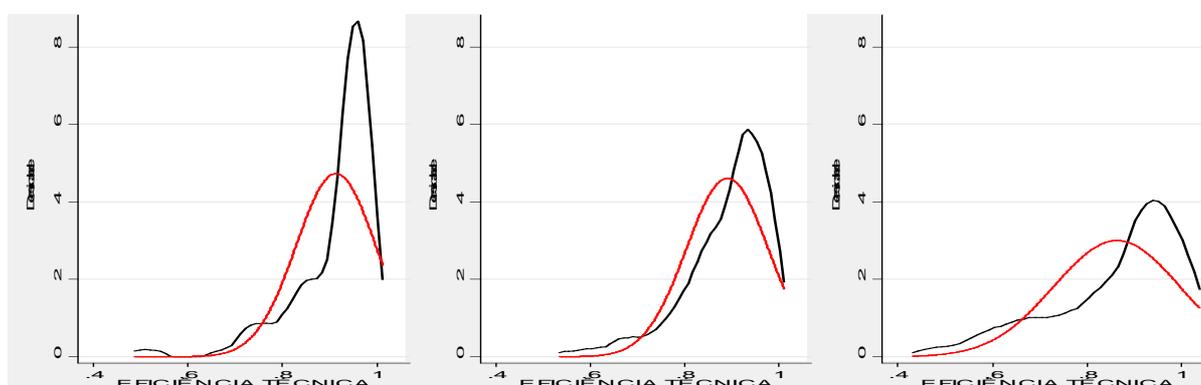
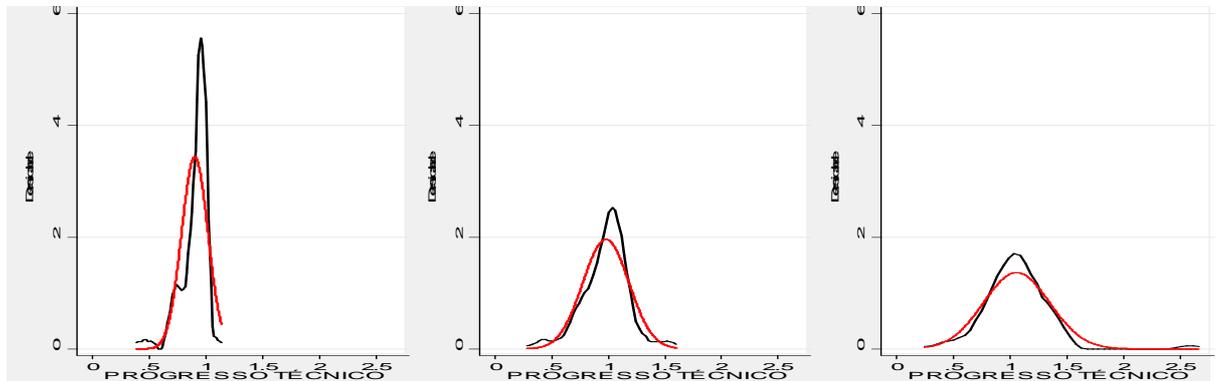


FIGURA 12 – DENSIDADES DO PROGRESSO TÉCNICO: 1970 – 1980 - 1990



Um exame no interior das distribuições permite informações mais detalhadas sobre aspectos de sua dinâmica, notadamente em relação às alterações muito acentuadas de posições e à consolidação de tendências.

Assim, com o propósito de se realizar essa verificação, procedeu-se ao agrupamento dos dados dos países relativos a cada uma das distribuições em quartis. Iniciando pelo produto *per capita*, constata-se que do total de 75 países da amostra 23 mudaram de quartil entre 1970 e 1990. Em nenhuma situação ocorreu uma alteração de posição que pudesse ser caracterizada como um grande avanço ou um grave retrocesso. As modificações observadas ocorrem, em geral, de um quartil para outro vizinho e as alterações mais relevantes são mencionadas a seguir.

Dois países, Argentina e Venezuela, chamam a atenção pelo recuo em suas posições. Em 1970 ambos integravam o quartil superior e, em 1990, caem para o terceiro quartil. Aliás, essa situação se repete com os dois nas outras variáveis observadas. Por outro lado, República Centro Africana, Honduras e Costa do Marfim passam do segundo quartil para o primeiro, enquanto Hong Kong e Cingapura sobem do terceiro para o quartil superior, sendo que no caso do primeiro país essa posição já é alcançada em 1980. O Brasil permanece sempre no terceiro quartil, embora com dinâmica manifestamente descendente em relação à sua posição ocupada naquele estrato.

No que concerne ao produto por trabalhador, observa-se que 23 países se movimentam entre os quartis. Como no caso anterior, não ocorrem profundas alterações nas posições ocupadas. As alterações mais importantes consistem da saída de Indonésia, Tailândia e Sri Lanka do quartil inferior para o estrato superior seguinte. Taiwan, Coréia do Sul, Malásia, Ilhas Maurícios e Paraguai deixam o segundo quartil e passam a ocupar posições no

terceiro quartil. Importante de se notar é o ingresso de Cingapura e Irlanda no estrato superior. Zâmbia, República Centro Africana e Costa do Marfim, por sua vez, caem do segundo para o quartil inferior. E, mais uma vez, Argentina e Venezuela deslocam-se do estrato superior para o terceiro quartil. No caso do Brasil, a situação se repete como a verificada com o produto *per capita*: ocupa sempre o terceiro quartil, mas com deslocamento descendente em sua posição dentro desse estrato.

O comportamento da relação capital-trabalho é o que apresenta menor mobilidade dentre todas as distribuições examinadas. Apenas 17 países deslocam-se entre os quartis. Coreia do Sul, Taiwan e Malásia mudam do segundo para o terceiro quartil entre 1970 e 1990. Japão e Cingapura passam a integrar o quartil superior, sendo que no caso do primeiro país essa posição é alcançada em 1980. A Grã-Bretanha e a Venezuela caem do estrato superior para o terceiro quartil em 1990. O Brasil, mais uma vez, permanece sempre no terceiro quartil mas com uma dinâmica de queda na sua posição. Todos os países integrantes do quartil superior nos anos de 1970 e 1980 pertencem à OECD e, em 1990, a exceção ocorre pela entrada de Cingapura em substituição à Grã-Bretanha, que cai para o terceiro quartil.

Em relação ao índice de produtividade total dos fatores (PTF) e de seus componentes, variação de eficiência técnica e variação técnica, constata-se um elevado grau de mobilidade dos países entre os quartis ao mesmo tempo em que ocorrem alterações de posições bastante significativas no período. Dos 75 países, 72 apresentam deslocamentos no que respeita à distribuição da variação de eficiência técnica, 49 em relação à variação técnica e 56 mudam de posição no caso da PTF.

Examinando-se a distribuição da variação de eficiência técnica, os movimentos mais marcantes são de Islândia e Zâmbia, que passam do primeiro quartil em 1970 para o terceiro em 1990. As decidas mais expressivas referem-se à queda de Argentina, Venezuela, Burundi, República Centro Africana, Trinidad y Tobago, Nicarágua e Benin do quartil superior para o inferior. Por outro lado, Itália, Finlândia e Índia saem do segundo quartil para ocuparem posições no quartil superior. O Brasil sai do segundo quartil em 1970, passa para o terceiro em 1980 e volta a ocupar a mesma posição ocupada em 1970.

O comportamento da distribuição da variação técnica também reflete grande mobilidade interna, caracterizada pela melhora de posição de 24 países e piora de 22, comparando-se 1990 com a referência de 1970. O movimento ascendente mais expressivo é o da República Dominicana, que do quartil inferior salta para o terceiro quartil em 1990. Por outro lado, os recuos mais acentuados foram de Togo, Malawi e Sri Lanka, que se encontravam no quartil superior em 1970 e caem para o inferior em 1990. De quinze países

posicionados no terceiro quartil em 1970, cinco, Estados Unidos, Índia, Noruega, Malásia e Benin, passam para o segundo, oito deles, República Centro Africana, Uruguai, Holanda, Costa Rica, México, Filipinas, África do Sul e Grécia, deslocam-se para o quartil superior e o restante mantém sua posição. O Brasil desloca-se do primeiro para o segundo quartil e a Argentina retorna, em 1990, ao estrato superior depois de ter caído, em 1980, para o terceiro.

O índice de produtividade total dos fatores constitui a composição da variação de eficiência técnica e da variação técnica e essa combinação vai determinar a dinâmica de sua distribuição. Assim observa-se que dos dez países situados no quartil inferior, em 1970, os maiores avanços relativos foram de Tailândia e Brasil, ao alcançarem o terceiro quartil em 1990, e de Finlândia, Estados Unidos, Bélgica, Jamaica e Costa do Marfim, que do segundo quartil sobem para posições no quartil superior da distribuição. Quatro países, Venezuela, Malásia, Sri Lanka e Togo, apresentam os maiores recuos em suas posições, passando do quartil superior para o estrato inferior da distribuição. A Argentina, que se posicionava no quartil superior em 1970, recua para o terceiro quartil em 1990. Neste ano, dos 19 países ocupantes do quartil superior da distribuição, 12 países integram a OECD, 1 localiza-se na Ásia, Coréia do Sul, 3 são da América Latina, México, Jamaica e Nicarágua, e 3 da África, África do Sul, Costa do Marfim e Uganda.

5 Conclusões

Na abordagem aqui adotada, a PTF foi decomposta em variação de eficiência técnica e variação de progresso técnico, permitindo a identificação da contribuição do progresso técnico sobre o crescimento da produtividade total dos fatores para uma amostra composta de 75 países. A preocupação principal residia na comparação dos desempenhos de grupos ou regiões de países e, para isso, utilizaram-se outras medidas de produtividade e também da relação capital-trabalho. Em relação aos efeitos das variáveis macroeconômicas na explicação da componente de ineficiência técnica, constatou-se que os gastos correntes do governo e o grau de abertura constituíram fatores explicativos para o aumento da ineficiência técnica dos países.

O resultado obtido para essa última surpreendeu devido à existência de trabalhos empíricos demonstrando os benefícios da abertura econômica como fator impulsionador da eficiência técnica (Miller e Upadhyay, 2000; Söderbom e Teal, 2001) . Mas a amostra aqui considerada é bastante heterogênea e incorpora, por exemplo, países da África que

apresentam medidas de abertura bastante elevadas mas que, ao mesmo tempo, distinguem-se pelo grau de ineficiência macroeconômica. Pode ser uma explicação para os resultados e um teste recomendado para esclarecer esse problema, que não foi realizado neste trabalho, seria a estimação de grupos separados de países. Já os desvios dos preços locais em relação à paridade do poder de compra, esta variável utilizada como uma aproximação da taxa de câmbio real, revelaram-se importantes fatores indicativos para a redução da ineficiência técnica.

Quanto aos resultados para a PTF, medida em taxas de variação no período de 1961 a 1990, observou-se um persistente padrão de manutenção das diferenças de crescimento entre os países e nenhuma alteração no quadro de liderança do grupo de países integrantes da OCDE, seguido pela Ásia. A América Latina apresentou um resultado positivo no crescimento da PTF mas manteve sempre a terceira colocação entre os grupos de países analisados. No desempenho desta região a forte perda de eficiência teve considerável peso no resultado final da PTF, compensando grande parte das variações técnicas ocorridas. Já a Ásia, com regresso técnico no período um forte ritmo médio de expansão do grau de eficiência, resultando em crescimento da PTF. A África teve desempenho insuficiente para resgatá-la da última colocação e parece presa na estagnação econômica.

Examinou-se também o comportamento da PTF, e de seus componentes, em dois subperíodos, de 1961 a 1973 e de 1973 a 1990. Os dados relativos ao intervalo 1973 a 1990 indicam que efetivamente ocorreu uma inflexão nos padrões de crescimento da produtividade verificados no primeiro subperíodo, sendo que a provável causa para isso pode estar relacionada com o choque de oferta causado pela crise do petróleo de 1973. Observa-se a ocorrência de uma queda generalizada de eficiência nos países, chegando a atingir até mesmo os integrantes da OCDE. A América Latina também passa a enfrentar fortes quedas de eficiência nessa fase. Não obstante esse fato, é nesse segundo subperíodo que se constata um progressivo avanço tecnológico tanto da OCDE quanto da própria América Latina, que havia amargado um quadro de regresso técnico na fase anterior.

Um aspecto importante está relacionado com o crescimento da relação capital-trabalho e suas conexões com o avanço técnico e com o crescimento econômico. O elevado crescimento dos países da Ásia, mais especificamente daqueles conhecidos como Tigres Asiáticos e NICs, teve forte suporte na acumulação de capital físico. Mesmo apresentando quadro de regresso técnico, as produtividades do trabalho mantiveram ritmos de crescimento acima dos padrões médios, tendo sido impulsionadas pelas taxas de acumulação de capital. Os dados relativos à OCDE mostram também a forte tendência de acumulação de capital. O

exame dos desempenhos dos países no segundo subperíodo mostra que mesmo com as quedas observadas nos ritmos da PTF, o crescimento da produtividade do trabalho nos países da OCDE e da Ásia teve como explicação o processo de acumulação de capital.

Uma forte evidência da importância do capital físico na explicação da dinâmica econômica é identificada no exame do comportamento da dinâmica associada à densidade da relação capital-trabalho relativa, a qual apresenta um padrão evolutivo semelhante tanto ao do produto *per capita* quanto ao do produto por trabalhador. O exame da dinâmica distribucional revela, ainda, a tendência à bipolarização do padrão de desenvolvimento e a formação de clubes de convergência, sugerindo a conclusão de que o capital físico determina o padrão de renda dos países e que a produtividade total dos fatores explica as grandes diferenças nas suas taxas de crescimento.

Uma reflexão sobre esses resultados leva à seguinte indagação: até que ponto se pode separar acumulação de capital de progresso tecnológico, uma vez que este último está incorporado no primeiro? Um estudo baseado em um período de observação de trinta anos, como é o caso deste, está, na verdade, tratando de gerações distintas de capital com graus variados de eficiência, sendo, portanto, uma limitação que deve ser considerada na análise. Para concluir, duas observações adicionais. A primeira delas refere-se à necessidade de novos estudos que incorporem no modelo medidas de capital humano, a fim de se poder compreender melhor o comportamento da PTF e de suas diferentes taxas de variação entre países e, em particular, do progresso técnico. Além disso, deve-se empreender estudos que permitam quantificar os *gaps* tecnológicos existentes entre países, a fim de que se possa ter a compreensão do esforço necessário que os países devem fazer para eliminar os atrasos econômicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVITZ, M. Catching up, forging ahead and falling behind. *Journal of Economic History*, v. XLVI, p. 385-406, jun. 1986.

ARROW, K. The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies*, 20, p. 155-173, 1962.

BATTESE, G.E.; COELLI, T.J., A stochastic frontier production incorporating a model for technical inefficiency effects. *Working Papers in Econometrics and Applied Statistics*, N. 69, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, pp.22, 1993.

_____ A model for technical inefficiency effects in stochastic frontier production functions for panel data. *Empirical Economics*, 20, 325-332, 1995.

BATTESE, G.E.; CORRA, G.S., Estimation of a production frontier model: with application to the pastoral zone of eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21, 169-179, 1977.

BITTENCOURT, A; ALMEIDA, M. B. A hipótese da convergência: uma breve revisão do debate recente. *Revista Economia e Desenvolvimento*, v.1, n° 3, p. 1-32, 2000.

BITTENCOURT, A; MARINHO, E. Productivity and economic growth in Latin America: stochastic frontier approach (MIMEO), 2003.

CAVES, D.W.; CHRISTENSEN, L.R.; DIEWERT, W.E. Multilateral comparisons of output, input and productivity using superlative index number. *Economic Journal*, 92, 73-86, 1982.a.

The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity. *Econometrica*, 50, p. 1393-1414, 1982.b.

CHRISTENSEN, L. R.; JORGENSEN, D. W.; LAU, L. J. Conjugate duality and transcendental logarithmic production function. *Econometrica*, 39, p. 255-256, 1971.

COELLI, T.J. A guide to FRONTIER version 4.1: a computer program for stochastic frontier production and cost function estimation. *CEPA Working Paper 07*, 1996.

COELLI, T. J.; RAO, D. S. P.; BATTESE, G. E. An introduction to efficiency and productivity analysis. Kluwer Academic Publishers, 1998.

DIEWERT, W. E. Exact and superlative index numbers. *Journal of Econometrics*, 4, p. 115-145, 1976.

DUFFY, J.; PAPAGEORGIOU, C. A cross-country empirical investigation of the aggregate production function specification. *Journal of Economic Growth*, 5, p. 87-120, 2000.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LINDGREN, B.; ROOS, P. Productivity changes in swedish pharmacies 1980-1989: a non-parametric Malmquist approach. *Journal of Productivity Analysis*, 3, p. 85-101, 1992.

FÄRE, R.; S. GROSSKOPT, M.; Z. ZHANG. Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries. *American Economic Review*, 64, p. 66-83, 1994.

FAGRBERG, J. Technology and international differences in growth rates. *Journal of Economic Literature*, v. XXXII, p. 1147-1175, sept., 1994.

FARRELL, M.J. The measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistical Society*, Series A, CXX, Part 3, p. 253-290, 1957.

FRIED, H. O.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, S. S. (eds). The measurement of productive efficiency: techniques and applications. New York: Oxford University Press, 1993.

GERSCHENKRON, A. Economic Backwardness in Historical Perspective. A Book of Essays: Frederick Q. A. Praeger Publishers, 1962.

GRILICHES, Z.; RINGSTAD, V. Economies of scale and the form of the production function. Amsterdam: North-Holland, 1971.

HENDERSON, D. J.; RUSSELL, R. R. Human capital and convergence: a production-frontier approach, *Working Paper*, University of California, Riverside, 2001.

HALL, R. E.; JONES, C. I. Why do some countries produce so much more output per worker than others? *NBER Working Paper N° w6564*, jun, 1999.

HESTON, A.; SUMMERS, R.; ATEN, B. Penn World Table Version 6.1 Center for International Comparisons at the University of Pennsylvania (CICUP), oct. 2002.

ISLAM, N. International comparison of total factor productivity: a review. *Evry Department of Economics Working Papers*, 99-12, march, 1999.

JONES, c. Time series tests of endogenous growth models. *Quarterly Journal of Economics*, 110, p. 495-525, 1995.

KIM, J.; LAU, L. The sources of economic growth in the East Asian new industrialized countries. *Journal of the Japanese and International Economies*, 8, p. 235-271, 1994.

KING, R. G.; REBELO, S. T. Transitional dynamics and economic growth in neoclassical economies. *American Economic Review*, vol. 83, n° 4, p. 904-931, 1993.

KNELLER, R.; STEVENS, P. A . The specification of the aggregate production function in the presence of inefficiency. *Economic Letters*, 81, p. 223-226, 2003.

KODE, D. A.; PALM, F. C. Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions. *Econometrica*, Notes and Comments, vol. 54, n. 5, p. 1243-1248, 1986.

KRÜGER, J. J. The global trends of total productivity: evidence from nonparametric Malmquist index approach. *Oxford Economics Papers*, 55, p. 265-286, 2003.

KRUGMAN, P. R. The myth of Asia's miracle. *Foreign Affairs*, 73, p. 62-78, 1994.

LUCAS, R. E. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22, p. 3-42, 1988.

LUCAS, R. E. Why doesn't capital flows from rich to poor countries? *American Economic Review*, 80, p. 92-96, 1990.

MALMQUIST, S. Index number and indifference curves. *Trabajos de Estadística*, 1953, 4 (1), pp.209-42, 1953.

MARINHO, E. L. L; BARRETO, F.A.F.D. Avaliação do crescimento da produtividade e do progresso tecnológico dos estados do Nordeste com a fronteira de produção estocástica. *Política e Planejamento Econômico*, Vol. 30(3), dezembro de 2000.

MEEUSEN, W.; van den BROECK. Efficiency estimation from COBB-DOUGLAS production with composed error. *International Economics Review*, 32, 715-723,1977.

MILLER, S.; UPADHYAY, M. P. The effects of openness, trade orientation, and human capital on total factor productivity. *Journal of Development Economics*, vol. 63, p. 399-423, 2000.

NELSON, R ; WRIGHT, G. The rise and fall of America technological leadership: the post-war Era in historical perspective. *Journal of Economic Literature*, v. 20, p. 1931-1964, 1992.

NUXOLL, D. A. Differences in relative prices and international differences in growth rates. *American Economic Review*, 84 (5), p. 1423-1436, 1994.

QUAH, D. T. Convergence as distribution dynamics (with or without growth). LSE Discussion Paper n° , apr., 1996 (a).

_____ Twin peaks: growth and convergence in models of distribution dynamics. *The Economic Journal* , (106), p. 1045-1055, jul., 1996 (b).

_____ Empirics for growth distribution: stratification, polarization and convergence clubs. *Journal of Economic Growth*, (2), p. 27-59, 1997.

REIFSCHNEIDER, D.; STEVENSON, R. Systematic departures from the frontier: a framework for analysis of firm inefficiency. *Internatinal Economic Review*, 32: 715-723, 1991.

REINHARDT, N.; PERES, W. Latin America´s new economics model: micro responses and economic restructuring. *World Development*, vol. 28, n° 9, p. 1543-1566, 2000.

RODRIGUEZ, F.; RODRIK, D. Trade policy and economic growth: a skeptic´s guide to the cross-national evidence. *NBER Working Paper* n° 7081, 1999.

RODRIK, D. Trade policy and industrial policy reform. In: BERHMEN, J.; SRINIVASAN, J (eds) *Handbook of Development Economics*, Vol. 3B. Amsterdam: North-Holland, 1995.

ROMER, P. Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94, p. 1002-1037, 1986.

_____ Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98, part 2, p. S71-S102, 1990.

SENHADJI, A. Sources of economic growth: an extensive growth accounting exercise. *IMF Working Paper*, WP/99/77, 1999.

SHESHINSKI, E. Optimal accumulation with learning-by-doing. K. Shell (ed.), *Essays on the theory of optimal economic growth*. Cambridge: MIT press, 1967.

SILVERMAN, B. W. *Density estimation for statistics and data analysis*. Monographs on Statistics and Applied Probability 26. New York: Chapman & Hall/CRC, 175 p., 1998.

SÖDERBOM, M; TEAL, F. Trade and human capital as determinants of growth. *WPS n° 10*, Department of Economics, University of Oxford, 2001.

SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70, 1 (Feb), p. 65-94, 1956.

_____ Technical change and the aggregate production function. *Review of Economic and Statistics*, 39, p. 312-320, 1957.

TEMPLE, J. The new growth evidence. *Journal of Economic Literature*, v. XXXVII, p. 112-156, march, 1999.

THE WORLD BANK GROUP/ ECONOMIC GROWTH RESEARCH.
<http://www.worldbank.org/research/growth/GNDdata.htm>. Acesso em 12 out 2002.

WU, Y. Is China's economic growth sustainable?. A productivity analysis. *China Economic Review*, 11, p. 278-296, 2000.

YOUNG, A. The tyranny of numbers: confronting the statistical realities of the east asian growth experience. *NBER Working Paper n° 4680*, p. 1-39, 1994.

APÊNDICE 2

$$\Delta MALM_h = \left(\left[\prod_{t=t_1+1}^{t_2} MALM_h^t \right]^{1/(t_2-t_2)} - 1 \right) \cdot 100 \quad \Delta PT_h = \left(\left[\prod_{t=t_1+1}^{t_2} PT_h^t \right]^{1/(t_2-t_2)} - 1 \right) \cdot 100$$

$$\Delta EF_h = \left(\left[\prod_{t=t_1+1}^{t_2} EF_h^t \right]^{1/(t_2-t_2)} - 1 \right) \cdot 100 \quad \Delta PIBpc_h = \left(\left[\frac{RGDPCH_h^{t_2}}{RGDPCH_h^{t_1}} \right]^{1/(t_2-t_2)} - 1 \right) \cdot 100$$

$$\Delta PIBpt_h = \left(\left[\frac{RGDPW_h^{t_2}}{RGDPW_h^{t_1}} \right]^{1/(t_2-t_2)} - 1 \right) \cdot 100 \quad \Delta (K/L)_h = \left(\left[\frac{(K/L)_h^{t_2}}{(K/L)_h^{t_1}} \right]^{1/(t_2-t_2)} - 1 \right) \cdot 100$$

$$PIBw_h = \frac{PIBw_h^{1970}}{PIBw_{EUA}^{1970}} \times \prod_{t=1971}^{1990} \frac{PIBw_h^t}{PIBw_{pc}^{t-1}}$$

$$PIBpc_h = \frac{PIBpc_h^{1970}}{PIBpc_{EUA}^{1970}} \times \prod_{t=1971}^{1990} \frac{PIBpc_h^t}{PIB_{pc}^{t-1}}$$

$$PT_h = D_h^{1970}(x_h^{1970}, y_h^{1970}) \times \prod_{t=1971}^{1990} PT_h^t$$

$$(K/L)_h = \frac{(K/L)_h^{1970}}{(K/L)_{EUA}^{1970}} \times \prod_{t=1971}^{1990} \frac{(K/L)_h^t}{(K/L)_{pc}^{t-1}}$$

onde $h = 1, 2, \dots, 75$;

$MALM$ – Índice de Malmquist ; EF – eficiência técnica; PT – progresso técnico; $PIBpc$ – produto interno bruto *per capita*; $PIBw$ – produto interno bruto por trabalhador; (K/L) – relação capital-trabalho; $D_{oh}^{1970}(x_h^{1970}, y_h^{1970})$ - é a medida da distância da fronteira de produção de cada país em 1970, definida conforme a equação (11).

ANEXO 2

TABELA A 2.1 -VARIAÇÃO DE EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS PAÍSES DA OECD

ANOS	AUS	AUT	BEL	CAN	CHE	DNK	ESP	FIN	FRA	GBR	GRC	IRL	ISL	ITA	JPN	NLD	NOR	NZL	PRT	SWE	TUR	USA
1961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1962	1.037	0.973	1.019	1.041	0.997	1.001	1.054	0.970	1.013	0.989	0.959	1.007	1.024	1.008	0.986	1.016	0.995	0.984	1.007	1.001	0.992	1.037
1963	1.025	1.001	1.010	1.018	0.996	0.983	1.028	0.991	1.003	1.006	1.045	1.009	1.081	0.998	1.009	0.995	1.004	1.021	1.010	1.001	1.057	1.009
1964	1.015	1.020	1.045	1.034	1.000	1.019	0.999	1.027	1.009	1.008	1.025	0.999	1.032	0.969	1.027	1.027	1.011	1.005	1.016	1.018	0.992	1.038
1965	0.986	0.990	0.993	1.024	0.986	0.997	1.009	1.011	0.998	0.995	1.011	0.986	1.005	0.983	0.973	0.996	1.017	1.004	1.030	0.999	0.994	1.024
1966	1.006	1.014	0.996	1.014	0.988	0.990	1.007	0.973	1.002	0.990	0.984	0.971	1.004	1.032	1.026	0.987	0.998	1.002	0.982	0.985	1.039	1.023
1967	0.997	0.990	0.993	0.980	0.996	0.994	0.991	0.980	0.998	0.989	0.991	1.019	0.976	1.042	1.015	0.997	1.012	0.958	1.031	0.989	0.994	0.979
1968	1.016	0.999	1.005	1.010	0.994	0.993	1.001	0.979	0.993	1.004	1.020	1.039	0.888	1.024	1.014	1.014	0.984	0.960	1.057	1.003	1.008	1.010
1969	1.001	1.015	1.034	1.010	1.011	1.013	1.012	1.079	1.012	0.990	1.022	1.005	0.965	1.028	1.003	1.000	1.011	1.071	0.984	1.005	1.001	0.999
1970	0.999	1.015	1.018	0.982	1.019	0.986	0.990	1.033	0.997	1.000	1.003	0.984	1.030	1.008	1.002	1.002	0.986	0.982	1.025	1.014	0.998	0.976
1971	0.993	1.000	0.994	1.012	0.995	0.985	0.996	0.982	0.999	0.981	1.001	0.987	1.121	0.975	0.993	0.992	1.011	1.003	1.003	0.977	0.998	1.007
1972	0.997	1.004	1.010	1.008	0.993	1.003	1.011	1.022	0.996	1.005	1.007	1.013	0.976	1.001	1.000	0.994	1.006	1.007	1.010	0.991	1.008	1.028
1973	1.007	1.000	1.015	1.016	0.992	0.992	1.008	1.021	1.004	1.033	1.002	1.001	1.035	1.031	1.000	1.003	1.015	1.018	1.010	1.011	0.996	1.019
1974	0.980	0.997	1.001	0.999	0.985	0.946	0.998	1.001	0.989	0.966	0.934	0.980	0.997	1.011	0.951	1.001	1.001	1.001	0.985	1.003	1.007	0.975
1975	0.981	0.966	0.960	0.986	0.884	0.942	0.984	0.983	0.947	0.964	1.011	1.003	0.947	0.940	0.963	0.962	1.008	0.953	0.916	1.002	1.001	0.956
1976	1.014	1.011	1.025	1.008	0.965	1.055	0.989	0.955	1.017	1.016	1.015	0.988	0.990	1.051	0.989	1.026	1.007	0.984	1.035	0.975	1.007	1.044
1977	0.971	1.006	0.977	0.988	1.016	0.972	0.984	0.964	0.996	1.002	0.988	1.034	1.051	0.989	1.004	0.999	0.988	0.933	1.025	0.946	0.987	1.028
1978	1.023	0.971	1.000	1.004	0.999	0.998	0.979	1.001	0.989	1.014	1.025	1.014	0.999	1.018	1.014	0.997	0.990	0.975	0.991	0.996	0.970	1.015
1979	0.989	1.021	1.001	1.004	1.024	1.010	0.973	1.064	1.037	1.005	0.996	0.998	1.015	1.018	1.002	0.997	1.010	0.995	1.014	1.043	0.964	0.999
1980	1.009	0.996	1.018	0.980	1.039	0.959	1.004	1.026	0.991	0.959	0.975	0.979	1.010	1.007	0.993	0.992	1.012	0.998	0.998	1.006	0.932	0.985
1981	0.999	0.962	0.969	1.003	0.985	0.969	0.968	0.991	0.984	0.965	0.952	1.000	1.003	0.985	0.990	0.967	0.988	1.025	0.980	0.976	1.022	1.002
1982	0.940	0.995	0.988	0.912	0.962	1.026	0.995	1.005	1.000	1.021	0.967	0.988	0.987	0.992	0.991	0.975	0.990	1.028	0.979	0.996	0.984	0.952
1983	1.030	1.011	0.998	1.009	0.982	1.024	0.992	0.998	0.999	1.026	0.972	0.957	0.940	0.992	0.986	1.015	1.005	0.998	0.958	1.020	1.008	1.027
1984	1.020	0.986	1.021	1.034	1.022	1.031	0.992	1.009	1.006	1.013	1.004	1.023	1.034	1.009	1.011	1.021	1.026	1.036	0.957	1.033	1.031	1.039
1985	1.017	1.008	1.007	1.022	1.011	1.023	1.008	1.004	0.998	1.017	1.015	1.003	0.996	1.010	1.008	1.019	1.007	0.974	1.016	1.017	1.013	1.000
1986	0.990	1.008	1.016	0.989	1.000	1.028	1.018	1.004	1.005	1.022	0.993	0.981	1.032	1.004	0.998	1.007	1.004	1.006	1.035	1.001	1.033	1.003
1987	1.026	0.998	1.012	1.017	0.982	0.974	1.039	1.010	1.024	1.009	0.965	1.029	1.028	1.003	1.015	1.011	0.996	0.984	1.055	1.012	1.037	1.001
1988	1.007	1.032	1.018	1.011	1.000	1.019	1.021	1.006	1.016	1.014	1.052	1.033	0.991	1.014	1.032	1.012	0.993	0.982	1.043	1.004	0.986	1.004
1989	1.007	1.016	1.006	0.984	1.020	0.983	1.011	1.004	1.001	0.998	1.023	1.023	0.982	1.000	1.013	1.013	0.992	0.984	1.020	1.003	0.973	1.003
1990	0.984	1.010	1.000	0.953	0.988	1.002	0.997	0.997	1.005	0.988	0.986	1.010	0.996	1.001	1.008	1.007	1.004	0.970	1.004	0.995	1.041	0.998

TABELA A 2.2 - VARIAÇÃO DE EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS PAÍSES DA ÁSIA

ANOS	FJI	HKG	IDN	KOR	MYS	PNG	PHL	SGP	TWN	THA	BGD	PAK	LKA	IND
1961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1962	0.994	1.096	0.972	0.982	1.004	1.041	0.997	1.403	1.008	1.029	1.046	0.988	1.004	1.004
1963	1.034	1.154	0.949	1.075	1.005	1.005	1.007	1.099	1.032	1.030	1.026	0.988	0.980	1.041
1964	1.015	1.049	1.015	0.993	0.992	1.022	0.994	1.146	1.056	1.001	0.983	1.024	1.013	1.029
1965	0.905	1.092	0.965	0.998	1.010	1.014	1.004	0.744	1.045	1.015	0.967	0.997	0.993	0.947
1966	0.973	1.002	1.022	1.060	1.011	0.995	0.992	1.048	0.999	1.043	0.990	1.079	1.010	0.961
1967	1.099	0.959	0.981	0.985	0.990	0.993	1.007	1.078	1.036	1.000	0.929	0.984	1.013	1.038
1968	1.032	1.006	1.090	1.019	1.006	0.988	1.002	1.086	0.999	1.013	1.011	1.009	1.005	1.030
1969	0.968	1.082	1.026	1.009	0.996	0.975	0.995	1.059	1.004	0.996	1.000	1.057	1.009	1.074
1970	1.086	1.064	1.037	0.989	1.011	0.902	0.988	1.027	1.024	1.028	1.055	1.029	0.995	0.994
1971	1.017	1.035	1.015	0.990	0.980	0.955	1.001	0.992	1.041	0.975	0.948	0.976	0.991	0.984
1972	1.015	1.033	0.998	0.970	1.009	1.075	1.013	1.000	1.037	0.973	0.897	1.031	0.978	0.963
1973	1.021	1.065	1.028	1.039	1.017	1.088	1.015	1.001	1.038	1.063	0.984	1.046	1.015	0.986
1974	0.992	0.953	0.996	0.997	0.996	0.992	0.999	0.968	0.918	0.967	1.162	0.973	0.996	0.964
1975	0.985	0.939	0.999	0.971	0.942	0.980	0.995	0.949	0.946	0.992	0.991	1.018	1.003	1.063
1976	0.990	1.103	0.993	1.026	1.026	0.953	1.004	0.986	1.049	1.036	1.034	1.015	1.000	0.983
1977	1.017	1.052	1.011	1.011	1.007	0.965	0.994	0.981	1.016	1.064	1.001	0.993	0.994	1.032
1978	0.987	1.028	1.011	1.001	0.998	1.064	0.995	1.031	1.053	1.038	1.035	1.040	0.996	1.020
1979	1.034	1.003	0.995	0.982	1.007	0.980	0.996	1.033	1.001	0.992	1.049	0.971	0.973	0.924
1980	0.968	1.019	1.008	0.886	1.005	0.936	0.993	1.025	0.990	0.991	0.960	1.061	0.955	1.034
1981	0.989	1.001	1.002	0.988	0.992	0.972	0.984	0.991	0.975	1.014	1.069	1.060	0.988	1.018
1982	0.925	0.968	0.962	1.016	0.968	0.946	0.987	0.996	0.965	0.993	1.009	1.017	0.996	1.009
1983	0.946	0.990	0.981	1.044	0.974	1.001	0.956	1.000	1.030	1.025	1.025	1.027	1.028	1.033
1984	1.066	1.025	0.995	1.020	0.986	0.987	0.884	1.003	1.042	1.010	1.008	1.010	0.973	1.006
1985	0.947	0.967	0.976	0.992	0.919	1.057	0.925	0.892	1.001	0.994	1.000	1.014	1.027	1.012
1986	1.026	1.045	0.971	1.042	0.954	1.028	1.006	0.961	1.071	1.000	1.005	1.010	0.994	1.013
1987	0.948	1.030	0.976	1.030	1.007	1.016	1.045	1.054	1.029	1.046	1.002	1.008	0.972	1.006
1988	0.980	1.004	0.994	1.015	1.050	0.964	1.036	1.058	1.004	1.030	1.000	1.007	0.991	1.011
1989	1.159	0.995	1.034	0.998	1.051	0.997	1.023	1.035	1.001	1.007	0.999	1.004	1.001	1.003
1990	1.009	0.999	1.028	1.000	1.038	0.964	1.001	1.045	0.999	1.003	1.007	0.999	1.020	1.000

TABELA A 2.3 - VARIAÇÃO DE FICIÊNCIA TÉCNICA DOS PAÍSES DA ÁFRICA

ANOS	BEM	BDI	CMR	CPV	CAF	COG	CIV	GMB	GHA	KEN	LSO	MWI	MLI	MUS	MOZ	ZAF	TGO	UGA	ZMB	ZWE
1961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1962	0.960	1.076	1.002	0.887	0.988	1.415	1.024	0.941	1.116	1.087	1.104	0.985	0.992	0.998	1.037	1.033	0.999	1.043	0.922	0.953
1963	1.015	1.086	1.001	0.915	0.970	1.039	1.091	1.243	0.927	1.051	1.058	0.954	1.007	1.095	0.992	1.014	1.035	0.997	1.109	1.014
1964	1.019	1.056	1.001	1.081	1.028	1.047	1.087	0.910	1.083	1.040	1.031	1.056	0.881	0.992	1.004	1.004	0.972	1.001	1.195	1.086
1965	1.009	1.071	0.986	0.971	0.982	1.041	0.912	1.218	0.768	1.019	0.982	1.044	1.026	0.928	0.985	1.008	1.039	1.002	0.989	1.117
1966	1.001	1.008	0.996	1.143	0.983	0.945	1.067	0.999	1.221	1.108	0.966	1.015	0.973	0.995	0.947	0.995	1.058	1.015	0.928	1.133
1967	0.990	1.111	0.860	1.219	0.954	0.921	1.006	0.964	0.977	1.004	1.044	1.000	0.976	0.993	1.078	1.006	1.016	0.988	1.049	1.027
1968	0.998	0.986	1.031	1.009	1.056	1.070	1.072	1.013	1.102	0.969	0.954	0.953	1.009	0.922	0.985	0.999	1.003	0.997	0.969	0.906
1969	0.996	0.960	1.003	0.961	1.023	1.068	1.028	0.982	1.019	1.048	0.975	1.003	0.971	1.002	1.013	1.000	1.003	1.003	0.977	1.242
1970	0.988	1.165	0.988	1.031	1.006	1.102	1.020	1.029	1.151	0.882	0.987	0.890	1.048	1.043	0.868	1.001	0.995	0.983	0.991	1.209
1971	0.971	0.990	1.014	0.875	0.980	1.061	1.029	0.982	1.059	1.215	1.008	1.139	0.989	1.001	1.130	0.997	0.821	1.032	0.985	1.033
1972	1.012	0.982	0.960	0.930	0.980	1.067	0.997	0.984	1.009	1.111	0.971	0.972	1.026	1.033	1.012	0.988	1.036	0.983	1.045	1.110
1973	1.000	1.012	0.982	1.034	1.001	1.050	0.989	1.041	0.985	0.973	1.136	1.034	0.960	0.998	1.018	1.005	1.007	0.978	0.966	0.944
1974	0.978	0.985	1.062	0.887	0.940	1.031	0.985	1.014	0.994	1.034	1.019	0.995	0.980	1.055	0.926	1.005	1.019	0.999	1.011	0.998
1975	0.895	0.977	1.080	1.028	0.975	1.006	1.031	1.023	0.910	0.973	0.903	0.972	1.091	0.974	0.941	0.990	0.869	1.004	0.952	1.045
1976	0.963	0.979	0.902	1.001	1.019	0.991	1.013	0.977	0.970	0.981	0.973	1.019	1.078	1.160	0.845	0.990	1.087	0.993	1.069	1.063
1977	1.006	1.070	1.106	0.964	1.008	0.960	0.993	0.957	0.958	1.032	1.047	1.006	1.006	1.014	0.944	0.982	0.845	1.005	0.953	0.917
1978	0.983	0.983	1.078	1.112	1.053	1.073	1.001	0.977	1.155	1.019	1.079	0.994	0.986	0.983	0.972	0.994	0.894	0.946	0.997	0.981
1979	0.996	0.955	1.000	1.000	0.997	1.161	0.987	0.867	0.982	1.039	0.960	1.018	1.017	0.981	1.011	1.008	0.978	0.794	0.977	1.023
1980	0.993	0.889	0.925	1.275	0.950	1.089	0.828	1.007	0.977	0.997	0.910	0.947	0.975	0.914	0.843	1.032	1.179	0.991	1.046	1.133
1981	1.027	1.025	1.073	0.990	0.963	0.971	1.008	0.997	0.986	0.997	0.939	0.969	0.944	1.017	1.046	0.997	0.957	1.370	1.072	1.049
1982	0.929	0.940	1.006	0.970	1.009	1.017	0.981	0.976	1.017	0.993	0.941	1.001	0.918	1.068	0.938	0.973	0.980	1.018	0.962	0.999
1983	0.962	0.906	0.993	1.043	0.876	1.187	0.963	1.039	0.956	0.998	0.962	1.003	1.060	0.991	0.874	1.028	0.943	1.007	0.967	0.999
1984	1.082	0.923	1.000	0.994	1.050	1.031	1.008	0.991	1.037	1.002	0.952	1.043	1.018	1.019	0.899	0.958	1.076	0.991	1.015	0.987
1985	1.083	1.107	1.007	1.007	1.020	0.987	1.018	0.955	1.039	0.997	0.999	0.989	0.973	1.047	0.953	0.970	1.016	0.985	1.001	1.016
1986	0.976	1.045	1.006	0.984	1.000	0.972	1.016	0.998	0.944	1.018	1.017	1.009	0.839	1.046	0.978	0.988	0.949	0.983	1.006	0.990
1987	0.951	0.962	0.944	1.004	0.946	0.984	1.007	0.982	0.964	0.998	1.010	0.982	0.892	1.018	1.106	1.016	0.964	0.999	0.998	0.977
1988	0.996	1.095	0.829	1.018	0.996	1.009	0.987	0.984	1.001	1.006	1.052	1.008	0.924	1.000	1.062	1.012	1.052	0.989	1.037	1.013
1989	0.926	0.968	0.896	1.008	1.001	1.022	1.025	0.951	0.981	0.996	0.952	1.001	1.031	1.003	1.079	1.014	1.048	1.005	1.015	0.998
1990	0.979	0.995	0.898	0.998	0.964	0.946	0.989	0.973	0.964	0.993	0.895	1.008	0.870	1.001	0.995	0.994	0.929	1.024	1.004	1.005

TABELA A 2.4 - VARIAÇÃO DE EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS PAÍSES DA AMÉRICA LATINA

ANOS	ARG	BOL	BRA	CHL	COL	CRI	DOM	ECU	SLV	GTM	HND	JAM	MEX	NIC	PRY	PER	TTO	URY	VEN
1961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1962	0.976	1.004	1.001	0.993	1.018	1.011	1.146	1.003	1.039	1.012	1.013	1.001	1.001	1.065	0.974	1.056	0.975	0.992	1.098
1963	0.929	1.021	1.001	0.996	0.995	0.999	1.011	0.999	0.998	1.031	0.964	1.018	1.045	1.026	0.996	1.032	1.019	0.960	1.058
1964	1.067	1.001	0.991	1.002	1.049	0.981	1.003	1.039	1.007	1.006	1.014	1.036	1.056	1.012	1.007	1.029	1.042	1.021	1.044
1965	1.030	1.010	1.028	0.980	0.972	1.034	0.893	0.998	0.994	0.991	1.054	1.031	0.999	1.006	1.008	1.035	0.958	0.989	1.005
1966	0.985	1.003	0.996	1.071	1.026	0.996	1.059	0.979	1.002	1.020	1.003	1.010	0.998	0.991	0.978	1.058	1.011	1.037	0.986
1967	0.996	1.003	1.003	0.985	0.997	0.996	0.977	1.043	1.000	1.002	0.990	0.983	0.999	0.999	1.008	0.980	1.037	0.977	1.010
1968	1.012	0.944	1.072	1.003	1.026	1.002	0.954	1.001	0.993	1.044	1.013	0.999	1.011	0.986	0.991	0.986	1.039	1.012	1.004
1969	1.017	0.978	1.030	1.006	1.028	1.002	1.047	0.980	1.000	1.010	0.967	0.997	0.993	1.010	1.005	1.027	1.031	1.050	1.003
1970	0.996	0.967	1.038	0.997	1.028	1.007	1.086	1.020	0.998	1.019	0.984	1.036	1.004	0.977	1.010	1.041	0.986	1.012	1.005
1971	1.001	1.006	1.044	1.025	1.022	0.995	1.009	1.007	0.989	1.001	1.047	0.997	0.988	0.987	0.996	1.008	0.926	0.994	0.975
1972	0.993	0.991	1.030	0.988	1.027	1.002	1.007	1.066	1.012	1.032	1.029	1.019	1.009	0.986	1.005	1.001	1.097	0.969	0.953
1973	0.996	1.023	1.020	0.948	1.012	1.003	1.008	1.156	1.006	1.012	1.003	0.984	1.008	0.979	0.992	1.010	0.993	1.011	0.956
1974	1.006	1.017	1.001	1.016	1.007	0.996	0.996	1.037	0.989	1.000	0.915	0.966	0.996	1.049	0.998	1.006	1.002	1.001	0.920
1975	0.985	1.009	0.991	0.855	0.989	0.978	0.981	1.002	0.983	0.995	1.014	0.956	0.991	0.981	1.000	0.996	0.990	1.020	0.980
1976	0.964	1.009	1.003	1.001	1.006	1.003	0.988	1.003	1.011	1.000	1.046	0.928	0.984	1.011	0.987	0.990	1.017	1.003	0.995
1977	1.029	0.993	0.994	1.087	1.000	1.012	0.987	1.005	1.002	1.004	1.008	0.991	0.984	1.002	1.025	0.987	0.995	0.993	0.975
1978	0.928	0.996	0.980	1.059	1.015	0.990	0.968	0.997	0.988	0.997	1.016	1.016	1.012	0.928	1.013	0.941	1.015	1.008	0.951
1979	1.069	0.978	1.008	1.055	1.003	0.987	0.988	0.992	0.925	1.003	1.002	0.990	1.020	0.768	1.012	1.007	0.993	1.006	0.950
1980	1.005	0.970	1.013	1.012	0.999	0.937	0.993	1.001	0.862	1.005	0.966	0.953	1.003	1.005	0.990	1.007	0.984	0.999	0.922
1981	0.927	0.995	0.941	1.005	0.992	0.895	1.012	0.985	0.895	0.994	1.020	1.011	1.002	0.996	0.992	1.020	1.003	0.987	0.966
1982	0.895	0.959	0.976	0.927	0.980	0.912	0.996	0.973	0.940	0.970	1.000	0.995	0.954	0.991	0.916	0.936	1.014	0.894	0.947
1983	1.019	0.948	0.942	0.916	0.976	1.008	0.999	0.917	1.009	0.975	0.974	1.012	0.928	1.036	0.940	0.841	0.934	0.854	0.983
1984	1.022	1.018	1.038	1.035	0.994	1.038	0.970	1.004	1.010	0.987	0.985	0.999	1.016	0.975	0.948	1.008	1.047	0.976	0.993
1985	0.945	0.992	1.053	1.030	1.000	0.989	0.984	1.007	1.013	0.987	1.024	0.981	0.993	0.944	0.998	1.011	0.885	1.020	1.000
1986	1.064	0.959	1.037	1.013	1.015	1.014	0.998	1.001	0.987	1.002	0.985	1.016	0.951	0.977	0.972	1.099	0.926	1.110	1.050
1987	1.026	1.036	1.003	1.019	1.018	0.990	1.010	0.926	1.014	0.993	1.020	1.102	0.992	0.975	1.001	1.073	0.995	1.102	1.026
1988	0.932	1.028	0.976	1.024	1.007	0.982	1.000	1.063	1.006	1.012	0.987	1.008	0.972	0.806	1.041	0.886	0.985	0.980	1.021
1989	0.898	1.048	1.010	1.027	0.999	1.009	0.979	0.977	0.977	1.020	1.009	1.043	1.013	0.955	1.061	0.827	0.991	1.005	0.919
1990	0.955	1.035	0.941	0.983	1.007	0.994	0.921	1.005	1.009	1.004	0.951	1.030	1.021	1.026	1.004	0.953	0.960	0.998	1.071

TABELA A 2.5 - VARIAÇÃO TÉCNICA DOS PAÍSES DA OECD

ANOS	AUS	AUT	BEL	CAN	CHE	DNK	ESP	FIN	FRA	GBR	GRC	IRL	ISL	ITA	JPN	NLD	NOR	NZL	PRT	SWE	TUR	USA
1961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1962	0.978	1.016	0.981	0.970	1.002	0.999	0.953	1.008	0.990	1.007	1.030	1.006	0.979	0.961	0.966	0.992	1.010	1.014	0.972	1.001	0.996	0.976
1963	0.986	1.003	0.982	0.991	1.003	1.017	0.964	0.991	1.002	0.999	0.955	1.000	0.933	0.980	0.967	1.013	0.993	0.987	0.975	0.997	0.943	0.997
1964	0.989	0.989	0.966	0.976	0.999	0.987	0.998	0.980	0.995	0.996	0.971	1.002	0.973	1.010	0.950	0.980	0.994	0.996	0.986	0.991	1.009	0.979
1965	1.013	1.012	0.995	0.990	1.010	1.002	0.994	0.983	1.003	1.003	0.978	1.021	0.996	1.001	0.970	1.002	0.988	0.997	0.969	1.002	1.012	0.973
1966	0.996	0.992	1.004	0.990	1.009	1.010	0.992	1.011	1.003	1.009	1.004	1.028	0.995	0.970	0.934	1.015	0.997	0.998	0.999	1.010	0.968	0.987
1967	1.006	1.012	0.995	1.015	1.011	1.007	1.008	1.012	1.003	1.008	1.006	0.985	1.016	0.962	0.943	1.002	0.990	1.040	0.971	1.007	1.006	1.014
1968	0.989	1.006	0.995	0.998	1.011	1.013	1.000	1.022	1.008	0.998	0.991	0.985	1.120	0.965	0.953	0.996	1.012	1.044	0.950	1.008	0.998	0.993
1969	1.002	0.993	0.980	0.999	0.993	0.993	0.987	0.928	0.992	1.004	0.979	0.996	1.037	0.979	0.968	0.998	0.997	0.948	1.017	0.997	0.999	1.007
1970	1.004	0.993	0.985	1.016	0.991	1.017	1.010	0.976	1.003	1.010	0.995	1.015	0.988	0.989	0.975	0.998	1.014	1.037	0.982	0.994	1.008	1.031
1971	1.008	1.001	0.999	0.993	1.004	1.017	1.004	1.011	1.007	1.012	0.997	1.013	0.911	1.011	0.985	1.006	0.983	1.001	0.996	1.019	1.004	0.998
1972	1.011	0.996	1.000	1.000	1.009	1.002	0.994	0.976	1.003	0.996	0.995	0.993	1.010	1.002	0.978	1.012	0.999	0.995	0.991	1.017	0.993	0.984
1973	0.998	1.002	0.988	0.991	1.011	1.019	0.999	0.985	0.999	0.982	0.999	1.001	0.981	0.980	0.979	1.002	0.992	0.982	0.992	1.011	1.013	0.984
1974	1.027	1.008	1.001	1.004	1.018	1.071	1.001	1.000	1.012	1.037	1.058	1.008	0.998	0.986	1.039	1.007	0.994	0.998	1.008	1.004	0.998	1.025
1975	1.032	1.033	1.032	1.012	1.148	1.084	1.020	1.009	1.058	1.044	0.999	1.000	1.037	1.049	1.069	1.046	0.995	1.046	1.076	1.010	0.999	1.052
1976	1.000	1.000	0.992	1.001	1.076	0.973	1.015	1.044	1.009	1.005	0.992	1.034	1.014	0.976	1.042	1.000	0.991	1.030	0.980	1.035	0.992	0.972
1977	1.045	1.000	1.019	1.012	1.024	1.054	1.026	1.032	1.010	1.006	1.030	0.972	0.969	1.010	1.051	1.024	1.001	1.094	0.993	1.063	1.011	0.994
1978	1.000	1.042	1.014	1.007	1.044	1.033	1.039	1.023	1.038	1.006	0.994	0.993	1.006	0.995	1.043	1.017	1.014	1.053	1.020	1.034	1.031	0.991
1979	1.029	0.991	1.016	1.002	1.005	1.024	1.053	0.958	0.991	1.016	1.020	1.011	1.014	0.993	1.050	1.026	1.000	1.043	0.996	1.005	1.068	1.002
1980	1.019	1.021	0.992	1.023	0.995	1.077	1.033	0.991	1.025	1.057	1.051	1.015	0.995	1.000	1.075	1.037	0.996	1.044	1.012	1.025	1.107	1.020
1981	1.010	1.052	1.040	1.009	1.036	1.088	1.065	1.011	1.036	1.059	1.081	1.016	1.011	1.015	1.082	1.059	1.018	1.003	1.034	1.057	0.994	1.007
1982	1.081	1.027	1.035	1.099	1.066	1.025	1.033	1.005	1.028	1.019	1.071	1.019	1.026	1.014	1.075	1.061	1.030	0.995	1.035	1.037	1.035	1.067
1983	0.999	1.017	1.037	1.018	1.035	1.037	1.044	1.012	1.028	1.000	1.073	1.059	1.091	1.017	1.085	1.042	1.000	1.026	1.057	1.026	1.017	0.990
1984	1.011	1.047	1.008	0.979	1.015	1.017	1.046	0.999	1.019	1.021	1.052	1.001	1.009	1.003	1.070	1.012	0.992	0.997	1.078	0.999	1.009	0.977
1985	1.011	1.018	1.019	1.000	1.005	1.018	1.035	1.005	1.037	1.002	1.033	1.021	1.029	1.003	1.068	1.023	0.999	1.037	1.027	1.027	1.021	1.006
1986	1.021	1.028	1.019	1.028	1.025	1.009	1.027	1.010	1.038	1.003	1.055	1.061	1.002	1.008	1.080	1.023	1.002	1.028	1.020	1.018	1.003	1.006
1987	1.003	1.030	1.010	0.999	1.047	1.072	1.008	1.001	1.001	1.005	1.099	1.003	0.993	1.004	1.061	1.024	1.010	1.039	1.000	1.018	0.987	1.002
1988	1.004	1.000	0.999	0.999	1.016	1.031	0.998	0.999	1.003	0.993	1.017	1.004	1.034	0.993	1.043	1.024	1.017	1.049	0.987	1.017	1.050	1.002
1989	1.004	1.002	1.004	1.018	0.996	1.061	1.019	0.998	1.016	1.016	1.038	0.999	1.048	1.003	1.041	1.007	1.019	1.051	1.004	1.015	1.078	1.005
1990	1.050	1.009	1.007	1.058	1.005	1.052	1.017	1.008	1.016	1.034	1.072	0.995	1.047	1.005	1.046	1.014	1.015	1.051	1.009	1.023	0.990	1.008

TABELA A 2.6 - VARIAÇÃO TÉCNICA DOS PAÍSES DA ÁSIA

ANOS	FJI	HKG	IDN	KOR	MYS	PNG	PHL	SGP	TWN	THA	BGD	PAK	LKA	IND
1961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1962	0.981	0.900	1.029	1.042	0.998	0.987	0.994	0.754	0.966	0.940	0.879	0.926	0.982	0.961
1963	0.955	0.833	1.054	0.968	0.994	1.016	0.992	0.952	0.958	0.933	0.918	0.920	1.004	0.930
1964	0.977	0.914	0.999	1.008	1.007	0.997	1.005	0.916	0.933	0.965	0.944	0.895	0.982	0.943
1965	1.070	0.881	1.054	1.031	0.997	0.991	0.997	1.340	0.944	0.949	0.941	0.915	1.004	1.007
1966	1.030	0.965	0.996	0.964	0.999	1.006	1.004	0.988	0.966	0.913	0.926	0.873	0.988	1.012
1967	0.908	1.026	1.042	1.022	1.020	1.016	0.988	0.971	0.958	0.953	0.989	0.957	0.993	0.929
1968	0.965	0.997	0.948	0.986	1.000	1.016	1.001	0.954	0.979	0.955	0.899	0.932	0.997	0.951
1969	1.007	0.941	0.991	0.989	1.012	1.047	1.003	0.963	0.970	0.957	0.929	0.898	1.000	0.932
1970	0.929	0.943	0.996	1.005	1.008	1.079	1.018	0.985	0.952	0.940	0.897	0.929	1.007	0.998
1971	0.983	0.955	1.000	1.007	1.015	1.018	0.998	0.995	0.944	0.998	0.994	0.979	1.010	0.999
1972	0.988	0.956	1.002	1.038	0.992	0.912	1.001	0.984	0.936	1.002	1.071	0.935	1.043	1.018
1973	0.984	0.931	0.983	0.977	0.990	0.951	0.993	0.991	0.947	0.936	0.994	0.928	0.997	1.004
1974	1.007	1.029	1.007	1.014	0.998	1.047	1.008	1.018	1.053	1.016	0.845	0.999	1.029	1.026
1975	1.026	1.051	1.000	1.025	1.050	1.082	1.014	1.043	1.013	0.988	0.986	0.955	1.018	0.942
1976	1.010	0.906	1.011	0.989	0.981	1.112	0.997	1.024	0.934	0.961	0.944	0.967	1.030	1.002
1977	0.999	0.931	0.995	0.994	1.000	1.105	1.012	1.025	0.963	0.955	0.997	0.991	1.025	0.977
1978	1.024	0.972	0.998	1.003	1.010	1.004	1.015	1.005	0.936	0.959	0.955	0.946	1.028	0.991
1979	0.978	0.960	1.005	1.008	1.002	1.091	1.017	0.987	0.993	1.007	0.951	1.018	1.041	1.071
1980	1.036	0.973	0.999	1.129	0.996	1.140	1.019	0.998	0.993	1.009	1.032	0.934	1.043	0.984
1981	1.010	0.983	1.000	1.028	1.011	1.109	1.040	1.006	1.002	0.991	0.921	0.938	1.012	0.997
1982	1.092	1.018	1.036	1.009	1.030	1.124	1.044	1.015	1.022	1.022	0.987	0.981	1.012	0.990
1983	1.086	0.997	1.006	0.988	1.021	1.082	1.067	1.015	0.982	1.004	0.975	0.968	0.993	0.984
1984	0.985	0.981	1.005	1.010	1.010	1.086	1.157	1.015	0.963	1.006	0.995	0.990	1.057	1.014
1985	1.114	1.042	1.035	1.029	1.092	1.027	1.136	1.141	1.013	1.026	1.005	0.994	0.996	1.001
1986	1.041	0.966	1.025	0.980	1.081	1.072	1.063	1.075	0.961	1.017	1.000	0.993	1.049	1.003
1987	1.120	0.980	1.035	0.992	1.030	1.098	1.037	1.001	0.981	0.995	1.008	0.993	1.061	1.009
1988	1.089	0.999	1.015	0.992	0.992	1.147	1.021	0.992	1.000	0.985	1.009	0.999	1.043	0.999
1989	0.932	1.008	0.995	1.012	0.984	1.096	1.045	1.002	1.000	0.999	1.011	1.000	1.044	1.002
1990	1.063	1.006	0.997	1.001	0.995	1.155	1.069	1.002	1.003	0.998	1.001	1.007	1.035	1.007

TABELA A 2.7 - VARIAÇÃO TÉCNICA DOS PAÍSES DA ÁFRICA

ANOS	BEM	BDI	CMR	CPV	CAF	COG	CIV	GMB	GHA	KEN	LSO	MWI	MLI	MUS	MOZ	ZAF	TGO	UGA	ZMB	ZWE
1961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1962	1.019	0.865	0.994	1.031	1.007	0.653	0.951	1.036	0.835	0.870	0.908	0.988	1.001	0.928	0.954	0.969	1.012	0.935	1.071	0.969
1963	0.980	0.872	0.997	1.025	1.024	0.927	0.909	0.773	1.034	0.917	0.959	1.037	0.987	0.860	1.005	0.997	0.970	0.971	0.907	0.925
1964	0.968	0.905	0.998	0.896	0.971	0.923	0.912	1.060	0.894	0.904	0.984	0.944	1.088	0.944	0.990	1.003	1.034	0.968	0.861	0.874
1965	0.991	0.894	1.006	0.993	1.020	0.945	1.074	0.821	1.234	0.954	1.011	0.972	0.922	1.003	1.008	0.988	0.940	0.959	1.017	0.852
1966	1.001	0.956	0.999	0.835	1.014	1.037	0.909	0.987	0.799	0.867	1.034	0.991	0.989	0.957	1.060	1.005	0.914	0.962	1.071	0.838
1967	1.013	0.874	1.149	0.806	1.059	1.053	0.987	1.015	0.989	0.953	0.968	0.997	0.974	0.969	0.913	0.997	0.971	0.997	0.961	0.921
1968	1.001	0.999	0.954	0.980	0.941	0.893	0.926	0.984	0.889	0.976	1.043	1.049	0.950	1.054	1.019	1.002	0.998	0.986	1.026	1.051
1969	1.007	1.016	0.998	1.009	0.995	0.904	0.963	1.024	0.977	0.923	1.044	1.000	0.992	0.966	0.989	1.003	0.999	0.975	1.029	0.752
1970	1.017	0.858	1.022	0.950	1.016	0.881	0.986	0.988	0.873	1.086	1.039	1.125	0.930	0.940	1.159	0.999	1.009	1.007	1.033	0.802
1971	1.051	1.012	0.996	1.099	1.042	0.929	0.969	1.034	0.940	0.786	1.004	0.850	0.964	0.983	0.886	1.009	1.237	0.965	1.016	0.925
1972	1.013	1.018	1.040	1.063	1.059	0.933	1.007	1.026	0.994	0.876	1.060	1.031	0.968	0.940	0.992	1.017	0.973	1.030	0.960	0.859
1973	1.017	0.999	1.023	0.976	1.028	0.946	1.010	0.980	1.015	0.986	0.890	0.951	1.022	0.971	0.985	1.006	1.006	1.055	1.051	1.019
1974	1.051	1.030	0.957	1.148	1.115	0.949	1.013	1.013	1.017	0.945	0.990	1.018	1.007	0.909	1.114	1.006	0.998	1.039	1.003	0.963
1975	1.132	1.033	0.943	0.972	1.091	0.980	0.983	0.996	1.120	1.000	1.130	1.050	0.926	0.977	1.113	1.020	1.163	1.026	1.067	0.902
1976	1.058	1.034	1.130	1.017	1.033	0.983	0.994	1.018	1.061	1.015	1.041	0.980	0.921	0.822	1.249	1.023	0.936	1.062	0.949	0.907
1977	1.022	0.930	0.930	1.052	1.072	1.046	1.009	1.050	1.066	0.957	0.951	1.012	1.000	0.951	1.127	1.045	1.192	1.060	1.115	1.071
1978	1.056	1.032	0.941	0.889	1.026	0.942	0.996	1.017	0.907	0.973	0.897	1.033	1.026	0.985	1.090	1.040	1.114	1.124	1.054	1.014
1979	1.040	1.062	1.003	1.005	1.081	0.892	1.013	1.096	1.043	0.955	1.052	0.991	0.978	0.986	1.055	1.031	1.017	1.357	1.091	0.979
1980	1.043	1.122	1.096	0.781	1.151	0.942	1.223	0.993	1.079	1.003	1.103	1.099	1.050	1.069	1.271	0.997	0.852	1.100	1.043	0.888
1981	0.995	0.990	0.942	1.006	1.146	1.044	1.019	0.994	1.067	1.008	1.072	1.089	1.100	0.990	1.059	1.013	1.105	0.774	0.988	0.962
1982	1.122	1.086	0.996	1.024	1.108	0.977	1.054	1.036	1.054	1.007	1.061	1.063	1.100	0.936	1.164	1.042	1.066	1.033	1.124	1.003
1983	1.056	1.133	1.019	0.954	1.282	0.828	1.078	0.979	1.136	1.022	1.050	1.068	0.992	1.028	1.269	1.067	1.135	1.033	1.123	1.003
1984	0.968	1.090	1.011	0.993	1.045	0.975	1.073	1.053	1.002	1.013	1.097	1.032	1.017	0.992	1.264	1.019	1.003	1.067	1.085	1.018
1985	0.992	0.924	1.006	0.991	1.093	1.023	1.056	1.089	1.038	1.029	1.047	1.099	1.085	0.976	1.188	1.071	1.070	1.120	1.102	0.992
1986	1.103	0.986	0.992	1.031	1.110	1.028	1.074	1.073	1.055	0.977	1.017	1.086	1.174	0.971	1.185	1.074	1.129	1.132	1.098	1.007
1987	1.119	1.094	1.061	0.995	1.186	1.035	1.079	1.067	1.077	1.008	1.042	1.112	1.092	0.989	1.048	1.046	1.124	1.097	1.113	1.022
1988	1.082	0.945	1.176	0.999	1.145	1.032	1.107	1.073	1.054	1.003	1.014	1.111	1.077	1.001	1.086	1.050	1.032	1.106	1.065	0.997
1989	1.155	1.092	1.145	1.001	1.154	1.020	1.069	1.121	1.073	1.019	1.101	1.118	0.984	0.999	1.093	1.051	1.059	1.114	1.111	0.995
1990	1.117	1.064	1.153	1.014	1.184	1.120	1.129	1.082	1.103	1.022	1.145	1.092	1.173	1.001	1.167	1.065	1.175	1.072	1.105	1.006

TABELA A 2.8 - VARIAÇÃO TÉCNICA DOS PAÍSES DA AMÉRICA LATINA

ANOS	ARG	BOL	BRA	CHL	COL	CRI	DOM	ECU	SLV	GTM	HND	JAM	MEX	NIC	PRY	PER	TTO	URY	VEN
1961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1962	1.014	0.996	0.997	0.988	0.947	0.988	0.897	1.007	0.962	0.976	0.984	0.996	1.010	0.942	1.018	0.930	1.019	1.004	0.910
1963	1.063	0.979	1.000	0.981	0.979	0.996	1.000	0.999	1.001	0.951	1.005	0.988	0.965	0.984	1.005	0.942	0.961	1.024	0.960
1964	0.954	0.997	1.012	0.990	0.934	1.003	1.001	0.963	0.988	0.972	0.971	0.964	0.959	0.989	1.002	0.972	0.954	0.989	0.962
1965	0.963	0.989	0.993	1.016	1.003	0.980	1.104	1.013	0.997	0.977	0.942	0.983	1.001	0.993	0.995	0.955	1.043	1.020	0.998
1966	1.019	0.998	1.016	0.931	0.967	1.001	0.984	1.027	0.997	0.959	0.988	0.999	1.001	1.010	1.021	0.936	0.975	0.977	1.014
1967	1.004	0.999	1.008	1.007	0.979	1.007	1.037	0.989	0.994	0.981	1.000	1.019	1.007	0.997	0.990	0.998	0.967	1.033	0.996
1968	0.995	1.069	0.951	0.998	0.962	0.998	1.071	1.001	1.012	0.949	0.976	1.008	0.991	1.013	1.011	0.999	0.975	1.008	0.998
1969	0.987	1.009	0.982	0.998	0.964	1.009	0.983	1.024	1.011	0.971	1.018	0.993	1.009	0.998	1.006	0.983	0.992	0.968	0.999
1970	1.004	1.032	0.975	1.004	0.960	0.997	0.935	0.985	1.020	0.976	1.006	0.968	1.004	1.033	1.002	0.971	1.027	0.997	0.996
1971	1.000	1.003	0.959	0.978	0.973	1.009	0.994	0.997	1.025	0.995	0.952	1.003	1.008	1.030	1.016	1.001	1.108	1.011	1.027
1972	1.008	0.995	0.974	1.015	0.968	1.003	0.999	0.941	1.000	0.964	0.987	0.983	0.995	1.026	1.005	1.005	0.914	1.036	1.038
1973	1.007	0.967	0.984	1.060	0.989	1.007	0.994	0.874	1.013	0.999	1.004	1.017	0.998	1.067	1.027	0.994	1.023	1.001	1.037
1974	0.999	0.989	1.000	0.992	0.997	1.009	1.003	0.975	1.028	1.000	1.089	1.039	1.005	0.958	1.003	0.996	1.008	1.017	1.068
1975	1.023	1.001	1.007	1.214	1.005	1.031	1.017	0.997	1.038	1.006	0.981	1.066	1.010	1.023	1.004	1.002	1.020	0.989	1.008
1976	1.054	0.993	0.994	1.013	1.002	1.023	1.017	0.998	1.007	1.005	0.962	1.094	1.013	1.015	1.022	1.011	0.981	1.005	0.979
1977	0.978	1.003	1.008	0.967	0.998	0.987	1.021	0.997	1.025	0.993	1.013	1.054	1.035	1.036	0.974	1.020	1.004	1.015	0.989
1978	1.083	1.024	1.023	0.970	0.991	1.023	1.043	1.004	1.020	1.002	0.986	1.046	0.992	1.093	0.984	1.080	0.985	0.993	1.010
1979	0.957	1.037	1.003	0.972	1.001	1.030	1.016	1.007	1.116	0.994	0.999	1.061	0.995	1.404	0.982	1.030	1.004	0.990	1.009
1980	1.006	1.059	0.999	1.005	1.004	1.073	1.029	1.009	1.211	1.000	1.038	1.117	0.997	1.113	1.012	1.012	1.010	0.997	1.081
1981	1.097	1.052	1.088	1.005	1.011	1.141	1.000	1.024	1.190	1.019	0.997	1.057	0.999	1.075	0.996	0.977	0.980	1.013	1.040
1982	1.145	1.097	1.063	1.126	1.023	1.164	1.041	1.042	1.159	1.046	1.022	1.072	1.052	1.048	1.074	1.056	0.986	1.132	1.073
1983	1.006	1.123	1.109	1.105	1.027	1.057	1.043	1.111	1.076	1.054	1.081	1.056	1.117	1.030	1.078	1.190	1.076	1.183	1.032
1984	1.019	1.073	1.025	0.991	1.022	1.029	1.088	1.051	1.089	1.062	1.065	1.070	1.033	1.088	1.090	1.027	0.971	1.062	1.053
1985	1.115	1.098	0.998	1.024	1.014	1.075	1.082	1.044	1.084	1.066	1.031	1.096	1.056	1.146	1.040	1.039	1.159	1.032	1.046
1986	0.983	1.126	1.011	1.016	1.008	1.046	1.052	1.056	1.111	1.051	1.065	1.068	1.111	1.094	1.074	0.954	1.101	0.948	0.987
1987	1.025	1.067	1.039	1.017	1.009	1.068	1.044	1.134	1.082	1.066	1.038	0.991	1.060	1.122	1.045	0.977	1.048	0.960	1.010
1988	1.122	1.073	1.074	1.010	1.018	1.071	1.058	0.990	1.108	1.038	1.071	1.078	1.104	1.358	0.996	1.171	1.071	1.064	1.012
1989	1.168	1.058	1.054	0.973	1.020	1.051	1.069	1.085	1.136	1.053	1.038	1.051	1.042	1.159	0.991	1.255	1.073	1.045	1.109
1990	1.114	1.074	1.130	1.037	1.021	1.075	1.126	1.067	1.114	1.056	1.111	1.034	1.034	1.086	1.054	1.129	1.108	1.058	0.996

TABELA A 2.9 - ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DE MALMQUÏST DOS PAÍSES DA OECD

ANOS	AUS	AUT	BEL	CAN	CHE	DNK	ESP	FIN	FRA	GBR	GRC	IRL	ISL	ITA	JPN	NLD	NOR	NZL	PRT	SWE	TUR	USA
1961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1962	1.010	0.999	0.999	1.009	0.998	1.002	0.995	0.980	0.999	0.999	0.989	1.012	1.001	0.978	0.950	1.005	1.005	0.999	0.986	1.001	0.996	1.011
1963	1.007	0.996	0.991	1.006	0.999	1.001	0.999	0.976	1.005	1.004	0.997	1.009	1.002	0.979	0.975	1.001	0.995	1.005	0.985	0.997	0.997	1.005
1964	1.001	1.006	1.006	1.006	0.999	1.002	1.002	1.009	1.003	1.001	0.993	1.005	0.999	0.979	0.968	1.009	1.003	1.000	0.999	1.004	0.993	1.002
1965	1.001	1.003	0.988	1.010	1.000	1.001	0.996	0.991	1.000	0.998	0.987	1.003	0.997	0.980	0.950	0.999	1.003	1.001	0.986	1.002	1.005	1.003
1966	1.000	1.004	1.000	1.000	1.002	1.001	0.999	0.984	1.001	1.002	0.989	0.999	0.998	1.002	0.959	1.004	0.992	1.000	0.992	0.998	1.000	1.006
1967	1.003	1.002	0.987	0.997	0.999	0.999	0.999	0.991	1.005	0.998	0.995	1.011	0.998	1.002	0.958	0.998	1.001	0.997	1.000	1.003	1.001	0.996
1968	1.005	1.005	1.000	1.008	1.008	1.005	1.001	0.997	1.002	1.002	1.004	1.004	0.989	0.995	0.964	1.004	0.998	1.000	0.997	1.005	1.003	1.007
1969	1.000	1.006	1.002	1.006	1.007	1.006	0.997	1.008	1.001	0.995	1.001	1.005	1.001	0.996	0.973	1.002	0.997	1.017	1.002	1.000	0.999	0.999
1970	1.003	1.006	1.001	0.999	1.000	1.003	1.001	1.002	1.004	1.003	1.002	1.000	1.026	0.994	0.978	0.999	1.010	1.009	1.002	1.006	1.006	1.007
1971	1.001	1.001	0.999	1.002	1.003	1.001	1.000	0.989	0.998	0.998	0.998	1.000	1.017	0.987	0.976	1.000	0.999	1.010	0.998	0.998	1.002	1.003
1972	1.002	1.000	1.001	1.006	1.002	1.012	1.006	0.994	1.003	1.009	1.001	1.003	0.987	1.003	0.978	1.006	0.996	1.001	0.999	1.010	1.004	1.007
1973	1.008	1.002	1.004	1.004	1.003	1.001	1.002	1.002	1.003	1.003	1.001	1.001	1.011	1.006	0.979	1.004	0.998	1.002	1.000	1.012	1.005	0.999
1974	1.007	1.000	1.002	1.003	1.010	1.009	1.001	1.000	1.001	1.003	0.993	0.988	1.001	0.995	0.986	1.009	1.000	1.001	0.996	1.014	1.006	1.000
1975	1.012	1.005	0.998	0.999	1.005	1.019	1.003	0.993	1.002	1.000	1.007	1.002	0.979	0.999	1.028	1.006	0.996	0.987	0.987	1.011	1.000	1.009
1976	1.014	1.008	1.007	1.004	1.037	1.023	1.004	1.000	1.028	1.022	1.014	1.019	1.002	1.005	1.030	1.026	0.996	1.012	1.011	1.010	0.997	1.018
1977	1.012	1.012	1.011	1.003	1.035	1.024	1.007	1.006	1.012	1.007	1.009	1.004	1.016	1.007	1.052	1.019	0.995	1.017	1.017	1.014	1.002	1.003
1978	1.020	1.004	1.006	1.005	1.043	1.028	1.015	1.010	1.015	1.019	1.017	1.010	1.011	1.011	1.059	1.013	0.996	1.023	1.009	1.028	1.003	1.006
1979	1.014	1.019	1.007	1.005	1.028	1.033	1.020	1.017	1.027	1.020	1.015	1.000	1.013	1.008	1.051	1.021	1.015	1.034	1.009	1.037	1.015	1.004
1980	1.029	1.009	1.008	1.004	1.032	1.030	1.037	1.015	1.015	1.011	1.013	0.997	1.017	1.005	1.055	1.026	1.006	1.029	1.009	1.028	1.030	1.006
1981	1.017	1.010	1.015	1.012	1.007	1.040	1.018	1.003	1.017	1.032	1.023	1.015	1.009	1.001	1.068	1.022	1.006	1.039	0.999	1.020	1.013	1.007
1982	1.004	1.019	1.021	0.999	1.025	1.061	1.035	1.008	1.017	1.025	1.048	1.004	1.010	1.006	1.077	1.042	1.011	1.020	1.023	1.041	1.016	1.015
1983	1.038	1.026	1.023	1.025	1.024	1.046	1.035	1.008	1.025	1.034	1.040	1.011	1.023	1.007	1.068	1.033	1.019	1.021	1.009	1.044	1.023	1.023
1984	1.019	1.030	1.038	1.023	1.025	1.060	1.035	1.007	1.030	1.022	1.042	1.022	1.032	1.017	1.079	1.042	1.009	1.019	1.028	1.032	1.037	1.006
1985	1.017	1.025	1.023	1.007	1.024	1.040	1.043	1.009	1.034	1.019	1.056	1.023	1.033	1.006	1.076	1.040	1.005	1.020	1.052	1.037	1.031	1.006
1986	1.018	1.035	1.033	1.027	1.033	1.049	1.039	1.013	1.043	1.028	1.054	1.038	1.037	1.013	1.075	1.038	1.006	1.022	1.040	1.025	1.035	1.006
1987	1.034	1.023	1.028	1.006	1.016	1.030	1.034	1.009	1.026	1.015	1.049	1.031	1.022	1.005	1.076	1.025	1.004	1.028	1.058	1.025	1.028	1.007
1988	1.020	1.037	1.013	1.009	1.014	1.037	1.039	1.008	1.022	1.017	1.066	1.041	1.017	1.008	1.075	1.036	1.009	1.030	1.041	1.028	1.030	1.006
1989	1.011	1.017	1.008	0.998	1.013	1.051	1.018	1.003	1.017	1.006	1.062	1.030	1.029	1.003	1.054	1.031	1.007	1.029	1.025	1.014	1.029	1.006
1990	1.017	1.014	1.008	1.007	0.990	1.040	1.025	1.004	1.015	1.016	1.052	1.007	1.039	1.005	1.046	1.016	1.018	1.015	1.015	1.019	1.049	1.006

TABELA A 2.10 - ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DE MALAQUÏST DOS PAÍSES DA ÁSIA

ANOS	FJI	HKG	IDN	KOR	MYS	PNG	PHL	SGP	TWN	THA	BGD	PAK	LKA	IND
1961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1962	0.973	0.975	0.988	1.030	1.000	1.022	0.991	1.056	0.968	0.963	0.909	0.915	0.983	0.951
1963	0.985	0.971	0.998	1.037	0.997	1.019	1.000	1.045	0.988	0.959	0.933	0.906	0.994	0.966
1964	0.981	0.958	1.010	0.999	0.999	1.010	0.995	1.025	0.984	0.953	0.923	0.915	0.983	0.964
1965	0.976	0.958	1.014	1.015	1.002	1.005	0.993	1.026	0.985	0.960	0.921	0.910	0.998	0.967
1966	0.991	0.967	1.017	1.023	1.008	1.007	0.995	1.034	0.973	0.973	0.912	0.941	0.994	0.959
1967	0.996	0.979	1.017	1.001	1.004	1.005	0.999	1.033	0.981	0.950	0.918	0.938	1.002	0.961
1968	1.006	1.003	1.030	1.008	1.012	1.008	1.002	1.035	0.967	0.955	0.897	0.939	1.004	0.978
1969	0.983	1.008	1.023	0.998	1.007	1.012	0.997	1.019	0.981	0.961	0.937	0.957	1.003	0.980
1970	0.994	1.013	1.018	0.993	1.016	0.971	0.997	0.998	0.985	0.955	0.933	0.942	1.001	0.995
1971	0.999	0.984	1.009	0.997	0.995	0.969	1.013	0.984	0.972	0.972	0.948	0.953	1.005	0.987
1972	0.993	0.988	1.000	1.008	0.999	0.993	1.005	0.990	0.968	0.970	0.958	0.959	1.011	0.982
1973	0.999	0.979	1.004	1.011	1.002	1.022	1.007	0.991	0.980	0.993	0.976	0.970	1.011	0.988
1974	1.001	0.988	1.004	1.004	1.002	1.045	1.010	0.991	0.967	0.978	0.968	0.970	1.029	0.987
1975	1.007	0.985	0.998	1.002	0.982	1.045	1.004	0.991	0.948	0.990	0.976	0.969	1.012	0.998
1976	1.006	1.000	1.002	1.013	1.007	1.056	1.005	1.010	0.991	0.994	0.980	0.978	1.019	0.993
1977	1.012	0.985	1.006	1.004	1.015	1.066	0.998	1.013	0.977	1.001	0.996	0.981	1.023	0.995
1978	1.011	0.976	1.003	1.003	0.997	1.065	1.008	1.025	0.984	0.992	0.985	0.982	1.021	0.998
1979	1.009	0.969	1.003	0.996	1.010	1.066	1.010	1.018	0.993	0.988	0.984	0.985	1.006	0.998
1980	1.003	0.983	1.004	0.981	1.000	1.061	1.009	1.010	0.974	1.006	1.000	0.988	0.994	1.013
1981	0.997	0.989	1.006	1.026	1.000	1.065	1.019	1.008	0.985	1.004	0.983	0.992	0.985	1.003
1982	1.007	0.990	0.983	1.022	0.995	1.068	1.016	1.009	0.985	1.012	0.983	0.992	1.015	1.005
1983	1.035	0.984	0.992	1.034	0.991	1.080	1.027	1.015	0.998	1.025	0.996	0.992	1.021	1.013
1984	1.037	1.003	0.999	1.015	0.994	1.070	1.019	1.008	1.012	1.015	1.001	1.004	1.014	1.018
1985	1.051	1.005	1.007	1.022	1.002	1.080	1.047	1.015	1.013	1.015	1.003	1.000	1.032	1.018
1986	1.063	1.008	0.993	1.032	1.018	1.099	1.066	1.042	1.018	1.025	1.005	1.001	1.030	1.008
1987	1.050	1.007	1.007	1.026	1.045	1.112	1.065	1.057	1.016	1.026	1.007	1.002	1.040	1.015
1988	1.075	1.003	1.006	1.009	1.039	1.102	1.067	1.037	1.003	1.010	1.010	1.003	1.026	1.011
1989	1.078	1.003	1.026	1.008	1.029	1.089	1.065	1.046	1.003	1.004	1.009	1.003	1.044	1.005
1990	1.070	1.004	1.023	1.001	1.033	1.109	1.070	1.035	1.002	1.002	1.010	1.004	1.052	1.007

TABELA A 2.11 - ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DE MALMQUÏST DOS PAÍSES DA ÁFRICA

ANOS	BEM	BDI	CMR	CPV	CAF	COG	CIV	GMB	GHA	KEN	LSO	MWI	MLI	MUS	MOZ	ZAF	TGO	UGA	ZMB	ZWE
1961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1962	0.991	0.936	0.998	0.924	0.998	0.922	0.969	0.961	0.939	0.944	1.000	0.976	0.996	0.922	0.980	1.003	1.011	0.952	0.997	0.921
1963	0.978	0.934	0.996	0.935	0.996	0.954	0.990	0.967	0.946	0.951	1.004	0.990	0.991	0.943	0.993	1.000	0.999	0.969	0.996	0.934
1964	0.989	0.943	0.998	0.957	0.995	0.973	0.991	0.962	0.965	0.947	1.002	0.989	0.979	0.933	0.992	1.005	1.000	0.967	1.009	0.957
1965	0.999	0.963	0.992	0.964	0.994	0.981	0.965	0.982	0.954	0.957	0.996	1.002	0.951	0.938	0.995	0.997	0.973	0.959	1.008	0.943
1966	1.002	0.961	0.994	0.960	1.001	0.980	0.978	0.989	0.963	0.970	1.002	1.001	0.950	0.941	0.992	0.996	0.959	0.972	1.012	0.945
1967	1.003	0.967	0.990	0.962	1.006	0.966	0.991	0.981	0.963	0.955	0.993	0.997	0.957	0.961	0.993	1.001	0.988	0.987	0.994	0.944
1968	0.996	0.983	0.990	0.984	1.003	0.952	0.991	0.992	0.979	0.952	1.007	1.005	0.944	0.958	1.002	1.001	1.000	0.978	0.992	0.940
1969	1.000	0.969	0.997	0.977	1.009	0.964	0.992	0.996	0.990	0.956	1.015	1.001	0.963	0.975	1.002	1.003	1.002	0.984	1.008	0.942
1970	1.001	0.992	1.007	0.972	1.016	0.970	0.993	1.018	1.003	0.958	1.023	0.989	0.962	0.981	1.007	0.999	1.002	0.992	1.010	0.957
1971	1.015	1.001	1.009	0.975	1.022	0.982	0.990	1.015	0.989	0.950	1.017	0.977	0.968	0.979	0.998	1.005	1.007	0.988	1.008	0.963
1972	1.023	0.999	0.995	0.987	1.020	0.993	0.999	1.015	0.999	0.954	1.016	0.999	0.970	0.968	1.003	1.004	1.006	1.008	1.010	0.951
1973	1.016	1.012	1.000	0.994	1.035	0.989	1.004	1.013	1.002	0.971	1.013	0.984	0.987	0.978	1.007	1.015	1.008	1.029	1.005	0.960
1974	1.020	1.008	1.016	1.005	1.042	0.977	1.006	1.019	1.010	0.969	1.003	1.016	0.984	0.946	1.015	1.006	1.015	1.034	1.010	0.959
1975	0.999	1.003	1.015	1.017	1.050	0.985	1.002	1.015	1.024	0.978	1.014	1.008	1.007	0.940	1.030	1.009	1.009	1.037	1.003	0.939
1976	1.027	1.019	1.014	1.015	1.072	0.971	1.006	0.999	1.005	0.992	1.009	0.998	1.000	0.961	1.054	1.012	1.004	1.039	1.020	0.963
1977	1.013	0.999	1.026	0.999	1.063	1.002	1.002	1.001	1.027	0.982	0.993	1.016	1.004	0.961	1.047	1.023	1.024	1.062	1.049	0.979
1978	1.034	0.996	1.012	0.988	1.081	1.006	0.996	0.989	1.048	0.987	0.977	1.033	1.000	0.966	1.066	1.031	0.982	1.055	1.058	0.980
1979	1.043	1.006	1.002	1.002	1.071	1.022	0.998	0.938	1.019	0.980	0.998	1.002	1.008	0.974	1.062	1.038	0.995	1.070	1.060	1.008
1980	1.033	1.003	1.009	0.993	1.087	1.031	1.006	0.987	1.049	1.003	0.998	1.027	1.008	0.965	1.068	1.022	1.002	1.084	1.074	0.999
1981	1.029	1.011	1.016	0.992	1.097	1.025	1.026	0.999	1.048	0.997	0.994	1.051	1.014	1.004	1.091	1.018	1.044	1.074	1.070	0.997
1982	1.029	1.004	1.003	0.995	1.116	0.981	1.031	1.006	1.058	1.004	1.005	1.059	1.030	0.998	1.098	1.008	1.049	1.062	1.074	1.001
1983	1.004	1.024	1.008	0.984	1.102	0.982	1.042	1.014	1.058	1.014	1.007	1.069	1.025	1.009	1.102	1.030	1.066	1.044	1.086	1.001
1984	1.054	1.000	1.011	0.995	1.107	1.001	1.056	1.050	1.070	1.019	1.043	1.062	1.040	1.012	1.135	1.033	1.077	1.044	1.092	1.007
1985	1.072	1.010	1.015	0.995	1.100	1.009	1.094	1.035	1.077	1.022	1.040	1.093	1.052	1.018	1.137	1.046	1.071	1.084	1.099	1.005
1986	1.068	1.033	1.000	1.007	1.117	0.996	1.074	1.057	0.991	0.997	1.044	1.080	0.970	1.013	1.144	1.049	1.079	1.088	1.098	0.996
1987	1.062	1.050	0.978	1.011	1.115	1.013	1.092	1.033	1.031	1.000	1.049	1.110	0.979	1.006	1.157	1.058	1.081	1.103	1.110	0.993
1988	1.071	1.031	0.970	1.012	1.139	1.036	1.078	1.061	1.051	1.008	1.053	1.101	1.000	1.003	1.161	1.057	1.095	1.096	1.114	1.009
1989	1.075	1.052	1.023	1.010	1.135	1.042	1.088	1.052	1.046	1.006	1.044	1.105	0.999	1.000	1.150	1.065	1.092	1.104	1.111	0.996
1990	1.088	1.056	1.028	1.013	1.159	1.046	1.114	1.048	1.059	1.014	1.023	1.117	1.014	1.003	1.166	1.065	1.088	1.103	1.117	1.002

TABELA A 2.12 - ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DE MALMQUÏST DOS PAÍSES DA AMÉRICA LATINA

ANOS	ARG	BOL	BRA	CHL	COL	CRI	DOM	ECU	SLV	GTM	HND	JAM	MEX	NIC	PRY	PER	TTO	URY	VEN
1961	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1962	0.996	1.004	0.997	0.979	0.974	0.997	1.028	0.987	0.990	0.984	0.986	0.994	1.010	1.010	1.000	0.980	0.980	0.990	0.999
1963	0.986	0.998	0.987	0.985	0.972	0.995	1.005	1.006	0.994	0.978	0.977	1.004	1.006	0.998	1.002	0.979	0.979	0.993	1.015
1964	1.010	0.998	1.011	0.981	0.977	0.990	1.004	0.997	0.998	0.980	0.983	1.006	1.000	0.999	1.000	0.989	0.993	0.998	1.003
1965	1.000	0.998	1.011	0.987	0.976	1.005	0.993	1.011	0.995	0.962	0.981	1.000	1.004	0.998	1.006	0.986	0.999	1.005	1.000
1966	1.001	1.002	1.008	0.995	0.980	0.993	1.040	1.013	0.995	0.979	0.994	1.001	0.999	0.998	1.002	0.986	0.985	1.008	1.000
1967	1.000	1.001	1.009	0.995	0.983	0.997	1.009	1.009	0.993	0.991	0.987	1.008	1.000	1.000	0.994	0.979	1.000	1.009	1.005
1968	1.006	1.003	1.029	0.997	0.985	1.003	1.022	1.011	1.000	0.976	0.983	1.006	1.006	0.999	1.001	0.983	1.015	1.018	1.002
1969	1.004	0.984	1.010	1.004	0.989	1.012	1.026	0.999	1.015	0.979	0.990	0.990	1.002	1.006	1.009	1.007	1.010	1.010	1.002
1970	0.999	0.994	1.001	1.001	0.982	1.003	1.011	1.004	1.008	0.989	0.990	1.000	1.002	1.006	1.010	1.006	1.020	1.008	1.001
1971	1.001	0.997	1.010	0.996	0.992	1.008	1.004	1.003	1.018	0.995	0.988	0.999	1.002	1.014	1.010	1.007	1.021	1.004	0.996
1972	1.000	0.996	0.997	1.000	0.988	0.999	0.999	1.002	1.011	0.993	1.004	1.001	1.001	1.016	1.017	1.001	0.998	1.004	0.995
1973	1.002	0.997	1.001	1.012	0.996	1.010	1.002	1.008	1.021	1.004	1.010	1.003	1.005	1.043	1.009	1.007	1.009	1.012	0.977
1974	1.005	0.994	0.999	1.016	1.001	1.003	1.000	1.004	1.011	1.002	1.004	0.999	1.000	0.998	0.999	1.001	1.020	1.016	0.980
1975	1.005	1.018	1.000	1.025	0.995	1.011	0.997	1.002	1.014	0.998	0.993	1.015	1.001	0.989	1.001	0.998	1.005	1.012	0.984
1976	1.009	0.990	0.999	1.022	1.001	1.017	0.995	0.997	1.019	1.004	1.010	1.022	1.002	1.034	1.005	1.000	0.998	1.003	0.972
1977	1.007	1.004	1.000	1.028	1.002	1.008	1.006	1.004	1.027	0.997	1.012	1.031	1.000	1.035	1.002	1.005	0.998	1.006	0.976
1978	0.999	1.007	1.008	1.035	1.003	1.002	1.018	1.000	1.001	0.997	1.002	1.059	1.013	1.010	0.997	1.009	1.000	1.002	0.948
1979	1.025	1.011	1.003	1.026	1.001	0.999	1.011	1.003	1.016	0.997	0.994	1.044	1.009	1.063	1.000	1.023	0.993	0.997	0.958
1980	1.011	1.023	1.011	1.019	1.004	1.012	1.008	1.002	1.050	1.003	1.003	1.065	1.006	1.124	0.995	1.018	0.997	0.999	0.993
1981	1.010	1.043	1.018	1.010	1.003	1.018	1.008	1.004	1.071	1.011	1.016	1.063	1.000	1.066	0.984	0.995	0.983	0.994	1.011
1982	1.022	1.048	1.034	1.029	1.002	1.057	1.034	1.017	1.075	1.009	1.019	1.062	0.996	1.038	0.973	0.996	1.000	1.002	1.002
1983	1.036	1.058	1.031	1.009	0.999	1.061	1.051	1.026	1.080	1.033	1.037	1.054	1.023	1.065	1.011	0.998	1.008	1.006	1.012
1984	1.036	1.076	1.061	1.033	1.014	1.064	1.048	1.042	1.100	1.033	1.054	1.065	1.057	1.053	1.031	1.031	1.008	1.031	1.042
1985	1.041	1.097	1.058	1.041	1.012	1.062	1.040	1.046	1.093	1.050	1.042	1.069	1.045	1.070	1.034	1.048	1.019	1.053	1.034
1986	1.038	1.087	1.054	1.036	1.017	1.058	1.059	1.044	1.091	1.048	1.045	1.083	1.044	1.076	1.041	1.058	1.017	1.044	1.045
1987	1.049	1.088	1.038	1.036	1.029	1.056	1.062	1.057	1.094	1.053	1.068	1.098	1.056	1.088	1.043	1.034	1.041	1.057	1.032
1988	1.044	1.099	1.055	1.012	1.025	1.047	1.032	1.049	1.111	1.059	1.051	1.083	1.070	1.090	1.046	1.034	1.049	1.040	1.030
1989	1.047	1.103	1.051	1.020	1.017	1.068	1.045	1.066	1.094	1.051	1.045	1.083	1.052	1.102	1.035	1.045	1.060	1.047	1.025
1990	1.058	1.109	1.056	1.010	1.029	1.055	1.044	1.056	1.134	1.066	1.060	1.082	1.053	1.111	1.046	1.047	1.060	1.065	1.051

CAPITAL HUMANO, PROGRESSO TÉCNICO E CRESCIMENTO ECONÔMICO: UM REEXAME DAS ABORDAGENS DE ACUMULAÇÃO, INOVAÇÃO E DIFUSÃO TECNOLÓGICA

1 Introdução

O ressurgimento das pesquisas teóricas e empíricas sobre crescimento econômico foi significativamente influenciado pelo trabalho de Romer (1986), que introduziu uma nova concepção acerca do processo de evolução das economias no longo prazo. Lucas (1988), por sua vez, inspirado na teoria do capital humano de Gary Becker (1964), concebeu importantes modificações nas hipóteses básicas do modelo de Solow (1956), impulsionando definitivamente na direção de um novo paradigma em modelos de crescimento. A idéia central incorporada nos modelos de crescimento endógenos decorre da superação dos rendimentos decrescentes no processo de produção, em nível da economia agregada, em face das externalidades geradas pela atuação das firmas individualmente que levariam à geração de rendimentos crescentes em termos da economia agregada (Romer, 1986). O capital humano poderia também gerar externalidades que levariam a rendimentos crescentes na função de produção agregada (Lucas, 1988), alterando, assim, os resultados do modelo neoclássico de crescimento.

Fundamentados, em grande parte, nos trabalhos teóricos iniciais da nova teoria do crescimento, várias pesquisas empíricas têm-se voltado para o exame da contribuição do capital humano no processo de crescimento. Como exemplo, a construção de dados sobre o padrão educacional de um número significativo de países (Barro e Lee, 1993, 1996, 2000) e as estimativas sobre os retornos da educação (Psacharopoulos, 1994, 1995) tem permitido modos alternativos de modelagem do capital humano no processo de crescimento. Os resultados obtidos nesses estudos indicam que o número médio de anos de escolaridade, conforme as diferentes medidas adotadas, apresenta-se fortemente correlacionada com as

taxas de crescimento da produtividade.³⁷ Além do mais, estudos de contabilidade do crescimento apontam também para a contribuição do capital humano no crescimento da produtividade ou como fator determinante das diferenças nos níveis de produtividade dos países.³⁸

Deve-se ressaltar, no entanto, que as investigações iniciais sobre a influência da educação sobre o crescimento econômico iniciaram-se efetivamente, de forma mais sistemática, durante os anos 60 com as publicações de Schultz (1963), sobre o valor econômico da educação, e Becker (1964) com a teoria do capital humano. As diferenças observadas no crescimento do produto e a absorção efetiva de fatores de produção têm sua explicação atribuída às melhorias observadas no fator trabalho que elevam sua capacidade produtiva e geram os aumentos de produtividade, os quais se refletirão, em última instância, nos aumentos de bem-estar da população. A partir de então, o conceito de investimento em capital humano passou a ser incorporado na literatura do crescimento iniciada por Solow (1957). Uma quantidade significativa de artigos sobre a contabilidade de crescimento (Islam, 1999), produzida com a finalidade de quantificar a contribuição dos investimentos em capital humano para o crescimento da produtividade total dos fatores (PTF) e, assim, do crescimento econômico.

Os estudos sobre a importância do capital humano para o crescimento, em geral, procuram analisar sua contribuição por meio de estimações de funções de produção agregadas, nas quais são incluídos como um fator de produção adicional, ou então examinam seu impacto sobre a PTF, estimada pela abordagem de números índices ou pelo resíduo de Solow (1957) com a utilização de uma função de produção Cobb-Douglas. No primeiro caso, a praxe da teoria econômica tradicional é estimar funções de produção supondo que todas as unidades produtivas são eficientes. Torna-se evidente que a não consideração de efeitos de ineficiência técnica no processo produtivo pode conduzir a distorções nos parâmetros estimados. Ressalte-se, no entanto, que essa tem sido o procedimento predominante na literatura empírica.

No caso da estimação da PTF, usado na contabilidade do crescimento, também ocorre o mesmo problema pois a hipótese básica é a de que as unidades produtivas são

³⁷ Vejam-se, por exemplo, Barro (1991, 2001), Barro e Sala-i-Martin (1995), Benhabib e Spiegel (1994), O'Neil (1995) e Sala-i-Martin (1997).

³⁸ A maioria desses estudos baseia-se no modelo de crescimento de Solow (1957) em que o progresso técnico é considerado exógeno. Desse modo, a variável capital humano é considerada como um insumo adicional no processo de produção. Vejam-se, por exemplo, Bills e Klenow (2000), Hall e Jones (1999) e Wößmann (2000). A combinação dos métodos de função de produção e índices de produtividade de Malmquist foi adotada recentemente por Grosskopf e Self (2001).

eficientes, de forma que o crescimento da PTF é interpretado como um deslocamento da fronteira de produção ou uma mudança tecnológica. No entanto, deve-se ter muito claro que diferenças existentes nas medidas de PTF entre países não correspondem necessariamente às diferenças nos padrões tecnológicos, uma vez que outros fatores podem explicar essa medida de produtividade além da tecnologia. Na presença de ineficiência técnica ou alocativa, a magnitude da estimação dessa variável não reflete exclusivamente as variações técnicas ou os deslocamentos da fronteira de produção, podendo estar associada também a componentes que explicariam as aproximações ou afastamentos da própria fronteira.

Este ensaio reexamina empiricamente abordagens inspiradas em Nelson-Phelps (1966), Lucas (1988) e Romer (1986;1990) sobre a influência do capital humano no crescimento econômico. Trata-se de examinar se o capital humano deve ser considerado um fator de produção como qualquer outro na função de produção, mas contribuindo para gerar rendimentos crescentes de escala (Lucas, 1988), ou, então, se o referido fator produz seus efeitos sobre a taxa de crescimento do produto via difusão tecnológica (Nelson e Phelps, 1966) e por meio da produção de conhecimento e de geração do progresso técnico (Romer, 1986; 1990). A aplicação empírica é feita para um conjunto amplo de países com padrões de desenvolvimento bastante heterogêneos e é então repetida para os subgrupos classificados pelo Banco Mundial em países ricos, de renda média e países pobres. O objetivo é o de se tentar identificar diferentes efeitos da inclusão do capital humano, conforme o grupo de renda considerado.

A hipótese central submetida a teste é a de que as abordagens adotadas na explicação da contribuição do capital humano para o crescimento econômico não se constituem formas excludentes e inconciliáveis e que, portanto, para a amostra ampla de países, os dados deverão confirmar essa suposição, mas que os efeitos podem ser diferentes, em ambos enfoques, quando se adotam amostras separadas por grupo de renda.

No exame da abordagem do efeito de nível do capital humano Lucas (1988), ou seja, quando se considera essa variável como um fator de produção que afeta o nível do produto, adota-se uma função de produção convencional do tipo minceriana por razões que serão discutidas adiante. Em relação ao exame da contribuição do capital humano no processo de inovação e difusão tecnológica, Nelson-Phelps (1966) e Romer (1990), e, como consequência, sobre o crescimento do produto, ou efeito variação, utiliza-se a relação proposta por Benhabib e Spiegel (1994).

A contribuição deste ensaio ao tema proposto refere-se ao fato de que, no exame das abordagens de Nelson-Phelps (*ibid.*) e Romer (*ibid.*), utiliza-se uma série de dados de

variação técnica gerada por meio da análise paramétrica de fronteira de produção. Trata-se, portanto, de uma medida pura de progresso técnico que constitui um dos componentes da PTF. Assim, a fronteira estocástica de produção é adotada para determinar as funções distância já que estas são usadas na construção do índice de produtividade de Malmquist, que se decompõe nos componentes de eficiência técnica e de variação técnica (progresso técnico). Faz-se, portanto, uma conciliação entre os métodos que utilizam função de produção convencional e os índices de produtividade de Malmquist, procedimento que recentemente foi adotado por Grosskopf e Self (2001) com a diferença de que, neste caso, os autores utilizaram métodos não paramétricos.

2 Capital Humano e Crescimento Econômico: As Abordagens de Lucas, Romer, Nelson-Phelps e Considerações Recentes

No exame da contribuição do capital humano para o crescimento e das externalidades que geram, a maioria dos estudos realizados adota dois procedimentos básicos que não são necessariamente excludentes nos seus resultados e implicações, conforme se pretende demonstrar neste trabalho. No primeiro caso, a variável utilizada como *proxy* para o capital humano é considerada como um fator de produção adicional na estimação de funções de produção agregadas. Essa abordagem é inspirada na concepção de Lucas (1988) cuja dinâmica do crescimento é explicada pela acumulação de capital humano, de modo que as diferenças nas taxas de crescimento entre os países são decorrentes primordialmente da intensidade com que ampliam as dotações desse fator ao longo do tempo (Aghion e Howitt, 1999). Por exemplo, trabalhadores com níveis mais elevados de educação e habilidades devem, *coeteris paribus*, ser bem mais produtivos do que outros trabalhadores menos qualificados.

No segundo, considera-se que o nível de capital humano pode afetar a taxa de acumulação de outros fatores, dentre os quais se destacam a inovação tecnológica e a sua difusão. Essa é, por exemplo, a proposição de Romer (1990) que supõe haver uma relação direta entre a taxa de crescimento do conhecimento ou da tecnologia e o nível de capital humano, ou seja, pessoas com maior grau de educação e habilidade são mais criativas e aptas a produzir novos conhecimentos. Níveis mais elevados de capital humano também podem incentivar a acumulação de capital físico ou, então, podem afetar a capacidade de inovação de um país, sendo também um fator determinante na taxa de difusão tecnológica dos países líderes para os seguidores (Nelson e Phelps, 1966).

A proposição de Nelson e Phelps (1966), que se enquadra na segunda abordagem, tem sido objeto da atenção recente da literatura do crescimento schumpeteriana. Sua concepção original, no entanto, foi bastante descaracterizada pela controvérsia na literatura empírica relacionada à forma pela qual o capital humano deve afetar o produto agregado, se seu efeito se dá sobre o nível do produto ou sobre sua taxa de crescimento, no que ficou conhecido como regressões do crescimento. A hipótese original de Nelson e Phelps (*ibid.*) considera que o nível educacional, como medida de capital humano, constitui o fator determinante do processo de difusão tecnológica e do *catching up* e que o deslocamento da fronteira tecnológica ocorre a uma taxa exponencial constante (*ibid.* p. 71). E na conclusão de seu artigo os referidos autores afirmam que “*the usual, straightforward insertion of some index of educational attainment in the production function may constitute a gross misspecification of the relation between education and the dynamics of production*” (*ibid.*, p. 75).

Vários estudos empíricos têm examinado os mecanismos pelos quais o capital humano pode influenciar o crescimento. Seu efeito como fator de produção, ou efeito em nível sobre o produto e, conseqüentemente, sobre o seu crescimento, tem sido amplamente examinado nos modelos de concepção neoclássica³⁹ e cujos resultados têm-se mostrado dúbios, parecendo indicar sua sensibilidade à especificação da função de produção e à medida de capital humano adotada. O capital humano pode também contribuir para o progresso técnico tanto por meio da incorporação de inovações de processos e produtos como do processo de imitação. Nesse caso, a taxa de crescimento econômico dependerá do nível de capital humano que constitui o denominado efeito-taxa do referido fator.

Os modelos de crescimento endógeno dão ênfase sobre esse aspecto. Kyriacou (1991) e Benhabib e Spiegel (1994) consideram que este deve ser o mecanismo adequado de atuação do capital humano, sendo a baixa significância observada do efeito nível sobre o produto o fator determinante da refutação dessa suposição. De outra parte, Barro e Lee (1994) e Engelbrecht (1997) apresentam evidências de que ambos os efeitos são relevantes e devem ser considerados.

Outro aspecto importante, também objeto de verificação empírica recente e que merece destaque, se relaciona com a descontinuidade do processo de crescimento e com a existência de armadilhas de pobreza. Trata-se de uma situação extrema em que um país

³⁹ Vejam-se a esse respeito Baumol, Blackman e Wolf (1989), Barro (1991), Mankiw, Romer e Weil (1992), Lichtenberg (1991), Barro e Lee (1991) e Murthy e Chien (1997).

apresenta deficiente disponibilidade de capital humano e de condicionantes institucionais que inviabilizam seu acesso a tecnologias mais avançadas, afetando, assim, o seu crescimento de longo prazo. Kyriacou (1991), Benhabib e Spiegel (1994) e Taskin e Zaim (1997) apresentam evidências que indicam haver significantes diferenças na configuração do crescimento, na medida em que os países são considerados conforme seu nível de desenvolvimento. Esses resultados indicam que as dotações de capital humano são fortemente afetadas pelo estágio de desenvolvimento em que se encontra o país, resultando em uma nítida separação entre o processo de inovação tecnológica, que ocorre sobretudo nos países desenvolvidos, e o *catching up* tecnológico que constitui característica dos países menos desenvolvidos, quando as dotações de capital humano não representam uma séria restrição à absorção do conhecimento produzido por outros países.

3 Eficiência Técnica, Variação Técnica e Variação de Produtividade: Técnicas de Medida

3.1 Fronteira Estocástica de Produção

Na mensuração das funções distância, que são empregadas na construção dos índices de produtividade de Malmquist, adota-se o método paramétrico conhecido como análise de fronteira estocástica. Esse método tem como uma de suas reconhecidas vantagens a incorporação de erros e distúrbios aleatórios na estimação da fronteira, o que não ocorre com o método não paramétrico tradicional,⁴⁰ o qual atribui à ineficiência técnica os desvios do produto observado em relação ao produto potencial. Mas, de outra parte, o método paramétrico requer a especificação da forma funcional da fronteira de produção e o estabelecimento de hipóteses distribucionais sobre os componentes do erro de forma a permitir a sua decomposição nas parcelas de ineficiência técnica e dos desvios aleatórios de medida.

O modelo de fronteira de produção, objeto deste ensaio, baseia-se na abordagem de dados em painel, desenvolvida por Battese e Coelli (1995), a qual incorpora na fronteira um modelo para os efeitos de ineficiência técnica como uma função de variáveis explicativas, cujos parâmetros são estimados simultaneamente com os parâmetros da fronteira. Essa modelagem tem a vantagem de permitir que as ineficiências técnicas e as elasticidades

⁴⁰ Trata-se da abordagem denominada de *Data Envelopment Analysis* (DEA), desenvolvida por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) a partir da metodologia de programação linear proposta por Farrell (1957).

dos insumos variem no tempo, possibilitando a identificação de alterações na estrutura de produção. O modelo é especificado da seguinte forma:

$$Y_{it} = f(x_{it}; \beta) e^{(v_{it} - u_{it})} \quad (1)$$

onde:

Y_{it} - representa o produto observado no tempo t relativamente à i -ésima unidade de produção (país);

$f(\bullet)$ - é a tecnologia de produção;

x_{it} - é um vetor de quantidades de fatores de produção relativamente à i -ésima unidade produtiva e medida no tempo t ;

β - é um vetor de parâmetros desconhecidos e que são estimados;

v_{it} - representa os erros aleatórios e são, por hipótese, independentes e identicamente distribuídos com distribuição normal, tendo média zero e variância σ_v^2 , não conhecida;

u_{it} - é variável aleatória não negativa associada com a ineficiência técnica na produção, de modo que a sua ocorrência faz o produto observado resultar em valor inferior ao produto potencial para a tecnologia conhecida e níveis de fatores de produção disponíveis.

Os efeitos de ineficiência técnica - u_{it} - são especificados como:

$$u_{it} = z_{it} \delta + w_{it} \quad (2)$$

onde:

u_{it} - a ineficiência técnica é não negativa com distribuição normal truncada em zero, independentemente distribuída (mas não identicamente distribuída) com média m_{it} e variância σ_u^2 ;

δ - é um vetor de parâmetros desconhecidos e que são estimados;

z_{it} - é um vetor de variáveis que explicam a ineficiência técnica relativamente à i -ésima unidade produtiva (país) e medida no tempo t ;

w_{it} - é variável aleatória com distribuição normal com média zero e variância σ_w^2 .

Como se supõe que u_{it} tem distribuição normal truncada em zero, independentemente distribuída (mas não identicamente distribuída), sua média é dada por $m_{it} = z_{it} \delta$. Além disso, supõe-se que sua variância seja σ_u^2 .

Os parâmetros das equações (1) e (2) são estimados simultaneamente usando-se o método de máxima verossimilhança. Esse procedimento de estimação considera a função de log-verossimilhança em termos da parametrização dada por $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$, proposta por Battese e Coelli (1993). Esse procedimento permite uma interpretação mais direta sobre a presença de ineficiência técnica no processo produtivo e facilita o processo de estimação.⁴¹

A medida de eficiência técnica de Farrell (1957) orientada pelo produto de cada unidade produtiva (país) no tempo t é definida como a relação entre o produto observado, $y_{it} = f(x_{it}; \beta) \exp(v_{it}) \exp(-u_{it})$, e o produto potencial, $\hat{y}_{it} = f(x_{it}; \beta) \exp(v_{it})$. Assim, como $u_{it} = z_{it} \delta + w_{it}$, pode-se estimar a ineficiência técnica de acordo com a seguinte expressão:

$$ET_{it} = \frac{f(x_{it}; \beta) \exp(v_{it}) \exp(-u_{it})}{\hat{y}_{it}} = \exp(-u_{it}) = \exp(-z_{it} \delta - w_{it})$$

3.2 Função Distância: Conceito e Medidas

O conjunto de possibilidade de produção representa o conjunto de todos os vetores de produtos, $y \in \mathbb{R}_+^M$, que pode ser produzido com o vetor dos insumos, $x \in \mathbb{R}_+^N$. Em outras palavras, é o conjunto de todas as combinações de insumos e produtos factíveis. Em termos formais, define-se:

$$F^t = \{(x^t, y^t) : x^t \text{ pode produzir } y^t\} \quad t = 1, \dots, T \quad (3)$$

onde: $y^t = (y_1^t, y_2^t, \dots, y_N^t) \in \mathbb{R}_+^N$ é o vetor de produtos e $x^t = (x_1^t, x_2^t, \dots, x_M^t) \in \mathbb{R}_+^M$ representa o vetor de insumos, ambos observados no momento t .

De acordo como Farrell (1957), pode-se utilizar o conceito de função distância orientada pelo produto, para um dado conjunto de insumos, como uma medida de eficiência técnica de produção. Esta medida refere-se à distância entre o produto observado e o produto potencial máximo, sendo dada como uma proporção deste último. Dito de outro modo, a função distância é a expansão proporcional do produto de modo a torná-lo eficiente.

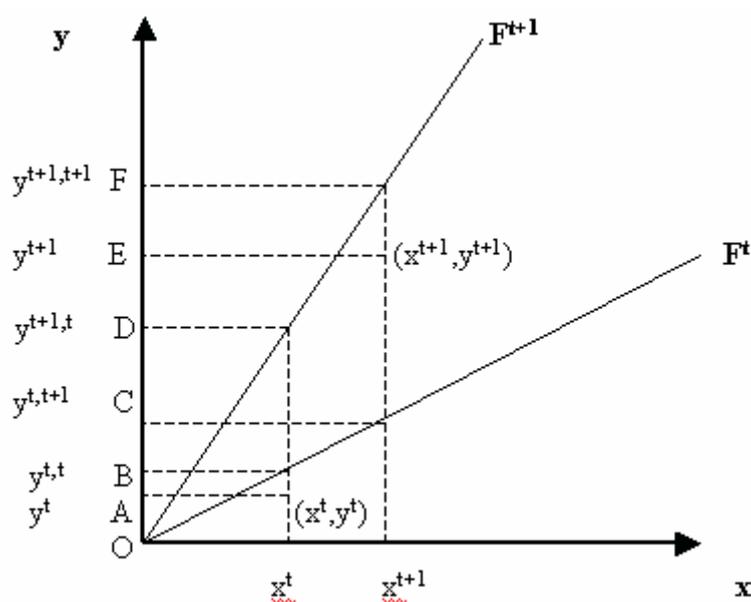
⁴¹ Quanto mais próximo de zero for o valor estimado de γ , menos significativo será o termo da ineficiência técnica na explicação dos desvios da fronteira de produção. Quando o seu valor aproxima-se de um, maior é a importância da eficiência técnica nos desvios da fronteira de produção.

Denotando a função distância orientada pelo produto⁴² por $D_o^t(x^t, y^t)$, para um período de tempo t , uma definição mais formal é expressa por:

$$D_o^t(x^t, y^t) = \text{Inf}\{(\delta^{t,t} : (x^t, y^t / \delta^{t,t}) \in F^t)\} = [\text{sup}\{\delta^{t,t} : (x^t, \delta^{t,t} y^t) \in F^t\}]^{-1} \quad (4)$$

Essa função caracteriza completamente a tecnologia de tal modo que $D_o^t(x^t, y^t) \leq 1$ se e somente se $D_o^t(x^t, y^t) \in F^t$. Além do mais, $D_o^t(x^t, y^t) = 1$ se e somente se a observação situa-se sobre a fronteira de produção, sendo, portanto, eficiente no sentido de Farrell (1957).

FIGURA 13 – FRONTEIRA DE PRODUÇÃO



Com base nessa definição e considerando apenas um produto e um insumo e que os rendimentos de escala são constantes, pode-se ilustrar na Figura 13 os conceitos anteriormente descritos. A observação (x^t, y^t) situa-se abaixo da fronteira tecnológica do período t , significando que ela não é tecnologicamente eficiente. A função distância associada a essa observação pode se calculada como o inverso do maior incremento no produto, dada a quantidade do insumo, que se permitiria alcançar a fronteira. Na Figura 13, o produto máximo associado à quantidade de insumo x^t é representado por $y^{t,t} = y^t / \delta^{t,t}$. O valor da função

⁴² O conceito de função distância também pode ser orientado pelos insumos: $d_i(x, y) = \text{sup}\{\rho : (x / \rho) \in L(y)\}$ onde o conjunto de insumos $L(y)$ representa todos os vetores de insumos, x , que podem produzir o vetor de produto, y . Isto é, $L(y) = \{x : x \text{ pode produzir } y\}$.

distância da observação em t , em relação à tecnologia em t , $\delta^{t,t}$, é representado pela relação $OA/OB = y^{t,t}/y^t = 1/\delta^{t,t}$. A medida de eficiência técnica de Farrel orientada pelo produto, relativamente à mesma observação, é dada por $OB/OA = y^{t,t}/y^t = 1/\delta^{t,t}$.

Deve-se notar que até aqui se tem usado a medida de função distância para um período de tempo apenas com a tecnologia do mesmo período. Mas para se definir o índice de Malmquist, torna-se necessário que se obtenham medidas das funções distância em relação às tecnologias de diferentes períodos. Por exemplo, tem-se que:

$D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = \inf\{\delta^{t,t+1} : (x^t, y^{t+1}/\delta^{t,t+1}) \in F^t\}$ corresponde à função distância como medida do maior incremento proporcional dos produtos, dados os insumos, de forma a possibilitar que a observação no período $t+1$, (x^{t+1}, y^{t+1}) , seja factível no período t . Pode-se observar na Figura 13 que a referida observação não se encontra no interior do conjunto de produção factível dada a tecnologia em t , sendo a função distância representada pela relação $OE/OC = y^{t+1}/y^{t,t+1} = \delta^{t,t+1}$. Procedendo-se da mesma maneira, pode-se construir a função distância de uma observação no período t , (x^t, y^t) , de tal forma que ela possa se inserir no conjunto de produção factível determinado pela tecnologia em $t+1$, $D_0^{t+1}(x^t, y^t)$.⁴³

3.3 Funções Distância e a Construção do Índice de Produtividade Total de Malmquist

Malmquist (1953) propôs o índice para analisar questões relacionadas ao consumo e Caves, Christensen e Diewert (1982) adaptaram-no como um índice de produtividade. O índice de produtividade total de Malmquist orientado para o produto apresenta duas vantagens em relação ao procedimento da contabilidade do crescimento. Em primeiro lugar, não há necessidade de se ter informações sobre os preços de fatores de produção e nenhuma condição de equilíbrio é requerida para sua construção. A outra vantagem é que o referido índice permite decompor a variação na PTF nos componentes de variação de eficiência técnica e de variação técnica. Com isso, pode-se identificar qual componente de variação da PTF deve representar efetivamente a variação de progresso tecnológico, ao contrário da contabilidade do crescimento que associa alterações na PTF diretamente aos avanços na tecnologia.

⁴³ Deve-se notar que ao se comparar observações relativas a um ponto no tempo aplicadas a tecnologias de períodos distintos as funções distância podem apresentar magnitudes superiores à unidade. No caso de $D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ e $D_0^{t+1}(x^t, y^t)$ apresentarem valores superiores à unidade, pode-se interpretar como tendo ocorrido progresso técnico e regresso técnico, respectivamente.

De acordo, com Caves, Christensen e Diewert (1982), o índice de produtividade total de Malmquist orientado pelo produto e usado para analisar a variação produtiva entre os períodos t e $t+1$, considerando a tecnologia de referência no período de tempo t , é definido da seguinte forma:

$$M_o^t(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \quad (5)$$

onde $D_o^t(x^t, y^t)$ e $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ têm o seu significado dado pela equação (4).

No caso de a tecnologia de referência ser a do período $t+1$, o referido índice pode ser definido como:

$$M_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (6)$$

Para se evitar qualquer escolha arbitrária do período de referência, que é não neutra em relação aos resultados, o índice de Malmquist, aqui denotado por $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$, é construído como a média geométrica dos índices (5) e (6). Assim, tem-se que:

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\left(\frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (7)$$

Färe et al. (1994) propõem uma forma equivalente de definir o índice de Malmquist, a partir de (7), conforme a seguinte expressão:

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^t(y^t, x^t)} \right] \left[\frac{D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \frac{D_o^t(y^t, x^t)}{D_o^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

O primeiro termo do lado direito de (8) mede o afastamento da produção observada em relação ao produto potencial máximo entre os períodos t e $t+1$. Este termo mede a variação de eficiência técnica de produção no período.⁴⁴ O segundo termo quantifica o deslocamento devido à tecnologia entre os períodos t e $t+1$, em relação ao uso dos insumos x_t e x_{t+1} . Este termo representa a variação técnica, ou o progresso técnico, tendo-se então que:

$$\text{Variação de Eficiência Técnica} = \frac{D_o^{t+1}(y_i^{t+1}, x_i^{t+1})}{D_o^t(y_i^t, x_i^t)}$$

$$\text{Variação Técnica} = \left[\frac{D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \frac{D_o^t(y^t, x^t)}{D_o^{t+1}(y^t, x^t)} \right]$$

Utilizando-se a Figura 13, pode-se estabelecer uma correspondência com a equação (8) da seguinte forma:

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{OE/OF}{OA/OB} \left[\left(\frac{OE/OC}{OE/OF} \right) \left(\frac{OA/OB}{OA/OD} \right) \right]^{\frac{1}{2}} = \frac{OE/OF}{OA/OB} \left(\frac{OF/OD}{OC/OB} \right)^{\frac{1}{2}}$$

O índice de Malmquist pode ser calculado de várias formas (Caves et al. 1982). O procedimento aqui adotado, conforme já mencionado anteriormente, utiliza a técnica paramétrica de fronteira estocástica para estimação da fronteira de produção, (1), e da equação de ineficiência técnica, (2), ambas definidas na seção 3.1, obtendo-se as quatro funções distância necessárias, conforme a definição dada em (8): $D_o^t(x^t, y^t)$, $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$,

⁴⁴ Na ausência de informações sobre preços relativos dos fatores e considerando a metodologia de decomposição da produtividade adotada pelo índice de Malmquist, não se faz referência à medida de eficiência alocativa. A medida de eficiência técnica, portanto, está condicionada à escolha efetiva dos fatores de produção, que pode resultar ou não numa combinação alocativamente eficiente.

$D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ e $D_0^{t+1}(x^t, y^t)$.⁴⁵ No caso de um único produto, Marinho e Barreto (2000) explicitam que a eficiência técnica = $D_0^t(x_t, y_t) = y_t / f(x_t)$ onde, y_t é o produto observado no período t e $f(x_t)$ é o produto potencial máximo estimado.

4. Mecanismos de Influência do Capital Humano sobre o Crescimento Econômico: Modelos Econométricos

4.1 A Abordagem da Função de Produção

De acordo com a abordagem de Lucas (1988), seguida pela versão neoclássica adotada por Mankiw, Romer e Weil (1992) – MRW - dentre outros, o capital humano pode ser incluído na função de produção como um insumo adicional:

$$y_{i,t} = f(A_{i,t}, K_{i,t}, L_{i,t}, h_{i,t}) \quad (9)$$

onde: $y_{i,t}$ é o produto, $A_{i,t}$ representa o estado da tecnologia, $L_{i,t}$ é o trabalho, $K_{i,t}$ é o capital, $h_{i,t}$ é o capital humano e i e t são os subscritos relativos à unidade de produção e ao tempo, respectivamente.

Adota-se, neste trabalho, a especificação da função de produção expressa na forma proposta por Mincer (1974) que considera a existência de apenas um tipo de trabalho na economia cuja habilidade varia em função do nível educacional alcançado. Essa especificação, na qual o capital humano é introduzido na função de produção na forma exponencial, foi confrontada recentemente por Ferreira, Issler e Pessôa (2004) com o modelo usado por MRW, em que o capital humano é expresso em nível. Usando o método Box-Cox, rejeitam esta última especificação em favor da primeira, em um painel de 95 países em vários estágios de desenvolvimento, no período 1960-1985. Este resultado foi determinante para a escolha do formato usado neste trabalho, quer para amostra ampla quer para as amostras de países classificados segundo os níveis de desenvolvimento. Ressalte-se que nas estimações usando essas amostras recai a atenção trabalho grande parte da atenção desse ensaio.

Estima-se, então, a seguinte função de produção:

⁴⁵ No cálculo das funções distância, fazem-se quatro rodadas de estimações, adequando-se os dados de cada uma delas às definições requeridas pela equação (4).

$$Y_{i,t} = A_{i,t} K_{i,t}^{\alpha} (\exp(\phi h_{i,t}) L_{i,t} \exp(g \cdot t))^{\beta} \exp(\varepsilon_{i,t}) \quad (10)$$

onde: $A_{i,t}$, $K_{i,t}$, $L_{i,t}$, $h_{i,t}$, i e t têm o mesmo significado que em (9); g representa o progresso técnico exógeno e supõe-se que o nível de habilidade de um trabalhador com h anos de escolaridade é $\exp(\phi h)$, mais elevado do que o de um trabalhador sem qualquer instrução. Na especificação da função de produção, há um particular interesse sobre o parâmetro ϕ que é interpretado como a porcentagem de crescimento na renda decorrente de um ano adicional de estudo formal. Mincer (1974) Considera-se a tendência linear para manter o formato original utilizado por Mincer (1974).

Normalizando pelo fator trabalho $L_{i,t}$ e aplicando-se logaritmo, a equação (10) passa a ter o formato final objeto de estimação:

$$\ln y_{i,t} = \ln A_{i,t} + \alpha \ln k_{i,t} + \beta \phi h_{i,t} + (\alpha + \beta - 1) \ln L_{i,t} + \beta g \cdot t + \varepsilon_{i,t} \quad (11)$$

onde: A_i é o componente invariante no tempo, sendo específico ao país, i . Além disso, deve-se observar que, nesse formato da função de produção, o coeficiente da variável $\ln L_{i,t}$ mede o seu grau de homogeneidade

O componente do choque de produtividade, $\varepsilon_{i,t}$, segue, por hipótese, um processo autorregressivo AR (1). Nesse sentido, ele é modelado como:

$$\varepsilon_{i,t} = \rho \varepsilon_{i,t-1} + \eta_{i,t} \quad (12)$$

onde $\eta_{i,t}$, por suposição, tem distribuição normal com média zero e variância constante.

4.2 Progresso Técnico Endógeno, Abordagens de Romer e Nelson-Phelps e Convergência

Os efeitos do capital humano na geração de inovação tecnológica (Romer, 1990), e no processo de difusão do progresso técnico, (Nelson-Phelps, 1966), são examinados por meio da relação proposta por Benhabib e Spiegel (1994), sendo que agora adaptada à estimação de dados em painel⁴⁶:

$$\Delta \ln A_{i,t} = \eta + \phi h_{i,t} + \vartheta h_{i,t} \cdot \left(\frac{y_{\max,t}^* - y_{i,t}}{y_{i,t}} \right) + \varepsilon_{i,t} \quad (13)$$

⁴⁶ As estimações realizadas por Benhabib e Spiegel (1994) referem-se a dados de países na forma de um corte transversal.

onde: $h_{i,t}$ é o capital humano por trabalhador, $y_{\max,t}^*$ constitui o nível de produto *per capita* do país com maior magnitude dessa variável no ano da observação, $y_{i,t}$ é o produto *per capita* do país analisado e $\epsilon_{i,t}$ a medida do erro. Deve-se destacar que na estimação de (13) a variável dependente, $\Delta \ln A_{i,t}$, é medida como variação do progresso técnico, e não variação na PTF como se tornou tradicional na contabilidade do crescimento, cuja série é derivada da decomposição do índice de produtividade de Malmquist, sendo este construído a partir da estimação da fronteira estocástica de produção expressa por (15) e (16). Trata-se, portanto, do efeito puro de deslocamento da fronteira de produção no tempo.

A equação (13) constitui na verdade um modelo de crescimento endógeno em que o capital humano, $h_{i,t}$ e o *gap* tecnológico, $\left(\frac{y_{\max,t}^* - y_{i,t}}{y_{i,t}} \right)$, são os mecanismos impulsionadores do crescimento econômico por meio do progresso técnico, o qual é um componente da PTF. Ou seja, o capital humano é o fator determinante do progresso técnico gerado endogeneamente - segundo termo de (13) - (Romer, 1990) e da capacidade dos países absorverem tecnologia gerada por outros países, notadamente por aqueles situados na fronteira tecnológica - terceiro termo de (13) - (Nelson e Phelps, 1966). Nesse sentido, o componente da equação devido a Nelson e Phelps, a variável de interação entre o capital humano e o *gap* tecnológico, constitui uma medida que fornece indicação de ocorrência de convergência condicional à disponibilidade desse fator.⁴⁷

Outro aspecto examinado refere-se à possibilidade de ocorrência de convergência absoluta na forma proposta por Baumol (1986). O intuito é o de complementar o exame do processo de difusão do progresso técnico, verificando se sua ocorrência, no período, se deu de modo automático. Esse teste envolve a estimação da seguinte regressão:

$$\Delta \ln A_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \ln y_{i,0} + v_{i,t} \quad (14)$$

A variável $\ln y_{i,0}$ representa o nível de produto *per capita* inicial dos países da amostra. Se na estimação seu coeficiente apresentar sinal negativo e resultar estatisticamente significativo, então, verificar-se-á convergência absoluta entre os países da amostra. Em caso contrário, nada poderá ser afirmado, inclusive sobre divergência.

⁴⁷ Deve-se mencionar que, em virtude do *gap* ser determinado pelo tamanho do produto (numa relação inversa), não se descarta a possibilidade de ocorrência de simultaneidade com a fronteira estocástica.

4.3 A Fronteira Estocástica de Produção e a Medida do Progresso Técnico

A forma funcional da fronteira estocástica utilizada na estimação das funções distância foi determinada por meio de um teste de adequação à amostra de dados. Considerou-se a a Cobb-Douglas, que apresenta propriedades restritivas, em contraposição a uma forma menos restritiva expressa pela função translog.⁴⁸

A especificação adotada é a seguinte:

$$y_{it} = \beta_{if} + \beta_t t + \beta_{tt} t^2 + \sum_{j=1}^2 \beta_j x_{jit} + \sum_{j=1}^2 \sum_{h=1}^2 \beta_{jh} x_{jit} x_{hit} + \sum_{j=1}^2 \beta_{jit} x_{jit} t + v_{it} - u_{it} \quad (15)$$

onde a ineficiência técnica de produção u_{it} é modelada como:

$$u_{it} = z_{it} \delta + \omega_{it} \quad (16)$$

A variável y é o log do produto e x é um vetor dos logaritmos de dois fatores de produção considerados, trabalho e capital físico, ($j, h = L, K$). O capital humano não entra na especificação da fronteira de produção, de modo que as medidas relativas à variação técnica não sejam afetadas pela inclusão dessa variável, podendo-se, com isso, testar a abordagem de Nelson-Phelps. No caso dos β_{if} , estes incorporam ao modelo efeitos fixos com o objetivo de capturar heterogeneidades não observadas na amostra de países, principalmente relacionadas às diferenças iniciais nos níveis tecnológicos. Além disso, utiliza-se uma tendência determinística na fronteira de produção seguindo um procedimento usual nos trabalhos que utilizam essa metodologia, embora se reconheça a possibilidade de ocorrência de tendência de natureza estocástica, o que deve ser verificado por meio de testes específicos. As mudanças tecnológicas são especificadas como um insumo adicional (tendência t), representando a taxa de progresso técnico ou o deslocamento da função de produção ao longo do tempo. Essa especificação considera o progresso técnico como não-neutro.

⁴⁸ A função de produção translog é uma forma funcional mais flexível e apresenta a propriedade de se constituir em uma aproximação local para qualquer fronteira de produção. Alguns estudos empíricos têm examinado a especificação mais adequada para a análise de fronteira estocástica de produção. Nesse sentido, por exemplo, Kneller e Stevens (2002) rejeitam a especificação da função de produção agregada na forma Cobb-Douglas em favor da translog e sugerem uma especificação para estudos empíricos envolvendo amostras de países.

Deve-se salientar, por outro lado, que os parâmetros estimados para as equações (15) e (16) são os mesmos para todos os países na suposição de que a tecnologia é dada e disponível a todos eles, diferindo apenas pelos interceptos, a fim de permitir a comparação do desempenho de todos eles.

A adoção da hipótese de retornos constantes de escala na fronteira de produção (15) foi adotada tendo como base o procedimento seguido por Färe et al. (1994) na construção do índice de Malmquist, o que implica as seguintes restrições sobre os parâmetros dessa função: $\beta_K + \beta_L = 1$, $\beta_{KK} + \beta_{KL} = 0$, $\beta_{KL} + \beta_{LL} = 0$ e $\beta_{Kt} + \beta_{Lt} = 0$.

Na equação de ineficiência técnica (14), a escolha das variáveis, que compõem o vetor z_{it} , decorreu do interesse em se examinar os efeitos sobre a ineficiência técnica de um conjunto de variáveis macroeconômicas cujo comportamento é reconhecidamente influenciado pela política econômica e pelas especificidades locais de cada país. Além disso, incluíram-se variáveis *dummies* para a América Latina e África com o propósito de quantificar o efeito das diferenças iniciais sobre os níveis de ineficiência dessas regiões. Examinou-se também o efeito de uma quebra estrutural sobre a ineficiência técnica no ano de 1973, quando da ocorrência do choque do petróleo, por meio da inclusão de duas medidas de tendência. De outro lado, a disponibilidade de dados constituiu fator determinante da seleção final. Essas variáveis são especificadas a seguir:

z_{1t} - representa uma variável *dummy* para os países pobres;

z_{2t} - variável *dummy* para países de renda média;

z_{3t} - constitui uma tendência para capturar os efeitos comuns sobre a ineficiência técnica dos países no período de 1960-1973;

z_{4t} - refere-se a uma tendência para o período 1973-1990;

z_{5t} - gastos de consumo do governo;

z_{6t} - é o desvio do nível de preços local em relação à paridade do poder de compra (PPP), tomando-se os Estados Unidos da América como país de referência. A sua inclusão tem como objetivo controlar os efeitos das políticas de comércio que implementam desvalorizações no câmbio real sobre a ineficiência técnica. Um crescimento nos desvios dos preços locais em relação à PPP significa desvalorização no câmbio real (Miller e Upadhyay, 2000);

z_{7t} - é o grau de abertura, medido pelo valor da soma das importações e exportações em relação ao produto interno bruto de cada país. Espera-se, em geral, que economias mais abertas tenham maior acesso à importação de bens intermediários mais

baratos, uma maior penetração a amplos mercados e a tecnologias mais avançadas (Miller e Upadhyay, 2000).⁴⁹

5 Dados Amostrais, Estimação e Resultados

5.1 Dados Amostrais

Os dados foram extraídos das seguintes fontes: *Penn World Table 6.1 (PWT 6.1)*, (Heston, Summers e Aten, 2002)⁵⁰, *World Development Indicators (WDI)*, fornecido pelo Banco Mundial (BIRD) e Barro e Lee (2000). Esses bancos de dados internacionais são amplamente referenciados em estudos empíricos, notadamente sobre o crescimento econômico, uma vez que as informações disponíveis são sistematizadas de acordo com metodologias que possibilitam a comparabilidade entre diferentes economias. As fontes de dados e as variáveis utilizadas são as seguintes:

a.) PWT6.1: as séries de produto (RGDPCH - Real GDP *per capita* – Constant price: chain series e RGDPWOK - Real GDP chain per worker), grau de abertura (OPENK – Openness in Constant prices), gastos do governo (Kg – Government share of RGDL – Real GDP per capita – constant price Laspeyres), população (POP), desvio dos preços em relação à PPP (P – Price level of Gross Domestic Product – US = 100), trabalho (obtido por cálculo com o uso das variáveis: RGDPCH, RGDPWOK e POP);

b.) WDI: capital (KAPW – Capital per worker);

c.) Barro e Lee: capital humano ($h_{i,t}$ – série relativa ao número médio de anos completados de educação formal pela população com mais de 15 anos de idade, ajustada para a frequência anual por meio de interpolação).⁵¹

Na estimação da fronteira estocástica, em vez do procedimento tradicional de considerar essas variáveis sob a forma de taxas de variação, utilizam-se os dados das séries em nível. Justifica-se esse procedimento pelo fato de que o uso de preços internacionais para

⁴⁹ Há várias formas de medir a variável grau de abertura: através do grau de proteção tarifária, de taxas de câmbio no mercado paralelo, de indicadores de regimes de política comercial, etc. Optou-se pelo uso da medida tradicional, que expressa uma relação entre o total das exportações mais importações e o produto interno bruto, tendo em vista a disponibilidade de dados anuais para a amostra de países na PWT 6.1. Para uma discussão mais aprofundada vejam-se Rodriguez e Rodrik (1999) e Söderbom e Teal (2001).

⁵⁰ A Penn World Table 6.1 consiste em uma atualização, que se encontra em andamento, da versão PWT 5.6.

⁵¹ Os dados de educação de Barro e Lee são apresentados originalmente em intervalos de 5 anos. Ferreira, Issler e Pessoa (2004), que usaram a interpolação da série para transformá-la em frequência anual, afirmam que, embora tal procedimento possa induzir a erros de medida no capital humano, o problema é relativamente pouco significativo dada a previsibilidade do comportamento da referida variável. Ademais, realizaram estimações usando as séries originais em intervalos de 5 anos e os resultados são muito próximos aos obtidos com a variável interpolada.

ajustar as diferenças no poder de compra das moedas dos vários países tende a superestimar as taxas de crescimento dos países ricos e a subestimar as dos países mais pobres. Assim, evita-se a introdução de viés nos dados e, em consequência, sobre as estimações (Nuxoll, 1994).

Os modelos especificados neste trabalho são aplicados para uma amostra de dados anuais composta de 68 países no período compreendido entre os anos de 1960 e 1990, distribuídos, conforme a classificação do Banco Mundial, da seguinte forma: 23 países ricos, 28 países de renda média e 17 países pobres. A amostra é constituída de 2108 observações das variáveis consideradas sob a forma de um painel balanceado.

Os dados foram os mesmos usados em Bittencourt e Marinho (2004) com a adição da variável capital humano. Como alguns países da referida base de dados não dispõem de informações tanto de capital físico quanto de capital humano para o ano de 1960, notadamente os países em desenvolvimento, houve a definição no tamanho da amostra para o total de 68 países. Em relação ao estabelecimento do limite superior para as variáveis no ano de 1990 porque não há a partir de então informações sobre capital para os países.

TABELA 14 - AMOSTRA DE PAÍSES

Países Desenvolvidos	Países de Renda Média	Países Pobres
Austrália (AUS)	Turquia (TUR)	Indonésia (IDN)
Áustria (AUT)	Fiji (FJI)	Bangladesh (BGD)
Bélgica (BEL)	República da Coreia (KOR)	Paquistão (PAK)
Canadá (CAN)	Malásia (MYS)	República do Camarões (CRM)
Suíça (CHE)	Papua Nova Guiné (PNG)	República Centro Africana (CAF)
Dinamarca (DNK)	Filipinas (PHL)	Gana (GHA)
Espanha (ESP)	Taiwan (TWN)	Quênia (KEN)
Finlândia (FIN)	Tailândia (THA)	Lesoto (LSO)
França (FRA)	Sri Lanka (LKA)	Malawi (MWI)
Reino Unido (GRB)	Ilhas Maurícios (MUS)	Mali (MLI)
Grécia (GRC)	África do Sul (ZAF)	Togo (TGO)
Irlanda (IRL)	Argentina (ARG)	Uganda (UGA)
Islândia (ISL)	Bolívia (BOL)	Zâmbia (ZMB)
Itália (ITA)	Brasil (BRA)	Zimbabue (ZWE)
Japão (JPN)	Chile (CHL)	Honduras (HND)
Holanda (NLD)	Colômbia (COL)	Nicaragua (NIC)
Noruega (NOR)	Costa Rica (CRI)	Índia (IND)
Nova Zelândia (NZL)	República Dominicana (DOM)	
Portugal (PRT)	Equador (ECU)	
Suécia (SWE)	El Salvador (SLV)	
Estados Unidos (USA)	Guatemala (GTM)	
Hong Kong (HKG)	Jamaica (JAM)	
Cingapura (SGP)	México (MEX)	
	Paraguai (PRY)	
	Peru (PER)	
	Trinidad and Tobago (TTO)	
	Uruguai (URY)	
	Venezuela (VEN)	
(23 países)	(28 países)	(17 países)

Observação: Os códigos de países são os adotados pelo Banco Mundial e pela PWT 6.1

Preferiu-se, portanto, dados disponíveis da série de capital a adotar um procedimento bastante comum, e de certo modo arbitrário pelas suposições feitas quanto à taxa de depreciação e informações sobre investimento, de construção de séries dessa variável utilizando a técnica de inventário. Dessa forma, o cruzamento dos dados relativos às variáveis capital humano e capital físico constituiu o fator determinante na definição do tamanho da amostra de países e também do período de observação.

5.2 Estimacões e Resultados

5.2.1 Função de Produção Minceriana

Antes da definição do método de estimação a ser adotado para a função de produção, alguns testes foram realizados no painel de dados visando identificar possíveis

problemas econométricos que resultassem em estimativas viesadas e inconsistentes dos parâmetros. Duas preocupações iniciais referem-se à possibilidade de ocorrência de heteroscedasticidade e correlação serial no painel.

Dessa forma, procedeu-se inicialmente à verificação desses dois problemas. No exame da heteroscedasticidade, adotou-se o teste da Razão de Verossimilhança a partir da estimação do modelo usando Mínimos Quadrados Generalizados e supondo como hipótese nula um modelo homoscedástico. O resultado foi pela rejeição desta hipótese. Assim, a heteroscedasticidade deve ser considerada na estimação.

Na verificação da autocorrelação, utilizou-se o teste proposto por Wooldridge (2000) que examina existência de autocorrelação de primeira ordem no painel. O resultado também rejeita a hipótese de inexistência de autocorrelação, a qual deve, portanto, ser considerada como fator relevante na escolha do método de estimação.

Uma crítica muito comum na estimação de funções de produção refere-se à endogeneidade das variáveis. Esse problema é bastante presente principalmente nas estimações de funções de produção no âmbito da microeconomia. O argumento da endogeneidade sugere que a relação entre o produto e os fatores de produção está sujeita a um processo de causalidade, pois a estimação da uma função de produção deve ser tratada como a estimação de um sistema de equações simultâneas, envolvendo também as condições de primeira ordem .

O teste de endogeneidade, em sua essência, envolve a estimação por meio da técnica de variáveis instrumentais, verificando-se se variáveis independentes são determinadas endogeneamente no sistema ou podem ser consideradas como predeterminadas. A fim de se testar a endogeneidade, uma variável como instrumento com as características de uma variável predeterminada tem que ser estimada primeiro. Hausman (1983) sugere o uso de variáveis defasadas como variáveis instrumentais. As variáveis instrumentais utilizadas no teste consistiram dos valores defasados das variáveis explicativas até a terceira defasagem.

Usando os testes propostos por Davidson e McKinnon (2004) e baseados em Wu (1973) e Hausman (1978), (WH), que se caracteriza por um teste F de significância conjunta em um modelo irrestrito, e, também, em Durbin (1954), Wu (1973) e Hausman (1978)⁵², (DWH), definido como um teste qui-quadrado, examinou-se a ocorrência de endogeneidade nos fatores de produção utilizados na estimação da função de produção e o resultado foi pela

⁵² De acordo com Staiger e Stock (1997), a versão de Durbin do teste de endogeneidade, versão DWH, tem uma grande vantagem sobre a versão WH, de Wu (1973) e Hausman (1978), pelo fato de apresentar performance superior quando os instrumentos usados são considerados fracos.

rejeição de capital físico, capital humano e trabalho como variáveis endógenas (P-value de 1,0, em ambos os testes para os três fatores de produção considerados, tendo como hipótese nula a declaração de serem as mencionadas variáveis exógenas).

O passo seguinte foi examinar se o modelo comportaria efeitos fixos ou efeitos aleatórios. Utilizou-se o teste de especificação de Hausman (1978) e os resultados rejeitam folgadoamente a hipótese de efeitos aleatórios (P-value de 0,0) em favor de efeitos fixos. Acrescentou-se um teste de Wald para as hipóteses de efeito comum *versus* efeitos fixos e novamente estes últimos foram aceitos, configurando, portanto, que há diferenças significativas de produtividade entre os países da amostra (P-value de 0,0).

Deve-se observar que todos os painéis utilizados nas estimações foram submetidos ao conjunto de testes especificados anteriormente à exceção apenas do teste de endogeneidade que evidentemente envolveu o painel da amostra ampla. E em todos as situações ocorreu a presença de heteroscedasticidade expressa na forma proporcional às variáveis explicativas e autocorrelação de primeira ordem no painel. O modelo de efeitos fixos também foi unanimidade nos testes, determinando a adoção de variáveis *dummies* para capturar tais efeitos.

Em face disso, optou-se pela estimação dos modelos de função de produção por meio de dois métodos: o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para estimação em painel, usando o estimador da variância de Eicker (1967), Huber (1981) e White (1980) em lugar do cálculo tradicional⁵³, e o método de Mínimos Quadrados Generalizados Factível completo (MQGF), também conhecido como estimador de Prais-Winsten, que leva em consideração tanto a autocorrelação como a heteroscedasticidade na estimação dos parâmetros. As estimativas dos parâmetros em ambos os métodos de estimação aproximaram-se bastante, mas optou-se pelo MQO por apresentar menores magnitudes dos seus desvios padrão. As estimativas dos parâmetros das equações (11) e (12) são apresentados na Tabela 15.

Na amostra ampla, constata-se que a estimativa da variável capital humano mostra-se consistente com a proposição dos defensores da abordagem do capital humano influenciando o crescimento econômico por meio do processo de sua acumulação. Neste caso, o capital humano constitui um fator de produção relevante no processo produtivo. Os resultados obtidos são ainda consistentes e bastante próximos daqueles estimados por

⁵³ Nessa estimação, utiliza-se o comando `ivreg2`, no programa STATA 8.1.

Ferreira, Issler e Pessoa (2004). Esses autores encontram valores para $\alpha = 0.4306$, $\beta = 0.4501$, $\phi = 0.0909$ e $g = 0.0221$, e retornos de escala médio no período de -0.1193 .

TABELA 15 - ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS DA FUNÇÃO DE PRODUÇÃO

Variáveis Explicativas/ Parâmetros	Amostra Ampla	Países Desenvolvidos	Países de Renda Média	Países Pobres
	MQO	MQO	MQO	MQO
$\ln k_{i,t}$	0.4596 (0.0149)	0.6504 (0.0174)	0.6086 (0.0196)	0.2788 (0.0205)
$h_{i,t}$	0.0401 (0.0072)	0.0174 (0.0067)	0.0023* (0.0100)	0.1176 (0.0212)
$\ln L_{i,t}$	-0.0812 (0.0076)	0.2272 (0.0634)	-0.1271 (0.0613)	-0.2628 (0.1285)
t	0.0046 (0.0009)	-0.0017 (0.0013)	0.0015* (0.0015)	0.0077 (0.0032)

Observação:

O MQO utilizado é robusto nos desvios-padrão.

* Não significativos nos níveis de significância usuais.

As magnitudes desses mesmos parâmetros, obtidas a partir da estimação dos coeficientes da equação (Tabela 15), considerando como referência o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), são de $\alpha = 0.4596$, $\beta = 0.4592$, $\phi = 0.0873$ e $g = 0.01$, e a medida de retornos decrescentes de escala tem seu valor expresso pelo coeficiente da variável $\ln L$, -0.0812 , mostrando, portanto, muitas semelhanças com os valores obtidos em Ferreira *et al.* (2004).⁵⁴ Além disso, observa-se uma grande proximidade nos valores encontrados nas estimativas dos parâmetros nos dois métodos usados. Na estimação do parâmetro ϕ , que é interpretado como a porcentagem de crescimento na renda decorrente de um ano adicional de estudo formal, Mincer (1974) obteve 10%. A estimativa aqui obtida é de 8,73%.

Nas estimações realizadas para os grupos de países, todos os valores obtidos para a variável capital humano apresentam o sinal consistente com o esperado, mas há diferenças importantes entre eles, que devem ser destacadas. Os países agrupados na categoria de renda média mostram um resultado não significativo nas variáveis capital humano e tempo quando

⁵⁴ Ferreira, Issler e Pessoa (2004) mencionam vários estudos empíricos para diferentes amostras e intervalos de tempos com variações muito pequenas em alguns desses parâmetros como, por exemplo, a elasticidade do capital α (entre 0.33 e 0.43) e a taxa de retorno de um ano adicional de escolaridade ϕ (entre 6.8% na OECD e 10,1% no resto do mundo).

a estimação adota o MQO e, quando é utilizado o MQGF, a primeira variável continua não significativa e, agora, o logaritmo do trabalho assume o lugar da variável tempo também como não significativa⁵⁵. A função fica assemelhando-se a uma Cobb-Douglas convencional. Em relação aos países desenvolvidos e pobres, todas as variáveis estimadas apresentam-se significantes e têm sinais idênticos, com exceção para os retornos de escala, que nos primeiros é crescente enquanto que para os últimos é decrescente, coincidindo neste caso, com o resultado obtido para a amostra ampla de países. Conclui-se, portanto, que efetivamente o capital humano tem efeito de nível importante para o crescimento econômico, com exceção dos países de renda média. Deve-se, no entanto, observar que, em relação às amostras dos outros países, considerados de renda média, na classificação do Banco Mundial, é a mais heterogênea pois incorpora países com níveis de renda que vão desde média baixa até média alta.

5.2.2 *Fronteira de produção estocástica, testes de adequação e índice de produtividade de Malmqüist*

Neste tópico, apresentam-se os resultados da estimação da fronteira estocástica de produção, equação e o resumo, na forma de valores médios por período, da decomposição do índice de produtividade de Malmqüist. Conforme já esclarecido anteriormente, a estimação da fronteira de produção teve como finalidade a obtenção das funções distância e a geração das séries de variação técnica. As estimativas dos parâmetros da fronteira estocástica de produção, equações (13) e (14), encontram-se apresentadas na Tabela 16.

Os sinais positivos dos parâmetros β_t e β_{tt} refletem a ocorrência de progresso tecnológico num ritmo de aceleração positiva mas de baixa intensidade para o conjunto de países da amostra. Em relação ao indicador de ineficiência técnica, γ , o valor estimado foi de 0,98, sendo estatisticamente significativo, de onde se conclui que a maior parcela da variância total deveu-se à ocorrência de ineficiência técnica. Ou seja, que 98% da variância total é explicada pela variância do termo da ineficiência técnica. Isto mostra a importância de se incorporar um modelo de ineficiência técnica à fronteira de produção.

⁵⁵ Usa-se 5% como padrão para o intervalo de significância.

TABELA 16 – ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS DA FRONTEIRA ESTOCÁSTICA DE PRODUÇÃO

PARÂMETROS/VARIÁVEIS	ESTIMATIVA	VALOR-t
$\beta_{\tau}(t)$	0.02	6.69
$\beta_{\tau\tau}((1/2)t^2)$	0.00	2.29
$\beta_K(\ln K)$	-0.06	-0.81
$\beta_{Kt}(t \ln K)$	0.00	-5.68
$\beta_L(\ln L)$	1.06	15.34
$\beta_{Lt}(t \ln L)$	0.00	5.68
$\beta_{KK}((1/2)\ln K \ln K)$	0.07	8.71
$\beta_{KL}(\ln K \ln L)$	-0.07	-8.71
$\beta_{LL}((1/2)\ln L \ln L)$	0.07	8.71
δ_0 (intercepto)	-1.58	-3.24
δ_1 (Z_1 – variável dummy para os países pobres)	0.91	3.61
δ_2 (Z_2 – variável dummy para os países de renda média)	0.77	3.40
δ_3 (Z_3 - tendência para o período 1960 - 1973)	-0.03	-2.34
δ_4 (Z_4 – tendência para o período 1973–1990)	0.01	2.78
δ_5 (Z_5 – gastos de consumo do governo)	0.14	0.65
δ_6 (Z_6 – desvios dos preços locais da PPP)	0.04	0.73
δ_7 (Z_7 - grau de abertura)	0.45	4.10
σ_e^2	0.09	
γ	0.98	
Eficiência Média	0.89	
Log da Função de Verossimilhança	2010.22	

*Os efeitos fixos dos países não são apresentados na Tabela.

Em relação aos parâmetros das variáveis da ineficiência técnica, sua estimação foi feita de modo simultâneo aos parâmetros da fronteira de produção e suas estimativas também são apresentadas na Tabela 16. A maioria dos parâmetros estimados apresenta-se estatisticamente significantes no nível de 5%. As exceções são as variáveis consumo do governo e desvios dos preços locais em relação à PPP, os quais se mostraram não significantes.

Dois aspectos interessantes no modelo de ineficiência chamam a atenção. Primeiro é o fato de que a inclusão de *dummies* para identificar os países pobres e de renda média tem um efeito de elevação nos níveis de ineficiência e, segundo, as tendências incluídas para identificar os períodos 1960-1973 e 1973-1990 mostram claramente que houve uma quebra estrutural no ano de 1973, quando ocorreu a inversão de uma tendência de convergência dos níveis de ineficiência, passando a predominar a partir de então uma tendência a um crescimento geral de ineficiência. A razão para esse fenômeno foi obviamente o choque de petróleo ocorrido precisamente nesse ano.

Na Tabela 17 são apresentados alguns testes estatísticos construídos com a finalidade de se verificar a consistência de hipóteses específicas relacionadas à função fronteira de produção adotada no modelo empírico. A primeira hipótese nula refere-se ao teste de adequação do modelo Cobb-Douglas relativamente à forma funcional menos restritiva expressa pela translog, na equação (13). Assim, testa-se a hipótese de que todos os coeficientes de segunda ordem e os coeficientes dos produtos cruzados são todos iguais a zero. O valor da razão de verossimilhança, 72.86, supera o valor crítico da estatística $\chi^2_{(6)}$ com nível de significância de cinco por cento à direita. Com isso, rejeita-se a especificação na forma de uma função Cobb-Douglas em favor do modelo translog especificado.

TABELA 17 - TESTE DA RAZÃO DE VEROSSIMILHANÇA DOS PARÂMETROS DA FRONTEIRA ESTOCÁSTICA DE PRODUÇÃO

Teste	Hipótese Nula	Valor de λ	Valor Crítico	Decisão (Nível de 5%)
1	$H_0 : \beta_{tt} = \beta_{LK} = \beta_{LL} = \beta_{KK} = \beta_{Kt} = \beta_{Lt} = 0$	72.86	11.91	Rejeita H_0
2	$H_0 : \gamma = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \dots = \delta_7 = 0$	290.54	13.40	Rejeita H_0
3	$H_0 : \beta_{1f} = \beta_{2f} = \dots = \beta_{68f} = 0$	3646.04	55.19	Rejeita H_0
4	$H_0 : t = t^2 = \ln K = \ln L = 0$	104.09	8.76	Rejeita H_0
5	$H_0 : t^2 = \ln K = \ln L = 0$	3674.29	55.19	Rejeita H_0

Observações: (1) λ : teste estatístico da razão de verossimilhança no qual $l = -2\{\log [\text{verossimilhança}(H_0)] - \log[\text{verossimilhança}(H_1)]\}$. Este teste tem uma distribuição aproximadamente qui-quadrado com graus de liberdade iguais ao número de restrições independentes. A distribuição assintótica dos testes de hipóteses envolve um parâmetro γ que se caracteriza por possuir uma distribuição qui-quadrado mista cujos valores críticos são obtidos na Tabela 1 de Kodde e Palm (1986), p. 1246.

(2) O teste n° 5 corresponde ao formato da translog proposta por Kneller e Stevens (2002) para experimentos envolvendo medidas de produtividade para dados agregados.

O segundo teste considera como hipótese nula a ausência de efeitos de ineficiência técnica na fronteira de produção relativamente à amostra considerada. O resultado informa que essa hipótese é rejeitada pelos dados, ou seja, deve-se considerar no modelo os efeitos de ineficiência técnica.

O terceiro teste tem como hipótese nula a existência de efeitos comuns e hipótese alternativa efeitos fixos. O resultado rejeita a hipótese de que o modelo deve ser estimado com efeitos comuns. Trata o referido teste, dito de outra forma, de verificar a ocorrência de grandes diferenças de produtividade entre os diferentes países da amostra, o que efetivamente é o caso.

O quarto teste examina a estabilidade da fronteira de produção com relação à variável tempo, que configura a presença ou não de progresso tecnológico, no período

analisado. O resultado do teste rejeita a hipótese nula de que não houve progresso técnico em nenhuma das formas conhecidas.

Por fim, no quinto teste, define-se como hipótese nula a especificação da translog sugerida por Kneller e Stevens (2002) para fundamentar estudos de produtividade a qual é folgadoamente rejeitada pelos dados.

Na Tabela 18, apresentam-se as decomposições do índice de Malmquist considerando apenas os valores médios para subperíodos em intervalos de tempo de cinco anos e para o período integral 1960-1990. Os dados originais de variação técnica é que constituirão a base das estimações do próximo tópico com vistas ao exame da contribuição do capital humano de forma indireta para o crescimento econômico, quer no desenvolvimento de nova tecnologia quer no processo de difusão tecnológica.

TABELA 18 - DECOMPOSIÇÃO DA VARIACÃO DO ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DE MALMQUIST
CRESCIMENTO MÉDIO ANUAL (%)

Período	Grupos de Países		
	Desenvolvidos	Renda Média	Pobres
	Produtividade Total dos Fatores - PTF		
1960 - 1965	0.461	-0.440	-1.482
1965 - 1970	0.194	-0.228	-1.228
1970 - 1975	-0.017	0.064	0.104
1975 - 1980	0.446	0.699	2.167
1980 - 1985	1.126	2.110	4.352
1985 - 1990	1.419	4.637	4.980
1960 - 1990	0.653	1.206	1.428
Variação de Eficiência Técnica - VEF			
1960 - 1965	1.225	0.901	0.675
1965 - 1970	0.240	0.339	0.347
1970 - 1975	-0.359	-0.166	-0.233
1975 - 1980	-0.467	-1.035	-0.876
1980 - 1985	-0.403	-2.287	-0.220
1985 - 1990	0.405	-0.003	-1.775
1960 - 1990	0.219	-0.242	-0.305
Variação Técnica -VT			
1960 - 1965	-0.740	-1.310	-2.125
1965 - 1970	-0.038	-0.307	-1.475
1970 - 1975	0.349	0.249	0.407
1975 - 1980	0.923	1.776	3.166
1980 - 1985	1.538	4.527	4.656
1985 - 1990	1.013	4.675	6.928
1960 - 1990	0.437	1.460	1.767

Observa-se que os países pobres apresentaram uma taxa de variação técnica média anual, em todo o período superior aos demais grupos de países, em torno de 1.8% ao ano. Os países desenvolvidos tiveram 0.43% ao ano de variação técnica e os países de renda média cerca de 1.5%. Deve-se ressaltar a importância de verificar-se a contribuição do *gap* tecnológico entre os países ricos e os demais como fator determinante desses desempenhos.

5.2.3 Capital humano, progresso técnico endógeno, difusão tecnológica e convergência

Os resultados obtidos com a estimação da equação especificada em Benhabib e Spiegel (1994), por MMQ, estão apresentados na Tabela 19. Constata-se que a variável capital humano, primeira linha da referida tabela, é significativa no nível de 5% em todas as amostras usadas e que todos os sinais são positivos, indicando, portanto, a importância desse fator como fonte do processo de geração de tecnologia.

TABELA 19 - ESTIMATIVA DOS EFEITOS DO CAPITAL HUMANO SOBRE O PROGRESSO TÉCNICO

Variáveis Explicativas/ Parâmetros	Amostra Ampla	Países Desenvolvidos	Países de Renda Média	Países Pobres
	MQO	MQO	MQO	MQO
$h_{i,t}$	0.0152 (0.0009)	0.0078 (0.0007)	0.0181 (0.0014)	0.0227 (0.0057)
$h_{i,t} \cdot \left(\frac{y_{\max} - y_{i,t}}{y_{i,t}} \right)$	0.0019 (0.0002)	-0.0004* (0.0005)	0.0030 (0.0004)	0.0014 (0.0004)

* Não significativo nos níveis de significância usuais.

No caso do componente que especifica o processo de difusão tecnológica e o *catch-up*, sugerido por Nelson e Phelps (1966)⁵⁶, observa-se que na amostra ampla, composta de todos os países, há efetivamente um efeito positivo resultante da interação entre o capital humano e a extensão do *gap* existente entre os países que ocupam a liderança tecnológica e os seguidores. Quanto às estimativas para os grupos de países, classificados de acordo com o seu padrão de desenvolvimento, mostram que os mais avançados não se

⁵⁶ Na construção da medida do *gap* tecnológico, em alguns anos, a Suíça apresenta renda *per capita* superior à dos Estados Unidos.

beneficiam do processo de difusão e do *catch-up*, uma vez que o componente usado para medir tal efeito, segunda linha na Tabela 19, não é estatisticamente significativo em nenhum dos dois métodos de estimação usados. Já os dois outros grupos de países são positivamente beneficiados pelo mencionado processo.

Benhabib e Spiegel (*ibid.*), utilizando regressões de corte transversal, obtêm resultados que parecem indicar que o componente de difusão e *catching-up* não apresenta importância para os países mais ricos. Deve-se ressaltar, no entanto, que no caso desses autores a amostra dos países ricos pode estar fortemente condicionada pelo nível de renda inicial adotado, a qual se baseou no ano de 1965.

Em resumo, as estimativas realizadas mostram que o processo de inovação tecnológica é positivo e fortemente influenciado pelo estoque de capital humano em todos os grupos de países investigados, enquanto a difusão tecnológica e o *catching-up*, efeitos sugeridos por Nelson e Phelps (*ibid.*), beneficiam apenas os países seguidores.

Outro aspecto relacionado com o processo de *catching-up* e que tem sido objeto de muita investigação empírica diz respeito à hipótese da convergência absoluta. Nos modelos de crescimento, baseados na tradição neoclássica, a atenção é toda dedicada às relações entre distribuição de renda, acumulação de capital e crescimento econômico. Como, por suposição, a tecnologia é considerada um bem público e, portanto, livremente disponível para os países que dela desejam fazer uso, nenhuma atenção é destacada nesses modelos ao papel desempenhado por ela na suas relações com distribuição de renda e crescimento.

A abordagem do *gap* tecnológico, por outro lado, reconhece que embora o processo tecnológico possa ter algumas características de bem público ele está fortemente enraizado nas estruturas organizacionais e que a transferência de tecnologia constitui um processo bastante complexo e não se dá de forma automática. Além disso, fatores condicionantes locais, também de natureza institucional entre os quais se destaca a disponibilidade de capital humano determinam a capacidade de absorção tecnológica e a velocidade com que é manifestada. Dessa forma, as diferenças nos padrões tecnológicos vão marcar fortemente os diversos níveis de renda *per capita* observados nos países.

Na Tabela 20, estão apresentadas as estimativas para a equação (16), que constitui uma adaptação da regressão sugerida por Baumol (1986), com vistas a identificar a existência de processos de convergência absoluta. Neste caso, utiliza-se como variável dependente a taxa de variação no progresso técnico derivada da decomposição do índice de Malmquist, conforme já examinado antes. As regressões são em corte transversal e foram

realizadas usando-se painéis em intervalos de 5 anos no período 1960-1990 e subperíodos 1960-1975 e 1975-1990.

TABELA 20 - EXAME DA CONVERGÊNCIA ABSOLUTA DO PROGRESSO TÉCNICO

Variáveis Explicativas/ Parâmetros	PERÍODOS		
	1960-1990	1960-1975	1975-1990
$\ln y_{i,0}$	-0.0068* (0.0052)	0.0086* (0.0061)	-0.0366** (0.0062)
Intercepto	0.0973 (0.0509)	-0.0785* (0.0595)	0.4149** (0.0623)

Observação: * Não significativo nos níveis de significância usuais.

** Significativo no nível de 1%.

Observa-se que no período integral, 1960-1990, embora o sinal do regressor tenha sido negativo como sugere a evidência de convergência, o coeficiente estimado dessa variável não resultou significativo, enfraquecendo, portanto, a idéia de que o progresso técnico possa ter seguido um processo de *catching-up* automático. No subperíodo 1960-1990, a evidência extraída do sinal do regressor indica um processo de divergência, mas não significativa. Já em relação a 1975-1990, efetivamente, configura-se um processo de convergência da difusão tecnológica. Assim, os resultados sugerem que no último subperíodo que países com níveis de renda *per capita* inicial mais baixos foram beneficiados por um processo de *catching-up* com os países ricos sobretudo em consequência da difusão do progresso técnico.

6 Conclusões

A importância do capital humano como um fator estratégico para o crescimento econômico já constitui uma tradição na literatura econômica. No entanto, ainda persistem as discussões sobre os canais pelos quais essa influência se exerce. Duas principais linhas de pesquisa, aparentemente antagônicas, predominam entre os estudos empíricos. Ambas situam-se no âmbito da teoria de crescimento endógeno, sendo que uma delas, iniciada por Lucas (1988), fortemente influenciada pela tradição do modelo neoclássico, modela o capital humano na função de produção como qualquer outro insumo do processo produtivo; a outra abordagem, devida a Nelson e Phelps (1966), associa o processo de difusão tecnológica e *catch-up* à disponibilidade de capital humano. Uma terceira abordagem é associada a Romer

(1990), também vinculada às novas teorias de crescimento, considera o capital humano como o elemento dinâmico e determinante do processo de inovação tecnológica.

Neste ensaio, buscou-se reexaminar as duas últimas abordagens usando o índice de produtividade de Malmquist como base para a verificação empírica. Na verificação do primeiro enfoque, considerou-se uma especificação de função de produção do tipo minceriana. Os resultados das estimações mostram que o capital humano representa um componente importante do crescimento econômico e que sua influência pode-se dar por meio de muitos canais, notadamente dos que aqui foram abordados. Além disso, é importante assinalar que nenhum mecanismo ou abordagem exclui os demais, sendo todos relevantes na explicação da importância do capital humano no processo de crescimento.

Os resultados encontrados na estimação da função de produção mostram que o capital humano constitui um fator produtivo relevante na amostra completa de países e que os retornos da educação situam-se em torno de 8,73% ao ano. Esse valor situa-se bastante próximo ao encontrado por Ferreira *et al.* (2004), que o estimou em torno de 9,09% ao ano. Nas estimações feitas para as amostras compreendendo os países segundo seu nível de desenvolvimento, as estimativas indicam que entre os países desenvolvidos e pobres o capital humano apresenta sinais positivos e significativos, confirmando, assim, o resultado obtido na amostra ampla. Já no caso dos países de renda média o coeficiente estimado da referida variável não resultou significativo, embora seu sinal tenha sido positivo, podendo indicar, uma influência favorável do fator capital humano na função de produção desses países, embora que de fraca intensidade.

Em relação à estimação da equação proposta por Benhabib e Spiegel (1994) para examinar as abordagens inspiradas em Romer (1990) e Nelson e Phelps (1966), os resultados obtidos comprovam efetivamente os efeitos proporcionados pelo capital humano tanto no processo de inovação tecnológica como na difusão da tecnologia a partir dos países identificados como líderes na geração de tecnologia em benefício dos países menos desenvolvidos. Deve-se enfatizar o condicionamento imposto pelo capital humano na efetivação dos dois processos, sendo esse aspecto bastante claro quando se utiliza como regressor a interação entre esse fator e a medida do *gap* tecnológico proposto por Nelson e Phelps (*ibid.*). As estimativas identificam que os países desenvolvidos não se beneficiam da difusão tecnológica, estando esse processo fortemente presente naqueles países com capital humano revestido da qualidade e requisitos necessários ao processo de absorção de conhecimento e de novos padrões tecnológicos.

Por fim, examinou-se a ocorrência de convergência absoluta proporcionada pelo progresso técnico em uma regressão adaptada de Baumol (1986). No período integral da amostra, 1960-1990, há indicação de convergência do produto *per capita* dos países, embora tenha sido um processo caracterizadamente de fraca intensidade, em face de o coeficiente estimado da variável produto *per capita* inicial não ter resultado não significativo. No subperíodo 1960-1975, há indicação de divergência mas o coeficiente também não foi significativo. Em relação ao subperíodo seguinte, 1975-1990, observa-se, efetivamente, a ocorrência de *catch-up* dos países com níveis de renda *per capita* mais baixos em relação aos mais desenvolvidos, constituindo-se o progresso técnico como uma das prováveis explicações desse processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGHION, P.; HOWITT, P. *Endogeneous growth theory* : MIT Press, MA, 1999.

AIGNER, A .; LOVELL, C. A . K.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 86, 21-37, 1977.

BARRO, J. R. Economic growth in a cross section of countries. *Quarterly Journal of Economics*, 106, 407-443, 1991.

_____ Human capital and growth. *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 91, p. 12-17, 2001.

BARRO, R. J.; SALA-I-MARTIN, X. *Economic growth*. McGraw-Hill: New York, 1995.

BARRO, R. J.; LEE, J. W. International comparisons of educational attainment. *Journal of Monetary Economics*, 32(3), 363-394, 1993.

_____ Sources of economic growth. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 40, 1-46, 1994.

_____ International measures of schooling years and schooling Quality. *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 86,p. 218-223, 1996.

_____ International data on educational attainment: updates and implications. *CID Working Paper n° 42*, 34 p, april, 2000.

BATTESE, G.E.; COELLI, T.J. A model for technical inefficiency effects in stochastic frontier production functions for panel data. *Empirical Economics*, 20, 325-332, 1995.

BAUM, C. F.; SCHAFFER, M.; STILLMAN, S. Instrumental variables and GMM: estimation and testing. *Boston College Economics Working Paper* n° 545, Nov., 2002.

BAUMOL, W. Productivity growth, convergence and welfare: what the long run data show. *American Economic Review*, 76 (5), Dec., p. 72-85, 1986.

BAUMOL, W.; WOLFF, E. N. Productivity growth, convergence and welfare: reply. *American Economic Review*, 78 (5), Dec., p. 1155-59, 1988.

BAUMOL, W.; BLACKMAN, S. A . B.; WOLFF, E. N. *Productivity and American Leadership: The Long View*, MIT Press, Cambridge MA., 1989.

BECKER, G. S. *Human capital: a theoretical and empirical analysis, with special reference to education*, third edition, Chicago and London: University of Chicago Press, 1993.

BENHABIB, J.; SPIEGEL M. The role of human capital in economic development: evidence aggregate cross-country data. *Journal of Monetary Economics*, 34 p. 143-173, 1994.

BILS, M. ; KLENOW, P. J. Does schooling cause growth? *American Economic Review*, 90, p. 1160-1183, 2000.

BITTENCOURT DA SILVA, Almir; MARINHO, Emerson, L. L Produtividade, crescimento econômico e dinâmica transicional: um estudo comparado para grupos de países. *Mimeo*, CAEN, 2004

CAVES, D.W.; CHRISTENSEN, L.R.; DIEWERT, W.E. Multilateral Comparisons of Output, Input and Productivity Using Superlative Index Number. *Economic Journal*, 92, 73-86, 1982.

The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity. *Econometrica*, 50, p. 1393-1414, 1982.

CHARNES, A .; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2:6, p. 429-444, 1978.

CHRISTENSEN, L. R.; JORGENSEN, D. W.; LAU, L. J. Conjugate duality and transcendental logarithmic production function. *Econometrica*, 39, p. 255-256, 1971.

COELLI, T. J.; RAO, D. S. P.; BATTESE, G. E. *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Kluwer Academic Publishers, 1998.

DAVIDSON, R.; MacKINNON, J. G. *Estimation and inference in econometrics*, 2a. ed. New York: Oxford University Press, 1993.

Econometric theory and methods. New York: Oxford University Press, 2004.

DUFFY, J.; PAPAGEORGIOU, C. A cross-country empirical investigation of the aggregate production function specification. *Journal of Economic Growth*, 5, p. 87-120, 2000.

DURBIN, J. Errors in variables. *Review of the International Statistics Institute*, 22, p. 23-32, 1954.

EICKER, F. Limit theorems for regression with unequal and dependent regressors. In: L. LeCarn; Neyman, J. *Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistical and Probability*. Berkeley: University of California, p.59-82, 1967.

ENGELBRECHT, H. J. International R&D spillovers, human capital and productivity in OECD economies: an empirical investigation. *European Economic Review*, 41, p. 1479-88, 1997.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LINDGREN, B.; ROOS, P. Productivity changes in Swedish pharmacies 1980-1989: a non-parametric Malmquist approach. *Journal of Productivity Analysis*, 3, p. 85-101, 1992.

FÄRE, R.; S. GROSSKOPT, M.; Z. ZHANG. Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries. *American Economic Review*, 64, p. 66-83, 1994.

FARRELL, M.J. The measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistical Society, Series A, CXX*, Part 3, p. 253-290, 1957.

FERREIRA, Pedro C.; ISSLER, J. Victor; PESSÔA, Samuel A. Testing production functions used in empirical growth studies. *Economics Letters*, 83, p. 29-35, 2004.

GRILICHES, Z.; RINGSTAD, V. Economies of scale and the form of the production function. Amsterdam: North-Holland, 1971.

GROSSKOPF, S; SELF, S. Growth, human capital and TFP. *Working Paper Oregon State University*, 2001.

HALL, R. E.; JONES, C. I. Why do some countries produce so much more product per worker than others? *Quarterly Journal of Economics*, 114 (1), p. 83-116, 1999.

HAYASHI, F. *Econometrics*, 1^a ed. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2000.

HAUSMAN, J. A. Specification tests in econometrics. *Econometrica*, 46, p.1251-1272, 1978.

_____ Specification and estimation of simultaneous equation models, in Zvi Griliches and M. D. Intriligator (eds), *Handbook of Econometrics* Vol. 1. Amsterdam: North Holland, 1983.

HENRY, M.; KNELLER, R.; MILLER, C. Trade, technology transfer and national efficiency in developing countries. *GEP Research Paper* n° 50, 2003.

HESTON, A.; SUMMERS, R.; ATEN, B. Penn World Table Version 6.1 Center for International Comparisons at the University of Pennsylvania (CICUP), oct. 2002.

HUBER, P., J. *Robust statistics*. New York: Wiley, 1981.

JONES, C. Time series tests of endogenous growth models. *Quarterly Journal of Economics*, 110, p. 495-525, 1995.

KNELLER, R.; STEVENS, P. A . The specification of the aggregate production function in the presence of inefficiency. *Economic Letters*, 81, p. 223-226, 2003.

KOENKER, R. A note on studentizing a test for heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 17, p. 107-112, 1981.

KYRIACOU, G. Level and growth effects of human capital. *Working Paper, 91, C.V. Starr Center*, 26p, 1991.

KODE, D. A.; PALM, F. C. Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions. *Econometrica*, Notes and Comments, vol. 54, n. 5, p. 1243-1248, 1986.

LICHTENBERG, K. R. Have international differences in educational attainment levels narrowed? In: *Convergence of Productivity , Cross-National Studies and Historical Evidence*, (eds.) BAUMOL, W. J.; NELSON, R. R.; WOLFF, E. N., Oxford University Press, p. 225-242, 1994.

LUCAS, R. E. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22, p. 3-42, 1988.

_____ Why doesn't capital flows from rich to poor countries? *American Economic Review*, 80, p. 92-96, 1990.

MALMQUIST, S. Index Number and Indifference Curves. *Trabajos de Estadística*, 1953, 4 (1), pp.209-42, 1953.

MANKIW, N.; ROMER, D.; WEIL, D. A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, may, 1992.

MARINHO, Emerson, L. L.; BARRETO, Flávio, A.F.D. Avaliação do crescimento da produtividade e do progresso tecnológico dos estados do Nordeste com a fronteira de produção estocástica. *Política e Planejamento Econômico*, Vol. 30(3), dezembro de 2000.

MAUDOS, J.; PASTOR, J. M.; SERRANO, L. Human capital in OECD countries: technical change, efficiency and productivity. *Working Paper-EC 98-19*, outubro, 1998.

MEEUSEN, W.; van den BROECK. Efficiency estimation from COBB-DOUGLAS production with composed error. *International Economics Review*, 32, 715-723, 1977.

MILLER, S.; UPADHYAY, M. P. The effects of openness, trade orientation, and human capital on total factor productivity. *Journal of Development Economics*, vol. 63, p. 399-423, 2000.

MINCER, J. *Schooling, experience, and earning*. National Bureau of Economic Research. New York: Columbia University Press, 1974.

MURTHY, N. R. ; CHIEN, L. S. The empirics of economic growth for OECD countries: some new findings. *Economic Letters*, 55, p. 425-429, 1997.

NELSON, R. ; PHELPS, E. Investment in humans, technological diffusion and economic growth. *American Economic Review, Paper and Proceedings*, 56 (2), p. 69-75, 1966.

NUXOLL, D. A. Differences in relative prices and international differences in growth rates. *American Economic Review*, 84 (5), p. 1423-1436, 1994.

O'NEIL, D. Education and income growth: implications for cross-country inequality. *Journal of Political Economy*, 103, p. 1289-1301, 1995.

PSACHAROPOULOS, G. Returns to investment in education: a global update. *World Development*, 22, p. 1235-1343, 1994.

_____ The profitability of investment in education: concepts and methods. *World Bank Working Paper*, Washington, D.C., 1995.

ROMER, P. Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94, p. 1002-1037, 1986.

_____ Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98, part 2, p. 71-102, 1990.

SALA-I-MARTIN, X. I just ran four million regressions, *NBER Working Paper n° 6252*, november, 1997.

_____ 15 Years of new growth economics: what have we learnt? *Discussion Paper n° 0102-47*, Department of Economics, Columbia University, april, 2002.

SCHULTZ, T. *The economic value of education*. New York: Columbia University Press, 1963.

SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70, 1 (Feb), p. 65-94, 1956.

_____ Technical change and the aggregate production function. *Review of Economic and Statistics*, 39, p. 312-320, 1957.

STAIGER, D.; STOCK, J. H. Instrumental variables regression with weak instruments. *Econometrica*, 65 (3), p. 557-586, 1997.

TASKIN, F.; ZAIM, O. Catching-up and innovation in high-and-low-income countries. *Economic Letters*, 54, p. 93-100, 1997.

THE WORLD BANK GROUP/ ECONOMIC GROWTH RESEARCH.
<http://www.worldbank.org/research/growth/GNDdata.htm>. Acesso em 12 out 2002.

WELCH, F. Education in production. *Journal of Political Economy*, 78, p. 35-59, 1970.

WHITE, H. A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica*, 48, p. 817-838, 1980.

WÖBQL. Specifying human capital: a review, some extensions, and development effects. *Kiel Working Paper N° 1007*, Kiel Institute of World Economics, Kiel, Germany, 2000.

WOOLDDRIDGE, J. M. *Econometric analysis of cross section and panel data*, MIT Press, 202.

WOLFF, E. Capital formation and productivity growth over the long-term. *American Economic Review*, 81, p. 565-579.

WU, D., M. Alternative tests of independence between stochastic regressors and disturbances. *Econometrica*, 41 (4), p. 733-750, 1973.

ANEXO 3

TABELA A 3. 1 - VARIAÇÃO TÉCNICA DOS PAÍSES DESENVOLVIDOS
DECOMPOSIÇÃO DO ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DE MALMQUIST (1960=1.00)

ANOS	PAÍSES																						
	AUS	AUT	BEL	CAN	CHE	DNK	ESP	FIN	FRA	GBR	GRC	IRL	ISL	ITA	JPN	NLD	NOR	NZL	PRT	SWE	USA	HKG	SGP
1960	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1961	1.026	1.001	0.973	1.005	0.952	1.003	0.933	0.971	1.005	1.004	0.965	0.996	1.034	0.957	0.979	1.018	0.984	0.997	0.978	0.999	0.986	0.964	1.000
1962	0.976	1.018	0.983	0.961	1.001	1.003	0.967	1.011	0.997	1.006	1.031	1.009	0.980	0.966	1.007	0.996	1.001	1.002	0.979	1.002	0.971	0.938	0.883
1963	0.987	1.009	0.984	0.983	1.005	1.012	0.984	0.992	1.005	1.001	0.974	1.005	0.945	0.984	1.000	1.010	0.994	0.998	0.981	1.001	0.982	0.909	0.982
1964	0.992	0.999	0.972	0.975	1.003	0.995	1.004	0.984	1.000	0.999	0.992	1.006	0.987	1.010	0.992	0.988	0.996	1.001	0.987	1.000	0.975	0.950	0.973
1965	1.009	1.013	0.997	0.992	1.004	1.003	1.002	0.987	1.005	1.003	0.996	1.017	1.002	0.998	1.021	1.003	0.996	1.003	0.982	1.003	0.979	0.934	1.135
1966	0.997	0.999	1.004	0.994	1.008	1.008	1.000	1.010	1.005	1.007	1.008	1.023	1.001	0.970	0.992	1.011	0.998	1.003	0.993	1.004	0.991	0.972	1.001
1967	1.003	1.011	0.995	1.008	1.005	1.004	1.008	1.008	1.004	1.005	1.008	0.993	1.011	0.963	0.998	1.001	0.998	1.005	0.986	1.003	0.996	0.998	0.994
1968	0.994	1.006	0.994	0.999	1.009	1.007	1.003	1.017	1.006	0.999	0.999	0.995	1.091	0.970	1.000	0.998	1.003	1.005	0.990	1.003	0.992	0.986	0.988
1969	1.003	0.998	0.984	1.001	1.001	0.997	0.996	0.935	0.996	1.001	0.994	1.001	1.026	0.984	1.002	0.999	0.998	0.984	1.004	1.000	0.996	0.963	0.996
1970	1.004	0.998	0.990	1.009	0.994	1.009	1.007	0.985	1.003	1.005	1.002	1.010	0.980	0.993	1.003	0.999	1.003	1.008	0.999	1.001	1.000	0.964	1.005
1971	1.005	1.003	0.999	0.997	1.000	1.006	1.003	1.007	1.005	1.004	1.002	1.008	0.923	1.005	1.007	1.003	0.995	1.000	1.002	1.004	0.990	0.970	1.007
1972	1.005	1.000	1.000	1.002	1.003	0.999	0.998	0.983	1.002	0.993	1.001	0.997	1.005	0.998	1.004	1.006	1.000	1.001	1.002	1.003	0.991	0.972	1.004
1973	0.999	1.003	0.994	0.998	1.005	1.007	1.002	0.993	0.999	0.988	1.003	1.001	0.988	0.986	1.004	0.999	0.999	1.000	1.003	1.002	0.995	0.966	1.005
1974	1.015	1.006	1.003	1.005	1.006	1.044	1.002	1.002	1.007	1.023	1.031	1.005	1.001	0.991	1.030	1.003	1.001	1.003	1.003	1.001	1.003	1.006	1.009
1975	1.020	1.021	1.020	1.009	1.058	1.065	1.012	1.007	1.037	1.030	0.996	0.999	1.024	1.032	1.037	1.029	1.002	1.008	1.011	1.005	1.012	1.019	1.017
1976	0.998	0.998	0.995	1.004	1.105	0.960	1.008	1.031	1.000	0.998	0.994	1.023	1.005	0.981	1.021	0.996	1.001	1.008	0.988	1.011	0.987	0.956	1.009
1977	1.030	1.000	1.012	1.009	1.034	1.037	1.013	1.023	1.000	0.999	1.017	0.979	0.970	1.006	1.010	1.013	1.003	1.035	0.998	1.020	0.999	0.981	1.008
1978	0.996	1.026	1.009	1.007	1.023	1.018	1.022	1.016	1.022	1.001	0.994	0.998	1.002	0.997	1.010	1.009	1.005	1.019	1.006	1.011	1.000	0.998	0.999
1979	1.017	0.990	1.009	1.004	1.007	1.009	1.033	0.960	0.985	1.010	1.010	1.008	1.008	0.997	1.009	1.015	1.001	1.015	1.000	1.001	1.003	0.997	0.993
1980	1.011	1.011	0.992	1.016	0.992	1.059	1.017	0.994	1.013	1.044	1.030	1.008	0.997	1.001	1.025	1.023	1.002	1.017	1.005	1.011	1.008	1.000	0.998
1981	1.006	1.034	1.027	1.008	0.992	1.069	1.046	1.008	1.021	1.049	1.059	1.009	1.008	1.010	1.023	1.044	1.008	1.002	1.008	1.024	1.005	1.002	1.001
1982	1.064	1.013	1.025	1.082	1.046	1.012	1.018	1.004	1.014	1.013	1.054	1.009	1.015	1.009	1.023	1.049	1.011	1.000	1.010	1.016	1.024	1.005	1.003
1983	0.996	1.005	1.028	1.016	1.039	1.024	1.029	1.008	1.015	0.995	1.056	1.040	1.065	1.011	1.033	1.033	1.002	1.015	1.018	1.014	0.998	0.999	1.002
1984	1.007	1.032	1.005	0.981	1.016	1.007	1.030	0.999	1.006	1.016	1.037	0.990	0.999	1.002	1.013	1.006	1.001	1.003	1.028	1.003	0.997	0.997	0.999
1985	1.007	1.007	1.013	1.000	1.002	1.010	1.022	1.004	1.024	0.999	1.019	1.008	1.017	1.003	1.014	1.017	1.003	1.021	1.006	1.015	1.006	1.009	1.045
1986	1.015	1.016	1.013	1.024	1.011	1.002	1.014	1.008	1.025	1.001	1.040	1.043	0.997	1.007	1.023	1.018	1.004	1.017	1.004	1.011	1.006	0.991	1.014
1987	1.002	1.017	1.008	1.000	1.019	1.059	0.996	1.002	0.996	1.003	1.082	0.993	0.996	1.004	1.003	1.018	1.006	1.022	0.998	1.011	1.004	0.999	0.982
1988	1.005	0.993	1.002	1.001	1.022	1.020	0.989	1.001	1.000	0.996	1.004	0.997	1.019	0.999	0.995	1.017	1.008	1.028	0.995	1.010	1.004	1.004	0.979
1989	1.005	0.996	1.005	1.014	0.998	1.049	1.007	1.001	1.009	1.011	1.026	0.999	1.029	1.004	0.996	1.006	1.008	1.029	1.004	1.010	1.005	1.005	0.985
1990	1.033	1.003	1.006	1.055	0.981	1.040	1.006	1.006	1.009	1.023	1.058	0.999	1.030	1.005	1.003	1.010	1.008	1.029	1.006	1.012	1.006	1.004	0.991

TABELA A 3.2 - VARIAÇÃO TÉCNICA DOS PAÍSES DE RENDA MÉDIA
 DECOMPOSIÇÃO DO ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DE MALMQUIST (1960=1.00)

ANOS	PAÍSES																											
	TUR	FJI	KOR	MYS	PNG	PHL	TWN	THA	LKA	MUS	ZAF	ARG	BOL	BRA	CHL	COL	CRI	DOM	ECU	SLV	GTM	JAM	MEX	PRY	PER	TTO	URY	VEN
1960	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1961	0.989	0.986	1.008	0.996	0.897	0.997	0.984	0.958	0.998	0.759	0.983	1.001	0.994	0.922	0.990	0.956	1.023	1.023	1.017	1.005	0.952	0.989	1.021	0.998	0.937	0.899	0.997	0.943
1962	0.991	0.985	1.039	1.005	0.994	0.998	0.977	0.935	0.990	0.943	0.975	1.017	0.997	0.997	0.989	0.949	0.937	0.937	1.010	0.974	0.982	1.000	1.013	1.018	0.931	1.025	1.003	0.903
1963	0.976	0.974	0.974	1.001	1.014	0.997	0.971	0.930	1.011	0.879	1.001	1.061	0.984	0.998	0.982	0.979	1.003	1.003	1.002	1.004	0.957	0.992	0.970	1.008	0.941	0.968	1.021	0.952
1964	1.001	0.986	1.010	1.013	1.002	1.009	0.946	0.960	0.990	0.959	1.008	0.958	1.001	1.009	0.990	0.936	0.982	0.982	0.966	0.995	0.979	0.969	0.965	1.005	0.970	0.961	0.989	0.955
1965	1.003	1.027	1.028	1.003	0.999	1.001	0.958	0.944	1.010	1.015	0.993	0.964	0.993	0.993	1.014	1.002	1.067	1.067	1.016	1.002	0.981	0.985	1.004	0.999	0.954	1.045	1.018	0.998
1966	0.990	1.011	0.978	1.005	1.007	1.007	0.978	0.913	0.994	0.970	1.009	1.022	1.001	1.014	0.936	0.968	0.995	0.995	1.028	1.002	0.965	1.002	1.005	1.022	0.939	0.979	0.978	1.014
1967	1.005	0.956	1.020	1.025	1.013	0.993	0.971	0.953	0.999	0.982	1.001	1.007	1.003	1.006	1.007	0.979	1.015	1.015	0.992	0.999	0.986	1.022	1.009	0.994	0.996	0.971	1.030	0.995
1968	1.003	0.985	0.996	1.006	1.013	1.005	0.992	0.955	1.002	1.061	1.006	0.997	1.055	0.952	0.997	0.963	1.032	1.032	1.004	1.014	0.957	1.010	0.995	1.013	0.995	0.979	1.008	0.998
1969	1.003	1.005	0.998	1.017	1.036	1.006	0.983	0.957	1.004	0.977	1.006	0.991	1.005	0.983	0.999	0.967	0.992	0.992	1.024	1.012	0.978	0.994	1.012	1.009	0.980	0.997	0.974	1.000
1970	1.007	0.973	1.009	1.012	1.073	1.021	0.966	0.943	1.011	0.954	1.003	1.006	1.024	0.976	1.004	0.963	0.961	0.961	0.988	1.018	0.982	0.968	1.006	1.005	0.974	1.028	1.000	0.999
1971	1.006	0.998	1.012	1.020	1.017	1.003	0.959	0.998	1.014	0.994	1.011	1.002	0.997	0.967	0.983	0.978	0.997	0.997	0.998	1.022	1.000	1.005	1.010	1.018	1.002	1.103	1.011	1.024
1972	1.002	1.001	1.039	0.997	0.917	1.006	0.952	1.000	1.045	0.952	1.017	1.009	0.989	0.984	1.014	0.975	0.974	0.974	0.945	1.001	0.973	0.986	0.998	1.008	1.005	0.925	1.032	1.032
1973	1.010	1.000	0.985	0.995	0.956	0.998	0.966	0.938	1.002	0.982	1.007	1.007	0.964	0.993	1.050	0.994	0.943	0.943	0.887	1.013	1.003	1.017	1.001	1.028	0.998	1.023	1.002	1.030
1974	1.005	1.009	1.020	1.003	1.043	1.012	1.061	1.017	1.034	0.925	1.009	1.001	0.986	1.004	0.994	1.000	0.999	0.999	0.987	1.027	1.004	1.043	1.008	1.005	1.000	1.011	1.018	1.063
1975	1.006	1.021	1.034	1.061	1.079	1.021	1.024	0.992	1.027	0.990	1.023	1.025	0.998	1.009	1.203	1.008	1.017	1.017	1.003	1.040	1.011	1.066	1.015	1.008	1.005	1.026	0.993	1.007
1976	1.003	1.014	0.997	0.987	1.107	1.003	0.948	0.967	1.039	0.842	1.026	1.053	0.991	0.999	1.015	1.005	1.017	1.017	1.003	1.010	1.009	1.091	1.017	1.027	1.013	0.987	1.008	0.980
1977	1.011	1.009	1.000	1.007	1.102	1.019	0.975	0.961	1.034	0.965	1.046	0.978	1.000	1.010	0.972	1.001	1.014	1.014	1.002	1.028	0.999	1.053	1.036	0.978	1.021	1.009	1.017	0.991
1978	1.022	1.022	1.011	1.016	1.007	1.023	0.948	0.968	1.037	0.998	1.040	1.079	1.021	1.022	0.976	0.995	1.018	1.018	1.007	1.022	1.006	1.047	0.995	0.985	1.075	0.989	0.996	1.009
1979	1.037	0.996	1.016	1.008	1.089	1.025	1.003	1.012	1.051	0.999	1.033	0.958	1.031	1.005	0.979	1.005	1.010	1.010	1.009	1.112	0.998	1.061	0.999	0.982	1.030	1.007	0.993	1.006
1980	1.052	1.028	1.133	0.999	1.134	1.028	1.002	1.013	1.053	1.078	0.998	1.005	1.051	1.001	1.010	1.007	1.018	1.018	1.011	1.201	1.004	1.116	1.001	1.022	1.014	1.012	1.000	1.075
1981	1.003	1.016	1.031	1.015	1.104	1.048	1.010	0.997	1.025	1.002	1.015	1.092	1.043	1.079	1.009	1.014	1.010	1.010	1.022	1.180	1.024	1.060	1.001	0.998	0.978	0.980	1.015	1.036
1982	1.022	1.052	1.011	1.033	1.116	1.050	1.027	1.025	1.025	0.950	1.042	1.136	1.087	1.060	1.122	1.026	1.029	1.029	1.036	1.150	1.051	1.075	1.052	1.078	1.054	0.986	1.124	1.068
1983	1.015	1.049	0.993	1.021	1.078	1.071	0.988	1.009	1.009	1.037	1.066	1.005	1.110	1.102	1.106	1.030	1.058	1.058	1.103	1.069	1.057	1.059	1.111	1.078	1.180	1.076	1.168	1.030
1984	1.012	1.006	1.012	1.009	1.080	1.156	0.970	1.011	1.069	1.002	1.019	1.017	1.063	1.023	0.999	1.025	1.062	1.062	1.048	1.083	1.062	1.073	1.031	1.089	1.025	0.969	1.053	1.053
1985	1.019	1.063	1.030	1.086	1.023	1.135	1.017	1.028	1.012	0.987	1.071	1.111	1.089	0.998	1.030	1.017	1.061	1.061	1.040	1.077	1.066	1.098	1.054	1.040	1.038	1.148	1.027	1.048
1986	1.012	1.034	0.981	1.075	1.066	1.066	0.967	1.021	1.063	0.980	1.075	0.984	1.115	1.011	1.023	1.010	1.044	1.044	1.052	1.100	1.049	1.072	1.107	1.072	0.958	1.092	0.947	0.995
1987	1.005	1.070	0.992	1.026	1.090	1.040	0.988	1.001	1.075	0.995	1.048	1.024	1.059	1.036	1.026	1.012	1.081	1.081	1.127	1.073	1.063	0.999	1.058	1.044	0.980	1.042	0.960	1.018
1988	1.037	1.057	0.989	0.991	1.136	1.024	1.004	0.991	1.056	1.006	1.051	1.118	1.064	1.070	1.017	1.021	1.030	1.030	0.990	1.098	1.037	1.083	1.103	0.999	1.163	1.063	1.058	1.022
1989	1.048	0.989	1.018	0.983	1.087	1.049	1.004	1.004	1.056	1.004	1.054	1.163	1.050	1.052	0.982	1.023	1.084	1.084	1.080	1.121	1.051	1.056	1.045	0.992	1.244	1.066	1.041	1.115
1990	1.008	1.052	1.000	0.995	1.141	1.072	1.006	1.003	1.049	1.006	1.068	1.111	1.066	1.124	1.043	1.024	1.097	1.097	1.063	1.102	1.054	1.039	1.037	1.053	1.122	1.099	1.055	1.009

TABELA A 3.3 - VARIAÇÃO TÉCNICA DOS PAÍSES POBRES
 DECOMPOSIÇÃO DO ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DE MALMQUÏST (1960=1.00)

ANOS	PAÍSES																
	IDN	BGD	PAK	CMR	CAF	GHA	KEN	LSO	MWI	MLI	TGO	UGA	ZMB	ZWE	HND	NIC	IND
1960	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1961	0.981	0.970	0.944	1.001	1.000	0.891	1.000	0.982	0.964	1.001	0.906	1.019	0.992	0.873	0.995	0.972	0.949
1962	1.025	0.906	0.930	0.997	1.007	0.854	0.888	0.910	0.997	1.003	1.008	0.966	1.103	0.971	0.998	0.950	0.967
1963	1.049	0.944	0.925	0.999	1.023	1.044	0.935	0.967	1.044	0.986	0.968	0.998	0.943	0.929	1.019	0.990	0.941
1964	0.995	0.969	0.902	1.000	0.985	0.910	0.920	0.991	0.952	1.102	1.024	0.994	0.879	0.881	0.985	0.995	0.956
1965	1.046	0.966	0.923	1.006	1.020	1.233	0.968	1.009	0.975	0.927	0.943	0.986	1.049	0.861	0.952	0.998	1.011
1966	0.992	0.950	0.883	0.999	1.017	0.818	0.884	1.027	0.995	0.991	0.927	0.986	1.114	0.848	0.997	1.011	1.016
1967	1.034	1.013	0.965	1.134	1.057	0.999	0.967	0.975	1.002	0.976	0.979	1.013	0.995	0.925	1.011	1.001	0.938
1968	0.945	0.924	0.940	0.952	0.954	0.903	0.988	1.042	1.061	0.952	1.002	1.009	1.063	1.048	0.984	1.015	0.961
1969	0.987	0.953	0.908	0.993	1.001	0.986	0.938	1.047	1.010	0.992	1.003	0.996	1.066	0.764	1.031	1.000	0.947
1970	0.995	0.921	0.937	1.016	1.017	0.885	1.093	1.045	1.133	0.934	1.010	1.029	1.069	0.812	1.018	1.031	1.004
1971	1.000	1.015	0.985	0.993	1.037	0.924	0.805	1.012	0.866	0.963	1.219	0.983	1.051	0.930	0.961	1.027	1.005
1972	1.002	1.087	0.942	1.035	1.053	0.994	0.890	1.067	1.053	0.968	0.975	1.047	0.996	0.867	0.993	1.021	1.021
1973	0.988	1.011	0.936	1.020	1.024	1.027	0.996	0.903	0.967	1.017	1.006	1.072	1.085	1.019	1.012	1.061	1.009
1974	1.011	0.867	1.006	0.961	1.108	1.032	0.958	0.999	1.044	1.005	1.003	1.058	1.039	0.968	1.108	0.960	1.033
1975	1.006	1.005	0.963	0.950	1.085	1.145	1.015	1.160	1.083	0.929	1.160	1.046	1.104	0.910	0.997	1.022	0.955
1976	1.018	0.962	0.977	1.129	1.029	1.064	1.027	1.067	1.009	0.907	0.948	1.079	0.987	0.915	0.974	1.014	1.013
1977	1.003	1.013	0.998	0.939	1.063	1.066	0.968	0.986	1.042	0.998	1.190	1.074	1.150	1.072	1.029	1.034	0.989
1978	1.005	0.970	0.955	0.937	1.018	0.913	0.983	0.918	1.066	1.039	1.118	1.131	1.092	1.016	0.992	1.087	1.001
1979	1.015	0.966	1.024	1.011	1.070	1.046	0.960	1.107	1.023	0.958	1.029	1.347	1.127	0.982	1.008	1.377	1.079
1980	1.007	1.043	0.943	1.121	1.135	1.079	1.010	1.150	1.136	1.078	0.870	1.099	1.081	0.895	1.058	1.103	0.996
1981	1.007	0.935	0.948	0.947	1.119	1.064	1.017	1.123	1.119	1.097	1.114	0.787	1.026	0.963	1.010	1.070	1.008
1982	1.060	0.997	0.988	1.005	1.081	1.048	1.015	1.114	1.091	1.090	1.074	1.043	1.161	1.006	1.038	1.043	1.002
1983	1.024	0.984	0.976	1.045	1.236	1.121	1.032	1.106	1.095	0.987	1.140	1.050	1.158	1.006	1.098	1.026	0.997
1984	1.023	1.001	0.998	1.033	1.018	0.995	1.022	1.151	1.059	1.008	1.012	1.096	1.120	1.023	1.075	1.079	1.026
1985	1.053	1.010	1.002	1.026	1.062	1.027	1.039	1.100	1.124	1.072	1.074	1.144	1.137	0.993	1.040	1.134	1.012
1986	1.044	1.005	0.999	0.997	1.076	1.041	0.977	1.073	1.108	1.147	1.129	1.143	1.130	1.010	1.073	1.084	1.013
1987	1.053	1.012	0.999	1.100	1.141	1.054	1.013	1.097	1.133	1.066	1.124	1.098	1.146	1.025	1.047	1.110	1.020
1988	1.033	1.014	1.004	1.190	1.104	1.028	1.006	1.070	1.126	1.049	1.036	1.102	1.098	0.994	1.081	1.328	1.006
1989	1.015	1.015	1.004	1.159	1.108	1.042	1.025	1.156	1.130	0.959	1.060	1.105	1.143	0.992	1.044	1.142	1.009
1990	1.016	1.005	1.012	1.162	1.132	1.066	1.025	1.201	1.103	1.128	1.166	1.057	1.136	1.002	1.118	1.073	1.016