

Produtividade e Crescimento Econômico da América Latina: A Abordagem da Fronteira Estocástica de Produção.

RESUMO

Este artigo examina o desempenho da produtividade total de fatores e discute a experiência de crescimento econômico na América Latina. Com este objetivo, estima-se uma função fronteira de produção estocástica na forma de uma translog com efeitos de ineficiência técnica para um painel de 19 países, no período de 1961 a 1990. Utilizando-se o índice de produtividade de Malmquist, o crescimento da produtividade é decomposto em dois componentes: variação tecnológica e variação de eficiência técnica. Através desta técnica, consegue-se quantificar a contribuição da produtividade ao crescimento da América Latina, identificar as fontes de ineficiência técnica de produção e compreender os fatores determinantes do desempenho das economias latino-americanas. Entre outras conclusões, a mais relevante é a de que a performance da produtividade total dos fatores foi a principal razão do baixo crescimento econômico da América Latina.

PALAVRAS-CHAVE: Crescimento econômico, Fronteira estocástica de produção, Produtividade total dos fatores.

ABSTRACT

This paper examines the aggregate productivity performance and discuss the economic growth experience in Latin America. A translog stochastic frontier is fitted with inefficiency effects to a panel of 19 Latin American countries for the period 1961 to 1990. Estimate productivity growth is decomposed into two components: technological progress and efficiency change. We use Malmquist Index to calculate total productivity factor (TFP) change. Applying international data sets, this study aims to: (1) examine the contribution of productivity to economic growth in Latin America, (2) investigate the sources of technical inefficiency, and (3) shed some light on the performance among Latin America economies. With this framework we show that total productivity factor performance was the main reason for low growth of Latin America.

KEY WORDS: Economic growth, Stochastic production frontier, Total productivity of factors.

JEL Classification: C23, O40, O47, O54.

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 do progresso técnico. 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, versão Ramsey (1928), Cass (1965) e Koopmans (1965) do modelo neoclássico, 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, cujas causas poderiam estar associadas a uma gama bastante ampla de fenômenos.

A partir da publicação dos trabalhos de Romer (1986) e Lucas (1988) surgem formalizações teóricas baseadas 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 e Lucas, a mudança tecnológica assume o papel central no processo de acumulação de capital e do crescimento.

O argumento central é o de 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 no nível da economia agregada.

Não obstante as diferenças nos argumentos e previsões das principais teorias de crescimento econômico há consenso na literatura empírica de que a idéia de acumulação de capital não pode sustentar o crescimento por períodos prolongados e, que a fonte para a evolução e a prosperidade econômicas no longo prazo reside na produtividade total dos fatores (PTF) (Senhadji, 1999). A ampliação do bem-estar da população e a redução da pobreza têm uma forte ligação com o crescimento da produtividade e com o crescimento econômico.

O presente trabalho 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, fazendo-se a sua decomposição em dois componentes: a variação de eficiência técnica e a variação do

progresso técnico. Esse procedimento de decomposição da variação da produtividade possibilita a identificação dos fatores determinantes de seu desempenho ao longo do tempo, se decorrente de uma aproximação da fronteira de produção (*catching up*) ou, então, resultado do deslocamento da fronteira (inovação tecnológica). 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. Examina-se também a contribuição de um conjunto de variáveis, relacionadas com o ambiente econômico local de cada país, na explicação do desempenho da eficiência técnica.

Utiliza-se neste trabalho um procedimento de escolha da forma funcional da fronteira de produção diferente da literatura tradicional de estimação da PTF, que define *a priori* o modelo Cobb-Douglas. Tendo como base a moderna literatura sobre produtividade (Fried, Lovell e Schmidt, 1993), (Battese e Coelli, 1995) e (Coelli, Rao e Battese, 1998), procura-se modelar a forma funcional da função de produção a partir dos dados da amostra. Com esse objetivo, utiliza-se o teste da razão de verossimilhança para o exame da adequação da função Cobb-Douglas, que constitui uma forma bastante restritiva, confrontando com a forma funcional mais flexível expressa pela Translog. Os testes indicaram a adoção dessa última.

Na análise da performance econômica dos países utiliza-se a abordagem paramétrica da fronteira estocástica de produção. Essa técnica permite a análise das unidades produtivas, neste caso países, pela identificação da fronteira de produção (melhor prática produtiva) e avaliação do desempenho de cada país relativamente à fronteira de produção. Como resultado, tem-se o *ranking* qualitativo dos países da amostra e a quantificação das medidas de eficiência.

O artigo se distribui em cinco seções. A seção um apresenta o modelo econométrico a ser estimado. A seção dois define a base de dados e as variáveis empregadas além de analisar os resultados das estimações. A seção três trata da construção do índice de variação da produtividade total (PTF) de Malmquist e sua decomposição em variação de eficiência técnica e variação tecnológica. A última seção é dedicada às conclusões.

1. MODELO EMPÍRICO

1.1 Equação Estimada

Utilizando dados em painel para uma amostra de dezenove países latino-americanos, a forma funcional da fronteira estocástica foi determinada através de um teste de adequação de uma fronteira Cobb-Douglas relativamente à forma menos restritiva expressa pela função translog¹. Em face disso, adota-se a função de fronteira de produção translog especificada na forma²:

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

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 nas seguintes restrições sobre os parâmetros desta função: $\beta_0 + \lambda_0 = 1, \beta_1 + \lambda_1 = 0, \eta_1 + \eta_2 = \eta_2 + \eta_3$.

¹ O teste de escolha da forma funcional adotada está apresentado na Tabela 3.

² A função translog foi proposta por Christensen, Jorgenson e Lau (1971) e Griliches e Ringstad (1971).

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 amostra³. 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.

Na equação de ineficiência técnica (2), o vetor z_{it} é composto das seguintes variáveis:

z_{1t} - é 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)⁴;

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 economias mais abertas tenham maior acesso à importação de bens intermediários mais baratos, uma maior penetração a amplos mercados e a tecnologias mais avançadas.⁵

A variável v_{it} , é o erro aleatório relacionado à função de produção que segue 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), com média $z_{it}\delta$ e variância σ_u^2 . 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) cuja função de log-verossimilhança é

expressa em termos da parametrização $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$. Uma vez que este parâmetro possui valores situados entre zero e um⁶, esta parametrização facilita o processo de maximização por iterações.

1.2 Produtividade Total dos Fatores

Pode-se mostrar que o índice de produtividade total decompõe-se nos componentes de variação de eficiência técnica, variação de escala e variação tecnológica. 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:

³ Para mais detalhes sobre as variáveis utilizadas e de suas fontes de referência, veja-se a Tabela A.1, no Apêndice.

⁴ Como em alguns países da região ocorreram períodos de deflação e também de processos hiper-inflacionários, adotou-se essa expressão a fim de atenuar-se a influência dos casos extremos no termo da ineficiência.

⁵ 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 tendo em vista a disponibilidade de dados anuais para a amostra de países na PWT 6.1.

⁶ 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.

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

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:

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

No caso de λ_t assumir valores inferiores à unidade, fica configurada a que a unidade de produção apresenta, no período observado, ineficiência técnica em seu processo produtivo. Substituindo a equação (4) na equação (3), obtém-se:

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

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 $x_{t+1} = k x_t^\gamma$. E acrescentando-se que função de produção é homogênea de grau $\gamma(t+1)$, em x_{t+1} , relativo ao período $t+1$, a equação (5) passa a ter a seguinte configuração:

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

A equação (6) fornece a decomposição do índice da PTF, cujos componentes são os seguintes: o primeiro componente do lado direito, $[\lambda_{t+1}/\lambda_t]$, 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.⁸ 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 técnica e variação tecnológica.

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 tecnológico 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:

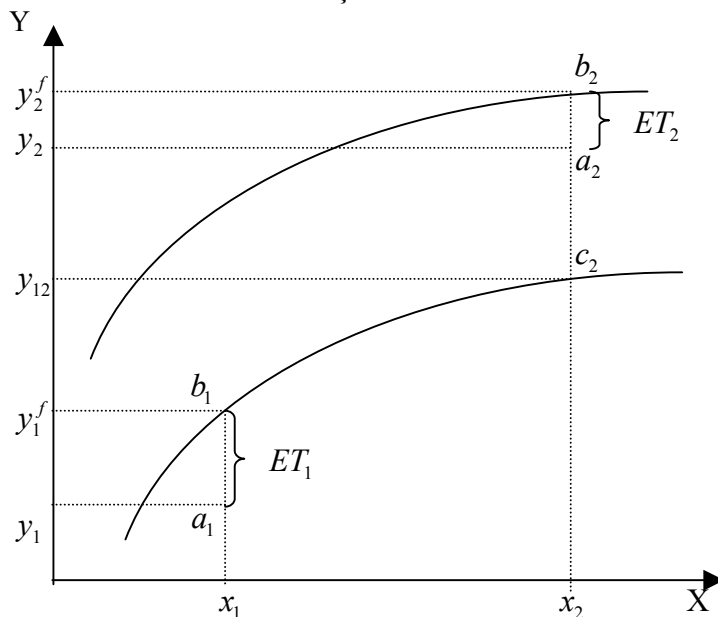
$$\begin{aligned} \Delta y &= y_2 - y_1 = (y_2^f - ET_2) - (y_1^f - ET_1) = (y_2^f - y_1^f) + (ET_1 - ET_2) \\ \Delta y &= (y_2^f - y_{12}) + (y_{12} - y_1^f) + (ET_1 - ET_2) \end{aligned} \quad (7)$$

⁷ Sendo a quantidade de um insumo em $t+1$ maior que em t , k apresentará valor superior à unidade.

⁸ Deve-se observar que o efeito de variação de escala é uma combinação dos parâmetros escala de operação k e de retorno de escala γ .

A variação no produto $(y_2 - y_1)$ é decomposta em variação tecnológica, $(y_2^f - y_{12})$, em variação de escala de produção, $(y_{12} - y_1^f)$, e 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 tecnológica e variação de eficiência técnica. Com efeito, neste caso não existe variação de escala, ou seja, $(y_{12} - y_1^f) = 0$. Na Figura 1, as fronteiras de produção seriam lineares e em qualquer ponto sobre estas curvas as produtividades médias do insumo x seriam constantes, não havendo ganhos nem perdas de escala quando o produto se desloca sobre as fronteiras de produção.

FIGURA 1- DECOMPOSIÇÃO DO CRESCIMENTO DO PRODUTO



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 discussão sobre estes tópicos.

1.3 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

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

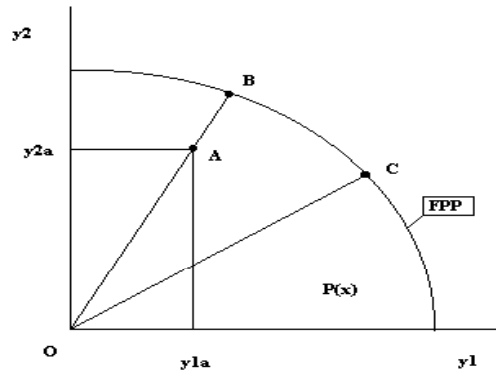
A Figura 2 ilustra o conceito de um conjunto de possibilidade de produção. Os pontos ao longo da fronteira definem um subconjunto eficiente do conjunto de possibilidade de produção. Logo, os pontos B e C constituem níveis de produção eficiente e o ponto A é de produção ineficiente. Em termo de uma medida 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.

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 produto por $D_o^t(x^t, y^t)$, para um período de tempo t , uma definição mais formal é expressa por⁹:

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

FIGURA 2 – CONJUNTO DE POSSIBILIDADE DE PRODUÇÃO



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. Portanto, o ponto A é 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 a um.

1.4 Índice de Produtividade Total de Malmquist

O índice de produtividade total de Malmquist orientado pelo produto, de acordo com Caves, Christensen e Diewert (1982), para uma tecnologia de referência no período de tempo t , é definido como:

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

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

⁹Vários 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, $L(y) = \{x : x \text{ pode produzir } y\}$.

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

Färe et al (1994), realizando algumas manipulações algébricas em (12), propõem uma forma equivalente de definir o índice de Malmquist, que é expressa por:

$$M_o(y_{t+1}, y_t, x_{t+1}, x_t) = \left[\frac{D_o^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})}{D_o^t(y_t, x_t)} \right] \left[\frac{D_o^t(y_{t+1}, x_{t+1})}{D_o^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})} x \frac{D_o^t(y_s, x_s)}{D_o^{t+1}(y_t, x_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

O primeiro termo do lado direito de (13) mede o quão distante a produção observada encontra-se do produto potencial máximo entre os períodos t e $t+1$. Este termo mede a variação de eficiência técnica de produção. O segundo 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 tecnológica, tendo-se então que:

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

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

De acordo com Coelli, Rao e Battese (1998), o método descrito constitui um procedimento alternativo de mais fácil operacionalização que a estimação direta das funções distâncias. E como os resultados obtidos são bastante similares, adota-se aqui este procedimento. Como em Marinho e Barreto (2000), as funções distâncias utilizadas no cálculo do índice de Malmquist serão determinadas através da estimação simultânea da fronteira de produção (1) e da ineficiência técnica (2), definidas na seção um. No caso de um único produto, estes autores mostram 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.

2. DADOS AMOSTRAIS, ESTIMAÇÃO E RESULTADOS

2.1 Dados amostrais

Os dados foram extraídos de três fontes básicas: *Penn World Table 6.1 (PWT 6.1)*¹⁰, (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 através do DSBB-FMI.

¹⁰ A Penn World Table 6.1 é uma atualização da versão PWT 5.6, que ainda está em andamento.

TABELA 1 - RESUMO DAS ESTATÍSTICAS BÁSICAS DA AMOSTRA DE PAÍSES DA AMÉRICA LATINA

PAÍSES		POPULAÇÃO 1990 Milhões	PIB <i>Per Capita</i> ² 1990	TAXAS DE CRESCIMENTO MÉDIA ANUAL 1960-90 (%)			
				PIB ³	PIB <i>Per Capita</i>	CAPITAL ⁴	TRABALHO ⁵
Argentina	ARG	32.527	4706	1.46	0.20	3.57	1.15
Bolívia	BOL	6.573	1658	2.40	1.27	2.55	1.92
Brasil	BRA	147.94	4042	5.74	2.83	6.00	2.84
Chile	CHL	13.099	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	2.994	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	10.264	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	8.749	2127	4.15	0.83	4.05	2.36
Honduras	HND	4.879	1377	4.13	0.97	4.40	3.10
Jamaica	JAM	2.4035	2545	2.67	1.23	1.92	1.95
México	MEX	81.745	5827	4.94	2.47	6.11	3.30
Nicarágua	NIC	3.827	1294	2.24	-0.67	4.63	3.05
Paraguai	PRY	4.219	2128	5.28	2.07	8.20	2.84
Peru	PER	21.569	2188	2.98	0.30	3.70	2.61
Trinidad e Tobago	TTO	1.215	7764	3.60	1.20	4.92	1.77
Uruguai	URY	3.106	4602	1.39	0.50	1.85	0.54
Venezuela	VEN	19.502	6055	2.79	-0.17	3.18	3.59

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

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

Em concordância com a opinião de um número crescente de pesquisadores sobre crescimento econômico, neste trabalho utilizam-se os 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 na forma de taxas de variação. Esse procedimento deve-se ao 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 (Nuxoll, 1994).

Os modelos especificados neste trabalho são aplicados para uma amostra de dados em um painel anual de 19 países da América Latina, no período compreendido entre os anos de 1961 e 1990. A amostra abrange o total de 570 observações das variáveis consideradas.

Em relação aos países integrantes da amostra, cujas estatísticas básicas são apresentadas na tabela 1, a disponibilidade de dados estatísticos foi o fator determinante na sua definição final. Por outro lado, o

2.2 Estimação e resultados

As estimativas dos parâmetros da fronteira de produção, equação (1), estão apresentadas na Tabela 2. 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. Já o sinal negativo de θ_2 mostra uma desaceleração na variação do progresso tecnológico. O indicador de ineficiência técnica, γ , apresenta o valor de 0,89, sendo também estatisticamente significativo, o que implica poder-se atribuir a maior parcela da variância total à variação de ineficiência técnica. Ou seja, 89% da variância total é explicada pela variância do termo da ineficiência técnica. Isto mostra a importância de se incorporar a ineficiência técnica ao modelo.

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 2. Todos os parâmetros estimados apresentam-se estatisticamente significantes no nível de 5%, tendo seus sinais sido 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 são menos eficientes. Esse resultado pode ter como explicação o fato de que a pressão dos gastos públicos mais elevados resulta em um efeito deslocamento nos investimentos produtivos, 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 adotado políticas comerciais baseadas na desvalorização do câmbio real lograram reduzir o seu grau de ineficiência através do mecanismo de preços.

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.

TABELA 2 – ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS DA FRONTEIRA DE PRODUÇÃO

PARÂMETROS/VARIÁVEIS	ESTIMATIVA	VALOR-t
$\theta_1(t)$	0.1263	12.50
$\theta_2((1/2)t^2)$	-0.0008	-7.18
$\beta_0(\ln K)$	-2.8189	-9.13
$\beta_1(t \ln K)$	-0.0121	-11.00
$\lambda_0(\ln L)$	3.8189**	nd
$\lambda_1(t \ln L)$	0.0121**	nd
$\eta_1((1/2) \ln K \ln K)$	0.3783	10.87
$\eta_2(\ln K \ln L)$	-0.3783	nd
$\eta_3((1/2) \ln L \ln L)$	0.3783**	nd
δ_0 (intercepto)	-0.1441	-1.86
δ_1 (z_1 - gastos de consumo do governo)	1.4538	6.96
δ_2 (z_2 - desvio dos preços locais em relação à PPP)	-0.1313	-2.40
δ_3 (z_3 - taxa de inflação)	0.0493	3.93
δ_4 (z_4 - grau de abertura)	-0.1887	-2.61
σ_ε^2	0.0190	4.55
γ	0.8921	21.20
Eficiência Média	0.8941	
LOG DA FUNÇÃO DE VEROSSIMILHANÇA	583.84	

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

**Obtidos a partir das restrições impostas aos parâmetros da função fronteira de produção.

A variável 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 3, apresentam-se alguns testes estatísticos construídos com a finalidade de se verificar a consistência de hipóteses específicas relacionadas à função fronteira de produção estimada.

A primeira hipótese nula especificada na mencionada tabela refere-se ao teste de adequação do modelo Cobb-Douglas relativamente à forma funcional menos restritiva expressa pela translog, na equação (1). Desse modo, 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 5%. Com isso, rejeita-se a especificação na forma de uma função Cobb-Douglas em favor do modelo translog especificado.

A segunda hipótese nula é adotada para testar-se a ausência de efeitos de ineficiência técnica na fronteira de produção para a amostra considerada de países. O resultado mostra 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.

TABELA 3 - TESTE DA RAZÃO DE VEROSSIMILHANÇA PARA OS PARÂMETROS DA FRONTEIRA ESTOCÁSTICA DE PRODUÇÃO

HIPÓTESE NULA - H_0	TESTE ESTATÍSTICO	VALOR CRÍTICO
$H_0 : \theta_2 = \beta_1 = \lambda_1 = \eta_1 = \eta_2 = \eta_3 = 0$	146.76	12.92
$H_0 : \gamma = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0$	201.16	11.91*
$H_0 : \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0$	119.84	9.49
$H_0 : t_1 = t_2 = 0$	141.24	5.99

*Valor crítico obtido na Tabela 1 de Kodde e Palm (1986) para 6 graus de liberdade e nível de significância de 5%. Deve-se notar que a estatística da razão de verossimilhança generalizada, associada com γ , possui uma mistura de χ^2 .

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 tecnológico.

3. EFICIÊNCIA TÉCNICA, PROGRESSO TECNOLÓGICO E PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES

As estimativas dos índices de variação de eficiência técnica, de progresso tecnológico e da produtividade total dos fatores estão apresentadas nas Tabelas A.2, A.3 e A.4 do Apêndice. Essas estimativas foram realizadas de acordo com a metodologia discutida anteriormente.

Examinando-se, inicialmente, o comportamento médio¹² da região, que está apresentado na Tabela 4 e Figura 3, constata-se ter ocorrido uma perda de eficiência a partir dos anos 80. Até o ano de 1980, verificava-se um continuado crescimento na eficiência da economia latino-americana, tendo essa tendência sofrido uma reversão a partir de 1981. Em relação ao progresso tecnológico, observam-se três 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 deterioração tecnológica; e

¹² Trata-se aqui da média geométrica simples, não se adotando a média geométrica ponderada pelo tamanho da economia do país.

na última fase, de 1980 a 1990, evidencia-se um processo de variação do progresso tecnológico positivo e mais expressivo do que o que se verificou na primeira fase.

TABELA 4 - DECOMPOSIÇÃO DA VARIAÇÃO ACUMULADA DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES - AMÉRICA LATINA - MÉDIA DA REGIÃO - 1961-1990.*

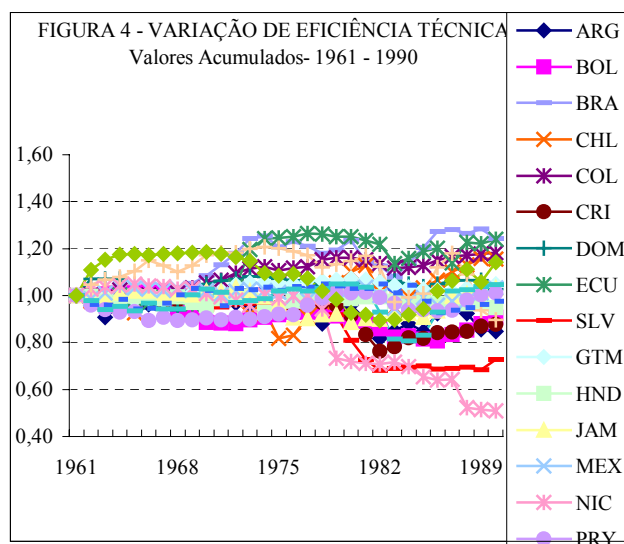
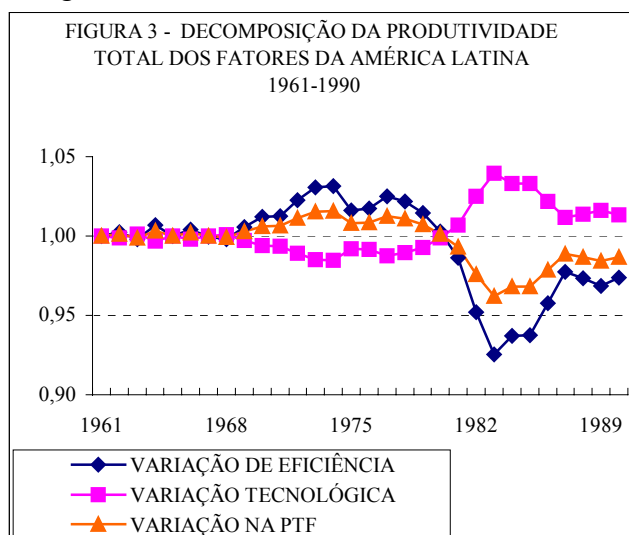
ANOS	VARIAÇÃO DE EFICIÊNCIA	VARIAÇÃO TECNOLÓGICA	VARIAÇÃO NA PTF
1961	1.0000	1.0000	1.0000
1962	1.0023	0.9989	1.0011
1963	0.9979	1.0010	0.9990
1964	1.0067	0.9967	1.0033
1965	1.0001	0.9999	1.0001
1966	1.0040	0.9980	1.0020
1967	0.9996	1.0002	0.9998
1968	0.9982	1.0009	0.9991
1969	1.0056	0.9972	1.0028
1970	1.0121	0.9940	1.0061
1971	1.0127	0.9937	1.0063
1972	1.0225	0.9889	1.0112
1973	1.0307	0.9850	1.0153
1974	1.0315	0.9846	1.0156
1975	1.0160	0.9921	1.0080
1976	1.0172	0.9915	1.0086
1977	1.0252	0.9877	1.0125
1978	1.0217	0.9893	1.0108
1979	1.0146	0.9928	1.0073
1980	1.0028	0.9986	1.0014
1981	0.9864	1.0069	0.9932
1982	0.9520	1.0249	0.9757
1983	0.9255	1.0395	0.9620
1984	0.9369	1.0331	0.9679
1985	0.9374	1.0329	0.9682
1986	0.9576	1.0219	0.9786
1987	0.9774	1.0115	0.9886
1988	0.9734	1.0136	0.9866
1989	0.9686	1.0161	0.9842
1990	0.9739	1.0133	0.9869

* Valores calculados pelos autores a partir 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 eficiência, os dados estimados mostram que em termos acumulados há uma queda na PTF de cerca de um por cento no final do período relativamente ao ano de 1961. Uma explicação para esse comportamento está no fato de que a variação verificada de progresso tecnológico não foi suficiente para compensar a queda na eficiência técnica. Uma explicação para esse comportamento adverso pode estar associada à crise da dívida dos anos 80 e a ocorrência de aceleração dos processos inflacionários.

Verificando-se agora o comportamento dos países da região, observa-se uma relativamente alta heterogeneidade de desempenhos da PTF e de seus componentes. Um aspecto importante a considerar é que a partir do início dos anos 80 houve um inconfundível crescimento na dispersão dos índices de eficiência

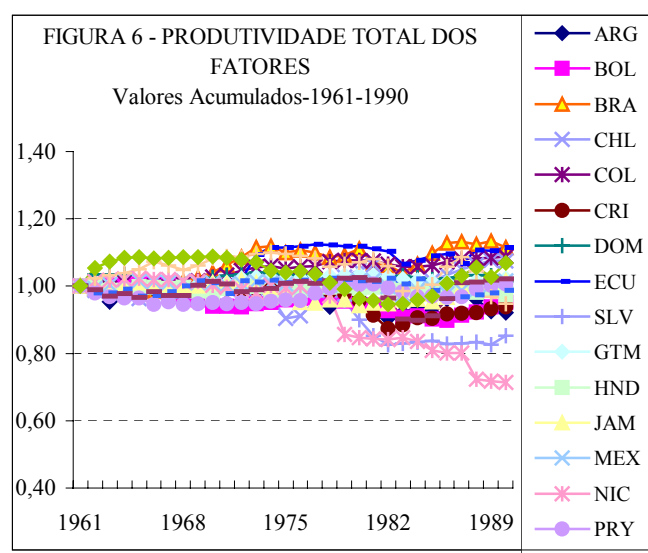
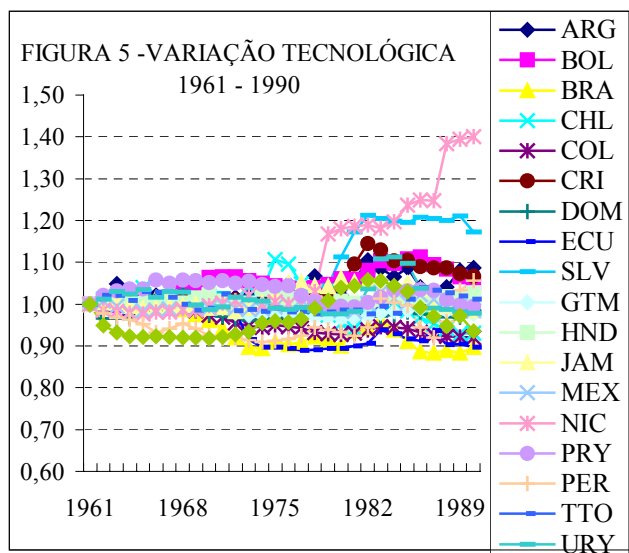
técnica, de progresso tecnológico e da PTF para a maioria dos países, conforme se pode concluir do exame das Figuras 4, 5 e 6.



No que diz respeito à variação de eficiência técnica, Figura 4, as estimativas obtidas revelam que os países que apresentaram as maiores variações acumuladas em ordem decrescente de importância foram o Brasil (24,2%), Equador (24,1%), Colômbia (18%) e Chile (16%). O México teve um crescimento de apenas 3%, enquanto a Argentina apresentou uma perda de eficiência da ordem de 15%. Dos dezenove países analisados, onze deles apresentaram crescimento de eficiência e oito tiveram perdas, em alguns casos, como o da Argentina, bem significativas.

Quanto aos índices de progresso tecnológico, Figura 5, nota-se, como no caso da eficiência, uma relativa heterogeneidade no desempenho acumulado dos países. Se for tomada a média da região, o resultado é de um crescimento de 1,0% no período. Os três países que apresentaram maiores variações positivas, em termos acumulados, foram Nicarágua (40%), El Salvador (17%), e Argentina (9%). Dentre os países com piores desempenhos, encontram-se Brasil (-10,3%), Equador (-10,2) e Colômbia (-7%).

Os resultados obtidos para a PTF estão representados pela Figura 6. Eles revelaram que a variação acumulada média da região foi negativa, cerca de -1%, no período de 1961 a 1990. Os piores desempenhos ficaram por conta da Nicarágua, (-29%), El Salvador (-15%) e Argentina (-8%), enquanto que os países com as mais elevadas taxas de crescimento acumuladas foram o Brasil (11,5%), Equador (11,4%), Colômbia (9%) e Chile (8%).



Constata-se, ainda, dos resultados encontrados para a PTF, que há consistência com os valores obtidos em estudos empíricos que utilizam a abordagem tradicional da contabilidade de crescimento (De Gregório e Lee, 1999 (Senhadji,1999). Esses estudos apontam para um crescimento médio da PTF, no período de 1960 a 1990, muito pequeno, cerca de 0,1%, numa amostra de vinte e um países da América Latina. Desses 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%). Os países com os maiores crescimentos médios foram Equador (1,6%), Colômbia (1,3%), Bolívia (1,2%), Chile (0,9%) e Brasil (0,8%).

Desses resultados, pode-se concluir que, embora tenha ocorrido progresso tecnológico na América Latina, no período de 1961 a 1990, este não foi suficientemente significativo para compensar a perda de eficiência e evitar uma queda da PTF da região.

CONCLUSÃO

Os modelos de crescimento econômico têm demonstrado que o progresso tecnológico, e não a dotação de fatores de produção, constitui a fonte determinante do processo de evolução da economia no longo prazo. De acordo com esses modelos, o crescimento econômico sustentado somente se manteria caso ocorresse uma continuada evolução da produtividade total dos fatores (PTF), que, por seu turno, seria explicada pelo avanço contínuo das técnicas de produção.

Consistentemente com a explicação teórica, este estudo identificou que o desempenho econômico da América Latina no período de 1961 a 1990 foi muito baixo e a fonte básica de explicação para esse comportamento residiu justamente na queda acumulada da PTF. Constatou-se diretamente na função fronteira de produção estimada, e, posteriormente, isso foi confirmado pelo cálculo do Índice de Malmquist, a ocorrência de progresso tecnológico, mas de magnitude moderada, não impedindo que uma queda de eficiência observada no conjunto dos países da região resultasse numa diminuição da PTF.

Os cálculos efetuados na apuração da PTF comprovaram o seu frustrante desempenho para o conjunto de países da América Latina. Individualmente, constatou-se que os piores desempenhos foram da Nicarágua, (-29%), El Salvador (-15%) e Argentina (-8%), enquanto que os países com as mais elevadas taxas de crescimento acumuladas foram o Brasil (11,5%), Equador (11,4%), Colômbia (9%) e Chile (8%). Além do mais, pode-se constatar, através da decomposição da variação da PTF em variação de eficiência técnica e variação de progresso tecnológico, que nem todos os países que apresentaram melhores desempenhos no crescimento da produtividade tiveram como causa básica a absorção de progresso técnico, mas sim uma melhor combinação no uso dos fatores de produção.

Em relação à estimação dos efeitos das variáveis explicativas da ineficiência técnica dos países, constatou-se que os gastos de consumo do governo e a taxa de inflação constituíram fortes fatores explicativos para o aumento da ineficiência técnica dos países da amostra. Já o grau de abertura e os desvios dos preços locais em relação à PPP, esta última utilizada como uma aproximação da taxa de câmbio real, revelaram-se importantes fatores indicativos para a redução da ineficiência técnica.

Esse desempenho da PTF, explicado pelo componente de decréscimo geral da eficiência técnica e de uma pequena variação positiva no progresso tecnológico, num prazo relativamente longo, pode ser atribuído, em grande medida, à implementação de políticas de desenvolvimento relacionadas à adoção do modelo de industrialização baseado na substituição de importações (ISI), que se caracterizava, sobretudo, por um elevado grau de protecionismo às indústrias nascentes e ao caráter introvertido do processo de desenvolvimento.

Essas políticas, adotadas pela maioria dos países da região nos anos 50 e 60, foram inspiradas no pensamento da Cepal, cuja proposição básica para o enfrentamento da dependência econômica dos países da região em relação aos países desenvolvidos tinha como pressuposto o crescimento econômico impulsionado pela acumulação do fator capital. A ausência de políticas relacionadas à incorporação sistemática de

inovações tecnológicas conduziu as economias da região, em média, à acumulação de crescentes ineficiências ao longo do tempo e a um baixo crescimento econômico.

Deve-se ressaltar, por fim, o fato de que o modesto crescimento do produto real *per capita* apresentado pela América Latina, nos trinta anos compreendidos entre 1961 e 1990, deveu-se, sobretudo, ao frustrante desempenho da produtividade total dos fatores a qual apresentou, no final do período, uma queda na taxa crescimento em termos acumulados, produzindo, como consequência, um baixo desempenho do produto real, conforme os padrões internacionais.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AIGNER, D.J.C; LOVELL, A.K.; SCHMIDT, P., Formulation and estimation of stochastic frontier production functions models. *Journal of Econometrics*, 6, 21-37, 1977.
- 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.
- 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.
- 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.
- FÄRE, R.; S. GROSSKOPT, M.; Z. ZHANG. Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries. *American Economic Review*, 64: 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.
- 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.
- GRILICHES, Z.; RINGSTAD, V. Economies of scale and the form of the production function. Amsterdam: North-Holland, 1971.
- 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.

- 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.
- KOOPMANS, T. C. On the concept of optimal economic growth. In: *The Economic Approach to Development Planning*. Amsterdam: North-Holland, 1965.
- KUMBHAKAR, S. C.; LOVELL, C. A. K. stochastic frontier analysis. Cambridge University Press, 2000.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

APÊNDICE A.1

TABELA A.1 - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS E FONTES UTILIZADAS

VARIÁVEL	DENOMINAÇÃO ORIGINAL	SIGLA	FONTES
Produto por Trabalhador	Real GDP chain per worker	RGDPW	PWT 6.1
Trabalho	Worker*		PWT 6.1
Capital	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 dos dados foi The International Monetary Fund's Dissemination Standards Bulletin Board,(DSBB).

APÊNDICE A.2

TABELA A.2

Variação de Eficiência Técnica - Países da 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	MÉDIA
1961	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1962	0.98	1.00	0.99	0.98	1.00	1.00	1.07	0.98	1.01	0.99	1.00	0.99	0.99	1.03	0.96	1.05	0.96	0.98	1.11	1.00
1963	0.91	1.01	0.98	0.97	0.99	1.00	1.07	0.97	1.01	1.01	0.98	1.00	1.01	1.04	0.94	1.07	0.96	0.94	1.15	1.00
1964	0.96	1.00	0.97	0.96	1.02	0.98	1.07	1.00	1.01	0.99	0.97	1.01	1.04	1.04	0.93	1.08	0.98	0.95	1.18	1.01
1965	0.99	1.01	0.98	0.93	0.99	1.00	0.97	0.99	1.01	0.98	1.00	1.02	1.03	1.05	0.93	1.10	0.94	0.93	1.18	1.00
1966	0.96	1.01	0.97	0.99	1.00	0.99	1.01	0.97	1.01	0.99	0.99	1.02	1.03	1.04	0.89	1.15	0.95	0.97	1.17	1.00
1967	0.96	1.02	0.97	0.97	0.99	0.98	0.98	0.99	1.01	0.98	0.99	1.01	1.02	1.04	0.91	1.13	0.97	0.94	1.18	1.00
1968	0.97	0.94	1.03	0.97	1.01	0.98	0.94	0.99	1.00	1.01	0.99	1.01	1.03	1.03	0.89	1.10	1.00	0.94	1.18	1.00
1969	0.99	0.92	1.05	0.98	1.03	0.98	0.97	0.96	0.98	1.01	0.97	1.00	1.02	1.03	0.90	1.13	1.03	1.00	1.18	1.01
1970	0.98	0.88	1.08	0.96	1.05	0.99	1.05	0.97	0.97	1.02	0.96	1.02	1.02	1.01	0.91	1.17	1.02	1.03	1.19	1.01
1971	0.98	0.88	1.13	1.01	1.07	0.98	1.06	0.98	0.95	1.02	0.99	1.02	1.00	0.99	0.90	1.18	0.96	1.01	1.18	1.01
1972	0.97	0.88	1.18	0.98	1.09	0.98	1.07	1.04	0.97	1.05	1.00	1.03	1.02	0.98	0.91	1.18	1.03	0.97	1.16	1.02
1973	0.96	0.90	1.24	0.92	1.12	0.98	1.08	1.20	0.97	1.05	1.00	1.02	1.03	0.96	0.90	1.20	1.03	0.98	1.15	1.03
1974	0.98	0.91	1.25	0.94	1.12	0.98	1.08	1.24	0.96	1.06	0.93	0.99	1.02	1.00	0.91	1.21	1.03	0.99	1.09	1.03
1975	0.94	0.92	1.21	0.82	1.11	0.95	1.07	1.24	0.94	1.05	0.94	0.96	1.01	0.99	0.92	1.20	1.02	1.02	1.08	1.02
1976	0.91	0.93	1.23	0.83	1.12	0.96	1.06	1.25	0.96	1.05	0.98	0.90	1.00	1.00	0.92	1.19	1.04	1.03	1.09	1.02
1977	0.94	0.93	1.21	0.91	1.12	0.98	1.06	1.27	0.97	1.06	0.98	0.90	0.98	1.00	0.96	1.17	1.03	1.02	1.07	1.03
1978	0.88	0.93	1.18	0.97	1.15	0.97	1.04	1.26	0.97	1.06	0.99	0.92	1.00	0.94	0.99	1.12	1.05	1.03	1.02	1.02
1979	0.94	0.91	1.19	1.05	1.16	0.96	1.05	1.25	0.92	1.07	1.00	0.92	1.02	0.73	1.01	1.13	1.04	1.05	0.98	1.01
1980	0.96	0.89	1.23	1.10	1.16	0.92	1.05	1.25	0.81	1.07	0.99	0.89	1.03	0.72	1.01	1.15	1.03	1.05	0.93	1.00
1981	0.90	0.89	1.14	1.13	1.15	0.83	1.06	1.23	0.73	1.07	1.00	0.90	1.04	0.71	1.01	1.17	1.03	1.03	0.92	0.99
1982	0.82	0.86	1.13	1.01	1.14	0.76	1.06	1.22	0.68	1.06	0.99	0.90	1.00	0.71	0.99	1.12	1.05	0.93	0.89	0.95
1983	0.85	0.82	1.08	0.95	1.12	0.78	1.06	1.14	0.69	1.04	0.98	0.92	0.95	0.72	0.97	0.97	1.01	0.81	0.90	0.93
1984	0.88	0.83	1.14	0.99	1.12	0.82	1.05	1.16	0.70	1.03	0.97	0.92	0.97	0.70	0.94	0.99	1.04	0.81	0.92	0.94
1985	0.85	0.81	1.20	1.03	1.13	0.82	1.04	1.19	0.70	1.03	0.98	0.91	0.99	0.65	0.94	1.01	0.98	0.83	0.94	0.94
1986	0.92	0.81	1.27	1.07	1.15	0.84	1.05	1.20	0.69	1.02	0.97	0.93	0.96	0.64	0.93	1.12	0.93	0.93	1.02	0.96
1987	0.96	0.83	1.28	1.10	1.17	0.85	1.06	1.14	0.69	1.02	0.97	1.00	0.98	0.64	0.94	1.18	0.94	1.02	1.06	0.98
1988	0.92	0.85	1.26	1.13	1.17	0.85	1.07	1.23	0.70	1.03	0.97	1.01	0.98	0.52	0.98	1.09	0.95	1.02	1.11	0.97
1989	0.86	0.88	1.28	1.16	1.18	0.87	1.06	1.22	0.68	1.04	0.98	1.02	1.01	0.51	1.00	0.94	0.96	1.04	1.06	0.97
1990	0.85	0.91	1.24	1.16	1.18	0.88	1.03	1.24	0.73	1.05	0.95	1.03	1.03	0.51	1.01	0.90	0.98	1.05	1.14	0.97

APÊNDICE A.3

TABELA A.3
 Variação Tecnológica - Países da 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	MÉDIA
1961	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1962	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00	1.00	0.97	1.01	0.99	1.01	1.00	1.00	1.01	0.99	1.02	0.98	1.02	1.01	0.95	1.00
1963	1.05	1.00	1.01	1.02	1.00	1.00	0.97	1.01	1.00	1.00	1.01	1.00	0.99	0.98	1.03	0.97	1.02	1.03	0.93	1.00
1964	1.02	1.00	1.02	1.02	0.99	1.01	0.97	1.00	0.99	1.00	1.01	0.99	0.98	0.98	1.04	0.96	1.01	1.02	0.92	1.00
1965	1.01	0.99	1.01	1.04	1.00	1.00	1.02	1.01	1.00	1.01	1.00	0.99	0.98	0.98	1.04	0.95	1.03	1.03	0.92	1.00
1966	1.02	0.99	1.01	1.00	1.00	1.01	1.00	1.02	1.00	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98	1.06	0.93	1.03	1.02	0.92	1.00
1967	1.02	0.99	1.02	1.02	1.00	1.01	1.01	1.00	1.00	1.01	1.01	1.00	0.99	0.98	1.05	0.94	1.02	1.03	0.92	1.00
1968	1.02	1.03	0.99	1.02	0.99	1.01	1.03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.06	0.95	1.00	1.03	0.92	1.00
1969	1.00	1.04	0.97	1.01	0.98	1.01	1.02	1.02	1.01	0.99	1.02	1.00	0.99	0.99	1.06	0.94	0.99	1.00	0.92	1.00
1970	1.01	1.06	0.96	1.02	0.97	1.01	0.98	1.01	1.01	0.99	1.02	0.99	0.99	1.00	1.05	0.92	0.99	0.99	0.92	0.99
1971	1.01	1.06	0.94	1.00	0.97	1.01	0.97	1.01	1.02	0.99	1.01	0.99	1.00	1.00	1.06	0.92	1.02	0.99	0.92	0.99
1972	1.02	1.07	0.92	1.01	0.96	1.01	0.97	0.98	1.02	0.98	1.00	0.98	0.99	1.01	1.05	0.92	0.98	1.02	0.93	0.99
1973	1.02	1.06	0.90	1.04	0.95	1.01	0.96	0.91	1.02	0.97	1.00	0.99	0.99	1.02	1.06	0.91	0.99	1.01	0.93	0.98
1974	1.01	1.05	0.89	1.03	0.94	1.01	0.96	0.90	1.02	0.97	1.04	1.00	0.99	1.00	1.05	0.91	0.98	1.01	0.96	0.98
1975	1.03	1.04	0.91	1.11	0.95	1.02	0.97	0.90	1.03	0.98	1.03	1.02	0.99	1.01	1.04	0.91	0.99	0.99	0.96	0.99
1976	1.05	1.04	0.90	1.10	0.95	1.02	0.97	0.89	1.02	0.97	1.01	1.05	1.00	1.00	1.04	0.92	0.98	0.99	0.96	0.99
1977	1.03	1.04	0.91	1.05	0.94	1.01	0.97	0.89	1.02	0.97	1.01	1.05	1.01	1.00	1.02	0.92	0.98	0.99	0.97	0.99
1978	1.07	1.04	0.92	1.01	0.93	1.02	0.98	0.89	1.01	0.97	1.00	1.04	1.00	1.03	1.01	0.94	0.98	0.98	0.99	0.99
1979	1.03	1.05	0.92	0.97	0.93	1.02	0.98	0.89	1.04	0.97	1.00	1.04	0.99	1.17	0.99	0.94	0.98	0.98	1.01	0.99
1980	1.02	1.06	0.90	0.95	0.93	1.04	0.98	0.89	1.11	0.97	1.01	1.06	0.98	1.18	0.99	0.93	0.99	0.98	1.04	1.00
1981	1.06	1.06	0.94	0.94	0.93	1.10	0.97	0.90	1.17	0.97	1.00	1.05	0.98	1.19	0.99	0.92	0.99	0.98	1.04	1.01
1982	1.11	1.08	0.94	0.99	0.94	1.14	0.97	0.91	1.21	0.97	1.00	1.05	1.00	1.19	1.00	0.94	0.98	1.04	1.06	1.02
1983	1.09	1.10	0.96	1.03	0.95	1.13	0.97	0.94	1.20	0.98	1.01	1.04	1.03	1.18	1.02	1.01	0.99	1.11	1.06	1.04
1984	1.07	1.10	0.94	1.00	0.94	1.10	0.98	0.93	1.20	0.98	1.02	1.04	1.01	1.20	1.03	1.00	0.98	1.11	1.04	1.03
1985	1.09	1.11	0.91	0.98	0.94	1.11	0.98	0.92	1.20	0.99	1.01	1.05	1.00	1.24	1.03	1.00	1.01	1.10	1.03	1.03
1986	1.04	1.11	0.89	0.97	0.93	1.09	0.98	0.91	1.21	0.99	1.02	1.03	1.02	1.25	1.04	0.94	1.04	1.04	0.99	1.02
1987	1.02	1.10	0.88	0.95	0.93	1.09	0.97	0.94	1.20	0.99	1.01	1.00	1.01	1.25	1.03	0.92	1.03	0.99	0.97	1.01
1988	1.04	1.08	0.89	0.94	0.92	1.09	0.97	0.90	1.20	0.98	1.02	1.00	1.01	1.38	1.01	0.96	1.03	0.99	0.95	1.01
1989	1.08	1.07	0.88	0.93	0.92	1.07	0.97	0.90	1.21	0.98	1.01	0.99	0.99	1.39	1.00	1.03	1.02	0.98	0.97	1.02
1990	1.09	1.05	0.90	0.93	0.92	1.07	0.99	0.90	1.17	0.98	1.03	0.98	0.98	1.40	0.99	1.06	1.01	0.98	0.94	1.01

APÊNDICE A.4

TABELA A.4
 Variação da Produtividade Total dos Fatores - Países da 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	MÉDIA
1961	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1962	0.99	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	1.03	0.99	1.01	0.99	1.00	1.00	0.99	1.01	0.98	1.02	0.98	0.99	1.05	1.00
1963	0.95	1.00	0.99	0.98	1.00	1.00	1.04	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00	1.01	1.02	0.97	1.03	0.98	0.97	1.07	1.00
1964	0.98	1.00	0.98	0.98	1.01	0.99	1.03	1.00	1.01	1.00	0.99	1.01	1.02	1.02	0.96	1.04	0.99	0.98	1.08	1.00
1965	0.99	1.01	0.99	0.96	1.00	1.00	0.98	0.99	1.00	0.99	1.00	1.01	1.02	1.02	0.97	1.05	0.97	0.97	1.09	1.00
1966	0.98	1.01	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00	0.98	1.00	0.99	1.00	1.01	1.01	1.02	0.95	1.07	0.97	0.98	1.08	1.00
1967	0.98	1.01	0.98	0.98	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	1.01	1.02	0.95	1.06	0.98	0.97	1.09	1.00
1968	0.98	0.97	1.01	0.98	1.01	0.99	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02	1.01	0.94	1.05	1.00	0.97	1.09	1.00
1969	1.00	0.96	1.03	0.99	1.02	0.99	0.98	0.98	0.99	1.01	0.98	1.00	1.01	1.01	0.95	1.06	1.02	1.00	1.09	1.00
1970	0.99	0.94	1.04	0.98	1.03	0.99	1.02	0.99	0.99	1.01	0.98	1.01	1.01	1.00	0.95	1.08	1.01	1.01	1.09	1.01
1971	0.99	0.94	1.06	1.00	1.03	0.99	1.03	0.99	0.98	1.01	0.99	1.01	1.00	1.00	0.95	1.09	0.98	1.01	1.08	1.01
1972	0.98	0.94	1.09	0.99	1.05	0.99	1.04	1.02	0.98	1.02	1.00	1.02	1.01	0.99	0.95	1.09	1.02	0.98	1.08	1.01
1973	0.98	0.95	1.12	0.96	1.06	0.99	1.04	1.09	0.98	1.03	1.00	1.01	1.01	0.98	0.95	1.10	1.01	0.99	1.07	1.02
1974	0.99	0.95	1.12	0.97	1.06	0.99	1.04	1.11	0.98	1.03	0.96	1.00	1.01	1.00	0.95	1.10	1.02	0.99	1.05	1.02
1975	0.97	0.96	1.10	0.90	1.05	0.98	1.03	1.12	0.97	1.03	0.97	0.98	1.01	0.99	0.96	1.10	1.01	1.01	1.04	1.01
1976	0.95	0.96	1.11	0.91	1.06	0.98	1.03	1.12	0.98	1.03	0.99	0.95	1.00	1.00	0.96	1.09	1.02	1.01	1.05	1.01
1977	0.97	0.96	1.10	0.95	1.06	0.99	1.03	1.13	0.98	1.03	0.99	0.95	0.99	1.00	0.98	1.08	1.02	1.01	1.04	1.01
1978	0.94	0.96	1.09	0.99	1.07	0.99	1.02	1.12	0.99	1.03	1.00	0.96	1.00	0.97	0.99	1.06	1.02	1.02	1.01	1.01
1979	0.97	0.96	1.09	1.03	1.08	0.98	1.02	1.12	0.96	1.03	1.00	0.96	1.01	0.86	1.01	1.07	1.02	1.02	0.99	1.01
1980	0.98	0.94	1.11	1.05	1.08	0.96	1.02	1.12	0.90	1.04	0.99	0.94	1.02	0.85	1.01	1.07	1.02	1.02	0.96	1.00
1981	0.95	0.94	1.07	1.06	1.07	0.91	1.03	1.11	0.85	1.03	1.00	0.95	1.02	0.84	1.01	1.08	1.01	1.02	0.96	0.99
1982	0.90	0.93	1.06	1.01	1.07	0.87	1.03	1.10	0.82	1.03	1.00	0.95	1.00	0.84	1.00	1.06	1.02	0.96	0.95	0.98
1983	0.92	0.91	1.04	0.97	1.06	0.88	1.03	1.07	0.83	1.02	0.99	0.96	0.97	0.85	0.98	0.99	1.01	0.90	0.95	0.96
1984	0.94	0.91	1.07	1.00	1.06	0.91	1.02	1.08	0.83	1.02	0.98	0.96	0.99	0.84	0.97	1.00	1.02	0.90	0.96	0.97
1985	0.92	0.90	1.10	1.02	1.06	0.90	1.02	1.09	0.84	1.01	0.99	0.95	1.00	0.81	0.97	1.00	0.99	0.91	0.97	0.97
1986	0.96	0.90	1.13	1.03	1.07	0.92	1.02	1.10	0.83	1.01	0.98	0.97	0.98	0.80	0.97	1.06	0.96	0.96	1.01	0.98
1987	0.98	0.91	1.13	1.05	1.08	0.92	1.03	1.07	0.83	1.01	0.99	1.00	0.99	0.80	0.97	1.09	0.97	1.01	1.03	0.99
1988	0.96	0.92	1.12	1.06	1.08	0.92	1.03	1.11	0.83	1.02	0.98	1.00	0.99	0.72	0.99	1.04	0.97	1.01	1.06	0.99
1989	0.92	0.94	1.13	1.08	1.08	0.93	1.03	1.11	0.83	1.02	0.99	1.01	1.01	0.72	1.00	0.97	0.98	1.02	1.03	0.98
1990	0.92	0.95	1.11	1.08	1.09	0.94	1.01	1.11	0.85	1.02	0.97	1.02	1.02	0.71	1.01	0.95	0.99	1.02	1.07	0.99