

**Título: Produtividade, Crescimento Econômico e Dinâmica
Distribucional:
Um Estudo Comparado para Grupos de Países**

Emerson Marinho
Doutor em Economia pela FGV/RJ
Professor do Curso de Pós-Graduação em Economia (CAEN)

Almir Bittencourt
Doutor em Economia no CAEN/UFC
Professor da Universidade Federal do Ceará
Pesquisador do CAEN/UFC

Setembro de 2005

MOTIVAÇÃO TEÓRICA

Solow, (1956), Romer (1986) e Lucas (1988).

OBJETIVO

O presente artigo vem complementar os estudos realizados pelos autores em outro trabalho (Bittencourt e Marinho, 2003) sobre o comportamento da PTF numa amostra de países da América Latina. Agora, o objetivo é o de examinar-se como tem sido o desempenho dessa região relativamente ao de outras regiões (ou grupos econômicos 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 - OCDE¹, América Latina, Ásia e África.

METODOLOGIA

Adotam-se dois procedimentos metodológicos básicos: a estimação de uma fronteira estocástica de produção e a construção do índice de Malmquist no qual se emprega o conceito de função distância. No exame do comportamento dinâmico das distribuições, estimam-se densidades Kernel.

REFERÊNCIAS

Battese e Coelli (1995) e Coelli, Rao e Battese (1998), Farell (1957), Caves, Christensen e Diewert (1982), FÄRE,R.; GROSSKOPF, S.; LINDGREN, B.; ROOS, P. (1992), Silverman (1998).

¹ OCDE constitui a sigla em português para Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico, integrada por países ricos.

FRONTEIRA ESTOCÁSTICA DE PRODUÇÃO

$$Y_{it} = f(x_{it}; \mathbf{b})e^{(v_{it}-u_{it})}$$

(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} - constitui um vetor de quantidades de fatores de produção relativamente à i-ésima unidade produtiva e medida no tempo t;

\mathbf{b} - 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 s_v^2 , não conhecida;

u_{it} - representa variáveis aleatórias não negativas associadas 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:

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

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 s_u^2 ;

m_{it} - é um vetor de efeitos específicos sobre a unidade produtiva (país), tal que $m_{it} = z_{it}\mathbf{d}$;

\mathbf{d} - é um vetor de parâmetros desconhecidos e que são estimados;

w_{it} - variável aleatória definida pela truncagem da distribuição normal com média zero e variância s_u^2 , em $-z_{it}\delta$.

MODELO EMPÍRICO
Fronteira de produção

A especificação da fronteira de produção adotada é a seguinte:

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

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

$$u_{it} = z_{it} d + w_{it} \quad (4)$$

índice de Malmquist

Färe et al (1994), propôs uma forma de definir o índice de Malmquist, que é expressa por:

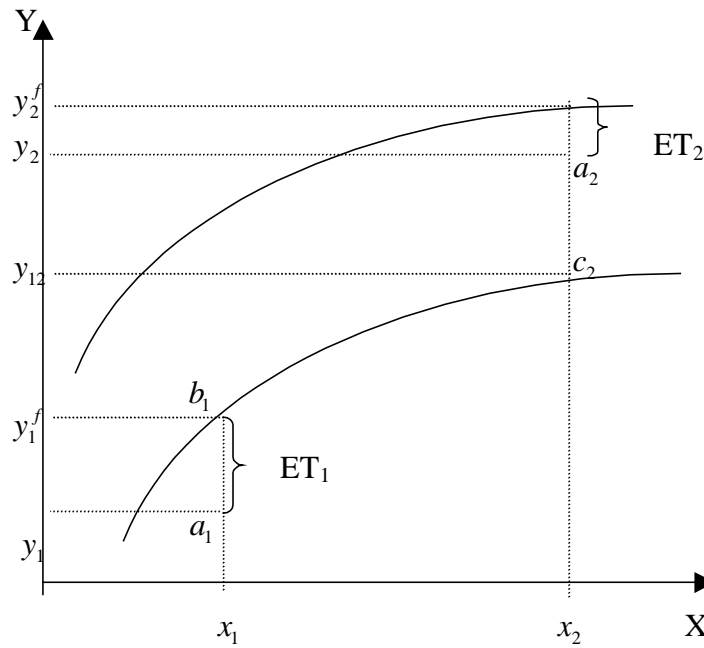
$$M_o(y_{t+1}, y_t, x_{t+1}, x_t) = \left[\frac{D_o^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})}{D_o^t(y_t, x_t)} \right] \left[\frac{D_o^t(y_{t+1}, x_{t+1})}{D_o^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})} x \frac{D_o^t(y_s, x_s)}{D_o^{t+1}(y_t, x_t)} \right]^{1/2} \quad (15)$$

onde:: $D_o^t(x^t, y^t) = \text{Inf}(d : (x^t, y^t / d) \in P^t(x))$

kernel

Na estimação das densidades, utilizou-se o kernel de Epanechnikov, sendo o *bandwidth* ótimo determinado por: $m = \min[(\text{variância de } x)^{\frac{1}{2}}, (\text{intervalo interquartil de } x/1,349)]$ e $h = \frac{0,9m}{n^{1/5}}$, onde x é a variável para a qual se deseja estimar o kernel, n representa o número de observações e h é o *bandwidth*. De acordo com Silverman (1998, p. 48), esse procedimento permite uma identificação adequada do grau de assimetria e de bimodalidade nas distribuições. As estimações foram realizadas por meio do programa STATA 8.0.

DECOMPOSIÇÃO DO CRESCIMENTO DO PRODUTO REPRESENTAÇÃO GRÁFICA



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

$$\Delta y = (y_2^f - y_{12}) + (y_{12} - y_1^f) + (ET_1 - ET_2) \tag{9}$$

AMOSTRA

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. 2250 observações sob a forma de um painel balanceado.

RESULTADOS

Tabela 2 - Estimativas de Máxima-Verossimilhança dos Parâmetros da Fronteira de Produção Estocástica

Parâmetros/Variáveis	Estimativa	Valor-t
Fronteira de Produção Estocástica		
β_t t	0,01145	6,05
β_{tt} t^2	0,00003	0,32
β_L $\ln L$	1,21906	21,16
β_K $\ln K$	-0,21906	-3,83
β_{Lt} $t \ln L$	0,00127	4,78
β_{Kt} $t \ln K$	-0,00127	-5,09
β_{KL} $(\ln K)(\ln L)$	-0,08348	-12,19
β_{LL} $(\ln L)^2$	0,08348	12,19
β_{KK} $(\ln K)^2$	0,08348	12,19
Efeitos de Ineficiência Técnica		
δ_0 (intercepto)	-1,21906	-14,03
δ_1 (z_1 - gastos de consumo do governo)	1,19185	13,78
δ_2 (z_2 - desvio dos preços locais em relação à PPP)	-0,31249	-10,09
δ_4 (z_4 - grau de abertura)	0,47901	21,76
Parâmetros das Variâncias		
σ_ε^2	0,11558	
γ	0,98804	
Eficiência Média	0,88560	
Log da Função de Verossimilhança	1906,08	

Nota: As estimativas dos efeitos fixos dos países não estão apresentados na Tabela.

TESTES

Tabela 3 - Testes de Hipóteses da Razão de Verossimilhança Generalizada
para os Parâmetros da Fronteira Estocástica de Produção

Teste	Hipótese Nula (H_0)	Log-Verossimilhança	Valor de λ	Valor Crítico	Decisão (Nível de 5%)
1	$\beta_{tt} = \beta_{Kt} = \beta_{Lt} = \beta_{KK} = \beta_{LL} = \beta_{KL} = 0$	1.829,28	154,1	11,911	Rejeita H_0
2	$\beta_{1f} = \beta_{2f} = \beta_{3f} = \dots = \beta_{75f} = 0$	-223,2	2.129,28	55,19	Rejeita H_0
3	$\beta_t = \beta_{tt} = \beta_{Lt} = \beta_{Kt} = 0$	1.860,22	91,72	8,761	Rejeita H_0
4	$\gamma = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = 0$	1.818,81	174,54	7,045	Rejeita H_0
5	$\delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = 0$	1.700,01	412,14	8,761	Rejeita H_0
6	$\delta_0 = 0$	1.814,51	183,14	2,706	Rejeita H_0
7	$\delta_3 = 0$	1.864,17	83,82	2,706	Rejeita H_0

Notas:(1) λ : teste estatístico da razão de verossimilhança, sendo $\lambda = -2\{\log[\text{verossimilhança } (H_0)] - \log[\text{Verossimilhança } (H_1)]\}$. Este teste tem uma distribuição aproximadamente qui-quadrado com graus de liberdade iguais ao número de restrições independentes. (2) A distribuição assintótica dos testes de hipóteses envolve um parâmetro g que é caracterizado por possuir uma distribuição qui-quadrado mista cujos valores críticos são obtidos na Tabela 1 de Kodde e Palm (1986), p. 1246.

PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES VARIACÕES ABSOLUTAS

Tabela 4 - Variação Absoluta de Produtividade e da Relação Capital-Trabalho 1961-1990 - 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 ($\Delta K/L$)
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, 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.

Tabela 5 - Variação Absoluta de Produtividade e da Relação Capital-Trabalho 1961-1973 - Variação Média (%)

Grupos de Países Regiões	PTF (<i>DMALM</i>)	Eficiência (ΔET)	Tecnologia (ΔPT)	Produto per Capita ($\Delta PIBpc$)	Produto por Trabalhador ($\Delta PIBpw$)	Relação Capital- Trabalho ($\Delta K/L$)
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.

Tabela 6 - Variação Absoluta de Produtividade e da Relação Capital-Trabalho 1973-1990 - Variação Média (%)

Grupos de Países Regiões	PTF (<i>DMALM</i>)	Eficiência (ΔET)	Tecnologia (ΔPT)	Produto per Capita ($\Delta PIBpc$)	Produto por Trabalhador ($\Delta PIBpw$)	Relação Capital- Trabalho ($\Delta K/L$)
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.

PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES
VARIACOES RELATIVAS

APÊNDICE 2

$$MALM_h = D_{oh}^{1970}(x_h^{1970}, y_h^{1970}) \times \prod_{t=1971}^{1990} M_h^t$$

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

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

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

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

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

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).

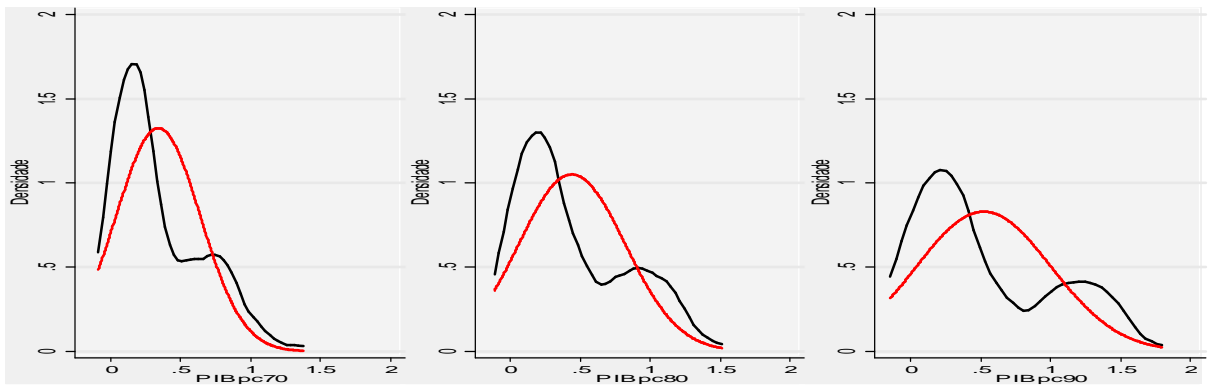
Tabela 7 - Níveis Relativos de Produtividade e da Relação Capital-Trabalho 1990

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

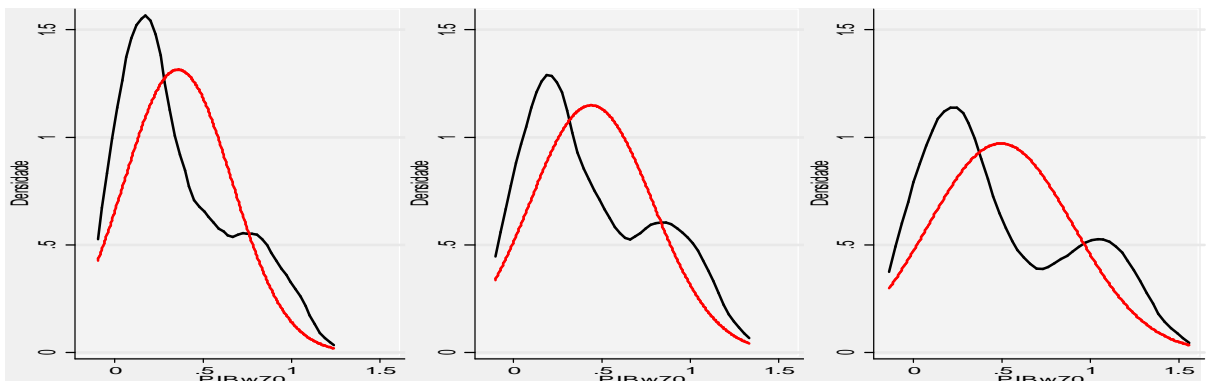
Nota: São conhecidos como Tigres Asiáticos: Hong Kong, Coréia, Cingapura e Taiwan. Já os NICs (Países recém industrializados da Ásia) são integrados pelos Tigres Asiáticos e mais os seguintes países: Indonésia, Malásia e Tailândia.

DENSIDADES KERNEL

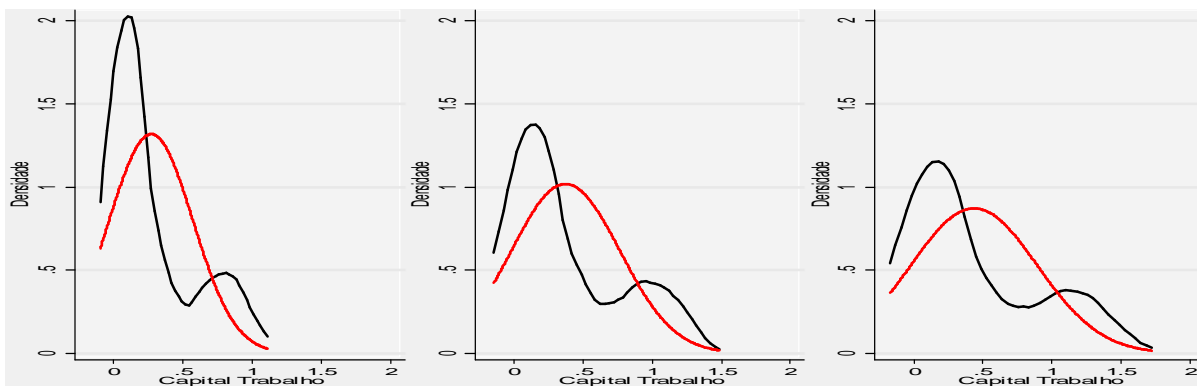
PRODUTO PER CAPITA NORMALIZADO



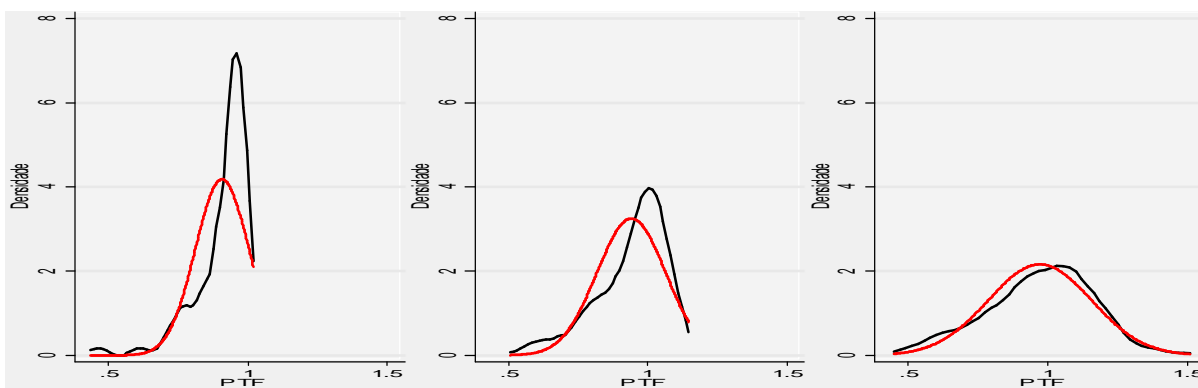
PRODUTO POR TRABALHADOR NORMALIZADO



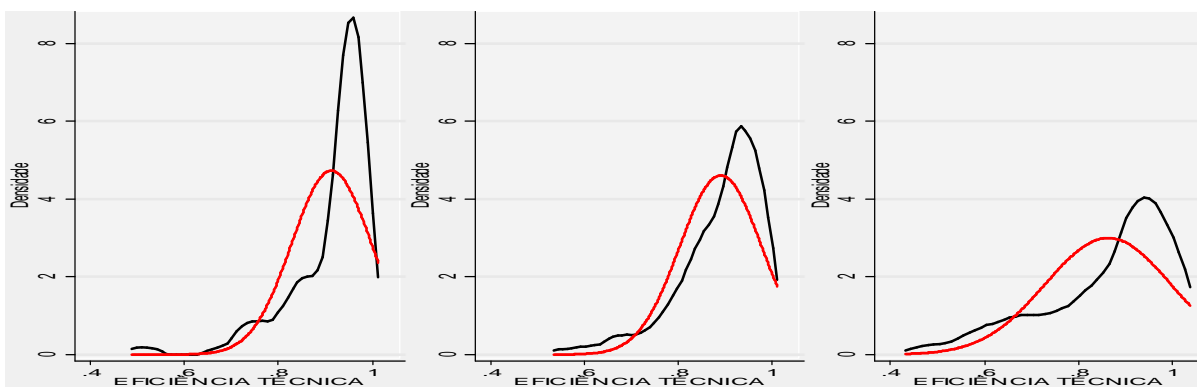
CAPITAL POR TRABALHADOR NORMALIZADO



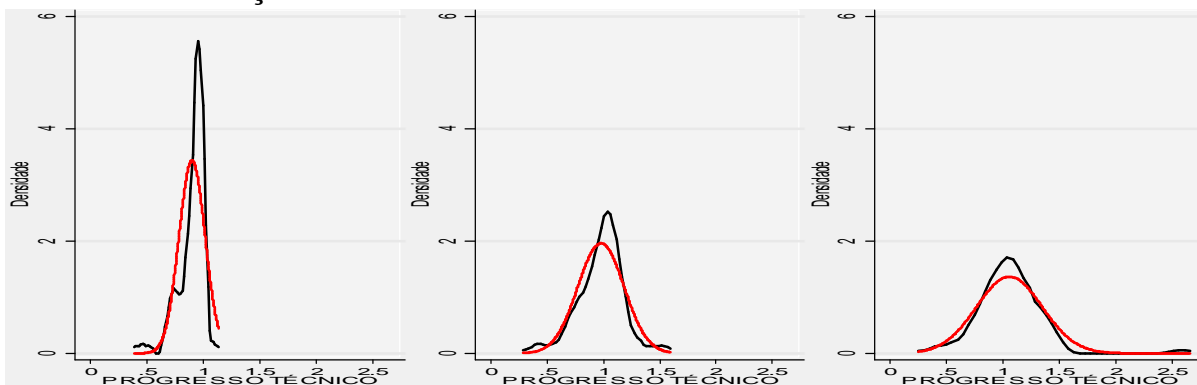
PTF NORMALIZADA



VARIAÇÃO DE EFICIÊNCIA TÉCNICA NORMALIZADA



VARIAÇÃO DE PROGRESSO TÉCNICO NORMALIZADA



CONCLUSÕES

- GASTOS CORRENTES DO GOVERNO e GRAU DE ABERTURA explicam o aumento da ineficiência técnica para o conjunto de países. Os DESVIOS DA PPP reduzem a ineficiência técnica.
- PTF medida em taxas de variação, no período de 1961 a 1990: 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.
- Os dados apurados para o subperíodo 1973 a 1990 indicam que efetivamente ocorreu uma inflexão nos padrões de crescimento da produtividade verificados no primeiro subperíodo, 1961-1972.
- Um fato interessante: é no subperíodo 1973 - 1990 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.
- A relação capital-trabalho e suas conexões com o avanço técnico e com o crescimento econômico. O elevado crescimento dos países da Ásia (Tigres Asiáticos e NICs) teve forte suporte na acumulação de capital físico. Os dados relativos à OCDE mostram também a forte tendência 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 da 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.
- As dinâmicas distribucionais revelam a tendência à bipolarização do crescimento econômico e a formação de clubes de convergência. O capital determinando o padrão de renda e a produtividade total dos fatores as diferenças nas taxas de crescimento.
- Até que ponto se pode separar acumulação de capital de progresso tecnológico, uma vez que este último está incorporado no primeiro? E a contribuição do capital humano ao crescimento?