



*Economia e Energia – <http://ecen.com>*

No 44: Junho-Julho 2004

ISSN 1518-2932

Original Inglês e Português disponível bimestralmente em:

<http://ecen.com>

Opiniões:

*Inspeções Nucleares e Não Proliferação*

A independência de opiniões é princípio entre os membros da *e&e* anunciada, desde nosso número zero e cultivada nestes mais de sete anos da revista. O debate público envolvendo as inspeções nucleares da AIEA na usina de enriquecimento de Resende tem como figuras principais dois integrantes da *e&e* o Vice-Almirante Othon Pinheiro da Silva e o Professor José Goldemberg. Energia nuclear é um assunto relevante para o futuro energético e tecnológico brasileiro e envolve aspectos estratégicos que é necessário olhar com atenção.

**As inspeções nucleares no Brasil e o mictório público francês..... pag 03**

A adoção, dentro do Acordo Nuclear com a Alemanha de uma tecnologia denominada "jet-nozzle" de enriquecimento, considerada por muitos economicamente inviável, levou o almirante Othon Pinheiro da Silva, autor do artigo, a propor uma linha independente de enriquecimento por ultracentrifugação. Em quatro anos foi realizada a primeira operação de enriquecimento de com ultracentrífugas integralmente idealizada, projetada e construída no Brasil. Um pouco da história do processo e da posterior colocação do projeto sobre salvaguardas nucleares da ABACC e da AIEA é relatado pelo autor incluindo o uso "mictório público francês" para resguardar a tecnologia. As conseqüências que novas ameaças de uso de artefatos nucleares contra países sem armamentos nucleares possam trazer para a proliferação nuclear também são comentadas.

**O Tratado de Não-Proliferação Nuclear TNP..... pag. 09**

Haverá, em 2005, uma conferência internacional - que ocorre a cada cinco anos - para rever os sucessos e insucessos do TNP. O Brasil faz parte de um grupo de sete países que se organizaram

numa "Coalizão da Nova Agenda", na qual o nosso atual chanceler, Celso Amorim, foi muito atuante e lutou para que o controle do acesso a armas nucleares, dos países que não as possuem, seja vinculado ao desarmamento dos que as possuem, tornando o mundo menos perigoso do que é hoje.

Textos para Discussão:

**Produtividade do Capital: uma Limitação a mais ao Crescimento Brasileiro..... pag.12**

A evolução produtividade de capital em relação a do trabalho é analisada para seis países com objetivo de entender as causas da estagnação - já por um quarto de século - do PIB/habitante no Brasil. A produtividade de capital tem caído nestes últimos anos sem a correspondente elevação da produtividade do trabalho - ou de sua proxi a renda per capita. O comportamento das produtividades de capital e do trabalho para Itália, Japão e Coréia parecem (surpreendentemente) poder ser descritos pela simples função de Cobb-Douglas (ou Solow com crescimento zero de tecnologia). Os outros países analisados (Chile, Índia e Brasil) seguem trajetórias bastante diferentes mas, enquanto dos dois primeiros parecem ter encontrado a trajetória de crescimento reduzindo as perdas na produtividade de capital o Brasil o Brasil não consegue aumentar seu PIB/habitante.

**Metodologia Simplificada para Estimativa da Evolução da Produtividade de Capital..... pag 32**

A aplicação de metodologia simplificada para avaliar a produtividade de capital propicia a análise deste parâmetro para países para os quais não estão disponíveis dados mais completos. A confiabilidade da aplicação da método simplificado é discutida e ela é aplicado a seis países onde a variação da produtividade de capital foi importante nas últimas décadas.

[1] Avaliação da produtividade de capital no século XX – Anexo 2 e&e N° 43

[2] Esta escolha só é possível quando anteriormente já foi aplicada a avaliação não simplificada, no item seguinte será estimada a influência de desvios nesses parâmetros na produtividade obtida.

[3] <http://www.imf.org>

correntes. Para o ano 2000 o valor de K/Y pelo método simplificado é 2,8. Usando-se o método de depreciação linear para preços correntes o valor é 2,9.

Comparação da Razão Capital / Produto obtida pelo método Simplificado e o de Depreciação Linear (Brasil a Preços Correntes)

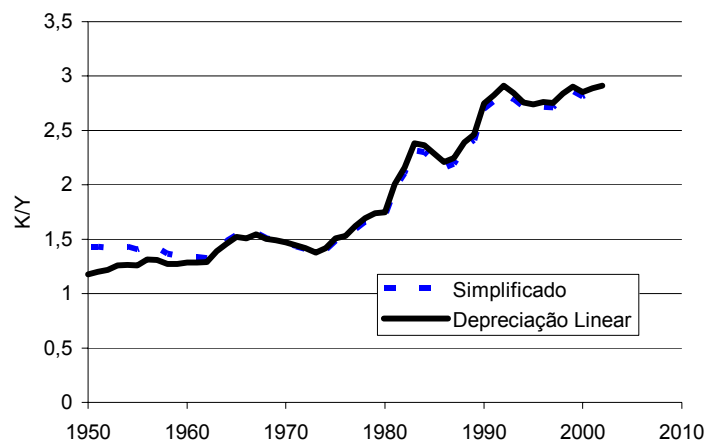


Figura 4: comparação dos resultados obtidos para a razão capital/produto utilizando-se o método simplificado e a depreciação linear.

No caso do Brasil podemos ver na Figura 4 uma comparação entre os resultados da apuração com depreciação linear e os da metodologia simplificada. A maior diferença se refere à escolha do valor inicial da razão K/Y. Deve-se assinalar que a taxa de depreciação escolhida (4%) é muito próxima daquela que corresponde ao método de depreciação linear.

### Conclusão

O método simplificado revelou-se útil e confiável para obter-se uma aproximação para o comportamento da produtividade de capital dos países. Com base na metodologia descrita, apurou-se a evolução da produtividade de capital para 6 países. Os resultados são discutidos em trabalho apresentado neste número da **e&e** "Produtividade do Capital: uma Limitação a mais ao Crescimento Brasileiro"

### Opinião:

## As inspeções nucleares no Brasil e o mictório público francês.

*Othon L.P. da Silva*

*A agressão e ocupação de países sem o respaldo de decisão ONU é um grande estímulo à proliferação de armas nucleares*

Motivado por ou usando como pretexto a crise do petróleo no início da década de 1970, o governo brasileiro celebrou com a Alemanha um acordo diplomático que respaldou os contratos comerciais, a seguir realizados para a compra de centrais núcleo-elétricas, transferência da tecnologia e instalações industriais para produção do combustível nuclear a partir do minério brasileiro .

As usinas para enriquecimento de urânio - etapa mais importante do ciclo do combustível nuclear - utilizam a tecnologia da difusão gasosa ou ultracentrifugação. No início das negociações do acordo Brasil-Alemanha estava previsto a transferência para o Brasil da ultracentrifugação.

Houve veto americano à ultracentrifugação e os negociadores brasileiros aceitaram como sucedânea uma tecnologia denominada "jet-nozzle" que até o momento de sua compra não havia enriquecido nem uma única grama de urânio. Aceitamos e pagamos para ser sócios no desenvolvimento de uma tecnologia economicamente inviável que além de exigir maiores investimentos iniciais era mais devoradora de energia elétrica que a difusão gasosa, considerada a mais obsoleta tecnologia empregada nas instalações antigas dos Estados Unidos, Rússia, França e China construídas até a década de 1960.

Em 1978 o signatário deste artigo propôs e administração naval aceitou que iniciássemos, em parceria com outras

instituições nacionais, o desenvolvimento de ultracentrifugas para enriquecimento de urânio.

Em setembro de 1982 fizemos a primeira operação de enriquecimento de com ultracentrífuga integralmente idealizada, projetada e construída no Brasil. Em setembro de 1984 entrou funcionamento de um pequeno grupo de ultracentrífugas interconectadas por tubulações e em 1987 iniciamos a operação de um pequeno módulo da Usina de Demonstração Industrial com 48 ultracentrífugas. Em 1991 entrou em operação um modulo de demonstração industrial de cerca de 500 ultracentrifugas com capacidade para produzir 280 Kg/ano de urânio com enriquecimento inferior de 5%. Este enriquecimento é de teor superior ao necessário para as Usinas de Angra dos Reis e atende às necessidades do reator naval. Um núcleo deste reator utiliza de cerca de seis toneladas deste urânio e permite ao submarino operar por dez anos.

O entendimento oficial da AIEA -Agencia Internacional de Energia Atômica, órgão das Nações Unidas, é de que a propulsão nuclear não representa uma aplicação bélica da energia nuclear e se constitui apenas uma outra alternativa de propulsão. Outro complicaria o trafego de submarinos e navios de propulsão nuclear das grandes potencias em época de paz. A opção brasileira por um núcleo de reator naval com enriquecimento abaixo de 5% descarta qualquer insinuação de intenção desvio de combustível nuclear para utilização em artefatos.

O Presidente Sarney convidou o Presidente Alfonsin para a inauguração do primeiro módulo da Usina Experimental de Enriquecimento de Urânio em ARAMAR, no interior de São Paulo. Naquela época a política externa e as medidas internas adotadas se caracterizavam pelo pacifismo altaneiro, sem subserviência e com forte conteúdo de integração sul-americana. Foram criadas as bases da ABACC – Agencia Brasil Argentina de Contabilidade e Controle para realizar inspeções constantes e, seguindo os mesmos padrões de inspeção da AIEA, com ela manter franca troca de informações.

No governo Collor foi celebrado o acordo quadripartite: Argentina-Brasil-ABACC e AIEA diminuindo a importância da ABACC. Este acordo permitia à AIEA a monitoração e controle direto do urânio enriquecido produzido, embora ainda respeitasse os segredos comerciais, limitando a intruzividade tecnológica.

tornar a variação dos primeiros anos da série similar a dos seguintes. Este procedimento, cujas limitações foram discutidas, pode ser comparado em alguns casos com os resultados obtidos por metodologias mais elaboradas.

Foram escolhidos países onde houve variações significativas da razão capital / produto, no período coberto pelos dados do FMI. Não por coincidência, muitos destes países passaram por profundas modificações em seu sistema produtivo. Os países escolhidos foram Japão, Coréia do Sul, Itália, Brasil, Chile e Índia. As curvas da razão K/Y são mostradas na Figura 3.

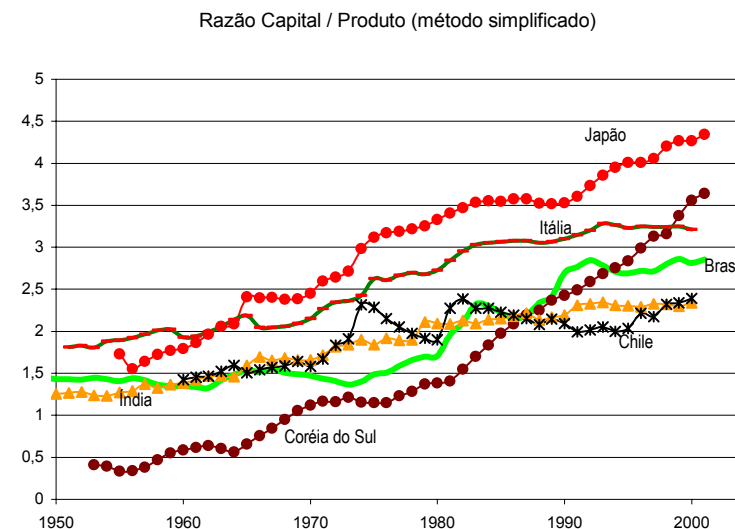


Figura 3: Evolução da razão capital/produto para vários países a partir de dados de investimento e produto divulgados pelo FMI.

No que se refere ao Brasil pode-se observar que a escolha da razão K/Y inicial foi feita dentro do critério de reproduzir o comportamento dos anos posteriores o que leva a superestimar o valor inicial de maneira a manter o primeiro trecho da curva constante. Nos anos seguintes - menos influenciados pela escolha inicial -, a curva é semelhante à mostrada na Figura 2 quando se superestima o valor de  $p_0$  (capital/ produto no ano inicial). Quanto aos valores absolutos deve-se considerar que os valores para a Figura 2 são a preços constantes e os da Figura 3 a preços

Tabela 1: Desvios entre os valores calculados em ralação ao valor obtido com o uso dos parâmetros (para 1950)  $\rho_0=1,66$  e  $d=3,82\%$

	Variação de K/Y inicial		Variação do tempo de vida	
	$\rho_0*1,2$	$\rho_0*0,8$	$v*1,2$	$v*0,8$
2003	0.1%	-0.1%	-9.8%	11.6%
1960	5.4%	-5.4%	-4.1%	4.4%

Podemos ver que o valor de K/Y no final do período é praticamente insensível à variação de 20% no valor inicial. Mesmo no ano de 1960 (dez anos após o ano inicial), uma variação de 20% na razão capital/produto inicial resulta em uma diferença inferior a 5% nos valores de K/Y projetados. Em 1970, como se pode observar na Figura 2, já é impossível distinguir as linhas resultantes de valores iniciais diferindo de 40%.

Já o efeito da mudança da taxa de depreciação é crescente com o tempo. No ano final ela atinge -10% ou +12% do valor estimado para a razão K/Y. É importante assinalar, no entanto, que variações da ordem de 20% e mesmo de 40% na taxa de depreciação escolhida (comparando-se a curva inferior com a superior) não induziriam a erros na interpretação qualitativa do que ocorreu com a razão K/Y.

### Aplicação da metodologia simplificada a alguns países.

O Fundo Monetário Internacional - FMI publica séries econômicas de vários países<sup>[3]</sup>. Nos estudos sobre a influência da produtividade de capital sobre o processo de crescimentos temos interesse naqueles onde, a exemplo do Brasil, houve variações significativas na produtividade de capital nos últimos cinquenta anos. O método descrito foi aplicado a diferentes países tomando-se o investimento total (sem subdivisão por tipo de investimento) em relação ao PIB. Ou seja, PIB e investimento foram tomados em seus valores nominais. A esses valores foi aplicado o deflator do PIB.

A taxa de depreciação anual adotada para todos os países foi de 4% e a razão capital/produto inicial foi introduzida de maneira a

Até a data de assinatura do acordo quadripartite as ultracentrifugas, que compunham o módulo de quinhentas unidades, ficavam absolutamente à vista de quem adentrasse o prédio onde funcionavam. A necessidade de permitir o controle sem escancarar a tecnologia desenvolvida, nos fez adotar uma solução parecida com a do mictório público francês. As fileiras duplas de ultracentrifugas passaram a funcionar entre dois biombos colocados cerca de trinta centímetros acima do solo, permitindo assim a visão dos pés das centrifugas (suas bases), sem exibir o corpo inteiro das mesmas e possibilitando a monitoração das tubulações de entrada e saída de hexafluoreto de urânio.

Essa solução foi aprovada pela Agencia Internacional, cujo diretor presidente na época era o sueco Dr Hans Blix, posteriormente nomeado pela ONU inspetor chefe no Iraque, antes da ultima invasão aquele país. Adicionalmente, a AIEA instalou câmeras cinematográficas seladas para garantir monitoração 24 horas por dia, com direito a uma cota anual de inspeções programadas e de surpresa em todas as instalações nucleares brasileiras.

No governo Fernando Henrique, contrariando décadas de coerência em política externa, o Brasil aceitou ratificar o TNP - Tratado de Não Proliferação nuclear. O TNP é assimétrico e discriminatório por dispensar a inspeção em países nuclearmente armados e inspecionar somente os desarmados. Até a assinatura do TNP, o nosso compromisso era com a Argentina, ABAAC, e AIEA e não diretamente com todos os estados nacionais membros das Nações Unidas, nuclearmente armados ou não, como passou a ser.

A radicalização da política nuclear americana, a pretexto de evitar a proliferação de armas de destruição de massa, nos pressiona a aderir ao protocolo adicional ao TNP que amplia ainda mais as assimetrias existentes naquele tratado ao exigir tantas inspeções quanto forem arbitradas, não somente nas instalações nucleares mas também em qualquer parte do território brasileiro que, a critério dos inspetores internacionais forem consideradas suspeitas até mesmo em nossas residências, se assim o decidirem.

A INB-Industrias Nucleares Brasileiras, sucessora da antiga Nuclebrás, abandonou o "jet-nozzle" e está construindo em Rezende, Estado do Rio de Janeiro, com tecnologia cedida pela Marinha, uma Usina de Enriquecimento visando produzir

combustível para centrais núcleo-elétricas brasileiras e futuramente exportar, supervisionada pela AIEA. Os americanos pressionam de forma a protelar ou mesmo impedir o término desta usina, até mesmo a adoção dos “biombos” está sendo inexplicavelmente contestada.

A recusa dos biombos não deve ser considerada intenção de espionagem industrial americana, pois já desenvolveram excelentes ultracentrifugas para as usinas de enriquecimento que estão construindo. Imaginar que seja repulsa à uma “solução francesa” seria ridículo, por maior que seja o desencanto deles com a França. Depois dos biombos, surgirão outros pretextos.

Existem no mínimo duas motivações para que os EUA procurem impedir a construção da usina de enriquecimento brasileira: uma de natureza econômica e outra de ordem estratégico-militar.

As fontes de energia têm grande importância econômica. O fato de dispor de grandes reservas de minério de urânio e de tecnologia própria comercialmente competitiva para produção do combustível nuclear, credenciará o Brasil à condição de importante “global player” no bilionário mercado mundial de combustível nuclear e não somente de mero exportador de minério. Evitar tal possibilidade pode ser a motivação econômica.

Militarmente, os artefatos nucleares podem ser classificados de duas formas: armas de destruição de massa e inibidoras de concentração de forças. Os poderosos artefatos de fusão (bombas de hidrogênio) e os artefatos de fissão de maior porte serão sempre armas de destruição de massa. Mesmo os artefatos de fissão ou fusão de baixa potência, se usados contra populações civis, serão considerados como destruição de massa.

O uso de artefatos nucleares será sempre um evento infeliz para a humanidade, principalmente como armas de destruição de massa. Os holocaustos de Hiroshima e Nagasaki foram “destruições de massa” e na época contrariaram grande parte da intelectualidade americana e estimularam a proliferação inicial das armas atômicas.

Qualquer tentativa de invasão ou ocupação territorial implica em concentração de forças. A existência de artefatos nucleares de baixa potência com um vetor adequado de lançamento é um poderoso fator inibidor de concentração de forças, não sendo do agrado de países que têm como opção

O resultado é mostrado na Figura 1 e mostra boa concordância do método simplificado com o de depreciação linear.

Na Figura 2 mostramos o efeito da variação de + 20% e - 20% no valor inicial de K/Y inicial e d.

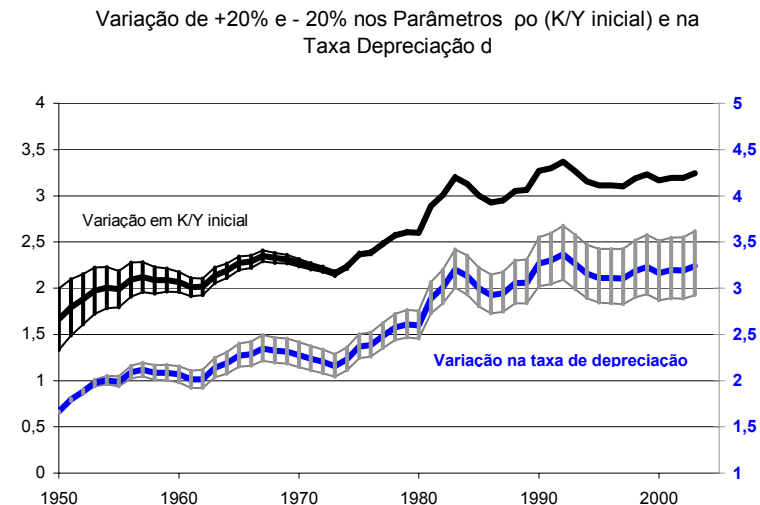


Figura 2: Influência da variação de parâmetros iniciais no comportamento da razão capital/produto pelo método simplificado.

Vimos que a metodologia simplificada, aplicada ao estoque de capital, fornece as bases para apurar a curva capital/produto para casos onde não se disponha de dados de investimento anteriores ao período estudado. Sendo a determinação da razão K/Y inicial (ou do estoque inicial) e do tempo de vida dependente de critérios que serão mais ou menos arbitrários conforme se disponha ou não de outras informações sobre o período anterior.

No exemplo considerado, foi possível dispor dos resultados do outro procedimento para determinar os parâmetros iniciais. Na Figura 2 mostramos o efeito na determinação de K/Y de mudanças de 20% nos parâmetros de entrada para o período 1950 e 2003. Para o ano final e para 1960, mostramos na Tabela 1 o desvio relativo ao cálculo com esses parâmetros em comparação com os valores calculados com a taxa média e com a depreciação iniciais.

domiciliar, máquinas e equipamentos e outros pela metodologia de depreciação linear, comparados com os resultados obtidos com a metodologia simplificada e com os investimentos agrupados.

Os parâmetros iniciais (razão capital/produto no ano zero e taxa de depreciação) para a metodologia simplificada foram os mesmos obtidos da depreciação linear<sup>[2]</sup>.

A metodologia simplificada foi aplicada para o conjunto de bens e foram feitos dois ensaios: o primeiro aplicado a toda a série de (1908 a 2003) e o segundo ao período 1950 a 2003.

No primeiro conjunto de dados (1908 a 2003), foram usados como  $K/Y$  inicial  $\rho_0=1,35$  e taxa de depreciação  $d=4,12\%$  ao ano. O valor  $\rho_0$  é o mesmo para o ano inicial e a taxa de depreciação corresponde à média do período.

Para o segundo conjunto de dados (1950 a 2003) usamos o mesmo procedimento tomando  $\rho_0=1,66$  e  $d=3,82\%$  ao ano.

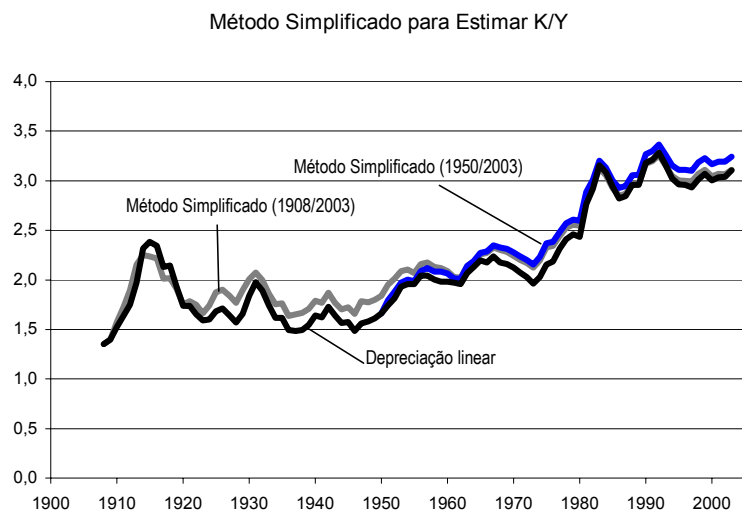


Figura 1: Comparação do método simplificado, aplicado em dois períodos distintos, com os resultados obtidos pelo método de depreciação linear.

estratégica a possibilidade de intervenção militar independente da aprovação do Conselho de Segurança da ONU.

A existência de uma usina de enriquecimento de urânio diminui o tempo entre a denúncia de todos os acordos e tratados já celebrados, e a eventual fabricação de artefatos( "making nuclear weapon on short notice" no jargão internacional). Isto explicaria a preocupação estratégico-militar americana, muito embora o Brasil por reiteradas vezes em seu regime democrático tenha deixado clara a sua opção de não construir artefatos nucleares incluindo tal decisão no texto constitucional. O desenvolvimento de artefatos nucleares implicaria em gastos desnecessários e geraria um clima de desconfiança que poderia conspirar contra o bom convívio econômico, cultural e pacífico existente entre os estados nacionais sul-americanos.

Tanto nas ações de governo quanto nas iniciativas particulares tivemos sempre um comportamento exemplar em relação à não transferência de tecnologia sensível, diferentemente do Paquistão, que obteve a sua capacidade de enriquecer urânio através de um engenhoso programa de espionagem comandado pelo cientista Abdul Qadeer Khan e vendeu esta tecnologia a outros países. No Brasil, sem as motivações bélicas daquele país, optamos por um sério programa de pesquisa e desenvolvimento que nos levou a melhores resultados técnicos e econômicos, a custos muito inferiores sem nunca vendermos a tecnologia desenvolvida.

As normas de inspeção da AIEA, às quais o Brasil atualmente está sujeito, são comprovadamente eficientes, pois são as mesmas utilizadas no pós-guerra por dezenas de anos, em relação aos regimes democráticos do Japão e da Alemanha, países que mantiveram renúncia à construção de artefatos mesmo nos momentos de crise na guerra fria. Não há razão para aceitarmos o endurecimento de normas, a pretexto das atitudes de outros países sujeitos a regimes não democráticos e com passado recente de confrontação com os EEUU.

A proposta do Presidente Bush de reiniciar testes nucleares e desenvolver uma nova geração de pequenos artefatos para serem usados de forma "cirúrgica", até mesmo contra países não nucleares, é preocupante para o mundo. Tais atitudes somadas a agressões, sem o respaldo do conselho de segurança da ONU, constituem forte estimulante à proliferação nuclear, principalmente nos países islâmicos com os quais tenham potencial de confrontação.

Desde os primórdios de sua independência, o Brasil é um país aliado dos Estados Unidos. O povo brasileiro aprecia vários aspectos da cultura americana, porém tem o direito de resistir às pressões e recusar o protocolo adicional ao TNP, assim como serenamente, sem antagonismos não aceitar vetos sobre atividades pacíficas com grande significado comercial.

As decisões sobre energia têm grande importância econômica, portanto devem ser tomadas de forma pacífica, respeitosa e soberana, com o objetivo de atender aos melhores interesses da sociedade brasileira.

*Othon L.P. da Silva*

**Empresário. Engenheiro Naval, Mecânico e Nuclear.**

**Vice-Almirante da Reserva**

de depreciação adotada é considerada igual para os países estudados.

### Descrição da Metodologia

A metodologia simplificada para avaliar a evolução da produtividade de Capital consiste nos seguintes passos.

1. Escolhe-se uma taxa de depreciação considerando a vida esperada do bem e a taxa de crescimento do investimento no passado. Uma aproximação é considerar-se, para o período anterior, a mesma taxa de crescimento do PIB para o qual se dispõe, geralmente, de séries mais longas. A taxa de depreciação equivalente  $d$  é dada por onde  $v$  é o valor da vida (em anos) do bem que está sendo depreciado

$$d = (1 + e^c + e^{2c} + \dots + e^{(v-1)c}) / (1 + 2e^c + 3e^{2c} + \dots + ve^{(v-1)c})$$

onde  $c = \ln(1-t)$  e  $t$  a taxa de crescimento dos investimentos

2. Escolhe-se um valor inicial da razão capital produto  $\rho_0$ .
3. Estima-se o estoque do ano zero  $K_0$  usando-se o valor do PIB  $Y_0$  disponível  
 $K_0 = Y_0 \cdot \rho_0$
4. Obtêm-se valores provisórios para  $e$  e para  $K_1 = K_0 + I_0 - d \cdot K_0$
5. Obtêm-se analogamente os valores sucessivos de  $K_i$  e  $\rho_i$
6. Iterativamente escolhe-se o valor de  $\rho_0$  de tal maneira que o comportamento de  $\rho_i$  para os primeiros anos seja o esperado (levemente ascendente).

Este procedimento pode ser adotado tanto para o conjunto de bens como para as categorias em separado. No caso de tratar o conjunto de bens é necessário escolher uma taxa de depreciação adequada para a proporção máquinas e equipamentos e construção no investimento.

Em seguida, apresentamos os resultados para o Brasil com os bens divididos em construção domiciliar, construção não



Texto para Discussão:

## Metodologia Simplificada para Estimativa da Evolução da Produtividade de Capital

### Introdução

A aplicação de uma taxa de depreciação fixa sobre o estoque de capital do ano anterior é usada em muitos modelos teóricos de crescimento econômico. Aplicado a dados reais, para a obtenção do estoque de capital, este procedimento implica em desconhecer o histórico dos investimentos. Erros de até 20% foram observados em relação à depreciação obtida a partir dos dados de investimentos reais. No entanto, essa simplificação - além das facilidades teóricas - propicia um método expedito para avaliação do estoque de capital e, em consequência da produtividade de capital.

Como foi demonstrado anteriormente<sup>[1]</sup>, é possível estimar o comportamento da variável Produtividade de Capital aplicando ao estoque de capital do ano anterior uma taxa fixa de depreciação e adicionando os investimentos realizados no ano anterior. São importantes nessa metodologia as escolhas do valor do estoque inicial e da taxa de depreciação adequada ao tempo de vida dos bens envolvidos e a sua participação relativa. Para estimar esta taxa de depreciação é necessário ainda dispor ou estimar a taxa de crescimento dos investimentos nos anos anteriores.

Neste trabalho (1) descrevemos uma metodologia simplificada para obtenção da evolução de produtividade de capital, (2) avaliamos a influência da variação dos parâmetros de cálculo utilizados na determinação dos valores da produtividade de capital (3) aplicamos a metodologia para seis países, os resultados do Brasil foram comparados com os obtidos com a metodologia de depreciação linear.

No procedimento (3) a falta da informação sobre investimentos anteriores ao período informação é suprida pela suposição de um comportamento regular da razão capital/produto no início do intervalo em que o parâmetro está avaliado. A taxa equivalente

Opinião:

Transcrito do O ESTADO DE S.PAULO, Quarta-feira, 28 de abril de 2004

## O Tratado de Não-Proliferação Nuclear

*José Goldemberg*

As atividades nucleares no Brasil - como em outros países do mundo - sempre tiveram duas vertentes: a civil e a militar. Como outras tecnologias, a energia nuclear pode ser usada para fins pacíficos ou militares.

Estabelecer uma clara linha separando as duas não é fácil. Por exemplo, aço pode ser usado para fazer punhais, que podem matar, ou facas para cortar alimentos. É por essa razão que não é permitido que passageiros entrem em aviões com facas, tesouras ou outros objetos do mesmo tipo, e inspeções são feitas para evitar que isso ocorra, devido ao temor que sejam usadas para dominar a tripulação no caso de seqüestro.

Com a energia nuclear, o que se passa não é muito diferente: ela foi desenvolvida para produzir bombas atômicas com terrível poder explosivo, mas logo se percebeu que poderia também ser usada em reatores nucleares nos quais se produz eletricidade. Como separar essas atividades e como limitar o seu uso aos fins pacíficos, evitando que seja usada para fins militares?

Esse desafio está sendo enfrentado, há quase 40 anos, pelas restrições impostas pelas grandes potências que desenvolveram armas nucleares aos demais países. Isso foi feito por meio do Tratado de Não-Proliferação (TNP), firmado em 1967, que legitimou a posse de armas nucleares pelos Estados Unidos, pela Rússia, pela Inglaterra, pela França e pela China e tentou evitar que outras nações as desenvolvessem, restringindo o acesso à tecnologia.

O TNP foi o resultado de uma barganha diplomática: países abririam mão do acesso a armas nucleares em troca do desarmamento progressivo das grandes potências, o que, ao longo dos anos, levaria ao banimento dessas armas, como ocorreu com armas bacteriológicas. Além disso, elas seriam beneficiadas pela transferência de energia nuclear para fins pacíficos.

O TNP é, de fato, um tratado assimétrico que dividiu o mundo em dois grupos:

os "que têm" e "os que não têm" armas nucleares. Para alguns, essa solução foi considerada equivalente a "desarmar os desarmados", enquanto outros se armam sem limitações. Sucede que essa não é a única assimetria existente no mundo, como é evidente quando se considera que a renda per capita média dos americanos é dez vezes maior (ou mais) do que a renda per capita dos indianos.

O sucesso do TNP em conseguir seus objetivos foi medíocre porque Índia, Israel e Paquistão, que não eram signatários do tratado, desenvolveram armas nucleares. A Coreia do Norte é ainda uma incógnita nessa questão.

As restrições do TNP, porém, têm sido aceitas voluntariamente por muitos países. O Brasil está entre eles, uma vez que o governo se convenceu, a partir de 1992, de que a posse de armas nucleares não traria vantagens ao País.

Desenvolver armas provocaria restrições às importações de certos materiais e equipamentos e medidas retaliatórias de maior ou menor intensidade das grandes potências, como aconteceu com Iraque, Líbia, Irã e Coreia do Norte.

O Brasil e a Argentina abriram mão do acesso a armas nucleares firmando um pioneiro e inovador acordo de cooperação bilateral que criou uma agência - a ABACC - que tornou o Cone Sul da América Latina uma zona livre de armas e ameaças nucleares. Os dois países deram, na

- HALL, Robert; JONES, Charles. Why do some countries produce so much more output per worker than others? *Quarterly Journal of Economics*, v. 114, n. 1, p. 83-116, Feb. 1999.
- HESTON, Alan; SUMMERS, Robert; ATEN, Bettina. *Penn World Table Version 6.1*, Center for International Comparisons at the University of Pennsylvania (CICUP), Oct. 2002.
- HOFMAN, André. Capital accumulation in Latin America: a six country comparison for 1950-1989. *Review of Income and Wealth*, v. 38, n. 4, p. 365-401, Dez. 1992.
- \_\_\_\_\_. *The economic development of Latin America in the twentieth century*. Northampton, MA: Edward Elgar, 2000.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Estatísticas do Século XX. Rio de Janeiro, 2003.
- KLENOW, Peter; RODRIGUEZ-CLARE, Andres. The Neoclassical revival in Growth Economics: Has It Gone Too Far? NBER Macroeconomics Annual (Cambridge: MIT Press, 1997), pp. 73-103.
- MORANDI, Lucilene; ZYGIELSZYPER, Nora; REIS, Eustáquio. *Tendências da Relação Capital/Produto na Economia Brasileira*. Rio de Janeiro: IPEA, oct. 2000. (Boletim Conjuntural do IPEA n. 51)
- PRESCOTT, Edward. Needed: a theory of total factor productivity. *International Economic Review*, v. 49, n. 3, p. 525-553, Aug. 1998.
- ROMER, Paul. Idea gaps and object gaps in economic development. *Journal of Monetary Economics*, v. 32, n. , p. 543-573, Mês 1993.
- SOLOW, Robert. A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, v. 70, n. 1, p. 65-94, Feb. 1956.
- SWAN, Trevor. Economic growth and capital accumulation. *Economic Record*, v. 32, p. 334-361, 1956.

Em um país de dimensões continentais como o Brasil e de economia diversificada, é difícil fazer qualquer transplante de soluções, seja de um país também grande e complexo como a Índia, seja de países como o Chile, que optou por simplificar sua economia. Países como Coreia, Chile e Índia podem, no entanto, sugerir abordagens que possam levar o País a desatar o nó em que se encontra.

Existem países que estão abordando seriamente o problema da produtividade do capital que é, inclusive, monitorada pelo parlamento. Austrália, Nova Zelândia e o próprio Reino Unido já apresentam resultados visíveis para reverter ou limitar a tendência de queda.

No próximo número, pretende-se apresentar algumas sugestões de caminhos para incrementar a produtividade de capital no Brasil e para romper a estagnação no crescimento per capita.

---

#### Referências

- ACEMOGLU, Daron; ZILIBOTTI, Fabrizio. Productivity Differences. *Quarterly Journal of Economics*, v. 116, n. 2, p. 563-606, May 2001.
- ALVIM, Carlos (Coord.) *Brasil: O Crescimento Possível*. São Paulo: Bertrand, 1996.
- BARRO, Robert. Economic Growth in a cross-section of countries. *Quarterly Journal of Economics*, v. 106, n. 2, p. 407-443, May 1991.
- BARRO, Robert; SALA-I-MARTIN, Xavier. Convergence across the states and regions. *Brookings Papers on Economic Activity*, v. 1991, n. 1, p. 107-182, 1991.
- BARRO, Robert; SALA-I-MARTIN, Xavier. Convergence. *The Journal of political Economy*, v. 100, n. 2, p. 223-251, Apr. 1992.
- CASELLI, Francesco; ESQUIVEL, Gerardo; LEFORT, Fernando. Reopening the convergence debate: a new look at cross-country growth empirics, *Journal of Economic Growth*, v. 1, n. 3, p. 363-389, Sep. 1996.
- FEU, Aumara. *Produtividade do Capital no Brasil de 1950 a 2002*. 151 f. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2003. (\*)
- (\*) Disponível em [http://www.ecen.com/eee43/eee43p/ecen\\_43p.htm](http://www.ecen.com/eee43/eee43p/ecen_43p.htm)
- \_\_\_\_\_. Avaliação da produtividade do capital no Brasil no século XX. *Economia e Energia*, n. 43, mar./abr. 2004.
- FURTADO, Celso. *Introdução ao Desenvolvimento - Enfoque Histórico - Cultural (3a. Edição revista pelo autor)*. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

ocasião, um magnífico exemplo de maturidade política. Sucede que dominar todo o ciclo nuclear, desde o enriquecimento do urânio até a produção de armas, não é uma tarefa tão difícil assim e as elites técnicas de vários países poderiam fazê-lo com seus próprios meios se a decisão política nesse sentido fosse tomada.

Depois que a Índia e o Paquistão desenvolveram armas nucleares, aumentaram as preocupações de que outros países o fizessem e, por essa razão, a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) realiza inspeções para se certificar de que isso não está acontecendo.

O acesso às instalações nucleares é que deu origem aos recentes problemas que o País está tendo com a AIEA e as restrições que o Brasil colocou às inspeções despertaram suspeitas de que as intenções do governo brasileiro não seriam inteiramente pacíficas. Os argumentos usados de que tais restrições se destinam apenas a proteger a tecnologia nacional de enriquecimento de urânio não são convincentes.

A ocasião é oportuna para aprofundar a discussão sobre as implicações reais do TNP porque haverá, em 2005, uma conferência internacional - que ocorre a cada cinco anos - para rever os seus sucessos e insucessos. O Brasil tem sido um dos países mais ativos nesses debates, juntamente com África do Sul, Egito, Irlanda, México, Nova Zelândia e Suécia, que têm feito propostas sérias para aperfeiçoar e democratizar o TNP. Esses sete países se organizaram numa "Coalizão da Nova Agenda", na qual o nosso atual chanceler, Celso Amorim, foi muito atuante e lutou para que o controle do acesso a armas nucleares, dos países que não as possuem, seja vinculado ao desarmamento dos que as possuem, tornando o mundo menos perigoso do que é hoje.

*José Goldemberg* é Secretário do Meio Ambiente do Estado de São Paulo

Texto para Discussão:

## Produtividade do Capital: uma Limitação a mais ao Crescimento Brasileiro

*Carlos Feu Alvim*  
feu@ecen.com.

### Introdução

A preços internacionais, segundo Aumara Feu (2003), a produtividade do capital no Brasil, no fim da década de 90, era 8% inferior a dos países desenvolvidos que compõem a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)<sup>1</sup>.

A baixa produtividade do capital no Brasil quando comparada a dos países desenvolvidos, não reflete o esperado teoricamente. A partir do modelo de crescimento neoclássico de Solow (1956) e Swan (1956) e supondo que todos os países têm disponíveis as mesmas tecnologias, quanto menor a participação de um fator no produto maior será a sua produtividade. Portanto, se o Brasil, comparativamente aos países desenvolvidos, é um país com escassez relativa do fator capital seria de se esperar uma produtividade do capital maior neste país.

Aliás, na baixa exigência de capital para gerar produto reside parte da esperança de uma menor diferença de renda per capita entre países no futuro: ela faria com que a resposta ao investimento fosse superior nos países em desenvolvimento. Com efeito, os países pobres aumentariam sua renda que, por sua vez, tenderia a convergir para a dos mais ricos na teoria de convergência absoluta ou pelo menos diminuiriam a disparidade entre as rendas na teoria de convergência relativa<sup>2</sup>. Portanto, se a

<sup>1</sup> A produtividade do capital era de 0,39 e 0,36, respectivamente, na OCDE e no Brasil.

<sup>2</sup> Barro (1991), Barro e Sala-i-Martin, (1991) e Barro e Sala-i-Martin (1992).

Resumindo: Da análise da trajetória de desenvolvimento da Coreia podem-se tirar lições sobre uma trajetória de crescimento que otimizou o uso dos insumos capital e trabalho. O Chile passou por uma traumática correção de rumo e fez escolhas que parecem adequadas às características de sua economia mas que dificilmente poderiam ser aplicadas ao Brasil cuja economia é de uma outra dimensão. A Índia desenvolveu um sistema que prioriza o insumo mão de obra e que adota formas de produção adequadas ao seu estágio de crescimento. Isto pode ter contribuído para que fosse retomado o processo de desenvolvimento sem queda na produtividade de capital.

### Conclusões e Anúncio do Próximo Artigo

Segundo descrito acima, a baixa produtividade do capital no Brasil, similar a de países desenvolvidos, é um dos entraves ao crescimento do país. Foi observado, também, que este baixo nível da produtividade do capital em países em desenvolvimento, com renda per capita relativamente bem menor, poderia ser explicado pela incorporação de tecnologias intensivas em capital desenvolvidas em países de fronteira onde a dotação dos fatores é diversa.

O problema principal aqui levantado não é somente a baixa produtividade de capital do Brasil mas o de termos alcançado essa marca em um estágio de produto per capita muito inferior ao dos países desenvolvidos.

Portanto, um país com pequeno nível da produtividade do capital e do trabalho se encontra em uma armadilha da pobreza, necessitando de grande dotação de ambos os fatores para gerar uma variação positiva no produto per capita. Observou-se, no entanto, que o Chile, que passou por situação semelhante, conseguiu reverter este quadro. A Coreia, por outro lado, manteve-se durante quatro décadas alocando equilibradamente os insumos capital e trabalho o que explica, em parte, seu crescimento acelerado.

---

planejamento central possa induzir escolhas econômicas equivocadas, também ele pode constituir-se em um mecanismo de proteger a economia interna de padrões de produção impostos externamente.

não se nota o deslocamento no sentido de maior produtividade do trabalho (curvatura para a direita no gráfico), que se espera quando há incorporação de tecnologia. No quadro esperado para este tipo de caminho de crescimento, a Coréia apresenta hoje baixa produtividade do capital o que poderá ser um entrave para seu futuro desenvolvimento. Segundo o modelo, isso só seria possível se o componente atribuído à tecnologia<sup>18</sup> passe apresentar crescimento com o tempo<sup>19</sup>.

A função de Cobb-Douglas busca descrever um sistema em que a competição entre os insumos trabalho e capital opera dentro de uma lógica econômica que busca o melhor uso dos insumos. Neste trabalho, estamos levantando a hipótese que em países periféricos essa competição seja prejudicada pela escolha externa da tecnologia empregada.

Uma característica interessante da economia sul coreana é que suas grandes empresas são de capital predominantemente nacional, com marcas próprias conhecidas em nível mundial. Isto pode ter facilitado uma escolha mais racional no uso dos meios de produção. É interessante notar que a Coréia dirigiu seus esforços, na década de sessenta, à política de exportação de setores intensivos em mão de obra. A partir de 1970, a ênfase passou para produtos químicos, automóveis e eletrodomésticos. O setor de manufaturas, que inclui as duas últimas categorias, é um setor onde a razão capital / produto é 31% inferior à do total da economia nos países da OCDE<sup>20</sup>. Esta realocação de recursos para setores menos intensivos em capital poderia, portanto, explicar como a Coréia evitou a prematura queda na produtividade do capital observada em outros países em desenvolvimento<sup>21</sup>.

---

<sup>18</sup> Função A(t).

<sup>19</sup> O Japão também apresenta atualmente baixa produtividade de capital em relação aos demais países desenvolvidos. De qualquer forma é perturbador atribuir-se ao componente tecnológico crescimento zero no período para países como Japão, Coréia e Itália.

<sup>20</sup> Aumara Feu (2003).

<sup>21</sup> A Coréia praticou, até a crise asiática, uma política de planejamento centralizado. Só após o acordo com o FMI em 1998, houve movimentos no sentido de dar maior ênfase à economia de mercado. Embora o

produtividade do capital brasileira é inferior a dos países desenvolvidos significa que o Brasil perdeu a vantagem comparativa natural de um país em desenvolvimento.

Além desta introdução e da conclusão, compõe o artigo mais três seções. A Seção 1 mostra o comportamento esperado da produtividade do capital em relação à produtividade do trabalho, segundo o modelo de Solow, sem e com crescimento tecnológico, comparando o previsto pela teoria com o verificado no Brasil e em alguns países da OCDE. A Seção 2, usando um método simplificado para o cálculo do estoque de capital, examina a evolução da produtividade do capital de seis países (incluindo o Brasil) em diferentes graus de desenvolvimento. Finalmente, a Seção 3 indica qual poderia ser a explicação para a baixa produtividade do capital no Brasil e descreve a experiência de outros países que, ao contrário do verificado neste país, conseguiram elevar a produtividade do capital e promover o crescimento econômico.

## **1. Produtividade do Capital versus Produtividade do Trabalho**

A produtividade<sup>3</sup> de um fator de produção é dada pelo produto em relação ao estoque deste fator. Ou seja, a do trabalho corresponde à razão entre produto e a força de trabalho (Y/L) e a do capital à razão entre produto e o estoque de capital (Y/K), constituído por suas máquinas, equipamentos e suas instalações. Para apurar esse estoque capital, por meio do método do estoque permanente, soma-se os investimentos<sup>4</sup> e amortiza-se seu valor em função da idade do bem a ele associado.

---

<sup>3</sup> Está se considerando a produtividade média e não a marginal

<sup>4</sup> Os investimentos (formação bruta de capital fixo) são constituídos por bens de construção residencial e não residencial e por máquinas e equipamentos. Considera-se, portanto, como componente do estoque de capital, o investimento em imóveis residenciais cujo produto na forma de aluguéis (reais ou presumidos) integra o PIB.

Quanto à produtividade do capital do Brasil, segundo diversos autores<sup>5</sup>, ela decresceu de forma considerável na última metade do século, ficando relativamente constante a partir de meados da década de 80. Em 1999, segundo Aumara Feu (2003), enquanto o Brasil conseguia produzir US\$ 36<sup>6</sup> por cada US\$ 100 do estoque de bens de produção os países da OCDE produziam US\$ 39 com os mesmos cem dólares. Ou seja, a produtividade do capital no Brasil era 0,36 e a dos países da OCDE 0,39.

Por outro lado, quanto à produtividade do trabalho, esta foi crescente até final da década de 70, mas permanece, praticamente, constante a partir de então. Este comportamento é observado utilizando a população ocupada, como em Aumara Feu (2003), ou a população total. Neste trabalho, visando simplificar a obtenção de dados para outros países, será utilizada como proxy do trabalho a população total.

### 1.1 Relação entre Produtividade do Capital e do Trabalho no Modelo de Solow

Os modelos de crescimento econômico descrevem como os insumos básicos, capital (K) e trabalho (L), se combinam para gerar o produto (Y). Segundo o modelo de Solow, com função Cobb-Douglas, a participação de cada fator no produto é constante ao longo do tempo. Portanto, segundo o modelo, as produtividades do trabalho (Y/L) e do capital (Y/K) se adequam de tal maneira que quando uma aumenta a outra é reduzida. Com efeito, admitida a hipótese de distribuição constante da renda entre trabalho e capital, o crescimento do produto por trabalhador significa maior salário e estímulo em substituir este insumo por capital.

Na formulação mais simples, função Cobb-Douglas, com tecnologia constante, se as duas grandezas forem representadas graficamente, tem-se uma curva como a indicada na Figura 1,

<sup>5</sup> Dentre eles cabe citar Alvim (1996), Hofman (1992) e (2000), Morandi, Zyielszyper e Reis (2000), IBGE (2003) e Aumara Feu (2004).

<sup>6</sup> Os dados de investimento e de produto foram transformados em moeda internacional, considerando a paridade do poder de compra em relação ao dólar internacional, correspondente ao investimento e ao produto, fornecidos por Heston et al. (2002).

as formas de produção moderna e a tradicional; (ii) a especialização, na indústria química, em medicamentos genéricos, reproduzindo fórmulas de medicamentos com patentes vencidas; (iii) a prioridade, no sistema de transporte individual, às pequenas viaturas; (iv) a direção da indústria de cinema ao mercado local; (v) a expressiva participação na geração e exportação de softwares; (vi) a política tecnológica independente e (vii) a política econômica, que nem muito de longe segue as receitas do Consenso de Washington.

Vários desses aspectos vão no sentido de frear a queda na produtividade de capital. Isto efetivamente ocorreu como pode ser observado na Figura 7. Isto deve ter contribuído para que a Índia nas décadas de oitenta e noventa, perdidas para o Brasil, teve crescimento do PIB de 5,6% e do PIB per capita de 3,6%. O produto interno bruto da Índia, neste período, mais do que dobrou.

A Coreia do Sul é outro exemplo notável de crescimento. Partiu, nos anos cinquenta, de produto per capita inferior a do Brasil, e alcançou, nos últimos anos, o nível de alguns países da OCDE, sendo seu produto per capita, agora, quase três vezes superior ao do Brasil.

É certo que a Coreia do Sul beneficiou-se, sobretudo na década de cinquenta, de massiva ajuda externa destinada a criar exemplo positivo de sucesso de economia capitalista em área do globo onde era temido forte avanço do comunismo. Todavia, o sucesso alcançado está longe de poder ser atribuído à ajuda externa. Deve-se lembrar que a Coreia manteve durante décadas taxas de investimentos da ordem de 30 % ao ano, essencialmente, com poupança interna<sup>17</sup>

O bom ajuste de uma reta no gráfico log x log implica que é possível descrever a evolução do comportamento das produtividades de capital e trabalho considerando crescimento zero da tecnologia. Com efeito, nos três países para o qual foi feito o ajuste no gráfico da Figura 5 (Itália, Japão e Coreia do Sul)

<sup>17</sup> A Coreia apresentou taxa de investimento média de 31,5% de 1975 a 2001 (dados a preços correntes do FMI). A contribuição de transferências externas foi, na média desse período, quase nula (0,2% do PIB)

uma política de des-industrialização, renunciando aos, assim considerados, avanços anteriores conseguidos via substituição de importações e se especializou em produtos agrícolas e agroindustriais, aproveitando sua porta para o Pacífico.

Não obstante uma bem sucedida estratégia de privatização, a política que emergiu do final do regime militar havia consolidado e mantido sob o controle do Estado o cobre. Em 2002 e 2003, esse produto correspondia a cerca de 35% das exportações do Chile<sup>14</sup>.

A estratégia do Chile tem sido apontada como um êxito da política de globalização. Seus defensores afirmam que a especialização dos países nos campos em que são mais competitivos melhoraria a eficiência global em benefício de todos os países. No gráfico, pode-se observar que houve uma expressiva recuperação da produtividade de capital deste país e um considerável avanço, nos últimos anos, do produto per capita.

O Chile, conforme mostrado na Figura 7, apesar de ter permanecido por mais de duas décadas com PIB per capita oscilando em torno do mesmo valor, recuperou a trajetória “ajustada” para Coréia, Japão e Itália e conseguiu aumentar em quase oito pontos percentuais a taxa de investimento anual.<sup>15</sup>

O outro país que tem apresentado índices elevados e constantes de crescimento é a Índia. Contudo, é certo que a renda per capita continua muito baixa e existem enormes problemas de mobilidade social<sup>16</sup>.

Alguns aspectos têm, no entanto, chamado a atenção para o seu modelo de desenvolvimento, tais como: (i) a prioridade do uso de mão-de-obra na construção civil, na agricultura, onde convivem

<sup>14</sup> Foi o governo militar chileno que criou, em 1976, a empresa estatal CODELCO. Esta é a maior empresa chilena, tendo consolidado a nacionalização do cobre, decretada no governo Allende (derrubado pelos militares).

<sup>15</sup> Média de 1989 a 2001 em relação à média de 1974 a 1987 (regime militar) de acordo com dados do Banco Central do Chile.

<sup>16</sup> Apesar de todas as castas e de seus renegados “intocáveis”, a Índia tem melhor distribuição de renda que o Brasil, respectivamente 35º e 3º pior do mundo, de acordo com <http://www.nationmaster.com>.

onde é medida que a produtividade do trabalho cresce, decresce a produtividade do capital. Da mesma forma, se for tomado o logaritmo das duas grandezas, tem-se uma reta.

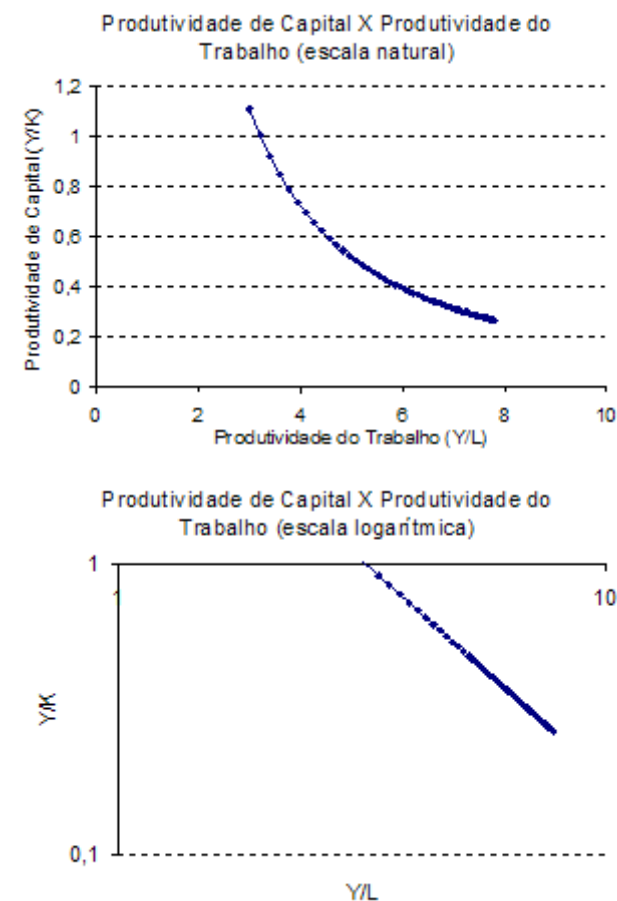


Figura 1 - Produtividades do Capital e do Trabalho com Tecnologia Constante e função de produção Cobb-Douglas representada em escala natural e log x log.

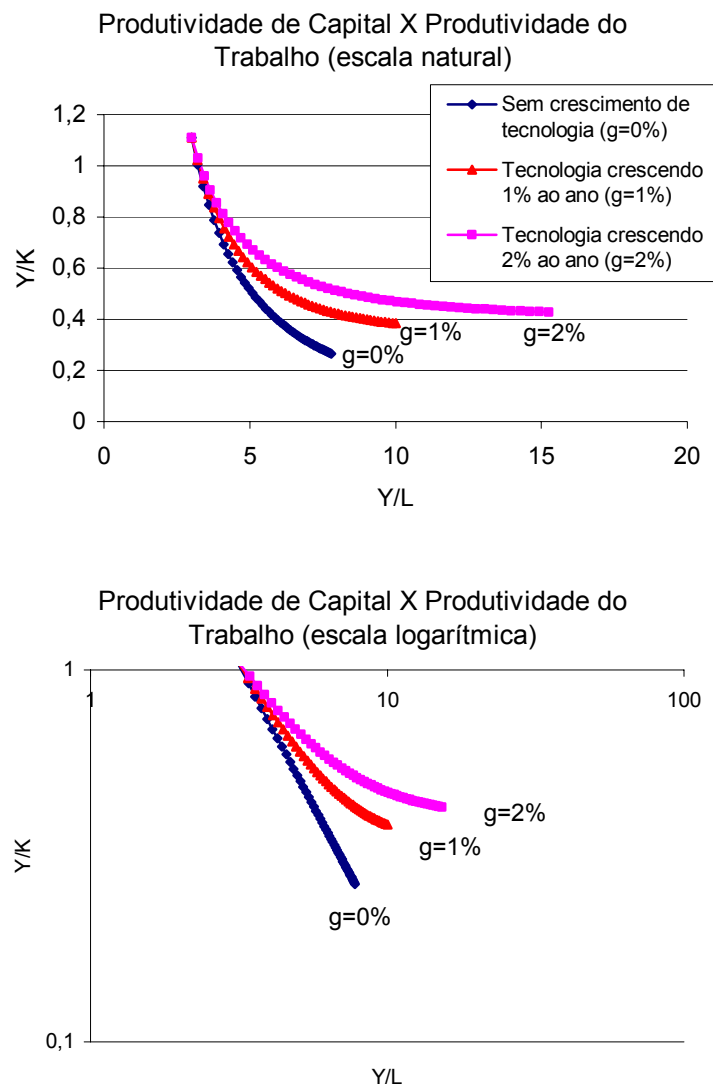


Figura 2 - Produtividade do Capital versus Produtividade do Trabalho em escala natural e logarítmica com taxas de crescimento tecnológico ( $g$ ) igual a 0%, 1% e 2% ao ano. Note-se que só é reta, na escala logarítmica, a representação para  $g = 0$ .

produto per capita. Na Figura 6, dois outros países, Chile e Índia, parecem estar superando este tipo de impasse, estagnação da renda per capita e queda na produtividade de capital, usando estratégias diferentes dos demais países em desenvolvimento.

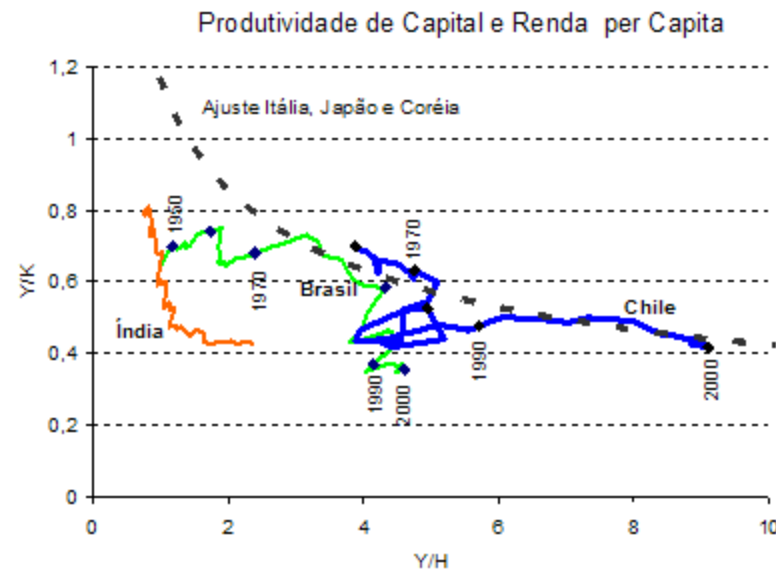


Figura 7: Produtividade de capital em função da renda per capita (ampliação na escala da Figura 6 para destacar os três países com menor renda per capita).

No que concerne ao Chile, o seu produto per capita, como pode ser observado na Figura 7, passou por longo período de estagnação com redução na produtividade do capital. Durante o regime militar, houve duas quedas brutais no produto per capita anual, da ordem de 20%. A primeira ocorrida 1975 e a segunda em 1982. O nível de renda de 1970 só foi restabelecido em 1989 quando terminava o regime militar. A política estabelecida nos anos finais do regime militar foi mantida pelos governos civis que se seguiram. A ela é atribuído o crescimento observado nos anos noventa.

O Chile fez uma clara opção de especializar-se em atividades em que dispõe de condições para competir internacionalmente. Abandonou a estratégia de gerar uma economia autônoma ou mesmo dirigida ao comércio regional da América do Sul. Adotou



novas tecnologias que estariam sendo adotadas nos países em desenvolvimento adviriam dos países de fronteira tecnológica, países onde o capital e mão-de-obra qualificada seriam os fatores abundantes, diferentemente dos países em desenvolvimento, onde esses fatores seriam escassos.

Uma evidência de que a tecnologia adotada nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, independentemente da dotação dos fatores de cada país, é cada vez mais similar, seria a tendência, ressaltada anteriormente, de convergência das produtividades de capital.

Nos países desenvolvidos, a escolha pela tecnologia se dá de maneira a otimizar o uso dos fatores de produção à remuneração dos fatores vigente naqueles países. Com efeito, um tear importado traz implícita uma relação entre capital / número de trabalhadores e capital / produto, decidida em função do custo dos fatores no país de fronteira. Ou seja, um país em desenvolvimento ao importar um tear também importa a razão capital / produto do país de origem. O mesmo vale para a produção agrícola mecanizada ou para a produção de automóveis e de outros produtos.

A respeito, segundo Acemoglu e Zibotti (2001), até mesmo quando todos os países têm o acesso igual às novas tecnologias, a má combinação entre tecnologia e habilidade pode conduzir às diferenças consideráveis na produtividade total dos fatores (A) e na produtividade do trabalhador. De acordo com esses autores, a má combinação entre tecnologia e habilidades da força de trabalho pode esclarecer parte significativa das diferenças de produtividade do trabalhador observada.

Dessa forma, países em desenvolvimento, como o Brasil, estão alcançando o baixo nível de produtividade do capital observado nos países de fronteira, muito antes de apresentarem a produtividade por trabalhador (renda per capita) desses países.

Pode ser que a convergência temporal da produtividade do capital, independente da diversidade na remuneração do trabalho entre os países, seja conseqüência inevitável da globalização. Neste caso, os países periféricos estariam presos em uma armadilha que os condenaria a permanecer com um menor

A Figura 2 mostra graficamente o resultado da simulação quando se introduz progresso técnico no modelo de Solow-Swan<sup>7</sup>. As curvas representam diferentes valores de crescimento tecnológico ao ano.

Os gráficos da Figura 2 simulam situação próxima da esperada para um país com produtividade do capital inicial próxima a 1 e com produto por trabalhador de US\$ 3 mil<sup>8</sup>. Nota-se que, segundo o modelo, à medida que a economia se aproxima do equilíbrio, a variação na produtividade do capital tende a zero e o crescimento do produto per capita se iguala ao crescimento tecnológico. Cabe observar que quanto maior o crescimento tecnológico menor a queda na produtividade do capital necessária para se atingir determinado nível de renda por trabalhador. A Figura 3 mostra a evolução da produtividade de capital em função da produtividade do trabalho para o Brasil, OCDE como um todo e para alguns de seus países membro. Como, geralmente, a renda por trabalhador dos países se eleva com o tempo a evolução temporal é representada pelo comportamento das curvas da direita para a esquerda.

<sup>7</sup> No caso da tecnologia (A) constante ao longo do tempo, considerou-se o modelo de Solow, com função de produção Cobb-Douglas e tecnologia Hicks-Neutra. Já, para os casos com crescimento tecnológico diferente de zero, usou-se o modelo de Solow, com função Cobb-Douglas e tecnologia Harrod-Neutra, ou seja, com tecnologia poupadora de trabalho. Na simulação, foi suposto, ainda, crescimento da força de trabalho de 2% ao ano, taxa de investimento (investimento como proporção do PIB) de 20%, depreciação DE 4% e participação do capital no produto ( $\alpha$ ) de 0,4.

Cabe ressaltar que a forma de colocar A(t) na equação como fator isolado ou sob o expoente  $(1 - \alpha)$ , associado ao trabalho, ou sob  $\alpha$ , associado ao capital – respectivamente tecnologia Hicks, Harrod ou Solow-Neutra – altera a distribuição entre os fatores da taxa de crescimento da economia (Y) e não a forma das curvas representadas na Figura 2.

<sup>8</sup> Para montar o exemplo usou-se a função  $Y = K^\alpha (A(t)L)^{(1-\alpha)}$  e foi suposto crescimento da força de trabalho de 2% ao ano, taxa de investimento (investimento como proporção do PIB) de 20%, depreciação 4% e  $\alpha=0,4$ . O exemplo simularia (em mil dólares/habitante) a evolução esperada para o Brasil a partir da metade do século XX nas condições supostas.

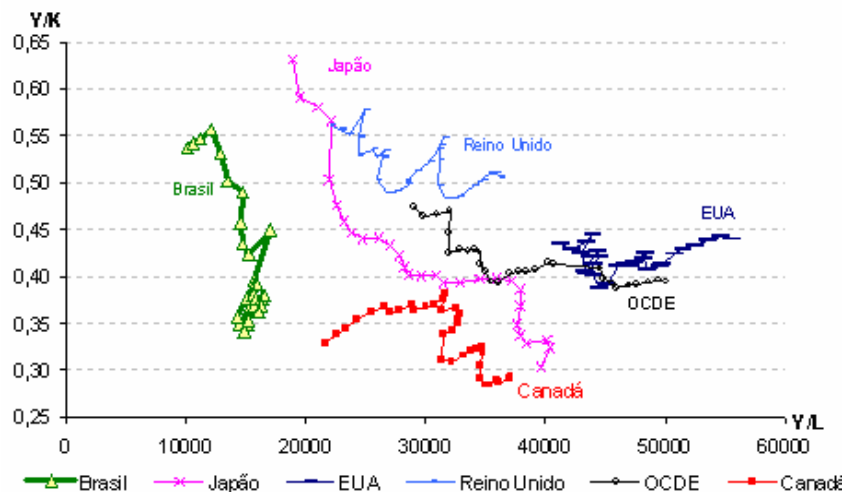


Figura 3 -Produtividade do Capital e do Trabalho<sup>9</sup> – Brasil e OCDE -US\$ 1990. Fonte: Aumara Feu (2003)

Pode-se observar que o conjunto de países da OCDE apresenta produtividade do capital inicialmente decrescente, sendo que nas duas últimas décadas, esse valor permaneceu praticamente estável, em torno de 0,4. Ou seja, nestas duas últimas décadas, como a produtividade do capital ficou constante e a do trabalho cresceu, todo o crescimento por trabalhador (dentro da função utilizada) pode ser atribuído ao crescimento tecnológico.

Quanto aos últimos anos da série, embora alguns países da OCDE mostrem trajetória de produtividade decrescente (como o Japão e o Canadá) outros apresentam produtividades constantes ou até crescentes (como EUA e Reino Unido).

O Brasil, a partir de 1980, esteve “patinando” no mesmo produto por trabalhador. A produtividade de capital caiu substancialmente na década de setenta e oitenta a preços correntes<sup>10</sup>. O mesmo

<sup>9</sup> O trabalho aqui é representado pela população ocupada para o Brasil, calculada no trabalho mencionado e pelo total de trabalhadores empregados nos países membros da OCDE fornecido pela OCDE.

<sup>10</sup> Em valores constantes a produtividade parou de cair no início da década de oitenta - Aumara Feu (2003)

Talvez por isso, no caso do Brasil, a representação das duas produtividades, no gráfico logarítmico, mostre que para nosso país o modelo de Solow (sem ou com crescimento tecnológico positivo) não se ajusta bem aos dados. O ajuste só melhora se for suposto crescimento tecnológico negativo ao longo do período.

Esta constatação poderia ser explicada pela incorporação de tecnologia em um país periférico sem a correspondente qualificação da mão de obra existente. Ou seja, a nova tecnologia aumentaria o capital necessário para gerar uma unidade de produto, sem a correspondente queda na quantidade de trabalho necessária para gerar este produto. Em consequência, o resíduo de Solow, ou seja, a produtividade total dos fatores, teria que ser negativa para se adequar à contabilidade do crescimento.

Segundo Aumara Feu (2003), o ocorrido com a produtividade do capital no Brasil pode ser bem descrito por um choque negativo na produtividade marginal do capital. Neste caso, toda produção resultante do capital, investido a partir de determinada data, se daria com a produtividade reduzida pelo choque, enquanto o capital investido antes desta data, descontada sua depreciação, continuaria gerando o produto com a produtividade anterior.

Este provável choque negativo na produtividade marginal ao final da década de 60 ou início da década de 70, seria incorporado gradualmente na produtividade do capital (composto de investimentos velhos, parcialmente sucitados, mas mais produtivos, e novos, menos produtivos) gerando um comportamento similar ao apresentado pela série calculada da produtividade do capital no Brasil.

Claramente, este choque poderia ser explicado por meio do argumento da má combinação entre tecnologia e habilidades da força de trabalho nos países em desenvolvimento. Isto é, as

---

condiciona a destinação do excedente - e por essa forma a orientação do progresso técnico.

Na economia periférica as modificações do sistema produtivo são induzidas do exterior. Pelo fato mesmo de que essas modificações se limitam - na fase formativa que estamos considerando - a uma reordenação no uso de recursos já disponíveis, seu impacto na estrutura social é reduzido ou nulo." (pag. 81)

tecnologia Harrod-Neutra, apenas o avanço tecnológico negativo justificaria o comportamento da curva observado para o Brasil.

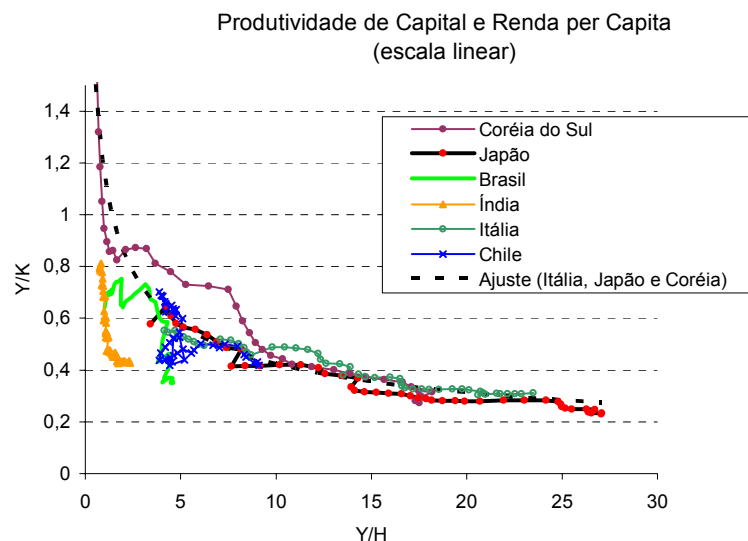


Figura 6 - Produtividade de Capital X Produtividade do Trabalho (produto *per capita* como *proxi*) em escala linear.

### 3. Lições para o Brasil

Celso Furtado (2000) assinala que na economia periférica as modificações do sistema produtivo são induzidas do exterior ao passo que nas economias do centro as transformações têm lugar simultaneamente nas estruturas econômico e na organização social e a pressão social faz a remuneração do trabalho acompanhar a elevação da produtividade.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> "Nas economias do centro as transformações têm lugar simultaneamente nas estruturas econômicas e na organização social: a pressão social faz a remuneração do trabalho acompanhar a elevação da produtividade física desse trabalho, à medida que esta se traduz em aumento de renda média da coletividade. O aumento da remuneração do trabalhador modifica o perfil da demanda - e por esse maio a alocação dos recursos produtivos - e

aconteceu com vários países da América Latina. Uma notável exceção é a trajetória do Chile que discutiremos mais adiante. O Japão está passando por processo de queda de produtividade de capital (semelhante ao do Brasil) nos últimos anos, embora com um nível de produto por trabalhador bem mais confortável.

## 2. Evolução da Produtividade do Capital

Muitos dos países da OCDE analisados, dada a disponibilidade de dados, já se encontram em estágio de desenvolvimento onde o processo de substituição de trabalho por capital parece ter se completado, sendo o crescimento da renda por trabalhador atribuído à variação da tecnologia. Ou seja, estes países parecem ter alcançado o estado estacionário.

Nesta seção, de forma a ampliar o número de países analisados, usou-se a base de dados do Fundo Monetário Internacional (FMI) e um procedimento simplificado para cálculo do estoque de capital, descrito separadamente nesta edição. Sendo assim, foi possível estabelecer a evolução da produtividade de capital e da renda per capita de vários países<sup>11</sup>.

A análise a seguir, está centrada em dois tipos de países: (i) naqueles que apresentaram variações significativas na produtividade de capital e (ii) naqueles que parecem ser relevantes para ajudar a entender o processo de desenvolvimento do Brasil. Os países escolhidos foram Japão, Coréia do Sul, Itália, Brasil, Chile e Índia.

Também, devido a disponibilidade de dados, utilizou-se a taxa de investimento a preços correntes e o produto a preços constantes. Com isto não se está considerando a diferença na variação do preço do investimento e do produto ao longo do tempo. Segundo Aumara Feu(2003), esta forma de cálculo não altera a tendência verificada da série.

<sup>11</sup> Conforme mencionado anteriormente foi utilizada, nesta seção, como *proxi* do trabalho a população.

O resultado sobre a evolução das produtividades é mostrado na Figura 4, onde se constata, como em Aumara Feu (2003) para outro grupo de países, que a dispersão entre os valores da produtividade do capital diminui ao longo do tempo. Este fato indica uma tendência de convergência da produtividade do capital para os países estudados.

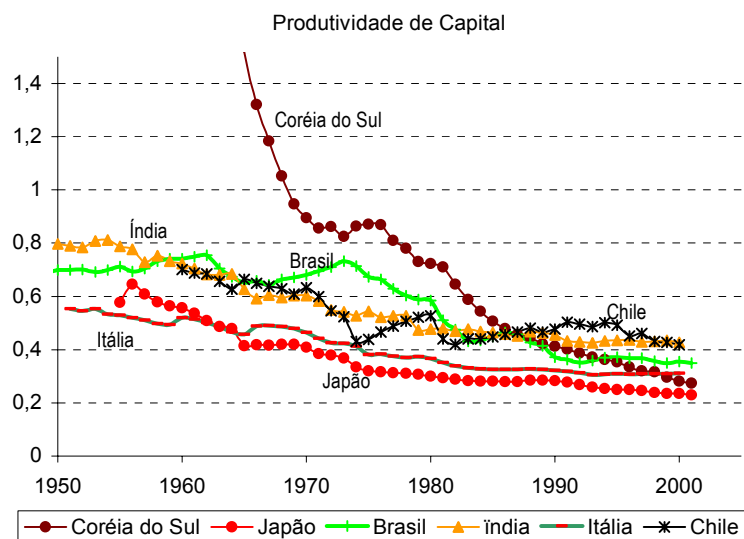


Figura 4 - Evolução da Produtividade de Capital para os Países Estudados. Note-se que muito embora se observe uma convergência a produtividade de capital do Japão ainda seria a metade da verificada para a Índia no último ano.

Os valores das produtividades de capital em função da renda per capita (da produtividade do trabalho) são mostrados em gráfico logarítmico na Figura 5.

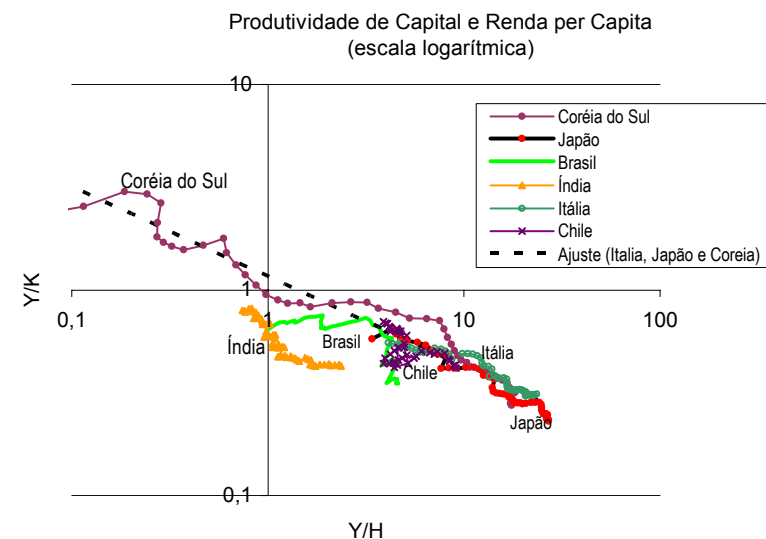


Figura 5 - Produtividade de Capital em função da Produtividade do Trabalho em Escala Logarítmica. Uma mesma reta, representando o comportamento de uma Cobb-Douglas, sem crescimento tecnológico, descreve satisfatoriamente a evolução das séries para a Itália, o Japão e a Coreia do Sul.

Pode-se observar, na Figura 5, que Coréia do Sul, Japão e Itália seguem trajetória bastante semelhante às previsões do modelo de Solow sem crescimento de tecnológico. Com efeito, uma mesma reta poderia descrever, com boa aproximação, os valores do gráfico logarítmico para Itália, Japão e Coréia do Sul<sup>12</sup>.

Por sua vez, a Figura 6 mostra a relação entre produtividade do capital e do trabalho, bem como a curva correspondente ao ajuste efetuado na figura anterior. É interessante observar que, segundo a contabilidade do crescimento no modelo de Solow, com

<sup>12</sup> A inclinação da reta fornece o valor de  $(1 - 1/\alpha)$ . Pois, sendo

$$Y = AK^\alpha L^{(1-\alpha)}, \text{ tem-se } (K/Y)^\alpha = A(L/Y)^{(\alpha-1)} \text{ e}$$

$$\log(K/Y) = (\log A)/\alpha + (1 - 1/\alpha)\log(L/Y)$$