

Aumara Bastos Feu Alvim de Souza

Secretaria do Tesouro Nacional. Esplanada dos ministérios - Bloco P, Edifício Anexo Ala A – 1º andar, CEP: 70.048-900. Fone: (61) 412-3103 e-mail: aumara-feu.souza@fazenda.gov.br.

Resumo:

Este estudo tem como objetivo analisar a produtividade do capital no Brasil, seu comportamento histórico e seu reflexo no futuro crescimento do país. A produtividade do capital caiu consideravelmente no Brasil, alcançando o nível médio observado para os países membros da OCDE, apesar do país apresentar produto por trabalhador correspondente a um terço da renda média daqueles países. Após retirar da série da razão capital/produto (inversa da produtividade de capital) a influência de variações na utilização da capacidade instalada, verificou-se que, com o menor patamar de produtividade de capital, o Brasil tem limitada a sua capacidade de convergir para o mesmo nível de renda dos países desenvolvidos, bem como a remuneração do capital, a qual pode estar causando o atual baixo nível do investimento no país. Portanto, o estudo mostra que elevar a produtividade do capital pode ser o caminho para aumentar o nível de crescimento sustentado do país.

Palavras-chave: Produtividade, Crescimento, Capital e Solow

Abstract

This study aims at analyzing the capital productivity in Brazil, its historical behavior and influence on the future development of the country. In what concerns Brazil, the capital productivity has decreased considerably, reaching the average level observed in the OECD countries, in spite of the fact that the average output per worker in Brazil is one third of the value in those countries. After removing from the Brazilian capital/product ratio series (inverse of the capital productivity) the influence of variations on the installed capacity, it was verified that, with a smaller capital productivity level, Brazil has a limited capacity of convergence to the same income level of the developed countries as well as of remunerating the capital, which might cause the present low investment level in the country. Therefore, the study shows that increasing the capital productivity could be the path to increase the sustainable growth of the country.

Abstract: productivity, capital, growth e Solow

Key words:

Área de classificação da ANPEC: Área 2 – Macroeconomia, Desenvolvimento e Economia de Setor Público

Código da classificação do JEL: 047

Comportamento da Produtividade do Capital e sua Influência na Contabilidade do Crescimento

A produtividade do capital, inverso da razão capital/produto (K/Y), representa a quantidade média de produto gerada por uma unidade do estoque de capital, assim como a produtividade do trabalho mostra a quantidade média de produto gerada pelo trabalhador.

Em teoria, maior produtividade total pode ser decorrente da elevação na produtividade de todos os fatores (capital, trabalho e/ou tecnologia) ou do aumento na produtividade de um fator¹, maior do que a queda na, de outro fator. Logo, as produtividades do trabalho e do capital podem estar negativamente ou positivamente correlacionadas. Quando negativamente correlacionadas, a maior intensidade de capital diminuiria a quantidade de trabalho por unidade de produto, aumentando a produtividade do fator trabalho e reduzindo a produtividade do capital². Por outro lado, quando positivamente correlacionadas, a melhor alocação de recursos elevaria a produtividade de todos os fatores de produção.

No Brasil, como veremos na Seção II, as produtividades do capital e do trabalho são negativamente correlacionadas no período de 1950 a 2002. A forte correlação negativa é encontrada, principalmente, até 1980. A partir, desse ano, quando a razão K/Y ultrapassa o patamar de 2,8, a tendência crescente da razão K/Y se arrefece e a produtividade do trabalho oscila, mostrando que o país não tem conseguido elevar a renda por trabalhador.

A baixa produtividade do capital aparece, portanto, como um limitador do crescimento brasileiro. Ela eleva a quantidade de capital necessária para gerar o produto em um país, cujo fator escasso é o próprio capital. A relevância deste fator e a constatação de que sua produtividade decresceu substancialmente em termos absolutos e relativos no período, motivou-nos a concentrar este trabalho na análise do comportamento da produtividade do capital, seus efeitos e suas causas.

A respeito, Börsch-Supan (1998) observa que estudos sobre produtividade geralmente se restringem à produtividade do trabalho, tratando a intensidade do capital (capital por trabalhador) como um fator que causa diferentes níveis de produtividade de trabalho. O autor alerta, portanto, para a falta de atenção dada ao capital, ou seja, mostra que a alta intensidade de capital pode ser causada por perdas na sua alocação e não somente por um diferencial maior no preço do trabalho em relação ao do capital.

Börsch-Supan (1998) verifica, ainda, por meio de um estudo desagregado em cinco setores³, que a menor produtividade do capital no Japão e na Alemanha em relação aos Estados Unidos da América (EUA)⁴ se deve, em parte, à escolha ótima do administrador (conhecidos os preços dos fatores) e, em parte, (mais da metade) pela ineficiência no uso do capital.

Dentre os fatores que causam a ineficiência acima levantada, citamos dois: a menor competição entre as empresas e a regulamentação. Estes fatores afetam negativamente a produtividade quando criam barreiras à entrada de melhores técnicas produtivas, limitam as opções dos tomadores de decisão e distorcem a correlação entre produtividade e desempenho financeiro. Podemos, ainda, mencionar as empresas estatais, que seguem o objetivo de boa performance do governo sem se ater à produtividade.

Segundo Börsch-Supan (1998), grande parte da diferença na renda *per capita* entre os EUA, a Alemanha e o Japão é resultante da baixa produtividade do capital destes dois últimos países. Nos EUA, a maior produtividade do capital aumenta seu retorno financeiro, gera mais renda e, conseqüentemente, menor necessidade de taxas de poupança.

No Brasil, Tavares (1975) e Tavares e Serra (1972) já haviam observado a baixa produtividade do capital, concluindo que a razão K/Y crescente diminui o retorno da indústria brasileira e, conseqüentemente, a taxa de crescimento da economia. Tavares (1975) levanta a possibilidade de se redirecionar o investimento para setores com menor densidade de capital, onde este fator se coadunasse melhor com a abundância de mão-de-obra e de terra, características de nossa economia.

¹ A medida da produtividade de apenas um fator ignora a possibilidade da substituição de insumos em resposta à mudança de preços relativos.

² Foley e Michl (1999) observam que a tendência do desenvolvimento econômico é poupar trabalho e, ao mesmo tempo, diminuir a produtividade do capital. A mesma constatação foi feita por Tavares e Serra (1972) no Brasil.

³ Os cinco setores representam, aproximadamente, um quarto do estoque de capital não residencial nos países analisados.

⁴ De 1991 a 1995, o setor mercantil, no Japão e na Alemanha, apresentou K/Y correspondente a dois terços da dos EUA.

Feu (2003) confirma a queda na produtividade do capital no Brasil mostrando que seu nível é menor que nos EUA e similar à média aritmética dos países membros da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Dessa forma, como a renda por trabalhador dos países desenvolvidos continua, em média, a crescer, o Brasil não tem conseguido sequer manter a renda por trabalhador relativa à renda destes países.

Destacamos que, em países subdesenvolvidos, o efeito negativo da maior intensidade de capital necessária para gerar um produto é potencializado pelo maior preço relativo do capital em relação ao trabalho. Em uma primeira análise, parece estranho que a produtividade do capital seja similar em economias em que este fator seja abundante e escasso. Observaremos que esta igualdade pode advir da incorporação de tecnologias intensivas em capital, desenvolvidas nos países de fronteira. A adoção de tecnologias intensivas no fator em que a economia não possui vantagem comparativa seria explicada por distorções na alocação de recursos, agravadas por instituições fracas, que elevam a ineficiência no uso do capital em países subdesenvolvidos.

Neste trabalho, procuraremos averiguar se o comportamento crescente da razão K/Y , dada a lei dos rendimentos decrescentes do capital e a mudança nos parâmetros do modelo (como taxa de investimento, de crescimento do trabalho ou tecnológico), encontra respaldo na dinâmica do modelo de Solow. Lembramos que a escolha do modelo de Solow foi função da sua simplicidade e de sua boa performance frente a dados empíricos de diversos países.

Ressaltamos que, nos modelos de crescimento neoclássico com poupança endógena como, por exemplo, Ramsey (1928), refinado por Cass (1965) e Koopmans (1965), a produtividade marginal do capital é igual à taxa de desconto intertemporal. Ou seja, nestes modelos a produtividade do capital é função de um parâmetro subjetivo (taxa de desconto intertemporal). Logo, resolvemos nos ater somente à verificação do comportamento da razão K/Y segundo os modelos com poupança exógena.

Por outro lado, nos modelos de crescimento endógeno, onde o capital tem retornos crescentes como, por exemplo, Romer (1986), que generaliza Arrow (1962), normalmente conhecido como *learning-by-doing*, a produtividade média do capital não depende do capital, sendo função do fator trabalho. De acordo com este modelo, o efeito do capital sobre sua produtividade média é nulo, porque os resultados do *learning-by-doing* e das externalidades eliminam os retornos decrescentes do capital. Portanto, como o comportamento previsto para a produtividade do capital no modelo endógeno, crescente com o fator trabalho, é diverso do observado no período, apresentaremos o comportamento da razão K/Y segundo os modelos de crescimento neoclássicos.

Podemos adiantar que o crescimento da razão K/Y é explicado em parte pela lei dos rendimentos decrescentes do capital, à medida que a economia se aproxima do equilíbrio e em parte pela modificação ocorrida nos parâmetros, como taxa de investimento e de crescimento tecnológico. Contudo, apesar do modelo ser coerente com o comportamento verificado da razão, ele subestima seu crescimento em todas as especificações testadas. Levantaremos, então, a possibilidade de que a queda da produtividade do capital esteja relacionada, também, a um choque adverso na produtividade marginal do investimento, ocorrido com a industrialização no Brasil e com a modernização da agricultura.

Finalmente, mostraremos, segundo a contabilidade do crescimento, que a maior razão capital/produto elevou consideravelmente a quantidade de investimento necessária para crescer, limitando, dado o comportamento decrescente do investimento desde a década de 70, as possibilidades de crescimento sustentado no Brasil para os próximos anos.

Este trabalho está organizado em quatro seções, além desta introdução e da conclusão. A Seção I descreve o papel da razão K/Y no modelo de Solow, a partir de uma função de produção do tipo CES. A Seção II analisa qual o comportamento da razão K/Y para o Brasil segundo o modelo de, compara os resultados com a razão K/Y calculada e sugere uma possível causa para a diferença encontrada. A Seção III retira as variações na série da razão K/Y , decorrentes de alterações na utilização do estoque de capital e, finalmente, a Seção IV averigua, segundo a contabilidade do crescimento, como a queda da produtividade do capital está limitando o crescimento do Brasil.

Seção I - Comportamento da Razão K/Y na Teoria Econômica

Nesta seção, observaremos qual o comportamento da razão K/Y previsto pela teoria econômica no modelo de crescimento neoclássico de Solow (1957), por meio da função de produção CES. O modelo básico de Solow, em suas diversas variações, pode diferir basicamente em dois aspectos: quanto à função de produção adotada, determinando qual a elasticidade de substituição entre capital e trabalho, σ , e quanto à forma de se inserir a tecnologia na função de produção.

Especificadamente, quanto à tecnologia, esta pode ser definida como sendo *Harrod-neutral* (poupadora de trabalho) *Solow-neutral* (poupadora de capital) ou *Hicks-Neutral*, onde as produtividades marginais do capital e do trabalho não se alteram em função da tecnologia.

Barro e Sala-i-Martin (1995) mostram que, partindo do pressuposto de que o crescimento seja constante no longo prazo (um dos fatos estilizados), ou seja, que existe um caminho de crescimento balanceado⁵, então, independentemente da economia ser poupadora de capital e/ou de trabalho, poderemos representar a restrição tecnológica dessa economia por meio da função de produção *Harrod-neutral*. Sendo assim, baseados nesta constatação, nos atemos a avaliar apenas a função *Harrod-neutral*.

Por outro lado, relativamente à função de produção, analisaremos o comportamento da razão K/Y, utilizando a função *Constant-Elasticity-of-Substitution* (CES), com elasticidade de substituição constante⁶. Destacamos que Pessoa, Pessoa e Rob (2003), utilizando *panel data* para 113 economias de 1960 a 1996, encontram uma elasticidade de substituição entre capital e trabalho menor que um⁷ e igual a 0,7. Rejeitam, portanto, a função do tipo Cobb-Douglas com 10% de nível de significância, tornando o uso da CES mais apropriado.

Cabe mencionar que estes autores encontraram um viés para cima na elasticidade quando, em suas estimativas, não diferenciaram a produtividade total dos fatores (o nível tecnológico, A) das economias. Isto, explicaria o porquê de autores como, por exemplo, Hall e Jones (1996), Retruccia e Urritia (2001), utilizando análise *cross country* para amostras que englobam economias de características diversas e estimando a mesma equação, aceitarem a especificação Cobb-Douglas.

Por outro lado, a elasticidade de substituição menor que um é referendada por Collins e Willians (1999), em uma análise *cross country* para os países membros da OCDE, e por Chirinko (2002), em um *panel data* entre indústrias dos EUA. Notamos que ambas as análises se referem a amostras de características similares, o que eliminaria o viés de alta da elasticidade, encontrado por Pessoa, Pessoa e Rob (2003).

Mostraremos, a seguir, como a razão K/Y se comporta no modelo de Solow, com tecnologia poupadora de trabalho e função CES, dentro e fora do caminho de crescimento balanceado.

A função CES com tecnologia *Harrod-Neutral* pode ser representada como:

$$Y = F(K, AL) = \left[\beta K^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\beta)(AL)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}, \quad 3.1$$

onde o produto (Y) é função do capital físico (K) e do trabalho efetivo (AL) e β é o parâmetro distributivo da CES.

Nesta função, como a elasticidade de substituição não é unitária, a participação dos fatores no produto não é constante. Mais especificamente, a participação do capital na renda, α_k , é variável e dada por:

$$\alpha_k = \frac{Kf_K(K)}{f(K)} = \frac{\beta}{\beta + (1-\beta)(\tilde{k})^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}}, \quad 3.2$$

enquanto a participação do trabalho efetivo na renda, α_{AL} , é representado por:

⁵ Se a economia for poupadora de capital, o caminho de crescimento balanceado só existe se a função for Cobb-Douglas.

⁶ A função mais tradicional seria a Cobb-Douglas, com elasticidade de substituição unitária.

⁷ Pessoa e Rob (2002) já haviam mostrado, em um modelo com progresso técnico embutido no capital, que somente a elasticidade menor que um é condizente com o verificado empiricamente quando o custo do capital novo se eleva e as firmas demoram um tempo maior para renovar seu capital.

$$\alpha_{AL} = \frac{ALf_{AL}(K)}{f(K)} = \frac{(1-\beta)}{\beta \tilde{k}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\beta)}. \quad 3.3$$

Dessa forma, a razão K/Y passa a ser obtida por meio da seguinte equação:

$$\frac{K}{Y} = \left[\beta + (1-\beta) \tilde{k}^{-\left(\frac{\sigma-1}{\sigma}\right)} \right]^{-\frac{\sigma}{\sigma-1}}, \quad 3.4$$

onde $\tilde{k} = K/AL$ é o capital por trabalhador efetivo ($\tilde{k} = K/AL$), denominado, de agora em diante, de capital efetivo. Enquanto, a remuneração bruta do capital é dada por:

$$R = f'(\tilde{k}) = \frac{\beta}{\beta + (1-\beta) \tilde{k}^{-\left(\frac{\sigma-1}{\sigma}\right)}}. \quad 3.5$$

No caso da CES, como o capital cresce à taxas decrescentes, a razão K/Y será crescente, quando o capital efetivo for menor que o de equilíbrio. Contudo, segundo a função CES, a economia pode ou não ter caminho de crescimento balanceado, ou seja, dependendo da elasticidade de substituição, a economia pode ter crescimento endógeno⁸, neoclássico ou até mesmo sempre negativo, convergindo para zero.

Considerando, como em Pessoa, Pessoa e Rob (2003), que a elasticidade de substituição seja é menor que um ($\sigma < 1$), as possibilidades se restringem ao crescimento neoclássico, com a condição de *Inada* respeitada, ou negativo, com o produto, o capital e o consumo tendendo a zero.

Segundo Barro e Sala-i-Martin (1995), para o crescimento ser negativo, $sB^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$ deve ser menor $n + \delta + g$. Os dados brasileiros mostram que esta relação não ocorre no país durante o período analisado. Logo, trataremos apenas do modelo com crescimento neoclássico, convergindo para o caminho de crescimento equilibrado, onde a razão K/Y é constante e igual a:

$$\left(\frac{K}{Y}\right)^* = \frac{s}{n + \delta + g}, \quad 3.6$$

variando de acordo com alterações nas taxas de investimento, de depreciação, de crescimento populacional e/ou de crescimento tecnológico. Assim sendo, o aumento da razão K/Y, verificado empiricamente, pode estar ocorrendo porque a taxa de investimento se elevou e/ou porque as taxas de depreciação, de crescimento populacional ou tecnológico diminuíram ou, ainda, caso a economia se encontre fora do caminho de crescimento balanceado, por causa do comportamento positivo e decrescente da produtividade marginal do capital.

Dado o exposto acima, o comportamento da razão com a função de produção do tipo CES será similar ao com a Cobb-Douglas, tendo em vista estarmos considerando que a elasticidade de substituição e os parâmetros da economia brasileira restringem o comportamento da CES àquele previsto pelo crescimento neoclássico. Portanto, o comportamento da razão K/Y será igual ao da Cobb-Douglas no equilíbrio, diferindo somente na velocidade de convergência para o caminho de crescimento balanceado.

Esclarecemos que ao usarmos $\sigma < 1$, elasticidade entre capital e trabalho menor que um, estaremos trabalhando com modelo viesado em trabalho, ou seja, onde a participação do trabalho cresce com o passar do tempo. Portanto, se a economia está se tornando mais intensiva em capital, a relação K/AL estará aumentando e, conseqüentemente, a razão entre o preço do capital e do trabalho cairá menos que proporcionalmente, fazendo com que a participação do trabalho, α_{AL} , se eleve com o tempo.

Por fim, destacamos que, dentre as limitações do modelo de Solow-Swan, podemos citar o fato de que este se restringe a um só setor. Segundo Foley e Michl (1999), a crítica clássica (discutida, na década 60 e no início da de 70, na *Cambridge Capital Controversy*) é de que o modelo não poderia ser aplicado em economias que produzem mais de um produto, onde a fronteira de eficiência não fosse côncava em relação a origem. Neste caso, a equação de acumulação do capital por trabalhador não seria suficiente

⁸ A principal diferença entre modelos de crescimento neoclássico e endógeno está na possibilidade de políticas econômicas influírem na taxa de crescimento de longo prazo nos modelos endógenos, não possuindo estes últimos um caminho de crescimento balanceado (com taxa de crescimento constante no longo prazo).

para determinar a tecnologia utilizada, podendo haver mais de uma tecnologia, mais de uma taxa de salário e lucro consistentes com um nível de capital por trabalhador. Seria aconselhável, portanto, que em uma futura extensão deste trabalho desagregar a análise por setor⁹.

Seção II – Comportamento da Razão K/Y no Brasil segundo a Teoria Econômica

A presente seção, está dividida da seguinte forma: na Subseção II.1, escolheremos qual o ano a ser tomado como base para a série da razão K/Y, tendo em vista que esta escolha afeta o nível da razão; na Subseção II.2, dividiremos a análise por período de acordo com o comportamento da taxa de investimento e, finalmente, na Subseção II.3, verificaremos qual o comportamento previsto pela teoria para a razão K/Y no Brasil por período.

II.1 - Definindo o Ano Base

O nível da razão K/Y¹⁰, apesar desta não ser mensurada em valor monetário, depende do preço relativo do capital em relação ao produto – da relação entre o deflator da formação bruta do capital fixo (FBKF) e o deflator do produto interno bruto (PIB) - no ano tomado como base. Essa diferença de nível torna necessário que todas as séries a serem usadas na contabilidade do crescimento estejam a preços do ano base utilizado no cálculo da razão K/Y.

Dessa forma, independente do ano escolhido como base, se todas as séries do modelo estiverem referidas ao mesmo ano, o problema estaria resolvido. No entanto, de forma a trazer a razão para um patamar que possa servir de referência para projeções futuras, resolvemos utilizar em nossos cálculos o ano de 2000, no qual o preço relativo do capital e do produto se aproxima da média dos últimos dez anos (1992 a 2001)¹¹. A escolha do ano base pela média dos últimos dez anos se baseou na análise da série da relação entre os deflatores da FBKF e do PIB, a qual se mostra praticamente constante, no período, em torno de 1,29.

Cabe observar que a média da relação entre os deflatores nos últimos dez anos é superior à média, 1,06, quando se toma todo período com disponibilidade de dados, 1947 a 2001. No entanto, consideramos aqui que houve mudança de patamar da relação entre os deflatores e que este novo patamar deve permanecer constante nos próximos anos. Esta suposição é referendada por Hopenhayn e Neumeyer (2000) ao mostrarem que, de acordo com os dados da Penn World Tabel 5.6 (1994), o preço relativo do investimento cresceu 24% de 1980 para 1990 e que mudanças nos preços relativos são persistentes ao longo do tempo, mas suas taxas de crescimento não. Ou seja, uma vez ocorrida uma mudança nos preços relativos, ela não tende a retroceder.

II.2 – Divisão por Período

De forma a observar o comportamento da razão K/Y, dividiremos nossa análise por período, objetivando separar mudanças no patamar da taxa de investimento da economia brasileira, tendo em vista ser esta variável determinante do estoque de capital e, conseqüentemente, da razão K/Y.

Distinguimos, conforme mostrado na tabela abaixo, quatro períodos de mudança de patamar: i) de 1953 a 1967, quando a taxa de investimento apresentou média de 23,7%¹² e coeficiente de variação de 6,2%; ii) de 1968 a 1980, período que engloba o milagre econômico brasileiro, com taxa de investimento elevada de 32,9%, mas com grande variação em torno da média (coeficiente de 13,2%); iii) de 1981 a 1989, a década perdida, onde a taxa média cai para 24,1%, com coeficiente de variação elevado, 11,4%, e

⁹ Não existem séries oficiais desagregadas por investimento no Brasil. Bielschowsky et alii (2002) apresentam estimativas sobre o investimento desagregado em indústria de transformação, extrativa mineral, petróleo, infra-estrutura, governos, construção residencial e outros, de 1971 a 2000. A desagregação desta série, no entanto, não é similar à desagregação do produto fornecida nas Contas Nacionais do IBGE.

¹⁰ Para calcular o estoque de capital e a taxa de depreciação, o autor utiliza, seguindo Feu (2003), o método do estoque perpétuo, que consiste na soma dos investimentos passados depreciados segundo função de depreciação linear com defasagem e segundo tempos de vida diversos para máquinas e equipamentos e para bens de construção.

¹¹ Esclarecemos que a média da taxa de investimento (ano base 2000) para o período, 19,57%, é similar a média com preços encadeados (preços do ano anterior do NSCN) 19,45%.

¹² Lembramos que a taxa de investimento usada neste trabalho se refere ao ano base, 2000, diferindo em nível da habitualmente utilizada em trabalhos relativos a economia brasileira com ano base, 1980. Este ano era usado como referência por ser aquele considerado como base fixa no SCN (1968), antes do NSCN (1993) ser estabelecido.

com tendência declinante e iv) de 1990 a 2001, quando a taxa de investimento apresenta o menor patamar, 19,6%, e pequena variação em torno da média.

Tabela 3. 1 – Taxa de Investimento Média e Taxa de Crescimento Anual Média da Razão K/Y¹³ por Período no Brasil

Período	Taxa de Investimento Média Anual (%)	Coefficiente de Variação (%)	Taxa de Crescimento Anual da razão K/Y (%)
1953-1967	23.66	6.23	1.56
1968-1980	32.88	13.23	1.65
1968-1974	31.30	17.11	-0.40
1975-1980	34.72	5.34	4.10
1981-1989	24.11	11.36	1.19
1990-2001	19.55	4.94	0.14
1990-1993	18.83	5.58	1.33
1994-2001	19.92	3.68	-0.44

Fonte: para a taxa de investimento, IBGE. Demais dados estimados pelo autor.

Subdividimos, ainda, em dois o segundo e o quarto período: o segundo por apresentar duas tendências distintas da taxa: de alta, de 1968 a 1974, e de queda, de 1974 a 1980; e o quarto, seguindo Bielschowsky e Moguillansky (2001), por englobar a fase de transição, 1990 a 1993, e a de reforma, 1994 a 2001.

Segundo os autores, a fase de transição é caracterizada pela queda do investimento, incluindo a redução nos gastos públicos, ocasionada por: maior precaução das decisões e racionalização do processo produtivo pelas firmas, piores indicadores macroeconômicos, baixa utilização da capacidade instalada e valorização da moeda nacional (diminuindo o incentivo ao setor industrial), maior variação nos preços e diferença entre a taxa de juros interna e externa. Já, a fase de reforma se destaca por estímulos temporários ao investimento, tais como: modernização das firmas, incentivos ao setor de exportação, bem como ao importador, maior presença de firmas multinacionais, principalmente nos setores privatizados, e investimentos requeridos no processo de privatização.

Ressaltamos que o Brasil, dentre os países¹⁴ analisados pelos autores, é o que mais tardou a ingressar na fase de reforma, em 1993. A maioria dos países, à exceção do Brasil e do México, conseguiu elevar, na década de 90, o investimento a níveis maiores de antes da crise dos anos oitenta. No entanto, no Brasil, a elevação da fase de transição para a de reforma foi de apenas 1,1%, continuando o país a apresentar taxas de investimento inferiores à década de 80.

Quanto ao comportamento da razão K/Y (Tabela 3. 1) observamos que, de 1953 a 1967, a razão apresenta crescimento anual médio de 1,56 %, o qual se eleva para 1,65% no período 1968 a 1980, e desde então é decrescente, alcançando 1,19% na “década perdida” e atingindo 0,14% no último período.

Por outro lado, de 1990 a 2001, observamos menor investimento na fase de transição e variação negativa da razão K/Y na fase de reforma. O aumento de K/Y, confirma o observado como característica desta fase por Bielschowsky e Moguillansky (2001), onde o investimento em modernização, precedido da racionalização das firmas, possui produtividade marginal dos fatores mais elevada.

¹³ A taxa de crescimento média anual (variação anual entre o ano final do período considerado e ano final do período anterior) foi estimada de acordo com a série da média móvel centrada em três períodos (média do ano anterior, do ano atual e do ano posterior) da razão K/Y. Desta forma, quando calculamos a variação entre o ano final dos dois períodos, expurgamos variações atípicas nos pontos extremos de cada período. Este mesmo procedimento será utilizado para o cálculo da taxa de crescimento do trabalho, n , e da taxa de crescimento tecnológico, g , por período.

¹⁴ Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, México e Peru.

II.3 – Comportamento da Razão K/Y no Brasil

Para determinar a taxa de crescimento da razão K/Y prevista no modelo de Solow, poupador de trabalho, consideramos a função Cobb-Douglas¹⁵:

i) a taxa de crescimento do capital efetivo (\tilde{k}) no caminho de crescimento balanceado¹⁶

$$\gamma_{\tilde{k}} = -(1 - \alpha)(g + n + \delta)(\log \tilde{k} - \log \tilde{k}^*) \quad 3.7$$

ii) a taxa de crescimento do produto efetivo e

$$\gamma_{\tilde{y}} = \alpha \gamma_{\tilde{k}} \quad 3.8$$

iii) a taxa de crescimento da razão K/Y

$$\gamma_{K/Y} = \gamma_{\tilde{k}} - \gamma_{\tilde{y}} \quad 3.9$$

Substituímos, então, a equação 3.8 e a 3.7 na 3.9 e encontramos a taxa de crescimento da razão K/Y em torno da razão de equilíbrio de longo prazo:

$$\gamma_{K/Y} = -(1 - \alpha)(g + n + \delta)[\log(\frac{K}{Y}) - \log(\frac{K}{Y})^*] \quad 3.10$$

onde $(1 - \alpha)(g + n + \delta)$ indica quão rapidamente a razão K/Y inicial se aproxima do equilíbrio.

Para verificarmos o comportamento da razão no Brasil, segundo a equação 3.10, teremos que definir as variáveis número de trabalhadores (L) e produtividade total dos fatores (A), calculando o crescimento de ambas, respectivamente n e g . Será necessário também determinar a participação do capital no produto (α) no Brasil.

Primeiro, utilizamos a população ocupada¹⁷ como proxy do número de trabalhadores. Então, de posse das séries do produto, do estoque de capital e do número de trabalhadores, determinamos a produtividade total dos fatores (PTF) isolando A na equação $Y = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}$.

Depois, para estimarmos o parâmetro da participação do capital (α) e, conseqüentemente, do trabalho no produto, usamos os dados do Novo Sistema das Contas Nacionais do IBGE¹⁸, onde a média da participação do trabalho no produto de 1991 a 2001 é de 42,2%, com coeficiente de variação de 7,1%. O valor médio para a participação do capital seria, de acordo com os rendimentos constantes, de 57,8%. Este valor é similar ao encontrado como resultado da regressão entre o logaritmo do produto por trabalhador e o do capital por trabalhador¹⁹ - com 32 observações (1950, 1960 e 1970 provenientes dos respectivos censos e 1973 a 2001 da PNAD) - que foi de 58,8%. Considerando que o método de cálculo direto pelas Contas Nacionais espelha melhor a realidade do que a estimação econométrica, usaremos a participação de 58% para o capital neste trabalho.

¹⁵ Os cálculos foram realizados também com a CES. No entanto, resolvemos, nesta subseção, apresentar somente os resultados com a função Cobb-Douglas, dado a sua maior simplicidade, bem como a natureza similar dos resultados.

¹⁶ Este resultado é obtido log linearizando a equação da taxa de crescimento do capital ($\dot{\tilde{k}} = sf(\tilde{k}) - (n + \delta + g)\tilde{k}$) e fazendo uma expansão de Taylor de primeira ordem entre o $\log(\tilde{k})$ e o $\log(\tilde{k}^*)$.

¹⁷ A série população ocupada foi obtida da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD de 1973 a 2001 e mais três pontos em 1950, 1960 e 1970, calculados segundo a variação correspondente nos censos de 1950, 1960, 1970 e 1980. A população ocupada de 1981 a 2001 foi estimada tomando as pessoas com mais de dezesseis anos de idade que tenham trabalhado na semana de referência, enquanto a população ocupada de 1973 a 1979 foi calculada de acordo com a variação da série população economicamente ativa fornecida por IBGE (1987) com dados do PNAD para os anos de 1973 a 1985.

Os anos 1974, 1975, 1980, 1991, 1994 e 2000 foram estimados por interpolação. Particularmente quanto ao ano de 1990, a PNAD fornece a ponderação das pessoas tanto no censo de 1980 como no censo de 1991. Considerou-se a ponderação de 1991 neste trabalho.

¹⁸ Dividimos a remuneração dos empregados pelo produto agregado de 1991 a 2001, excluindo do produto, de forma similar a Bacha e Bonelli (2001), o rendimento de autônomos, uma vez que este é misto incluindo rendimento do capital e do trabalho.

¹⁹ Ao estimarmos a regressão na sua forma intensiva, estamos evitando problemas de multicolinearidade e heterocedasticidade entre K e L, porém estamos supondo que haja rendimentos constantes de escala.

De posse do número de trabalhadores e da PTF, calculamos suas médias por período (de acordo com a nota de rodapé 13) e verificamos qual seria a razão K/Y de equilíbrio por período $(K/Y)_p^*$:

$$K/Y_p^* = \bar{s}_p / \bar{u}_p, \quad 3.11$$

onde u representa a soma dos parâmetros $g+n+\delta$ e \bar{u}_p a média da variável u no período p ; substituímos 3.11 em 3.10, chegando a:

$$\gamma_{K/Y} = -(1-\alpha)(\bar{u}_p)[\log K/Y - \log(\bar{s}_p/\bar{u}_p)], \quad 3.12$$

onde podemos supor que o equilíbrio varie de acordo com choques estruturais nos parâmetros s e/ou u em cada período. A velocidade de convergência será tanto maior quanto mais elevada for $(1-\alpha)(g+n+\delta)$ e quanto mais distante a razão inicial estiver do seu equilíbrio.

De posse das expressões acima e dos dados mostrados na tabela abaixo, podemos agora verificar qual a taxa de crescimento da razão K/Y prevista pelo modelo de Solow e compará-la com a observada.

Tabela 3.2 – Parâmetros e Razão K/Y de Equilíbrio por Período no Brasil

Período	s (%)	δ (%)	n (%)	g (%)	u (%)	K/Y^*
1953-1967	23.66	4.22	2.74	1.38	8.34	2.84
1968-1980	32.88	3.70	3.46	2.80	9.96	3.30
1968-1974	31.30	3.85	3.78	6.89	14.53	2.15
1975-1980	34.72	3.53	3.08	-1.78	4.84	7.18
1981-1989	24.11	3.94	3.74	-1.92	5.76	4.19
1990-2001	19.55	4.13	1.78	0.06	5.97	3.28
1990-1993	18.83	4.20	1.35	-2.43	3.11	6.05
1994-2001	19.92	4.09	2.00	1.33	7.42	2.68

Fonte: para a taxa de investimento, IBGE, e para o trabalho, PNAD. Demais dados estimados pelo autor.

De acordo com a equação 3.12, os resultados apresentados na Tabela 3.3 mostram que a taxa de crescimento prevista no modelo tem comportamento similar à observada, apesar de seus valores serem significativamente subestimados.

Tabela 3.3 – Taxa de Crescimento Anual por Período da Razão K/Y no Brasil, Realizada e Prevista segundo o Modelo de Solow(1957), função Cobb-Douglas

Período	Taxa de crescimento da razão K/Y (Cobb-Douglas) (%)	Taxa de Crescimento da razão K/Y (realizada) (%)
1953-1967	0.52	1.56
1968-1980	0.66	1.65
1968-1974	0.06	-0.40
1975-1980	0.97	4.10
1981-1989	0.36	1.19
1990-2001	0.06	0.14
1990-1993	0.35	1.33
1994-2001	-0.17	-0.44

Fonte: Dados estimados pelo autor.

Determinada a variação prevista no modelo, resta observar agora se, ao variarmos a especificação, o comportamento da razão K/Y previsto se aproxima mais do realizado. Para isto, consideramos dois tipos de capital, máquinas e equipamentos e bens de construção, esperando que, ao subdividir os fatores de diferentes qualidades ou tipos, fosse aperfeiçoada a medida da PTF e a razão K/Y . No entanto, o poder explicativo do modelo no que tange à razão K/Y , ao contrário do esperado, diminuiu. Esta queda pode estar relacionada à elasticidade de substituição entre os fatores.

Portanto, fizemos ainda o cálculo utilizando a função CES²⁰. Os resultados demonstraram que a diferença entre o previsto e o realizado diminuiu, o que confirmaria a hipótese de elasticidade de substituição entre capital e trabalho menor que um para o Brasil. No entanto, continuamos a notar que o modelo subestima a variação da razão. Na próxima subseção, examinaremos uma das possíveis causas da subestimação do crescimento da razão pelo modelo.

II.4 – Possível Causa para a Subestimação pela Teoria da Razão K/Y no Brasil

Nesta subseção, procuraremos indicar uma das possíveis causas para a diferença entre o comportamento previsto da razão K/Y pela teoria e o verificado na série calculada. Conforme visto na Subseção II.3, apesar do comportamento da razão ser coerente com o previsto pelos modelos analisados, ele é subestimado, com maior ou menor grau, dependendo da especificação adotada. A melhor especificação, Solow com função de produção CES, só preveria 42% da mudança na razão K/Y.

Observando a série calculada da razão K/Y do Brasil (Gráfico 3. 2), notamos que esta se assemelha à logística com tendência positiva à taxa crescente no início do período e decrescente no final. A mudança de nível, acima da prevista teoricamente, e o comportamento da série parecem sugerir que o país tenha passado por choque adverso na produtividade dos investimentos a partir de determinado ano.

Lembramos que a mudança de nível da razão K/Y é resultado da construção do estoque de capital, segundo o método de estoque perpétuo (somando os investimentos e depreciando-os de acordo com sua idade), e de sua divisão pelo produto. Portanto, se houvesse ocorrido um choque adverso na produtividade dos investimentos em determinado ano, a razão K/Y iria incorporar este choque gradualmente até que todos os investimentos com maior produtividade tivessem se sucitado. Logo, com o choque, a razão K/Y mudaria de nível segundo o tempo de vida de cada investimento que compõe o capital em τ e segundo o peso desses investimentos em relação aos novos investimentos.

De forma a averiguar se o comportamento da razão K/Y observado é similar ao que adviria do choque adverso na produtividade do investimento analisaremos, a seguir, o que aconteceria se o Brasil alterasse o perfil dos investimentos em determinado momento no tempo, passando a adicionar ao seu estoque de capital investimentos com menor produtividade de capital²¹. Sendo assim, estaríamos considerando que um país periférico, ao se industrializar e/ou ao modernizar a agricultura, adotando a tecnologia dos países de fronteira, estaria incorporando em sua função de produção tecnologias intensivas em capital, desenvolvidas por países onde este fator é abundante.

Ressaltamos que o processo de industrialização brasileiro foi incentivado pelo estado, o que, conseqüentemente, pode ter distorcido a escolha dos agentes, com base na produtividade marginal dos fatores, de uma tecnologia mais ou menos intensiva em capital. Lembramos, também, que, conforme já mencionado, em 1999, a razão K/Y do Brasil era similar à média da razão dos países membros da OCDE.

No exercício apresentado abaixo, supomos que existem dois estoques um com maior produtividade (inverso da razão K/Y inicial), e outro com menor produtividade (inverso da razão K/Y do final do período). Se a soma desses dois estoques dividida pelo produto tiver comportamento similar à razão K/Y observada, este resultado seria indicativo de que um choque de produtividade no investimento a partir de determinado ano poderia ter sido a causa da mudança de nível da razão.

O exercício supõe que, a partir de determinado ano τ , o investimento adicionado ao capital passe a incorporar novo patamar de produtividade. Ou seja, o estoque de capital poderia ser dividido em dois: o primeiro (K_1), advindo da soma dos investimentos líquidos²² até o ano $\tau - 1$, teria menor razão K/Y e,

²⁰ Para estimarmos o parâmetro de distribuição, β , da equação 3. 1, elevamos ambos os lados por $(\sigma - 1)/\sigma$, obtendo: $\hat{y} = \beta \hat{K} + c\hat{L}$, onde o acento circunflexo significa que a variável está elevada a $(\sigma - 1)/\sigma$ e c é igual a $(1 - \beta)(\hat{A})$. Portanto, estamos supondo, para estimar o parâmetro de distribuição, que (\hat{A}) é uma constante. O resultado alcançado foi $\beta = 0,86$.

²¹ A teoria da obsolescência considera que com o desenvolvimento tecnológico o capital velho é depreciado precocemente e o capital novo tem menor tempo de vida. Ambos os efeitos aumentam a depreciação do capital, tornando maior a necessidade de capital para crescer. Neste trabalho, estamos supondo que a obsolescência tem comportamento regular e já é considerada no tempo de vida médio e, diferentemente dessa teoria, alteramos a produtividade do investimento e não o seu tempo de vida.

²² O investimento líquido é igual ao investimento bruto subtraído da depreciação, correspondente ao tipo de bem de capital.

conseqüentemente, geraria mais produto e o segundo (K_2), proveniente da soma dos investimentos líquidos a partir do ano τ , seria menos produtivo e geraria menor produto por unidade de capital.

Como o modelo de Solow tem como variável de ajuste a razão K/Y , com o capital e o produto sendo determinados endogenamente, respectivamente pela equação dinâmica do capital e pela função de produção, o choque na produtividade dos investimentos que compõem o estoque de capital não poderia ser considerado na formulação original deste modelo. Por isto, o exercício é apresentado seguindo a metodologia Harrod e Domar, onde o crescimento é limitado por apenas um fator e as produtividades dos fatores são exógenas. De acordo com as equações abaixo, o capital em $t+1$ é proveniente da soma dos investimentos líquidos (IL) do ano ν (tempo de vida do capital) até o ano anterior, t .

$$K_{1,t+1} = \sum_{r=t-\nu}^t IL_r \quad \text{onde } t < \tau \quad 3.13 \quad K_{2,t+1} = \sum_{r=t-\nu}^t IL_r \quad \text{onde } t \geq \tau \quad 3.14$$

O capital 1 e o 2 diferem de acordo com o período considerado em seu somatório, se anterior ou posterior ao ano (τ). Por exemplo, no ano $\tau+n+1$ os investimentos líquidos até o ano $\tau-1$ serão incorporados em K_1 , e a partir de τ até $\tau+n$ em K_2 .

Segundo as equações acima, o primeiro passo para determinar estes capitais seria escolher o ano τ em que se deu o choque estrutural na produtividade dos investimentos inseridos em cada tipo de capital. Estamos supondo, por simplicidade, que este choque ocorreu de um ano para o outro, sendo incorporado em todo novo investimento, independente da atividade para qual ele se destina ou do tipo de bem, se máquina e equipamento ou se construção.

Por agora, resolvemos identificar como ano τ 1968 ou 1973. O primeiro por ser quando se inicia o período em que ocorreram as maiores taxas de investimentos da segunda metade do século XX e, de acordo com Abreu et alii (1992), quando se implementa plenamente a política expansionista de Costa e Silva, a qual privilegiou diversos setores com políticas governamentais específicas. Lembramos que os incentivos governamentais foram reforçados na década de 70, com o programa de substituições de importação de insumos e de bens de capital e com o crescimento do papel do Estado na economia.

O segundo, 1973, foi escolhido após observar que o gráfico da série da produtividade marginal líquida do capital - relação entre a variação do produto (ajustado pelo filtro de Hodrick- Prescott) e o investimento líquido - parece indicar a existência de um choque em 1973. O teste de Chow para quebra estrutural confirma a quebra em 1973 a 1% de significância.

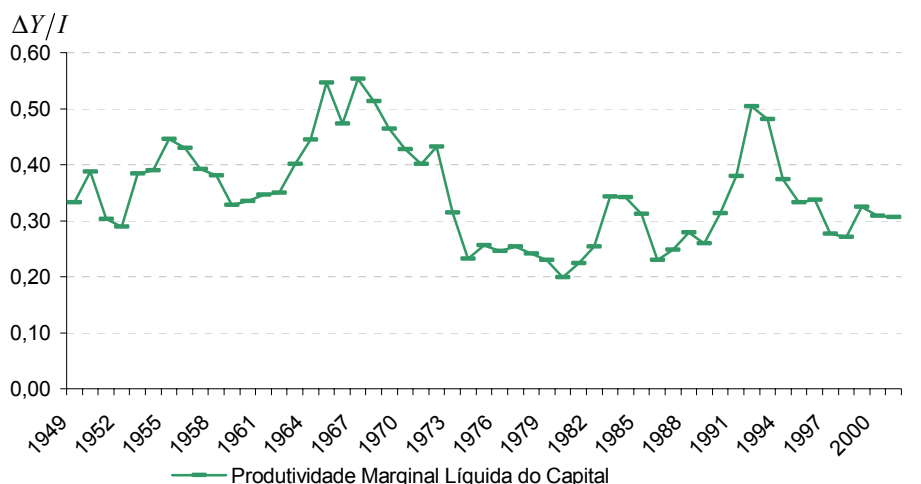


Gráfico 3.1 – Produtividade Marginal Líquida do Capital

Determinado o ano do choque na produtividade do investimento e, conseqüentemente, construídas as duas séries do estoque de capital segundo as equações 3.13 e 3.14, para chegarmos ao produto estimado partimos da função de produção do modelo de Harrod-Domar:

$$Y = \min(\rho K, \lambda L) \quad 3.15$$

onde o produto é proveniente do capital ou do trabalho ponderados pela produtividade de cada fator, sendo ρ e λ , respectivamente, a produtividade do capital e do trabalho.

Como a economia brasileira é limitada pelo capital e estamos supondo choque na produtividade dos investimentos que compõem cada capital e, conseqüentemente, na produtividade média do capital, a função de produção seria: $Y = \rho_1 K_1 + \rho_2 K_2$, onde a produtividade de K_1 corresponde ao inverso da razão K/Y no primeiro ano da série (1950), $\rho_1 = 1/1,85$, e a produtividade de K_2 corresponde ao inverso da razão no último ano da série (2001), $\rho_2 = 1/3,10$. Cabe ressaltar que a razão K/Y utilizada neste exercício foi ajustada pela logística conforme metodologia apresentada na Seção III.

Conforme mencionado o choque negativo na produtividade marginal dos investimentos em determinado ano seria repassado totalmente à produtividade de capital quando todos os investimentos com maior produtividade, relativos ao estoque de capital K_1 , estivessem depreciados, ou seja, quando o estoque de capital fosse composto apenas de investimentos pertencentes ao capital K_2 . Neste exercício, se $\tau = 1973$, o estoque de K_2 em 2001 representaria 93,4% do total.

Ressaltamos que quanto menor for a participação de K_2 no estoque total em 2001, maior seria a parcela do capital mais produtivo, K_1 , a ser depreciada nos próximos anos. Conseqüentemente, ainda teria espaço para pequeno aumento na produtividade média do capital nos próximos anos, à medida que o estoque passasse a ser integrado somente pelo capital menos produtivo, K_2 .

Finalmente, apresentamos abaixo a razão capital/produto observada, seu ajuste pela logística, e as razões estimadas neste exercício:

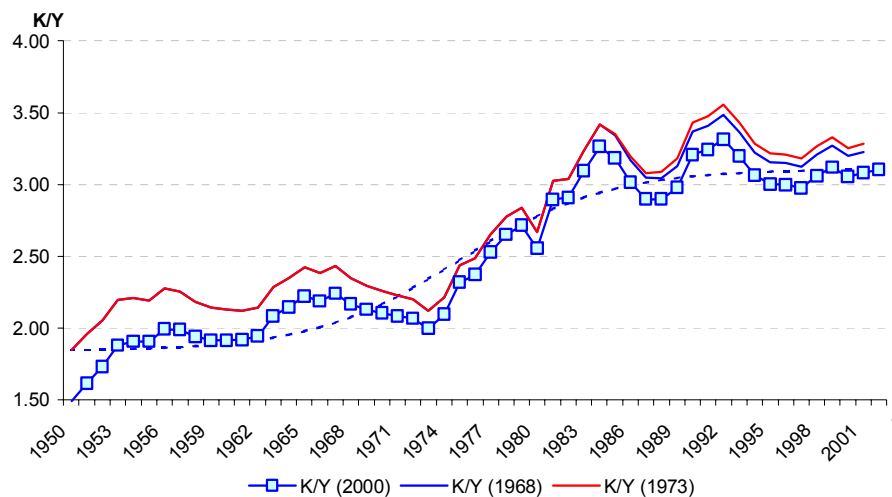


Gráfico 3. 2 – Razão Capital/Produto Observada, seu Ajuste pela Logística, e as Séries Estimadas Segundo um Choque na Produtividade dos Investimentos em 1968 ou 1973.

O gráfico das séries da razão mostra que a mudança de nível estimada, de acordo como o choque na produtividade dos investimentos, ficou muito próxima da observada. O bom resultado do exercício e a quebra estrutural da produtividade marginal líquida referendam a suposição de que a razão K/Y aumentou não somente por causa da evolução natural da economia com produtividade média e marginal do capital decrescente até o equilíbrio, mas dado a choque adverso na produtividade dos investimentos brasileiros.

Portanto, apesar do modelo de Solow ter boa aderência aos dados empíricos, a análise dos dados, principalmente em países periféricos, pode restringir o seu uso, quando o objetivo for verificar a dinâmica da razão K/Y, em períodos onde a evolução da produtividade dos investimentos não se dá de forma gradual. Salientamos que esta restrição não se aplica à contabilidade do crescimento calculada na Seção IV, onde utilizamos a razão K/Y calculada pelo método do estoque perpétuo e ajustada pela logística.

Seção III – Razão Capital/Produto Esperada

Nesta seção, pretendemos determinar a série da razão K/Y a ser utilizada na análise da contabilidade do crescimento, retirando da série calculada variações decorrentes de alterações na utilização do estoque de capital. Estaremos, com isto, passando a desconsiderar modificações temporárias na produtividade do capital advindas de variações no seu uso.

Segundo Paula Pinto (1979), foram usados na literatura brasileira três métodos para o cálculo do produto potencial: i) o método de tendência, onde se determinam os anos em que ocorreram picos de produção e ajusta-se uma curva ao PIB observado, passando pelos picos; ii) o que calcula o produto potencial pela taxa de utilização da capacidade instalada (UCI) e iii) o baseado na razão K/Y, que utiliza o valor desta razão no ano em que ela é mínima (supondo que este ano corresponda à plena UCI) e calcula o produto potencial dividindo a série do estoque de capital por esta razão K/Y mínima.

Como o objetivo aqui é retirar da série da razão K/Y variações geradas por alterações na utilização do estoque de capital²³, pode-se adaptar os métodos descritos acima referentes ao produto para a razão K/Y. Exemplificando, se quisermos calcular a série potencial, no caso do produto ela seria ajustada pelos seus picos enquanto que para a série da razão K/Y, onde o numerador é o estoque acumulado no tempo e o denominador é o produto variando conforme a utilização deste estoque, o potencial é calculado pelo contorno inferior da série.

No que tange ao terceiro método (o que fixa a razão K/Y no mínimo), esse é criticado por alguns autores, como Silva Filho (2001), por supor que a razão K/Y seja constante. O comportamento crescente da série por nós estimada nos leva a desconsiderar este método e a nos atermos aos dois primeiros.

Descreveremos, abaixo, a metodologia adotada no cálculo da razão K/Y pelos métodos – tendência e utilização da capacidade instalada, identificaremos seus problemas e justificaremos a escolha do método tendência com ajuste pela logística.

i) método de tendência

Este método procura ajustar uma linha de tendência à série observada. Existem dois questionamentos básicos a este método: qual a curva a ser utilizada e se a curva deve passar pelo máximo da utilização da capacidade ou segue o melhor ajuste. Como o nosso objetivo é determinar a série da razão K/Y que indique o crescimento do produto esperado e não o potencial, decidimos utilizar o melhor ajuste da tendência à série, o qual nos dará a razão K/Y esperada (K/Y_e)²⁴.

Por outro lado, quanto à curva optamos por comparar os ajustes provenientes: a) da logística e b) do filtro de Hodrick-Prescott (HP). A logística²⁵ por ser a melhor regressão ajustada quando comparada à exponencial e à polinomial de segunda e de terceira ordem e o filtro de HP por ser comumente utilizado para encontrar a tendência de longo prazo de uma série. A seguir, mostraremos os procedimentos adotados para ajustarmos a série K/Y pela logística e pelo filtro de Hodrick-Prescott:

- a) Para ajustarmos uma curva logística à série da razão K/Y, partimos da equação que representa a logística normalizada (amplitude total igual à unidade):

$$F(x) = \frac{1}{1 + e^{-(ax+b)}} \quad 3.16$$

Para trabalharmos com o ponto médio (x_0), onde se dá a inflexão da curva, ou seja, onde o valor da primeira derivada é máximo, alteramos a variável x (que representa o tempo) para $x^* = x - x_0$. Como $x_0 = b/a$ ²⁶, substituímos $b = ax_0$, obtendo:

$$F(x^*) = \frac{1}{1 + e^{-(ax)}} \quad 3.17$$

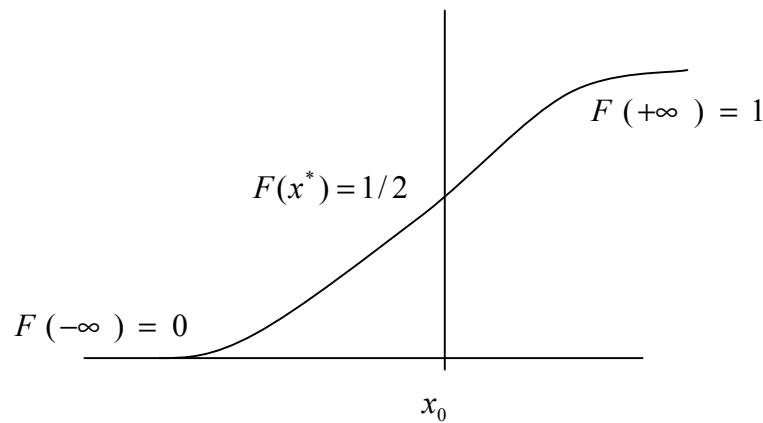
onde a função F é igual a zero no menos infinito, $1/2$ no ponto médio e 1 no mais infinito.

²³ Para retirar a variação na utilização da capacidade de suas estimativas alguns autores estimam o produto potencial como Carvalho (1996) e Fonseca e Mendes (2002), enquanto outros calculam o estoque de capital, corrigido pelo fator de utilização (retirando o capital temporariamente ocioso do estoque), como Silva Filho(2001) e Rossi e Ferreira(1999).

²⁴ Cabe mencionar que calculamos, também, a série da razão K/Y potencial, deslocando a série ajustada para o contorno inferior da razão K/Y, onde ocorreu a maior utilização da capacidade instalada, em 1973. Lembramos, que, conforme verificado historicamente, o maior valor possível de ser alcançado não se sustenta por período significativo (mais de um ano).

²⁵ Esta curva em forma de s invertido reflete melhor o comportamento de uma variável quando esta parte de um patamar para outro, ou seja, representa uma tendência que aumenta ao longo do tempo, inicialmente a taxas crescentes e depois a taxas decrescentes. Pressupõe, portanto, assim como a teoria, que a razão K/Y irá se estacionar.

²⁶ Para chegar a este valor basta verificar que, segundo a equação 3.16, no ponto médio, $x = x_0$, quando $F(x_0) = 1/2$ então $-(ax_0 + b) = 0 \Rightarrow x_0 = b/a$.



Para ajustarmos a curva logística à razão K/Y observada temos ainda que multiplicar a equação 3. 17 pela amplitude total (A) e somarmos o valor mínimo da razão K/Y :

Como $K/Y_{med} = K/Y_{min} + A/2$ temos:

$$K/Y_e = \left(\frac{A}{1 + e^{-(ax^*)}} \right) + K/Y_{min} \quad 3.18 \quad K/Y_e = A \left(\frac{1}{1 + e^{-(ax^*)}} - \frac{1}{2} \right) + K/Y_{med} \quad 3.19$$

O ajuste da equação acima à razão K/Y observada foi realizado por estágios. Primeiro, definimos x_0 como sendo o ano em que, após ajustarmos um polinômio de terceiro grau à série, obtivemos a maior variação, 1974. Depois, da equação 3. 17 e 3. 18, fizemos F^{27} igual a: $F = (K/Y_e - K/Y_{min})A^{-1}$; tomamos o logaritmo e ajustamos função linear²⁸ à $\ln F(1-F)^{-1} = ax^*$, encontrando o coeficiente a^{29} .

b) Por sua vez, o filtro de Hodrick-Prescott minimiza a diferença entre a série (X) e a tendência (X^*), assim como a taxa de mudança na tendência em cada ponto do tempo. Portanto, ele determina a série suavizada de X , minimizando a variância entre X e X^* , sujeita a uma penalidade que restringe a segunda diferença de X^* , de acordo com:

$$\sum_{t=1}^T (\ln X_t - \ln X_t^*)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(\ln X_{t+1}^* - \ln X_t^*) - (\ln X_t^* - \ln X_{t-1}^*)]$$

onde λ é o parâmetro que determina a suavidade da linha de tendência - quanto menor ele for mais a tendência segue as oscilações da série.

ii) ajuste pela UCI

O estoque de capital (K^*) é calculado multiplicando o estoque de capital pela taxa da UCI³⁰ e normalizado pelo valor médio do índice³¹ no período de 1970 a 2002, ou seja: $K_t^* = (K_t UCI_t) / \overline{UCI}$. Por sua vez, a razão K/Y esperada ajustada pela utilização da capacidade instalada $K/Y_e(UCI)$ é calculada dividindo o capital ajustado (K^*) pelo produto observado: $K/Y_e(UCI) = K_t^* / Y_t$.

²⁷ Onde K/Y_{min} é 0,99 do menor valor observado do período e K/Y_{max} é 1,01 do maior valor. Este procedimento torna-se necessário para que, no próximo passo, o número $F/(1-F)$ seja positivo e possamos tomar seu logaritmo, ou seja, devemos ter $K/Y_{max} > K/Y_e > K/Y_{min}$.

²⁸ O ajuste é realizado considerando que a razão esperada é igual à observada ($K/Y_e = K/Y$).

²⁹ Utilizamos ainda, em um último estágio, um processo de interações sucessivas, onde K/Y_{med} e A da equação 3. 19 são alterados de forma a minimizar o desvio padrão entre a série observada e a ajustada. Neste procedimento, fixou-se um critério de convergência em 0,001%, ou seja, a interação só cessa quando a mudança no desvio é menor que 0,001%.

³⁰ A taxa de UCI é fornecida pela FGV e se refere apenas à indústria de transformação.

³¹ Sendo assim, estamos pressupondo, de forma similar ao método anterior, que a UCI total (100) não acontece na prática, bem como que o máximo verificado no período - 89,75 em 1973 - não pode ser sustentado por um período significativo. Cabe mencionar, também, que a média da UCI dos últimos 10 anos (79,0) ficou aquém da verificada de 1970 a 2002 (81,3).

Quanto as críticas a estes métodos, podemos citar: a) ao método de tendência, a escolha arbitrária do ajuste e, no caso específico do filtro de Hodrick Prescott, do parâmetro λ ³², bem como a alta sensibilidade do ajuste aos pontos extremos e b) ao método pela UCI, a não abrangência da série, referindo-se a um período menor e se restringindo à indústria de transformação.

Calculados os ajustes e examinadas suas limitações, bem como verificada a semelhança entre eles, escolhemos utilizar o ajuste pela logística. A escolha também se baseou na verificação de que o ajuste pela logística gera menor dispersão ao longo do tempo na série de crescimento da PTF dos fatores, representada pela taxa de crescimento do nível tecnológico (γ_A). Para fazermos esta análise, calculamos a contabilidade do crescimento, função Cobb-Douglas com tecnologia Hicks-Neutra, isolando o crescimento tecnológico: $\gamma_A = \gamma_Y - \alpha(\gamma_K) + (1 - \alpha)n$. Estimamos γ_A , utilizando o capital efetivo proveniente da logística, do filtro de HP e da UCI, e verificamos que a dispersão na série de crescimento da PTF (γ_A) é menor quando o capital é proveniente do ajuste logístico.

Ao fazermos a escolha do método que gera menor dispersão no crescimento da PTF, estamos pressupondo que a produtividade total dos fatores, “medida de nossa ignorância”, afóra choques estruturais, tende a permanecer constante. As dispersões da série em torno da tendência da PTF estariam incorporando variações da capacidade instalada, que não foram corretamente mensuradas no cômputo do estoque capital ajustado. Portanto, quanto menor a dispersão na série de crescimento da PTF ao longo do período melhor a estimativa do estoque de capital efetivo gerada por determinado ajuste.

Finalmente, apresentamos a seguir a série da razão capital/produto ajustada pela logística.

Tabela 3. 4 – Razão Capital/Produto Esperada (2000) no Brasil de 1950 a 2002

ano	K/Ye (2000)	ano	K/Ye (2000)	ano	K/Ye (2000)
1950	1.67	1970	2.26	1990	3.02
1951	1.68	1971	2.31	1991	3.04
1952	1.70	1972	2.35	1992	3.06
1953	1.72	1973	2.39	1993	3.09
1954	1.74	1974	2.43	1994	3.11
1955	1.76	1975	2.48	1995	3.12
1956	1.79	1976	2.52	1996	3.14
1957	1.81	1977	2.56	1997	3.16
1958	1.84	1978	2.61	1998	3.17
1959	1.86	1979	2.65	1999	3.19
1960	1.89	1980	2.69	2000	3.20
1961	1.92	1981	2.73	2001	3.21
1962	1.96	1982	2.76	2002	3.22
1963	1.99	1983	2.80		
1964	2.03	1984	2.84		
1965	2.06	1985	2.87		
1966	2.10	1986	2.90		
1967	2.14	1987	2.93		
1968	2.18	1988	2.96		
1969	2.22	1989	2.99		

Fonte: Dados estimados pelo autor.

Seção IV – A Contabilidade do Crescimento e seus Limites no Brasil

Por fim, cabe verificar a importância de cada fator, segundo a contabilidade do crescimento, Subseção IV. 1, bem como o limite para o crescimento econômico no Brasil, Subseção IV. 2, sempre observando o papel do aumento da razão K/Y como inibidor das possibilidades de crescimento no país.

IV. 1 – A Contabilidade do Crescimento

Nesta seção, utilizamos o modelo de Solow, com função de produção CES, dada, conforme verificado na Seção II, a maior aderência desta função à realidade da economia brasileira. Na verdade, o

³² Utilizamos o $\lambda = 100$ na série aqui apresentada, por ser este o padrão para séries anuais. Notamos que quanto maior o λ mais a série resultante do filtro de HP se aproxima da logística.

resultado da contabilidade do crescimento não difere substancialmente de acordo com a função de produção. Entretanto, a CES permite que a participação de cada fator se altere segundo sua produtividade.

Da equação 3. 1, tomando o log e diferenciando em relação ao tempo, temos que a taxa de crescimento do produto é dada pelo crescimento de cada fator ponderado por sua participação no produto:

$$\gamma_Y = \alpha_K \gamma_K + \alpha_{AL} (n + g), \quad 3. 20$$

onde $\alpha_K = \beta(K/Y)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}$ e $\alpha_{AL} = (1-\beta)(AL/Y)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}$.

Dividindo a equação acima por L, temos a taxa de crescimento do produto por trabalhador:

$$\gamma_y = \alpha_K \gamma_K - (1 - \alpha_{AL})n + \alpha_{AL}g$$

onde cada termo do lado direito da equação representa a porção do crescimento do produto por trabalhador, que é função do capital, do trabalho e da produtividade total dos fatores. As estimativas por período são mostradas na tabela abaixo, onde a taxa de crescimento do produto por trabalhador na primeira coluna é decomposta em três partes relacionadas, em ordem, ao capital, ao trabalho e à PTF.

Tabela 3. 5 - Contabilidade do Crescimento no Brasil de 1950 a 2001 Modelo de Solow(1957)–função de produção CES³³

Período	Taxa de Crescimento γ_y (%)	Participação dos Fatores na Taxa de Crescimento de y		
		K $\alpha_K \gamma_K$ (%)	L $-(1 - \alpha_{AL})n$ (%)	PTF $\alpha_{AL}g$ (%)
1953-1967	3.42	5.16	-1.74	0.22
1968-1980	5.74	6.33	-2.07	1.10
1968-1974	6.68	6.04	-2.36	2.64
1975-1980	4.66	6.78	-1.78	-0.88
1981-1989	-0.93	2.56	-2.01	-0.80
1990-2001	0.16	1.19	-0.94	0.04
1990-1993	-0.66	1.06	-0.70	-1.01
1994-2001	0.58	1.26	-1.07	0.56

Fonte: para a taxa de investimento, IBGE, e para o trabalho, PNAD. Demais dados estimados pelo autor.

A análise da Tabela 3. 5 nos mostra que as altas taxas de crescimento médio do produto por trabalhador, de 1953 à 1980, se devem à elevada participação do capital na contabilidade do crescimento. Especialmente, de 1968 a 1974, observamos que a participação da produtividade total dos fatores, média anual de 2,64%, também influenciou significativamente no crescimento. No entanto, de 1975 a 1980, a PTF torna-se negativa com participação média anual de -0,88% no crescimento do produto por trabalhador.

O comportamento negativo da produtividade total dos fatores se repete na década de 80, o qual, conjugado ao menor crescimento atribuído ao capital, gera um decréscimo médio anual no produto de 0,93%. No último período, 1990 a 2001, o crescimento atribuído ao capital continua decrescendo, contudo a pequena variação positiva na participação da PTF permite pequeno crescimento médio no produto por trabalhador. A divisão deste último período nos permite observar que a fase de transição, de 1990 a 1993, continua a apresentar PTF negativa, mas na fase de reforma a PTF volta a ser positiva, permitindo um crescimento de 0,58% em média do produto por trabalhador de 1994 a 2001.

Quanto ao fator trabalho, este manteve sua participação regular em todos os períodos, à exceção do último quando decresceu significativamente. No geral, nós podemos observar que a queda na participação do capital ao longo dos períodos, conjugada com a produtividade total dos fatores, é a maior responsável por variações na taxa de crescimento do produto.

No que tange ao capital, a queda da sua participação na contabilidade de crescimento é função não apenas de seu menor crescimento, mas também da sua menor participação no produto. O menor crescimento, observado a partir da década de 70, advém da queda na taxa de investimento no Brasil e da

³³ Como estamos trabalhando com crescimento por período, surge um resíduo (menor que 5% da variável dependente, γ_y) advindo do comportamento diverso das variáveis no tempo. Normalizamos os resultados de forma a eliminá-lo.

maior depreciação, gerada, principalmente, pelo envelhecimento do estoque de capital. Enquanto, a menor participação do capital no produto é função, segundo a equação 3. 20, da queda na sua produtividade, ou seja, do aumento da razão K/Y.

Na tabela abaixo, onde apresentamos as participações estimadas dos fatores por período, podemos notar queda na participação do capital e, conseqüentemente, aumento da participação do trabalho efetivo.

Tabela 3. 6 – Participação do Capital e do Trabalho Efetivo³⁴ no Produto do Brasil de 1950 a 2001

Período	α_K	α_{AL}
1953-1967	0.65	0.35
1968-1980	0.59	0.41
1968-1974	0.62	0.39
1975-1980	0.57	0.43
1981-1989	0.54	0.46
1990-2001	0.53	0.47
1990-1993	0.53	0.47
1994-2001	0.53	0.47

Fonte: Dados estimados pelo autor.

Segundo estas estimativas de α_K e α_L e da equação 3. 20, verificamos que enquanto, no primeiro período, seria necessário, *ceteris paribus*, crescimento médio de 1,5% do capital para gerar uma elevação de 1,0% do produto por trabalhador, no último período, com a queda da razão K/Y, seria necessário um crescimento de 1,9% do capital. Em contrapartida, enquanto, no primeiro período, um acréscimo médio de 2,7% na PTF geraria uma elevação de 1% no produto por trabalhador, no último período, de 1990 a 2001, este mesmo crescimento no produto é alcançado com elevação média de 2,1% na PTF.

Resumindo, atualmente, elevou-se a quantidade de capital e diminui a quantidade de crescimento tecnológico para gerar uma unidade de produto. No entanto, como o crescimento do capital tem caído e como o crescimento tecnológico, apesar de ter se recuperado em relação à década de 80 e o início da década de 90, continua menos representativo que o capital, as possibilidades de crescimento para o Brasil, como veremos a seguir, estão significativamente limitadas pela elevação da razão K/Y.

IV. 2 – Limite para o Crescimento do Brasil

O objetivo final do nosso trabalho seria determinar a quantidade de investimento necessária para obter dada taxa de crescimento do PIB no Brasil, bem como calcular qual o crescimento esperado se o ambiente econômico permanecer similar à fase de reforma, 1994 a 2001. Conforme adiantado na Seção III, utilizaremos, a princípio, na contabilidade do crescimento, a razão K/Y esperada, mas mostraremos também a possibilidade de crescimento segundo a razão K/Y potencial.

Quanto ao investimento, sabemos que quanto menor a produtividade marginal do capital, ou, dito de outra forma, quanto maior a razão K/Y, mais elevado será o nível de investimento requerido para aumentar o produto. A partir da equação 3. 2, se a produtividade marginal do capital é igual a $f_K = \alpha_K Y/K$, então, isolando $(\alpha_K \dot{K}/K)$ em 3. 20 e substituindo α_K , tem-se:

$$\frac{dK}{Y} = \left(\frac{1}{f_K} \right) [\gamma_Y - \alpha_{AL} (n + g)]. \quad 3. 21$$

A equação acima nos fornece a variação do capital em proporção do PIB – a taxa de investimento líquido - necessária para atingir determinado crescimento do PIB, sendo função inversa da produtividade marginal do capital e do crescimento do trabalho efetivo ponderado por sua participação no produto.

Procuraremos verificar, segundo a equação 3. 21, qual a taxa de investimento líquido necessária para atingir um crescimento de 4,0%³⁵. Para isto consideramos que: i) as taxas de crescimento da

³⁴ A participação do trabalho no produto para 1990 a 1993, estimada pela CES, é similar à verificada de 1991 a 1993 segundo o NSCN, respectivamente 0,47 e 0,46. No entanto, de 1994 a 2001, a participação estimada pela CES, 0,47, é superior à observada no NSCN, 0,41. Esta diferença pode indicar que a contabilidade do crescimento apresentada nesta seção estaria subestimando a participação do capital no último subperíodo.

tecnologia e do trabalho permaneçam iguais à média observada no período de 1994 a 2001, $g=1,2\%$ e $n=2,0\%$ e ii) a taxa de depreciação e a produtividade marginal do capital (estimada pela equação 3.5), sejam iguais ao último ano de que dispomos de todos os dados necessários para a contabilidade do crescimento, 2001³⁶, sendo $\delta = 4,0\%$ e $R = f'(k)=17,1\%$ ³⁷.

Dadas as suposições acima, seria necessária taxa de investimento líquido de 14,6% para gerar um crescimento de 4,0% do PIB. Para falarmos em termos de investimento bruto, basta adicionarmos à taxa de investimento líquido a quantidade necessária para repor a depreciação:

$$\frac{dKB}{Y} = \frac{dK}{Y} + \delta \frac{K}{Y}, \text{ chegando, então, à taxa de investimento bruta de } 27,0\%.$$

A taxa encontrada para gerar crescimento esperado de 4% é bem superior à média registrada no último subperíodo, 1994 a 2001, que foi de 19,9%. Se tomarmos esta última taxa de investimento o crescimento esperado do produto seria apenas de 2,8%. Por outro lado, considerando a razão K/Y potencial o crescimento do produto se elevaria para no máximo 3,5%.

Logo, segundo nossas estimativas, caso não se eleve o crescimento da produtividade total dos fatores e do trabalho, para o Brasil alcançar um crescimento de 4% em média, a taxa de investimento teria que se elevar de 19,9% para 27%³⁸. O aumento necessário da taxa de investimento seria ainda maior, 8,1%, se considerarmos a tendência decrescente da série desde 1997, atingindo 18,9% em 2002.

Ressaltamos que, no subperíodo de 1968 a 1974, quando o Brasil atingiu crescimento anual médio de 10,3%, a taxa de investimento de 19,9% seria mais do que suficiente para gerar o crescimento de 4% no produto. Essa taxa de investimento elevaria o produto em 7,5%, se considerarmos, além da produtividade do capital do período, o crescimento das produtividades: total dos fatores e do trabalho, de 1968 a 1974, e em 4,5%, se considerarmos que estas produtividades continuem nos patamares observados de 1994 a 2001. Esses dados mostram o quanto o envelhecimento do estoque de capital e, principalmente, a perda de produtividade do capital tornam necessário maior esforço de poupança e, conseqüentemente, de investimento para que o país volte a alcançar maiores patamares de crescimento sustentado.

Lembramos que, com a queda do investimento e o envelhecimento do capital, a taxa de depreciação se elevou de 3,5% no final da década de 80 para os atuais 4%. Da mesma forma, se o país aumentar a taxa de investimento para 27%, o crescimento esperado, no período de transição, seria maior que o calculado pela contabilidade de crescimento. Pois, neste período, diminuiria a idade do capital, a taxa de depreciação e, por sua vez, a necessidade de investimento para repor o desgaste do capital, elevando a quantidade de investimento líquida destinada ao crescimento do produto.

Portanto, para que o Brasil possa elevar o nível de crescimento nos próximos anos, no que tange ao capital, restariam dois caminhos: aumentar a utilização média do capital, como fizeram, segundo Krugman (1994)³⁹, os países comunistas na década de 50 e os asiáticos na década de 80, ou envidar esforços para aumentar a produtividade de capital, como, por exemplo, realocar recursos para atividades menos intensivas neste fator, racionalizar o uso do capital, evitando desperdícios em sua alocação, ou incentivar estudos em tecnologias menos intensivas em capital.

A boa notícia quando se olha para a experiência de outros países como o Canadá, EUA e Reino Unido é que é possível elevar a produtividade de capital. O exemplo mais próximo é o Chile, onde o produto cresceu de 1985 a 1992 em média 6,3%^{aa}, com o país reduzindo a razão K/Y em 2,9%^{aa}. No Brasil, se conseguíssemos elevar a produtividade do capital em 2%^{aa} por 5 anos, ou seja, se diminuíssemos a razão K/Y de 3,1 para 2,8, então, tudo o mais constante, a quantidade de investimento

³⁵ Este crescimento corresponde ao ponto médio da trajetória prevista pelo Governo Federal de 3,5%, 4,0% e 4,5%, respectivamente para 2004, 2005 e 2006, no Projeto de Lei de Diretrizes Orçamentárias para 2004. No projeto, esta trajetória é apresentada como sendo baseada na convergência gradual do PIB para o potencial produtivo da economia brasileira.

³⁶ O uso do último ano e não a média decorre de serem a taxa de depreciação e a produtividade marginal do capital, ambas, funções de uma variável de estoque, o capital.

³⁷ Quando trabalharmos com a razão K/Y potencial, a produtividade marginal do capital será de 22,3%.

³⁸ A taxa de investimento de 22,1% seria suficiente para gerar o crescimento de 4% se considerarmos o potencial da economia. No entanto, estamos supondo que o objetivo é gerar crescimento sustentável de 4%^{aa} e não crescimento esporádico a esta taxa.

³⁹ Segundo o autor, o crescimento asiático e soviético não advém de um milagre, é baseado no crescimento da poupança, no aumento dos insumos, como o emprego da população, a educação padrão e o investimento.

necessária para crescer 4%^{aa} cairia dos atuais 27% para 24,2% e o crescimento esperado e potencial com a atual taxa de investimento média de 19,9% subiria para 3,1% e 4,0% respectivamente.

Lembramos que, como a produtividade do capital é endógena no modelo, o cálculo acima subestima o crescimento do produto. No modelo, o crescimento na produtividade do capital ocorre devido a variações nos parâmetros da equação 3. 3. Estes parâmetros afetam o crescimento de duas formas: diretamente e por meio do aumento na produtividade do capital. Como exemplo, suponha que o aumento da produtividade do capital fosse decorrente do maior crescimento dos trabalhadores, ou seja, aumenta o número de trabalhadores por unidade de capital, gerando maior eficiência no uso do capital. Neste caso, a taxa de crescimento do produto (conforme equação 3. 20) se elevaria pelo crescimento em n e em α_K .

O modelo Harrod-Domar, limitado pelo capital, ilustra bem este fato, uma vez que, nesse modelo, a produtividade do capital é exógena, sendo, portanto, de fácil visualização o efeito de um choque neste parâmetro. Ao tomar o logaritmo e diferenciar a equação 3. 15, notamos que o crescimento do produto seria decorrente do crescimento do capital adicionado ao da produtividade do capital. Deste resultado, podemos inferir, então, que, no período de transição, quando a produtividade do capital estiver crescendo à taxa de 2%^{aa}, haverá um ganho substancial no crescimento do PIB da ordem de 2% ao ano.

Finalmente, vale considerar que como o nível da razão K/Y no Brasil é elevado, parece possível reduzi-lo. Mudanças estruturais, como o fortalecimento das instituições, poderiam eliminar distorções na alocação de recursos e, com isto, elevar a eficiência do uso do capital.

Conclusões

A razão capital/produto no Brasil, entre 1950 a 2001, evoluiu do patamar de 1,5 para 3,1, o que representa perda de 50% na produtividade de capital. A perda verificada está centrada no período de 1968 a 1980, diminuindo de intensidade a partir da década de oitenta. No entanto, apesar da queda na produtividade do capital ter se arrefecido, a partir de então o produto por trabalhador não evolui passando a oscilar, com avanços e retrocessos, em torno de um valor médio.

O Brasil atingiu razão K/Y similar à média dos países membros da OCDE em 1999 com renda por trabalhador correspondente a um terço da renda daqueles países. Ou seja, diferentemente do esperado pela teoria da convergência absoluta, onde a convergência de renda é assegurada pela maior produtividade do capital para países de baixo nível de renda, temos, no Brasil, níveis baixos de produto e de produtividade.

A estagnação brasileira e o crescimento sustentado do produto por trabalhador dos países desenvolvidos levaram, conseqüentemente, a queda na renda por trabalhador brasileira relativa à desses países. O produto por trabalhador do Brasil chegou a representar 49,0% do produto por trabalhador dos países membros da OCDE em 1980, contudo, em 1999, esse percentual já tinha caído para 32,6%.

A motivação deste trabalho foi, portanto, compreender melhor o efeito da baixa produtividade do capital no crescimento brasileiro, bem como suprir a falta de estudos relacionados à produtividade do capital, uma vez que os estudos, geralmente, se restringem à produtividade do trabalho, tomando a do capital como resultado proveniente do ajuste entre os preços relativos do capital e do trabalho.

Comparamos a queda observada na produtividade do capital com a prevista por modelos teóricos, segundo algumas especificações. Dentre elas, a do modelo de Solow, com tecnologia poupadora do trabalho e função de produção CES, foi a que melhor se aproximou do observado, apesar de subestimar significativamente o comportamento crescente da razão.

A análise mostrou que, segundo a teoria neoclássica, o elevado crescimento da razão K/Y de 1968 a 1980 é parcialmente explicado pelas elevadas taxas de investimento do período. Por outro lado, o baixo crescimento a partir de 1980 seria decorrente da maior proximidade do equilíbrio (lei dos rendimentos decrescentes do capital) e das menores taxas de investimento. Destacamos que o crescimento da razão, previsto pelo modelo, na década de 80, só não foi maior por conta do decréscimo da PTF no período.

A subestimação da tendência pela teoria e a observação da série da produtividade média e marginal do capital levou-nos a averiguar melhor o comportamento da razão K/Y. Feu (2003) observou que o desenvolvimento brasileiro buscou reproduzir, em alocação por setores e em intensidade de capital, a estrutura de produção dos países desenvolvidos. Verificou também que o Brasil reproduziu, mesmo sem estar na fase de desenvolvimento correspondente, a evolução da produtividade de capital verificada nos países desenvolvidos. Isto nos levou a formular a hipótese sobre um choque adverso na produtividade

marginal do capital que não seria predito pelo comportamento normal dos modelos teóricos e sim importado dos países de fronteira.

A simulação deste choque negativo na produtividade do investimento por volta do final da década de 60 reproduziu significativamente o comportamento da série da razão K/Y construída pelo método de estoque perpétuo. Este choque poderia ter advindo da realocação do investimento em atividades mais intensivas em capital. Contudo, como o movimento entre as atividades se dá de forma gradual, afetando, apenas, parte da produtividade marginal do investimento realocada para outras atividades, pressupomos que o choque poderia ser decorrente também do processo de industrialização e modernização da agricultura. Este processo, incentivado e muitas vezes realizado pelo Estado, teria incorporado tecnologias intensivas em capital advindas dos países de fronteira. O bom ajuste do exercício sugere um estudo posterior que procure identificar o choque na produtividade do investimento, como ocorreu e porque se manteve.

Após verificar o comportamento previsto pela teoria para a razão K/Y e retiramos da série alterações decorrentes de variações na utilização da capacidade instalada, por meio do ajuste de uma curva logística. Então, averiguamos, de acordo com a contabilidade do crescimento, que o capital, conjugado com a produtividade total dos fatores, é o maior responsável pelas variações na taxa de crescimento do produto brasileiro.

O passo seguinte foi verificar o que se pode esperar do crescimento para o Brasil nos próximos anos, mantida a média do crescimento da produtividade total dos fatores, do trabalho e a taxa média de investimento observada de 1994 a 2001, respectivamente de 1,2%, 2,0% e 19,9%. O crescimento do produto esperado no Brasil seria, então, de 2,8%, atingindo o máximo 3,5% quando se considera o crescimento potencial. Lembramos que este último só se sustenta no curto prazo.

O nível médio de crescimento planejado pelo Governo, 4%^{aa}, só seria possível com investimentos anuais da ordem de 27% do PIB. Ou seja, do lado do capital, taxas maiores de crescimento sustentado só seriam alcançadas aumentando a produtividade deste fator e/ou elevando as taxas de investimento.

Por outro lado, observamos que a produtividade do capital pode se elevar de acordo com: a realocação do produto em atividades menos intensivas em capital, a quantidade de recursos em pesquisa e desenvolvimento, o nível de investimento em capital físico (infraestrutura, planos e equipamentos) e a utilização do fator capital. Medidas que eliminassem distorções na alocação de recursos poderiam elevar o uso eficiente do capital e, conseqüentemente, sua produtividade.

Segundo Börsch-Supan (1998), mais da metade da diferença entre a produtividade do capital dos EUA, da Alemanha e do Japão são decorrentes da ineficiência no uso do capital. Dentre as distorções comumente observadas, que poderiam ser objeto de política visando a melhora na produtividade do capital, podemos citar a taxação do trabalho e do capital, que altera o preço relativo dos fatores e a escolha dos agentes, as barreiras à entrada de melhores técnicas produtivas, a má qualificação da mão-de-obra para o uso de novas tecnologias, as instituições econômicas fracas, entraves burocráticos na construção das novas estruturas, demoras na implementação de regulação e de incorporação de novas descobertas e corrupção.

Cabe destacar que se o país conseguir elevar a produtividade do capital em 2% por 5 anos, elevaria o crescimento sustentado esperado para 3,1% (potencial de 4%). Durante os cinco anos de transição haveria um ganho extra da ordem de 2% no crescimento. Sobre a possibilidade de aumentar a produtividade do capital temos duas perspectivas favoráveis. A primeira advém da queda observada na intensidade do capital em algumas atividades nos países membros da OCDE na década de 90, que pode estar sendo repassada para o Brasil com a absorção da tecnologia adotada nestes países. Já, a segunda perspectiva provém da possibilidade dos formuladores de política incentivarem atividades menos intensivas em capital como a do comércio de atacado e varejo, restaurantes e hotéis e/ou tomarem maior cuidado na escolha de formas de energia, dada a elevada razão K/Y nesta atividade.

Finalmente ressaltamos que, como a produtividade do capital no Brasil encontra-se em patamar relativo baixo quando comparada a de outros países e como as instituições em países subdesenvolvidos são reconhecidamente fracas, gerando distorções na eficiência do uso do capital, o país ao adotar programa específico para a produtividade do capital não deverá ter problemas em corrigir algumas dessas distorções, elevar a eficiência no uso do capital e, conseqüentemente, a produtividade deste fator.

Bibliografia

- Abreu, Marcelo de P. *Et aiiil, A Ordem do Progresso: Cem Anos de Política Econômica, 1889-1989*. Rio de Janeiro: Campus, 1992.
- Arrow, Kenneth J., "The Economic Implications of Learning by Doing." *Review of Economic Studies*, 29 (junho de 1962).
- Barro, Robert J. e Xavier Sala-i-Martin, *Economic Growth*. New York: McGraw-Hill, 1995.
- Bielschowsky, Ricardo e Graciela Mognillansky, *Investment and Economic Reforms in Latin America*. Chile: United Nations Publication, 2001.
- Börsch-Supan, Axel, "Capital Productivity and the Nature of Competition." *Brookings Papers on Economic Activity – Microeconomics* (1998).
- Cass, David, "Optimum Growth in a Aggregate Model of Capital Accumulation," *Review of Economic Studies*, 32, julho de 1965.
- Chirinko, Robert, "Corporate Taxation, Capital Formation, and the Substitution Elasticity Between Labor and Capital." Emory University, Department of Economics Working Papers, 2002.
- Collins, Williams J. e Jeffrey G. Williams, "Capital Goods Prices, Global Capital Markets and Accumulation: 1870 e 1950." *NBER Working Paper* 7145 (1999).
- Feu, Aumara, "A Produtividade do Capital no Brasil de 1950 a 2002." Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, 2003.
- Foley, Duncan K. e Thomas R. Michl, *Growth and Distribution*. Cambridge: Harvard University Press, 1999.
- Hall, Robert E. e Charles I. Jones, "The Productivity of Nations" *NBER Working Paper* 5812, Cambridge, (1996).
- Heston, Alan and Robert Summers, *Penn World Table (Mark 5.6.)*, 1994. Banco de Dados *on Line*, uma atualização do "The Penn World Table (Mark 5): an Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988." *Quarterly Journal of Economics*, (maio de 1991).
- Hopenhayn, H. e Pablo Neumyer, "Markets and growth in Latin America." Manuscript, Global Development Network, 2000.
- Koopmans, Tjalling C., "On the Concept of Optimal Economic Growth." em *The Econometric Approach to Development Planning*. Amsterdam, North Holland, 1965.
- Krugman, Paul, "The Myth of Asia's Miracle." *Foreign Affairs*, (novembro de 1994).
- Paula Pinto, M. B. "Brazilian manufactured exports: growth and change of structure." Dissertação de PhD. Baltimore: Johns Hopkins University, 1979.
- Pessoa, Samuel de A., Silvia Matos Pessoa e Rafael Rob. "Elasticity of Substitution Between Capital and Labor: a Panel Data Approach." Fundação Getúlio Vargas, 2003.
- Ramsey, Frank, "A Mathematical Theory of Saving." *Economic Journal*, 38 (dezembro de 1928).
- Retruccia, Diego e Carlos Urritia. "Relative Price and Investment Rates." *Journal of Monetary Economics* 47 (2001).
- Romer, Paul, "Increasing Returns and Long-Run Growth." *Journal of Political Economy* 94, nº 5 (outubro de 1986).
- Silva Filho, Tito N. Teixeira, "Estimando o Produto Potencial Brasileiro: uma Abordagem da Função de Produção." Rio de Janeiro: Seminário da Diretoria de Estudos Macroeconômicos do IPEA 57, 2001.
- Solow, Robert M., "Technical Change and the Aggregate Production Function." *Review of Economics and Statistics* 39 (agosto de 1957).
- Tavares, Maria da C. e José Serra, "Além da Estagnação." *Revista da Escola Latinoamericana de Sociologia*, 1 (janeiro de 1972).
- Tavares, Maria da C., *Da Substituição de importações ao Capitalismo Financeiro*. 4ª edição. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975.