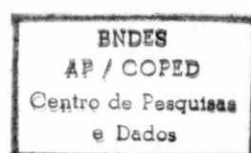


**ESTIMATIVAS DO
PRODUTO POTENCIAL,
RELAÇÃO
CAPITAL/PRODUTO E
DEPRECIACÃO DO
ESTOQUE DE CAPITAL**

José Carlos Carvalho



Julho - 1996

Área de Planejamento
Departamento Econômico - DEPEC



Área de Planejamento

Diretor

Sérgio Besserman Vianna

Superintendente

Paulo Sérgio Moreira da Fonseca

Chefe do Departamento Econômico (DEPEC)

Armando Castelar Pinheiro

Este trabalho é de inteira responsabilidade de seu autor.
As opiniões nele emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto
de vista do BNDES.

Distribuição: **BNDES**

Av. República do Chile, 100 - 14º andar - Rio de Janeiro

Fax: (021) 220-1397

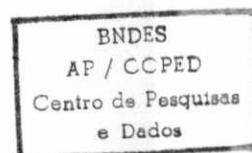


097421014

para Discussão
44

ESTIMATIVAS DO PRODUTO POTENCIAL, RELAÇÃO CAPITAL/TRABALHO E DEPRECIACÃO DO ESTOQUE DE CAPITAL

José Carlos Carvalho*



* Economista do convênio BNDP/PNUD
(período abril/maio de 1996).

O autor agradece os comentários de
Sheila Najberg, Armando Castelar Pinheiro e
Fabio Giambiagi, que contribuíram de forma significativa
para o aprimoramento deste trabalho.
Como de praxe, a responsabilidade pelo conteúdo do
texto é exclusiva do autor.

Rio de Janeiro, julho - 1996

Sumário

1. Introdução	3
2. Produto Potencial e o Modelo de Oferta e Demanda Agregada	4
3. PIB Potencial.	8
4. Relação Capital/Produto	14
5. Refinamentos	22
5.1. Ganhos de Produtividade	22
5.2. Estimativa sem Intercepto.	25
6. Conclusão	27
Anexo	28
Referências Bibliográficas	29

1. Introdução

A literatura econômica, em particular a brasileira, é rica em exercícios que procuram estimar o produto potencial da economia. Em geral, esta tarefa envolve um certo grau de arbitrariedade em algum ponto da análise. A escolha de um ou outro método, na verdade, revela o discernimento do autor por preferir ser arbitrário em um ou outro ponto da análise – em geral naquele em que ele avalia que os efeitos nocivos sobre a estimativa serão menores. Este breve artigo não foge deste fato. Nos próximos parágrafos, procuramos resumir sucintamente a metodologia tradicionalmente adotada para a estimativa do produto potencial e contrastá-la com aquela adotada neste trabalho.

Em seu artigo em que estimam a relação capital/produto ajustada para variações na utilização da capacidade instalada, Pinheiro e Matesco (1989) conseguem resumir a metodologia mais tradicional de estimação do produto potencial e que se encontra presente em Suzigan *et alii* (1974), Bonelli e Malan (1976) e Neves (1978). Essa metodologia é tipificada por Pinheiro e Matesco (1989) em quatro etapas principais. Na primeira delas, o estoque de capital é estimado para cada ano, a partir de um estoque de capital inicial. Esse passo envolve dois elementos arbitrários: a determinação do estoque de capital inicial e o montante do investimento líquido para cada período de tempo. Como apenas o investimento bruto é observado, esse passo na verdade requer ainda uma estimativa da depreciação a cada ano. Na segunda etapa estima-se, ano a ano, a relação capital/produto, utilizando o produto efetivo. Na terceira, toma-se a menor relação capital/produto e admite-se que esta seja a que equivale ao pleno emprego dos fatores. Dada essa hipótese, parte-se para a quarta e última etapa do processo, que consiste em estimar o produto potencial utilizando para toda a amostra a relação capital/produto de pleno emprego obtida no terceiro estágio. O grau de utilização da capacidade instalada segue automaticamente a relação entre o produto potencial estimado e o produto efetivo.

Vários outros modelos adotam variações deste arquétipo básico. O que apresentamos neste texto difere, na sua origem, da matriz teórica que inspira a maior parte dos modelos mencionados no parágrafo anterior. Blanchard e Quah (1989) inspiraram uma série de trabalhos posteriores, tais como os de DeSerres, Guay e St-Amant (1995) e Norden (1995), que procuram identificar os choques de oferta e/ou demanda da economia. A arbitrariedade destes modelos reside no fato de que, implicitamente, admitem que ao longo de um determinado período de tempo a economia converge para o pleno emprego ou produto potencial. Nesse caso, uma vez que se identifiquem os choques de oferta e/ou demanda – o que mais uma vez requer um grau de arbitrariedade na determinação do que vem a ser um nível “normal” para

determinada variável –, pode-se obter um nível de produto corrigido pelos desvios temporários das variáveis de oferta e demanda.

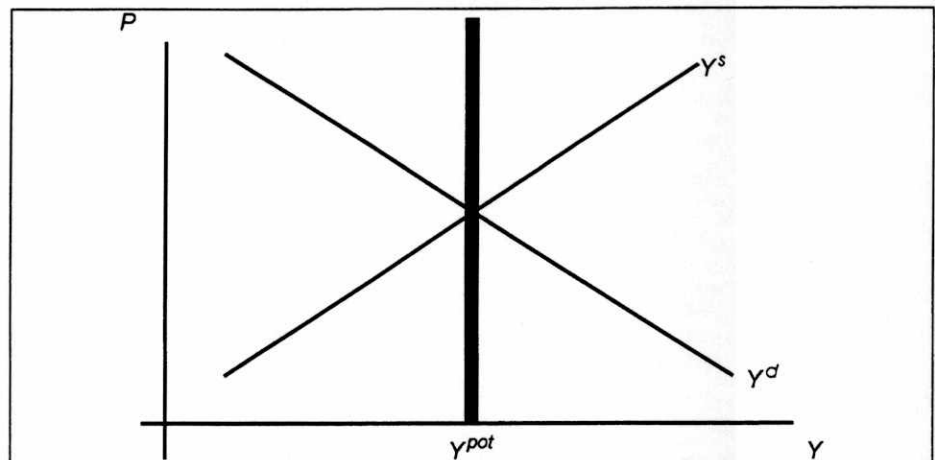
Esse modelo, portanto, procura estimar o produto potencial dentro deste contexto em que se pretende eliminar os choques de oferta e demanda temporários das variações do produto. Os pontos de arbitrariedade, como já dissemos antes, se encontram na determinação das variáveis que afetam o produto potencial descontadas de seus choques temporários. No entanto, não se exige, a exemplo dos modelos anteriores, determinação *a priori* de valores iniciais para o estoque de capital em depreciação. Este ponto, aliás, requer um tratamento diferenciado neste artigo. A relação capital/produto é avaliada a partir de uma estimativa do investimento líquido gerada pelo próprio modelo, o qual, em outras palavras, gera também endogenamente uma estimativa da depreciação do estoque de capital. Esse ponto será discutido com mais detalhe na seção que trata da relação capital/produto.

Um problema advindo desta metodologia é que ela tende a tratar os desvios do produto em relação ao produto potencial de forma simétrica. Enquanto o enfoque da fronteira de produção vê o produto potencial como um limite físico da capacidade produtiva, o enfoque macro tende a vê-lo como o referencial no qual não há pressão de custos nem para cima nem para baixo. Uma extensão desejável deste trabalho deve procurar a compatibilização dessas duas metodologias. Uma forma de promovê-la seria supor que pontos abaixo do produto potencial são mais prováveis do que pontos acima. Nesse caso, os parâmetros da equação do produto deveriam ser estimados utilizando-se uma função de máxima verossimilhança com uma função de probabilidade que concentre maior massa de probabilidade em pontos abaixo do produto potencial. Uma versão desta metodologia se encontra apresentada em Pinheiro e Matesco (1989, Apêndice). Aqui, adota-se uma metodologia simplificada, em que o produto potencial é ajustado linearmente.

2. Produto Potencial e o Modelo de Oferta e Demanda Agregada

No modelo tradicional macroeconômico, o produto potencial é normalmente definido como o ponto a partir do qual qualquer expansão do produto leva a uma pressão de custos e, conseqüentemente, de preços, de tal magnitude que o produto efetivo retorna ao seu nível potencial. O Gráfico 1 a seguir ilustra o referencial de produto potencial dentro do instrumental de oferta e demanda agregada – denominadas Y^s e Y^d , respectivamente, nos gráficos a seguir. Dentro do instrumental tradicio-

Gráfico 1

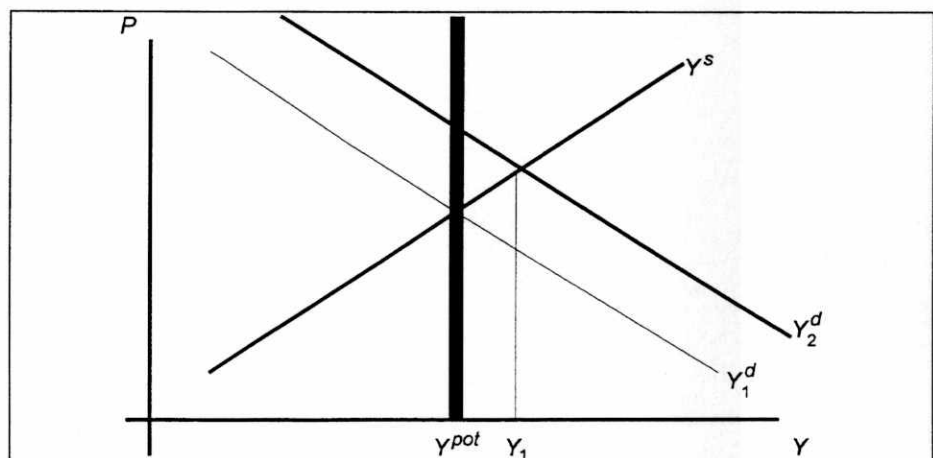


nal, cada uma destas duas curvas se encontra representada no espaço de preços (P) e produto (Y). Nos gráficos a seguir, Y^{pot} denota o produto potencial da economia. O equilíbrio ilustrado no Gráfico 1 corresponde ao pleno emprego. Como as curvas de oferta e demanda agregada se cruzam no pleno emprego, não há pressão altista nem baixista sobre os custos dos fatores de produção. Portanto, a curva de oferta agregada, que é uma função dos custos de produção, se mantém estável.

O equilíbrio descrito no Gráfico 1 tem, na verdade, um caráter nocional. As economias tendem a convergir para o equilíbrio de pleno emprego, mas elementos dinâmicos fazem com que, a cada ponto no tempo, elas não se encontrem necessariamente no equilíbrio do produto potencial. O Gráfico 2 ilustra um dos possíveis desequilíbrios, causado por um deslocamento da demanda agregada – seja por uma política fiscal ou monetária expansionista – que acaba por levar a economia para um ponto acima do pleno emprego.

O nível de produto Y_1 ilustrado no Gráfico 2 não é o de equilíbrio a longo prazo, uma vez que o produto efetivo se encontra acima do produto potencial. Nesse caso, espera-se uma escassez

Gráfico 2



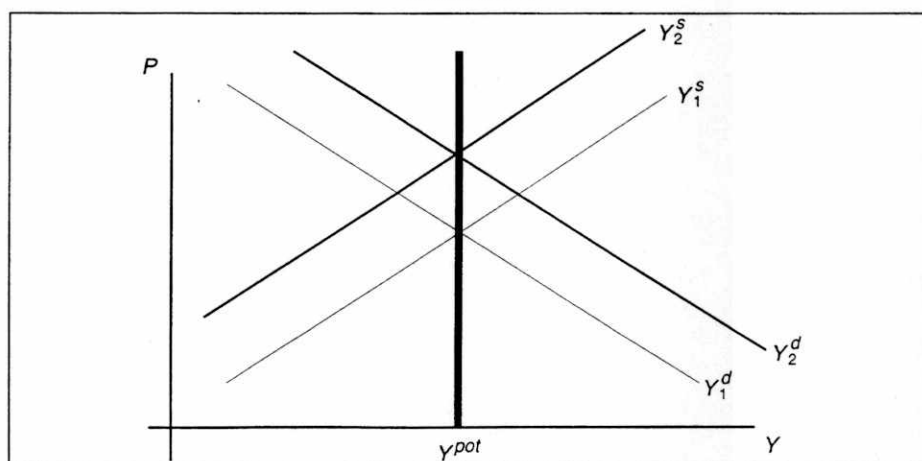
dos principais fatores de produção. Uma redução da taxa de desemprego abaixo dos seus níveis naturais faz com que o excesso de demanda por trabalho acabe por elevar os níveis salariais. O aumento dos custos de produção leva as firmas a ofertar seus produtos a um preço final maior. Em outras palavras, o aumento dos custos de produção leva a um deslocamento para cima da curva de oferta agregada. Enquanto houver pressão de custos, isto é, enquanto a economia operar acima do seu potencial, a curva de oferta agregada continuará a se deslocar para cima, provocando aumento de preços e queda do produto. O Gráfico 3 ilustra a trajetória rumo ao equilíbrio.

Um processo de convergência semelhante se verificaria no caso em que a economia seja levada a operar em um ponto abaixo do produto potencial. A ociosidade dos fatores de produção, nesse caso, leva a uma pressão baixista nos custos e, conseqüentemente, a deslocamentos para baixo da curva de oferta agregada até que a economia atinja o pleno emprego. Dessa forma, o produto potencial é o único ponto em que não há pressão de demanda ou oferta dos fatores de produção e no qual, portanto, a economia opera em equilíbrio.

Uma questão que pode ser levantada diz respeito à velocidade de ajuste ao pleno emprego uma vez que o produto efetivo dele se desvie. Um ajustamento lento rumo ao equilíbrio em geral é justificado pela existência de contratos de médio e longo prazos. No caso da economia norte-americana, por exemplo, é comum a existência de contratos de trabalho de até três anos de duração. Nesse caso, o ajuste da curva de oferta agregada tende a ser lento, uma vez que parte dos fatores de produção se encontra "engessada" por contratos de longo prazo, retardando o ajuste de preços rumo ao equilíbrio.

A tradição inflacionária brasileira, nesse caso, auxilia no sentido de reduzir esse engessamento. No que diz respeito ao insumo trabalho, em nenhum período envolvido nesta análise o

Gráfico 3



reajuste salarial se deu em frequência superior a um ano – que é a periodicidade de todos os dados utilizados neste artigo. O ajuste dos preços dos fatores rumo aos seus respectivos preços de equilíbrio se tornou ainda mais flexível na medida em que a taxa de inflação se acelerou e tornou os reajustes de preços mais frequentes.

Outro motivo apontado na literatura para que a economia se mantenha afastada do ponto de pleno emprego diz respeito à rigidez nominal de preços. Num cenário de preços estáveis e capacidade ociosa, a trajetória rumo ao pleno emprego requereria uma queda de preços e salários nominais, o que é pouco usual. Esse problema também se torna pouco importante em um contexto de inflação elevada. O ajuste do valor real para cima ou para baixo acaba se dando na medida em que o poder de barganha de cada setor (determinado, em última análise, pelo excesso de demanda ou oferta do mesmo) leva a obter uma subindexação ou superindexação em comparação com a taxa de inflação do período. O modelo de oferta e demanda agregada pode ser facilmente estendido para um contexto de produto e inflação, em vez de produto e preços. Uma versão simplificada deste modelo se encontra apresentada em Dornbusch e Fischer (1982).

A metodologia adotada neste artigo para mensurar o produto potencial, portanto, procura estimar uma forma reduzida das curvas de oferta e demanda agregada. Dadas as características de reajustes frequentes na economia brasileira e o fato de que estamos utilizando dados anuais, acreditamos que os pontos observados pela interseção das curvas de oferta e demanda agregada deverão estar próximos do produto potencial. No entanto, é verdade que alguns choques são extremamente acentuados e que não podem ser absorvidos no período de um ano – um exemplo disso é a queda acentuada de M4 no período imediatamente posterior ao Plano Collor. Dessa forma, a fim de atenuar esses efeitos, utilizamos na estimativa do produto potencial variáveis “suavizadas”, onde as variações acentuadas das variáveis são atenuadas.

Em cada ponto do tempo, portanto, o produto observado é determinado pela interseção da curva de demanda agregada com a curva de oferta agregada. Portanto, o modelo estrutural de determinação do produto é dado por:

$$Y^d = Y(M, I, (T - G), e, w)$$

$$Y^s = Y(w, e, p^{mp})$$

$$Y = Y^s = Y^d$$

No conjunto de equações acima, Y^d representa a curva de demanda agregada que é uma função da quantidade de moeda (M), do nível de investimento (I), da poupança do governo ($T - G$), da taxa de câmbio (e) e do nível de salários (w). A curva de oferta

agregada (Y^s) depende também de salários e câmbio e ainda do preço das matérias-primas, representado na equação anterior como p^{mp} . Um procedimento pouco convencional neste modelo se refere à inclusão da variável salário no componente de demanda agregada. Os modelos tradicionais não o fazem, uma vez que se considera que a propensão marginal a consumir seja homogênea em toda a economia. Essa hipótese, no entanto, se afasta muito da realidade em uma economia com um elevado diferencial na distribuição de renda. Se, por um lado, um aumento salarial leva a um aumento de custos, por outro, leva também a um aumento exógeno de demanda, uma vez que desloca renda para os assalariados que têm maior propensão marginal a consumir. Dessa forma, a variável salário tem um componente ambíguo neste modelo.

Neste artigo, procura-se estimar a forma reduzida do modelo anterior, isto é:

$$Y = Y(M, I, (T - G), e, w, p^{mp})$$

As variáveis utilizadas para proceder à estimação acima foram:

M	= M4
I	= Formação Bruta de Capital Fixo a Preços de 1980
$(T - G)$	= Poupança do Governo em Conta Corrente (Contas Nacionais)
e	= Taxa de Câmbio Média do Ano
w	= Índice de Salários Nominais da Fiesp
p^{mp}	= IPA - Matérias-Primas
Deflator	= Deflator Implícito do PIB

3. PIB Potencial

Ao estimar-se a forma reduzida, obteve-se a seguinte relação entre as variáveis acima¹ para o período 1975/95 (os valores entre parênteses se referem aos testes t dos coeficientes da regressão):

$$Y = 41,01 + 60,25 \cdot e - 1,70 \cdot p^{mp} + 0,39 \cdot M4 + 1,04 \cdot \text{DumM4} + 1,06 \cdot I - 0,24 \cdot (T - G) + 14,16 \cdot w$$

(0,20) (1,89) (-2,56) (1,03) (2,39) (1,40) (-0,98) (2,60)

1 A estimativa considerou uma *dummy* multiplicativa para M4 em 1990 e 1991, anos imediatamente posteriores ao choque do Plano Collor. A inclusão desta *dummy* ocorreu por se acreditar que a natureza do choque monetário — com a retenção de capital de giro e o cancelamento de planos de investimento — foi distinta de um período de contração monetária progressiva. Dessa forma, a elasticidade do produto a um choque monetário desta magnitude parece ser diferente daquela de uma contração monetária normal. De fato, essa hipótese provou ser verdadeira pela relevância do coeficiente da variável *dummy*.

R^2	0,93
R^2 Ajustado	0,90
Teste F	25,64
S^2	407,56
DW	1,82

O teste de Durbin-Watson (1,82) sugere a inexistência de problemas de autocorrelação. De fato, a regressão para a correlação dos resíduos da regressão acima é:

$$e(t) = 0,75 + 0,06 * e(t - 1)$$

(0,29) (0,21)

A seguir faz-se a estimativa da regressão acima para subconjuntos contínuos de 18 observações do total de 21. Esta análise permite avaliar a estabilidade dos parâmetros e ainda a tendência que cada um deles vem seguindo no período mais recente. A implementação do teste de Chow, tradicional para esta equação, é dificultada pela presença da variável *dummy*, que só admite valores não-nulos em 1990 e 1991.

Regressão Particionada (18 observações)

1975/92

Parâmetros	-15,38	75,38	-1,76	0,24	1,15	1,32	-0,30	15,65
Teste t	-0,07	1,93	-2,27	0,48	2,34	1,49	-0,95	2,55
R^2	0,91							
R^2 Ajustado	0,85							
Teste F	15,02							
S^2	481,75							

1976/93

Parâmetros	134,82	51,40	-1,61	0,43	0,93	0,81	-0,26	10,81
Teste t	0,53	1,29	-2,03	0,91	1,86	0,84	-0,89	1,44
R^2	0,89							
R^2 Ajustado	0,82							
Teste F	11,74							
S^2	476,10							

1977/94

Parâmetros	195,42	34,94	-1,21	0,65	0,89	0,67	-0,35	6,70
Teste t	0,75	0,89	-1,50	1,45	1,82	0,71	-1,19	0,78
R^2	0,89							
R^2 Ajustado	0,81							
Teste F	11,41							
S^2	449,08							

1978/95

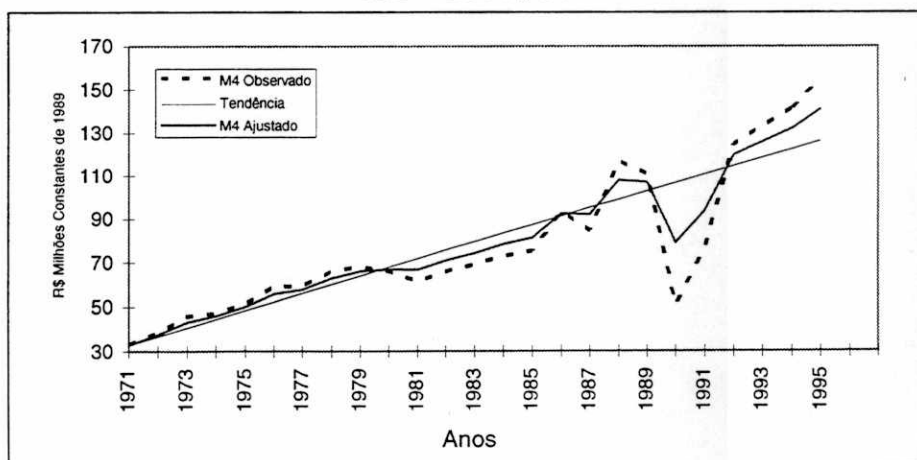
Parâmetros	351,41	14,27	-0,98	0,81	0,69	0,49	-0,35	0,16
Teste <i>t</i>	1,42	0,37	-1,31	1,89	1,49	0,62	-1,42	0,02
R^2	0,90							
R^2 Ajustado	0,84							
Teste <i>F</i>	13,50							
S^2	376,90							

A equação para o período 1975/95 é a base para a determinação do produto potencial. Para tanto, pretendemos tomar cada uma das variáveis determinantes do produto e eliminar os choques de oferta e demanda que sejam percebidos como temporários. O objetivo é amortecer as flutuações das variáveis determinantes do produto potencial. Para cada uma das variáveis, obteve-se uma linha de tendência. A variável ajustada compõe-se de uma combinação linear entre a variável de tendência e a variável efetivamente observada. A variável ajustada se aproximará tanto mais da variável observada quanto mais persistente (duradouro) for o desvio da linha de tendência. Os gráficos a seguir ilustram o processo de determinação das variáveis ajustadas.

O caso em que o ajuste é mais importante é o da variável M4. A repentina contração dos agregados monetários, determinada pelo confisco de ativos financeiros no Plano Collor, levou a um encolhimento repentino e temporário de M4. No gráfico a seguir, ilustramos o ajuste desta variável. Note-se que, na verdade, o desvio em relação à reta de tendência no Plano Collor utilizado no modelo é ainda menor do que o sugerido pelo gráfico, uma vez que neste caso incluímos uma variável *dummy* multiplicativa.

Por exemplo, no Gráfico 4, a variável ajustada sofre pequena inflexão no período do Plano Collor, ao contrário do que ocorre com M4 propriamente dito, cuja contração provoca uma queda

Gráfico 4
M4 - 1971/95



do produto efetivo no início da década de 90 (em função do deslocamento da curva de demanda agregada). Essa queda, no entanto, não deve corresponder a uma queda do produto potencial. Portanto, ao utilizar a variável ajustada, acrescida dos efeitos da variável *dummy*, consegue-se eliminar o efeito do choque temporário de demanda. O Gráfico 5, a seguir, mostra o mesmo exercício para a taxa de câmbio.

Idêntico procedimento foi adotado para o preço das matérias-primas, que se encontra exposto no Gráfico 6 a seguir. O ajuste neste caso foi importante para eliminar o efeito do segundo choque do petróleo, que acabou sendo magnificado pela aceleração da depreciação cambial no período. No caso de salários, o Gráfico 7 a seguir ilustra o processo de ajuste.

Duas variáveis essenciais de demanda passaram por um critério diferente de ajuste. No caso da poupança do governo em conta corrente, estimou-se que o valor de equilíbrio seria aquele que fizesse com que o patamar da dívida como proporção do PIB

Gráfico 5
Taxa de Câmbio - 1975/95

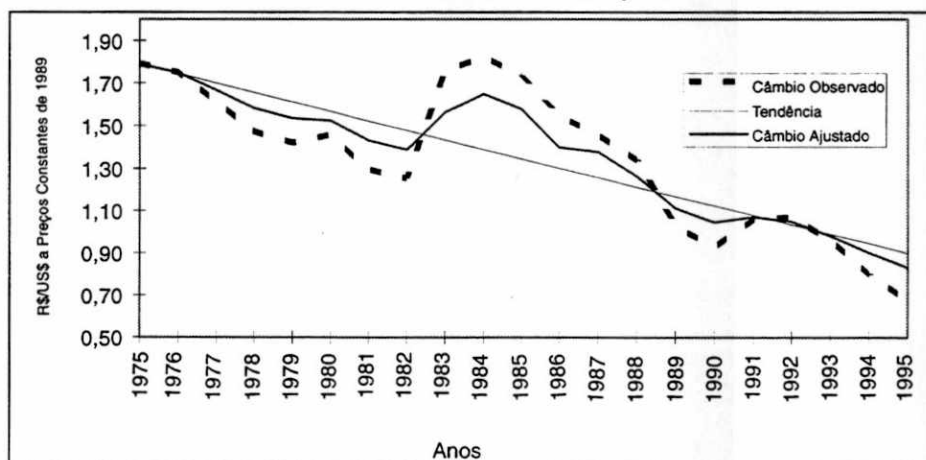


Gráfico 6
IPA - Matérias-Primas - 1974/95

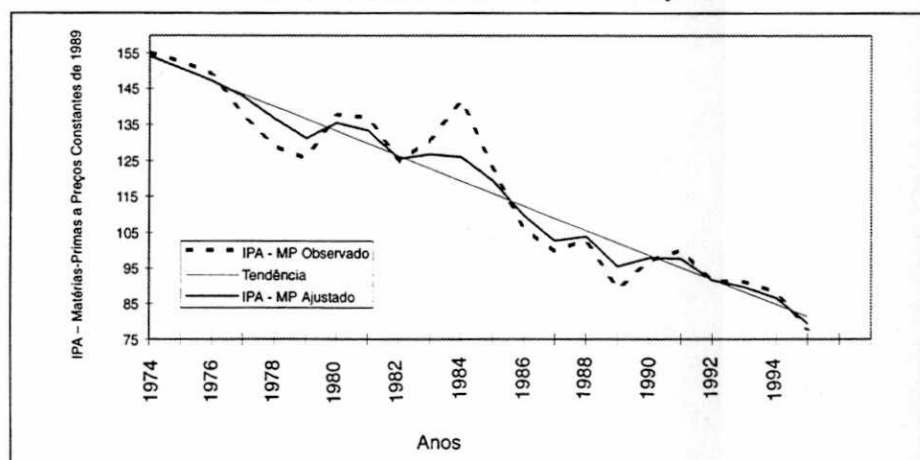
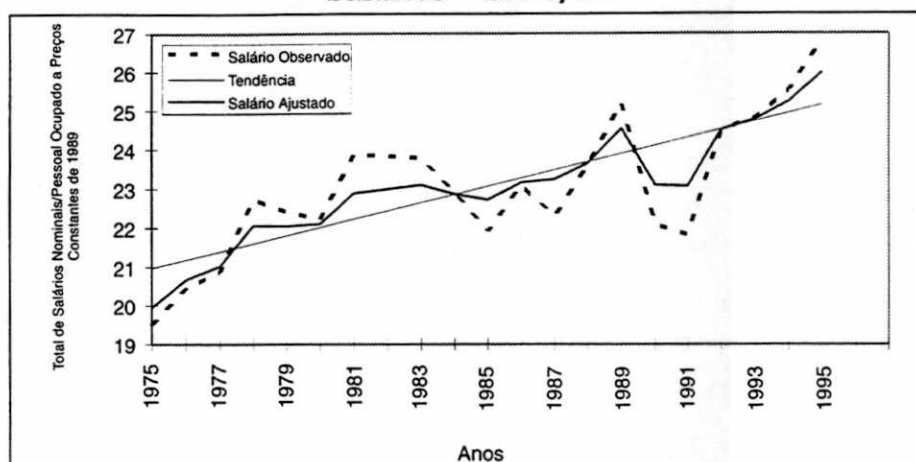


Gráfico 7
Salários - 1975/95



se mantivesse constante. Simplificadamente, isso significa dizer que ao governo permite-se um déficit como proporção do PIB igual à taxa de crescimento do PIB no período anterior. A fim de suavizar o comportamento desta série, adotou-se uma média móvel de dois períodos consecutivos deste indicador.

No caso do investimento, não faz sentido eliminar as variações mais bruscas, uma vez que esta variável determina diretamente o produto potencial. Nesse caso, uma queda do nível de investimento deve causar uma queda do produto potencial. Portanto, nesse caso adotou-se uma média móvel de três períodos de tempo, procedimento que procura incorporar o fato de que o produto potencial de um dado período de tempo é determinado não apenas pelo investimento corrente, mas também pelo nível de investimento dos períodos imediatamente anteriores. Foram utilizados pesos iguais para cada um dos períodos de investimento. A Tabela 1 mostra a correlação entre o produto efetivo e o investimento com defasagens de um, dois e três períodos de tempo. Pode-se notar que os três *lags* apresentam uma correlação de magnitude semelhante. Na prática, esse procedimento significa que a determinação do produto potencial de um dado período (t) seja determinado por uma medida do investimento centrada no período ($t - 1$), o que tem o benefício de caracterizar adequadamente o problema dos surtos de crescimento que se vêm limitados na capacidade produtiva. Desse modo, um período de crescimento acelerado, ainda que auxiliado por um elevado nível de investimento contemporâneo, se vê limitado pela capacidade produtiva na medida em que o processo de crescimento não se tenha dado de forma sustentada no passado. O Gráfico 8 ilustra esse problema. O surto de crescimento iniciado no Plano Cruzado foi limitado pelos níveis de investimento deprimidos dos primeiros anos da década de 80. Processo semelhante se verifica com a retomada do crescimento no período posterior ao Plano Real.

Ao utilizar as variáveis ajustadas, obteve-se uma estimativa do produto potencial que se apresenta no Gráfico 8 a seguir,² o qual mostra os hiatos do produto expostos na Tabela 2.

Tabela 1

	PIB	INV L1	INV L2	INV L3
PIB	1			
INV L1	0,113	1		
INV L2	0,122	0,620	1	
INV L3	0,173	0,098	0,686	1

Gráfico 8
PIB Potencial e Efetivo - 1974/95

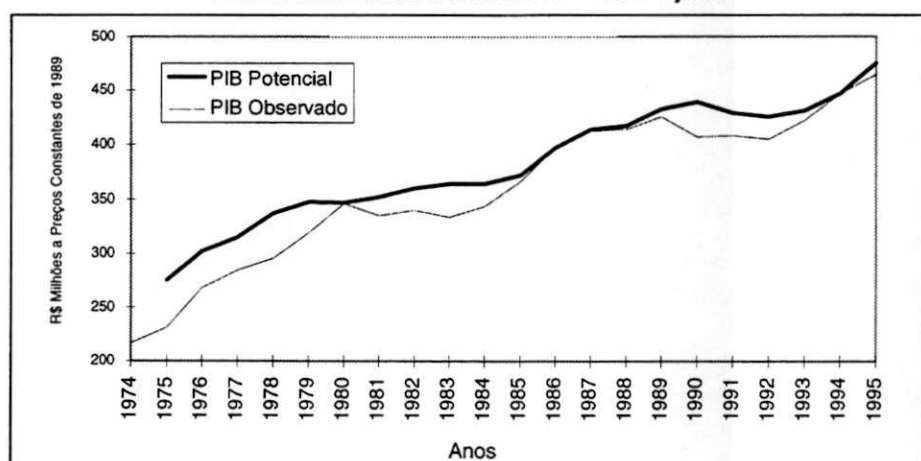


Tabela 2
Hiato do Produto - 1975/95

(Em %)			
1975	-15,9	1986	0,0
1976	-11,1	1987	-0,4
1977	-9,6	1988	-0,8
1978	-12,2	1989	-1,7
1979	-8,2	1990	-7,3
1980	-0,2	1991	-4,8
1981	-4,9	1992	-4,7
1982	-5,6	1993	-2,1
1983	-8,4	1994	-0,1
1984	-5,7	1995	-2,3
1985	-1,5		

2 A série do PIB potencial foi ajustada linearmente, a fim de obter um hiato do produto de 0% em 1986.

4. Relação Capital/Produto

O modelo anterior gera uma estimativa do produto potencial. A estimativa da relação capital/produto deriva de uma relação entre o investimento (isto é, a adição marginal do estoque de capital) e o acréscimo marginal do PIB potencial (DY^p):

$$DY^p = a + b.I$$

O coeficiente b nos dá uma estimativa da relação produto/capital incremental – e, portanto, o seu inverso nos dá uma estimativa da relação capital/produto. Um problema que se apresenta na relação acima é que nem todo investimento leva a um aumento do produto potencial, uma vez que parte do investimento se destina à reposição do estoque de capital depreciado. Dessa forma, a relação acima deveria utilizar o investimento líquido de depreciação, a fim de explicar aumentos no produto potencial.

Nos parágrafos a seguir descrevemos um processo iterativo que procura captar este fato. O primeiro passo é obter, a partir da equação acima, uma estimativa inicial da depreciação. Em primeiro lugar, obtemos uma estimativa do estoque de capital, a qual pode ser conseguida a partir do PIB potencial encontrado na primeira seção associado à estimativa preliminar da relação capital/produto obtida a partir da equação acima ($1/b$). Se denominarmos o estoque de capital por K e o produto potencial por Y^p , teremos:

$$K(t) = (1/b) * Y^p(t)$$

O passo seguinte é conseguir a estimativa para depreciação, o que pode ser facilmente obtido a partir da identidade que determina a evolução do estoque de capital. Se denominarmos o nível de investimento bruto como I e o nível de depreciação como D , teremos:

$$K(t) = K(t-1) + I(t) - D(t)$$

$$D(t) = I(t) - (K(t) - K(t-1))$$

A equação acima nos dá o valor da depreciação ano a ano. A nossa primeira estimativa do investimento líquido toma a média das depreciações estimadas e subtrai do investimento bruto. Se denominarmos a depreciação média como D^{med} e o investimento líquido como I^{liq} , temos que:

$$I^{liq} = I - D^{med}$$

Dada esta primeira estimativa do investimento líquido, roda-se novamente a regressão em que o investimento explica o aumento do produto potencial, isto é:

$$DY^p = a' + b' * I^{liq}$$

Da estimativa do parâmetro b' obtém-se uma nova estimativa da relação capital/produto. Conseqüentemente, inicia-se o processo iterativo novamente, isto é, estima-se o estoque de capital, a depreciação e o investimento líquido. Esse processo é repetido até que haja uma convergência dos parâmetros.

As próximas páginas ilustram esse processo de convergência, que se deu em 25 iterações:

Estimadores de Mínimos Quadrados Ordinários

Número de Observações 20,0000

Parâmetros	-41,1512	0,7719
Teste t	-1,9737	2,4706
R^2	0,2532	
R^2 Ajustado	0,2117	
Teste F	6,1040	
S^2	87,5290	
Durbin-Watson	1,1521	

Estimativa da Autocorrelação Lag 1,0000

Parâmetros	-0,6402	0,3095
Teste t	-0,3464	1,4301

Cochrane-Orcutt

Estimadores de Cochrane-Orcutt

Número de Observações 19,0000

Parâmetros	-42,1159	0,7728
Testes t	-2,0292	2,4907
R^2	0,2674	
R^2 Ajustado	0,2243	
Teste F	6,2037	
S^2	69,1650	

Testes se a Autocorrelação foi Solucionada

Durbin-Watson 1,5075

Teste Autocorrelação Lag 1,0000

Parâmetros	0,1586	0,2024
Teste t	0,0795	0,7544

Relação Capital/Produto Inicial -
Invest. Bruto 1,2939

Parâmetros Originados da Iteração
Anterior

Depreciação Média 0,1091
Rel. Capital/Produto 1,2939

Iteração # 1,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros 5,5353 0,3945
Teste t 1,5994 1,7310
R² 0,1427
R² Ajustado 0,0951
Teste F 2,9964
S² 100,4838
DW 1,1041
Teste Autocorrelação Lag 1,0000
Parâmetros -0,2058 0,3761
Teste t -0,0984 1,5224

Cochrane-Orcutt

Estimador de C.O. 6,1523 0,2927
Testes t 1,4890 1,0391
Número de Observações 19,0000
R² 0,0597
R² Ajustado 0,0044
Teste F 1,0798
S² 87,0803
DW 1,3682
Teste Autocorrelação Lag 1,0000
Parâmetros 0,4519 0,2603
Teste T 0,2035 0,9260

Parâmetros Originados da Iteração
Anterior

Depreciação Média 0,0269
Rel. Capital/Produto 3,4168

Iteração # 2,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros -6,4672 0,5387
Teste t -0,7709 2,0451
R² 0,1885
R² Ajustado 0,1435
Teste F 4,1823
S² 95,1118
DW 1,1233
Teste Autocorrelação Lag 1,0000
Parâmetros -0,2766 0,3593
Teste t -0,1364 1,4810

Cochrane-Orcutt

Estimador de C.O. -4,5730 0,4584
Testes t -0,4747 1,4959
Número de Observações 19,0000
R² 0,1163
R² Ajustado 0,0643
Teste F 2,2378
S² 82,1561
DW 1,3910
Teste Autocorrelação Lag 1,0000
Parâmetros 0,4231 0,2479
Teste t 0,1959 0,8856

Parâmetros Originados da Iteração
Anterior

Depreciação Média 0,0553
Rel. Capital/Produto 2,1814

Iteração # 3,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros 1,2824 0,4501
Teste t 0,2446 1,8559
R² 0,1606
R² Ajustado 0,1140
Teste F 3,4442
S² 98,3854
DW 1,1106
Teste Autocorrelação Lag 1,0000
Parâmetros -0,2262 0,3707
Teste t -0,1094 1,5080

Cochrane-Orcutt

Estimador de C.O. 2,5530 0,3569
Testes t 0,4132 1,2174
Número de Observações 19,0000
R² 0,0802
R² Ajustado 0,0261
Teste F 1,4820
S² 85,2957
DW 1,3748
Teste Autocorrelação Lag 1,0000
Parâmetros 0,4474 0,2562
Teste t 0,2035 0,9118

Parâmetros Originados da Iteração
Anterior

Depreciação Média 0,0379
Rel. Capital/Produto 2,8022

Iteração # 4,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros -2,3285 0,4932
Teste t -0,3452 1,9492
R² 0,1743
R² Ajustado 0,1284
Teste F 3,7996
S² 96,7818
DW 1,1164
Teste Autocorrelação Lag 1,0000
Parâmetros -0,2479 0,3656
Teste t -0,1210 1,4956

Cochrane-Orcutt

Estimador de C.O. -0,7007 0,4063
Testes t -0,0892 1,3530
Número de Observações 19,0000
R² 0,0972
R² Ajustado 0,0441
Teste F 1,8306
S² 83,8140
DW 1,3818
Teste Autocorrelação Lag 1,0000
Parâmetros 0,4382 0,2524
Teste t 0,2010 0,8997

Parâmetros Originados da Iteração
Anterior

Depreciação Média 0,0463
Rel. Capital/Produto 2,4611

Iteração # 5,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros -0,2753 0,4691
Teste t -0,0467 1,8974
R² 0,1667
R² Ajustado 0,1204
Teste F 3,6001
S² 97,6755
DW 1,1131
Teste Autocorrelação Lag 1,0000
Parâmetros -0,2351 0,3686
Teste t -0,1141 1,5027

Cochrane-Orcutt

Estimador de C.O. 1,1668 0,3787
Testes t 0,1687 1,2774
Número de Observações 19,0000
R² 0,0876
R² Ajustado 0,0339
Teste F 1,6316
S² 84,6525
DW 1,3777
Teste Autocorrelação Lag 1,0000
Parâmetros 0,4440 0,2546
Teste t 0,2027 0,9066

Parâmetros Originados da Iteração
Anterior

Depreciação Média 0,0416
Rel. Capital/Produto 2,6406

Iteração # 6,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros -1,3343 0,4816
Teste t -0,2105 1,9245
R² 0,1707
R² Ajustado 0,1246
Teste F 3,7038
S² 97,2088
DW 1,1148
Teste Autocorrelação Lag 1,0000
Parâmetros -0,2415 0,3670
Teste t -0,1176 1,4990

Cochrane-Orcutt

Estimador de C.O. 0,2088 0,3931
Testes t 0,0282 1,3168
Número de Observações 19,0000
R² 0,0926
R² Ajustado 0,0392
Teste F 1,7340
S² 84,2187
DW 1,3797
Teste Autocorrelação Lag 1,0000
Parâmetros 0,4412 0,2535
Teste t 0,2019 0,9031

Parâmetros Originados da Iteração
Anterior

Depreciação Média 0,0441
Rel. Capital/Produto 2,5438

Iteração # 7,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros	-0.7576	0.4748
Teste t	-0.1242	1.9099
R ²	0.1685	
R ² Ajustado	0.1223	
Teste F	3.6475	
S ²	97.4614	
DW	1.1138	
Teste Autocorrelação Lag 1,0000		
Parâmetros	-0.2380	0.3679
Teste t	-0.1157	1.5010

Cochrane-Orcutt

Estimador de C.O.	0.7319	0.3853
Testes t	0.1025	1.2955
Número de Observações	19,0000	
R ²	0.0898	
R ² Ajustado	0.0363	
Teste F	1.6782	
S ²	84.4546	
DW	1.3786	
Teste Autocorrelação Lag 1,0000		
Parâmetros	0.4427	0.2541
Teste t	0.2023	0.9050

Parâmetros Originados da Iteração Anterior

Depreciação Média	0.0427
Rel. Capital/Produto	2.5953

Iteração # 8,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros	-1.0628	0.4784
Teste t	-0.1707	1.9177
R ²	0.1696	
R ² Ajustado	0.1235	
Teste F	3.6774	
S ²	97.3272	
DW	1.1143	
Teste Autocorrelação Lag 1,0000		
Parâmetros	-0.2399	0.3674
Teste t	-0.1167	1.5000

Cochrane-Orcutt

Estimador de C.O.	0.4554	0.3895
Testes t	0.0625	1.3068
Número de Observações	19,0000	
R ²	0.0913	
R ² Ajustado	0.0378	
Teste F	1.7077	
S ²	84.3297	
DW	1.3792	
Teste Autocorrelação Lag 1,0000		
Parâmetros	0.4419	0.2538
Teste t	0.2021	0.9040

Parâmetros Originados da Iteração Anterior

Depreciação Média	0.0434
Rel. Capital/Produto	2.5677

Iteração # 9,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros	-0.8987	0.4765
Teste t	-0.1460	1.9135
R ²	0.1690	
R ² Ajustado	0.1229	
Teste F	3.6614	
S ²	97.3992	
DW	1.1141	
Teste Autocorrelação Lag 1,0000		
Parâmetros	-0.2389	0.3677
Teste t	-0.1161	1.5006

Cochrane-Orcutt

Estimador de C.O.	0.6042	0.3872
Testes t	0.0838	1.3007
Número de Observações	19,0000	
R ²	0.0905	
R ² Ajustado	0.0370	
Teste F	1.6918	
S ²	84.3968	
DW	1.3789	
Teste Autocorrelação Lag 1,0000		
Parâmetros	0.4424	0.2539
Teste t	0.2022	0.9045

Parâmetros Originados da Iteração Anterior

Depreciação Média	0.0431
Rel. Capital/Produto	2.5824

Iteração # 10,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros	-0.9862	0.4775
Teste t	-0.1592	1.9157
R ²	0.1694	
R ² Ajustado	0.1232	
Teste F	3.6699	
S ²	97.3608	
DW	1.1142	
Teste Autocorrelação Lag 1,0000		
Parâmetros	-0.2394	0.3675
Teste t	-0.1164	1.5003

Cochrane-Orcutt

Estimador de C.O.	0.5249	0.3884
Testes t	0.0724	1.3040
Número de Observações	19,0000	
R ²	0.0909	
R ² Ajustado	0.0374	
Teste F	1.7003	
S ²	84.3610	
DW	1.3790	
Teste Autocorrelação Lag 1,0000		
Parâmetros	0.4421	0.2538
Teste t	0.2022	0.9042

Parâmetros Originados da Iteração Anterior

Depreciação Média	0.0433
Rel. Capital/Produto	2.5746

Iteração # 11,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros	-0.9394	0.4770
Teste t	-0.1522	1.9145
R ²	0.1692	

R ² Ajustado	0.1230
Teste F	3.6653
S ²	97.3814
DW	1.1141
Teste Autocorrelação Lag 1,0000	
Parâmetros	-0.2391 0.3676
Teste t	-0.1163 1.5004

Cochrane-Orcutt

Estimador de C.O.	0.5674	0.3878
Testes t	0.0785	1.3022
Número de Observações	19,0000	
R ²	0.0907	
R ² Ajustado	0.0372	
Teste F	1.6958	
S ²	84.3802	
DW	1.3790	
Teste Autocorrelação Lag 1,0000		
Parâmetros	0.4423	0.2539
Teste t	0.2022	0.9044

Parâmetros Originados da Iteração Anterior

Depreciação Média	0.0432
Rel. Capital/Produto	2.5788

Iteração # 12,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros	-0.9644	0.4773
Teste t	-0.1559	1.9151
R ²	0.1693	
R ² Ajustado	0.1231	
Teste F	3.6678	
S ²	97.3704	
DW	1.1142	
Teste Autocorrelação Lag 1,0000		
Parâmetros	-0.2393	0.3676
Teste t	-0.1164	1.5003

Cochrane-Orcutt

Estimador de C.O.	0.5447	0.3881
Testes t	0.0752	1.3031
Número de Observações	19,0000	
R ²	0.0908	
R ² Ajustado	0.0373	
Teste F	1.6982	
S ²	84.3699	
DW	1.3790	
Teste Autocorrelação Lag 1,0000		
Parâmetros	0.4422	0.2539
Teste t	0.2022	0.9043

Parâmetros Originados da Iteração Anterior

Depreciação Média	0.0432
Rel. Capital/Produto	2.5765

Iteração # 13,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros	-0.9510	0.4771
Teste t	-0.1539	1.9148
R ²	0.1692	
R ² Ajustado	0.1231	
Teste F	3.6665	
S ²	97.3763	

DW	1,1142		Parâmetros	-0,2392	0,3676	Cochrane-Orcutt		
Teste Autocorrelação Lag 1,0000			Teste t	-0,1163	1,5004	Estimador de C.O.	0,5529	0,3880
Parâmetros	-0,2392	0,3676				Testes t	0,0764	1,3028
Teste t	-0,1163	1,5004				Número de Observações	19,0000	
Cochrane-Orcutt			Cochrane-Orcutt			R ²	0,0908	
Estimador de C.O.	0,5568	0,3879	Estimador de C.O.	0,5538	0,3880	R ² Ajustado	0,0373	
Testes t	0,0770	1,3027	Testes t	0,0766	1,3028	Teste F	1,6973	
Número de Observações	19,0000		Número de Observações	19,0000		S ²	84,3736	
R ²	0,0908		R ²	0,0908		DW	1,3790	
R ² Ajustado	0,0373		R ² Ajustado	0,0373		Teste Autocorrelação Lag 1,0000		
Teste F	1,6969		Teste F	1,6972		Parâmetros	0,4422	0,2539
S ²	84,3754		S ²	84,3740		Teste t	0,2022	0,9043
DW	1,3790		DW	1,3790				
Teste Autocorrelação Lag 1,0000			Teste Autocorrelação Lag 1,0000			Parâmetros Originados da Iteração Anterior		
Parâmetros	0,4422	0,2539	Parâmetros	0,4422	0,2539	Depreciação Média	0,0432	
Teste t	0,2022	0,9044	Teste t	0,2022	0,9044	Rel. Capital/Produto	2,5773	
Parâmetros Originados da Iteração Anterior			Parâmetros Originados da Iteração Anterior			Iteração # 18,0000 Nobs. 20,0000		
Depreciação Média	0,0432		Depreciação Média	0,0432		Parâmetros	-0,9559	0,4772
Rel. Capital/Produto	2,5777		Rel. Capital/Produto	2,5774		Teste t	-0,1547	1,9149
						R ²	0,1692	
Iteração # 14,0000 Nobs. 20,0000			Iteração # 16,0000 Nobs. 20,0000			R ² Ajustado	0,1231	
Parâmetros	-0,9582	0,4772	Parâmetros	-0,9564	0,4772	Teste F	3,6669	
Teste t	-0,1550	1,9150	Teste t	-0,1547	1,9149	S ²	97,3741	
R ²	0,1693		R ²	0,1692		DW	1,1142	
R ² Ajustado	0,1231		R ² Ajustado	0,1231		Teste Autocorrelação Lag 1,0000		
Teste F	3,6672		Teste F	3,6670		Parâmetros	-0,2392	0,3676
S ²	97,3731		S ²	97,3739		Teste t	-0,1163	1,5004
DW	1,1142		DW	1,1142				
Teste Autocorrelação Lag 1,0000			Teste Autocorrelação Lag 1,0000			Cochrane-Orcutt		
Parâmetros	-0,2392	0,3676	Parâmetros	-0,2392	0,3676	Estimador de C.O.	0,5524	0,3880
Teste t	-0,1163	1,5003	Teste t	-0,1163	1,5004	Testes t	0,0764	1,3028
Cochrane-Orcutt			Cochrane-Orcutt			Número de Observações	19,0000	
Estimador de C.O.	0,5503	0,3880	Estimador de C.O.	0,5519	0,3880	R ²	0,0908	
Testes t	0,0761	1,3029	Testes t	0,0763	1,3029	R ² Ajustado	0,0373	
Número de Observações	19,0000		Número de Observações	19,0000		Teste F	1,6974	
R ²	0,0908		R ²	0,0908		S ²	84,3734	
R ² Ajustado	0,0373		R ² Ajustado	0,0373		DW	1,3790	
Teste F	1,6976		Teste F	1,6974		Teste Autocorrelação Lag 1,0000		
S ²	84,3725		S ²	84,3732		Parâmetros	0,4422	0,2539
DW	1,3790		DW	1,3790		Teste t	0,2022	0,9043
Teste Autocorrelação Lag 1,0000			Teste Autocorrelação Lag 1,0000					
Parâmetros	0,4422	0,2539	Parâmetros	0,4422	0,2539	Parâmetros Originados da Iteração Anterior		
Teste t	0,2022	0,9043	Teste t	0,2022	0,9043	Depreciação Média	0,0432	
						Rel. Capital/Produto	2,5773	
Parâmetros Originados da Iteração Anterior			Parâmetros Originados da Iteração Anterior					
Depreciação Média	0,0432		Depreciação Média	0,0432		Iteração # 19,0000 Nobs. 20,0000		
Rel. Capital/Produto	2,5771		Rel. Capital/Produto	2,5772		Parâmetros	-0,9556	0,4772
						Teste t	-0,1546	1,9149
Iteração # 15,0000 Nobs. 20,0000			Iteração # 17,0000 Nobs. 20,0000			R ²	0,1692	
Parâmetros	-0,9543	0,4772	Parâmetros	-0,9553	0,4772	R ² Ajustado	0,1231	
Teste t	-0,1544	1,9149	Teste t	-0,1546	1,9149	Teste F	3,6669	
R ²	0,1692		R ²	0,1692		S ²	97,3743	
R ² Ajustado	0,1231		R ² Ajustado	0,1231		DW	1,1142	
Teste F	3,6668		Teste F	3,6669		Teste Autocorrelação Lag 1,0000		
S ²	97,3748		S ²	97,3744		Parâmetros	-0,2392	0,3676
DW	1,1142		DW	1,1142		Teste t	-0,1163	1,5004
Teste Autocorrelação Lag 1,0000			Teste Autocorrelação Lag 1,0000					
			Parâmetros	-0,2392	0,3676	Cochrane-Orcutt		
			Teste t	-0,1163	1,5004	Estimador de C.O.	0,5527	0,3880
						Testes t	0,0764	1,3028

Número de Observações 19,0000
 R^2 0,0908
 R^2 Ajustado 0,0373
 Teste F 1,697
 S^2 84,3735
 DW 1,3790
 Teste Autocorrelação Lag 1,0000
 Parâmetros 0,4422 0,2539
 Teste t 0,2022 0,9043

Parâmetros Originados da Iteração Anterior
 Depreciação Média 0,0432
 Rel. Capital/Produto 2,5773

Iteração # 20,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros -0,9557 0,4772
 Teste t -0,1546 1,9149
 R^2 0,1692
 R^2 Ajustado 0,1231
 Teste F 3,6669
 S^2 97,3742
 DW 1,1142
 Teste Autocorrelação Lag 1,0000
 Parâmetros -0,2392 0,3676
 Teste t -0,1163 1,5004

Cochrane-Orcutt
 Estimador de C.O. 0,5526 0,3880
 Testes t 0,0764 1,3028
 Número de Observações 19,0000
 R^2 0,0908
 R^2 Ajustado 0,0373
 Teste F 1,6974
 S^2 84,3735
 DW 1,3790
 Teste Autocorrelação Lag 1,0000
 Parâmetros 0,4422 0,2539
 Teste t 0,2022 0,9043

Parâmetros Originados da Iteração Anterior
 Depreciação Média 0,0432
 Rel. Capital/Produto 2,5773

Iteração # 21,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros -0,9556 0,4772
 Teste t -0,1546 1,9149
 R^2 0,1692
 R^2 Ajustado 0,1231
 Teste F 3,6669
 S^2 97,3742
 DW 1,1142
 Teste Autocorrelação Lag 1,0000
 Parâmetros -0,2392 0,3676
 Teste t -0,1163 1,5004

Cochrane-Orcutt
 Estimador de C.O. 0,5526 0,3880
 Testes t 0,0764 1,3028
 Número de Observações 19,0000
 R^2 0,0908
 R^2 Ajustado 0,0373

Teste F 1,6974
 S^2 84,3735
 DW 1,3790
 Teste Autocorrelação Lag 1,0000
 Parâmetros 0,4422 0,2539
 Teste t 0,2022 0,9043

Parâmetros Originados da Iteração Anterior
 Depreciação Média 0,0432
 Rel. Capital/Produto 2,5773

Iteração # 22,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros -0,9557 0,4772
 Teste t -0,1546 1,9149
 R^2 0,1692
 R^2 Ajustado 0,1231
 Teste F 3,6669
 S^2 97,3742
 DW 1,1142
 Teste Autocorrelação Lag 1,0000
 Parâmetros -0,2392 0,3676
 Teste t -0,1163 1,5004

Cochrane-Orcutt
 Estimador de C.O. 0,5526 0,3880
 Testes t 0,0764 1,3028
 Número de Observações 19,0000
 R^2 0,0908
 R^2 Ajustado 0,0373
 Teste F 1,6974
 S^2 84,3735
 DW 1,3790
 Teste Autocorrelação Lag 1,0000
 Parâmetros 0,4422 0,2539
 Teste t 0,2022 0,9043

Parâmetros Originados da Iteração Anterior
 Depreciação Média 0,0432
 Rel. Capital/Produto 2,5773

Iteração # 23,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros -0,9557 0,4772
 Teste t -0,1546 1,9149
 R^2 0,1692
 R^2 Ajustado 0,1231
 Teste F 3,6669
 S^2 97,3742
 DW 1,1142
 Teste Autocorrelação Lag 1,0000
 Parâmetros -0,2392 0,3676
 Teste t -0,1163 1,5004

Cochrane-Orcutt
 Estimador de C.O. 0,5526 0,3880
 Testes t 0,0764 1,3028
 Número de Observações 19,0000
 R^2 0,0908
 R^2 Ajustado 0,0373
 Teste F 1,6974
 S^2 84,3735
 DW 1,3790

Teste Autocorrelação Lag 1,0000
 Parâmetros 0,4422 0,2539
 Teste t 0,2022 0,9043

Parâmetros Originados da Iteração Anterior
 Depreciação Média 0,0432
 Rel. Capital/Produto 2,5773

Iteração # 24,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros -0,9557 0,4772
 Teste t -0,1546 1,9149
 R^2 0,1692
 R^2 Ajustado 0,1231
 Teste F 3,6669
 S^2 97,3742
 DW 1,1142
 Teste Autocorrelação Lag 1,0000
 Parâmetros -0,2392 0,3676
 Teste t -0,1163 1,5004

Cochrane-Orcutt
 Estimador de C.O. 0,5526 0,3880
 Testes t 0,0764 1,3028
 Número de Observações 19,0000
 R^2 0,0908
 R^2 Ajustado 0,0373
 Teste F 1,6974
 S^2 84,3735
 DW 1,3790
 Teste Autocorrelação Lag 1,0000
 Parâmetros 0,4422 0,2539
 Teste t 0,2022 0,9043

Parâmetros Originados da Iteração Anterior
 Depreciação Média 0,0432
 Rel. Capital/Produto 2,5773

Iteração # 25,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros -0,9557 0,4772
 Teste t -0,1546 1,9149
 R^2 0,1692
 R^2 Ajustado 0,1231
 Teste F 3,6669
 S^2 97,3742
 DW 1,1142
 Teste Autocorrelação Lag 1,0000
 Parâmetros -0,2392 0,3676
 Teste t -0,1163 1,5004

Cochrane-Orcutt
 Estimador de C.O. 0,5526 0,3880
 Testes t 0,0764 1,3028
 Número de Observações 19,0000
 R^2 0,0908
 R^2 Ajustado 0,0373
 Teste F 1,6974
 S^2 84,3735
 DW 1,3790
 Teste Autocorrelação Lag 1,0000
 Parâmetros 0,4422 0,2539
 Teste t 0,2022 0,9043

Resultado Final

Capital/Produto	2,5773
Depreciação	0,0432

Note-se que os parâmetros convergem para uma relação capital/produto de 2,58 e uma depreciação média para todo o período de 4,32% do estoque de capital. Os testes da última regressão sugerem a inexistência de autocorrelação, como pode ser evidenciado pela estatística de Durbin-Watson (1,38) e o teste de auto-regressão dos resíduos de *lag* 1 ($\rho = 0,25$, com teste *t* de 0,90).

Dadas as estimativas de investimento líquido implícitas na avaliação acima, pudemos proceder a uma análise particionada, com subgrupos de 16 observações da amostra. Essa análise, exposta abaixo, sugere que a relação capital/produto reverteu no período recente a sua tendência de crescimento.

Regressão Particionada (16 observações)**1977/92**

Parâmetros	-4,1403	0,4826	K/Y ==> 2,0721 Nobs. 16,0000
Teste <i>t</i>	-0,5887	1,7367	
R^2		0,1773	
R^2 Ajustado		0,1185	
Teste <i>F</i>		3,0162	
S^2		67,7030	

1978/93

Parâmetros	-2,7868	0,4502	K/Y ==> 2,2213 Nobs. 16,0000
Teste <i>t</i>	-0,4133	1,6186	
R^2		0,1576	
R^2 Ajustado		0,0975	
Teste <i>F</i>		2,6199	
S^2		69,4160	

1979/94

Parâmetros	-0,4592	0,3405	K/Y ==> 2,9367 Nobs. 16,0000
Teste <i>t</i>	-0,0690	1,1991	
R^2		0,0931	
R^2 Ajustado		0,0284	
Teste <i>F</i>		1,4379	
S^2		68,4225	

1980/95

Parâmetros	0,2257	0,4008	K/Y ==> 2,4951 Nobs. 16,0000
Teste <i>t</i>	0,0282	1,1192	
R^2		0,0821	
R^2 Ajustado		0,0166	
Teste <i>F</i>		1,2526	
S^2		93,5068	

No entanto, o teste de Chow exposto na Tabela 3 mostra que não existe uma evidência significativa de quebra estrutural – e que, portanto, o valor da relação capital/produto de 2,5773 para toda a amostra pode ser utilizado homogeneamente. O valor crítico da estatística $F(2,15)$ é 3,68 para 95% de confiança e 6,36 para 99% de confiança.

Tabela 3
Teste de Quebra Estrutural

Pontos de Quebra		Teste de Chow (g.l. 2,15)
5	14	4,61
6	13	4,68
7	12	3,67
8	11	3,61
9	10	3,52
10	9	1,20
11	8	1,31
12	7	3,60
13	6	3,09
14	5	3,08
15	4	3,51
16	3	3,52
17	2	3,52

Uma informação adicional pode ser derivada da estimação da Tabela 3. A relação capital/produto nos permite obter uma estimativa do estoque de capital em cada período de tempo. Adicionalmente, temos o valor do investimento bruto observado. Portanto, podemos obter a estimativa da depreciação do estoque de capital ano a ano, o que está exposto na Tabela 4.

Tabela 4
Depreciação – 1977/95

		(% do Estoque de Capital de $t-1$)	
		1986	0,9
1977	4,3	1987	2,9
1978	1,6	1988	5,8
1979	5,2	1989	2,9
1980	9,0	1990	4,2
1981	6,4	1991	7,6
1982	4,9	1992	5,9
1983	4,9	1993	4,0
1984	5,9	1994	2,4
1985	4,3	1995	0,0

A estimativa anterior baseia-se numa relação capital/produto de 2,5773 para todo o período, resultado, porém, extremamente sensível a esse parâmetro. Por exemplo, caso utilizássemos uma estimativa da relação capital/produto de 2,55 para 1995, obteríamos uma depreciação de 1,1% do estoque de capital. Nesse caso, a depreciação média de 1992 a 1995 seria de 3,35% do estoque de capital, significativamente abaixo da média para todo o período. Um padrão claro na estimativa acima diz respeito ao caráter pró-cíclico da depreciação. Períodos recessivos parecem ter um caráter depurador. A insuficiência de demanda acelera a saída do capital mais ineficiente e antiquado. Nos períodos de expansão acelerada, ao contrário, o ambiente de excesso de demanda gera espaço para que até mesmo o capital mais ineficiente se mantenha ocupado, gerando, portanto, um adiamento da sua depreciação.

5. Refinamentos

5.1. Ganhos de Produtividade

Para cada equação da relação capital/produto acima, estimou-se uma relação em que os acréscimos no produto potencial eram explicados por uma constante e pelo investimento líquido. Note-se que, caso dividamos os dois lados da equação pelo produto potencial do período anterior, podemos passar a interpretar a constante como ganhos de produtividade. Esta seção estima o modelo apresentado na seção anterior utilizando como variável dependente o acréscimo do produto potencial dividido pelo produto potencial do período anterior. As variáveis explicativas são uma constante e a razão entre o investimento e o produto potencial do período anterior. Embora o processo de convergência dos parâmetros se desse em 15 iterações, reproduzimos abaixo apenas a última delas:

Parâmetros Originados da Iteração Anterior

Depreciação Média	0,0356
Rel. Capital/Produto	2,9100

Iteração # 15,0000 Nobs. 19,0000

Parâmetros	0,0008	0,3432
Teste <i>t</i>	0,0536	1,7830
R^2		0,1575
R^2 Ajustado		0,1080
Teste <i>F</i>		3,1791
S^2		0,0006
DW		1,1993

Teste Autocorrelação Lag 1,0000

Parâmetros 0,0008 0,3783

Teste t 0,1433 1,4651

Cochrane-Orcutt

Estimador de C.O. 0,0013 0,3436

Testes t 0,0713 1,3469

Número de Observações 18,0000

R^2 0,1018

R^2 Ajustado 0,0457

Teste F 1,8141

S^2 0,0006

DW 1,3251

Teste Autocorrelação Lag 1,0000

Parâmetros -0,0013 0,2326

Teste t -0,2246 0,8807

Resultado Final

Capital/Produto	2,9100
-----------------	--------

Depreciação	0,0356
-------------	--------

Podemos notar na equação acima que a constante não é estatisticamente diferente de zero, apesar de positiva. Seu valor aponta para ganhos de produtividade da ordem de 0,13% ao ano. As regressões para subgrupos de 16 observações também não apontam para interceptos significativamente diferentes de zero, conforme mostram os resultados a seguir. Note-se também que os resultados deste modelo também sugerem uma trajetória da relação capital/produto de aumento num primeiro momento e de queda em um período posterior.

Regressão Particionada (16 observações)

Parâmetros -0,0084 0,4148 $K/Y \Rightarrow 2,4109$ Nobs. 16,0000

Teste t -0,4730 1,7333

R^2 0,1767

R^2 Ajustado 0,1179

Teste F 3,0044

S^2 0,0005

Parâmetros 0,0012 0,2543 $K/Y \Rightarrow 3,9321$ Nobs. 16,0000

Teste t 0,0708 1,0643

R^2 0,0749

R^2 Ajustado 0,0088

Teste F 1,1327

S^2 0,0004

Parâmetros	0,0050	0,2605	$K/Y \Rightarrow 3,8381$ Nobs. 16,0000
Teste t	0,2536	0,8779	
R^2		0,0522	
R^2 Ajustado		-0,0155	
Teste F		0,7708	
S^2		0,0006	

O teste de Chow também não aponta para pontos de quebra estrutural neste caso. O valor crítico da estatística $F(2, 14)$ é 3,74 para 95% de confiança.

Tabela 5
Teste de Quebra Estrutural

	<i>Pontos de Quebra</i>		<i>Teste de Chow (g.l. 2, 14)</i>
	5	13	3,28
	6	12	2,71
	7	11	2,92
	8	10	2,84
	9	9	0,78
	10	8	0,87
	11	7	2,44
	12	6	2,20
	13	5	2,19
	14	4	2,28
	15	3	2,28
	16	2	2,31

Finalmente, a estimativa da relação capital/produto acima implica as seguintes estimativas de depreciação ano a ano:

Tabela 6
Depreciação - 1977/95

			(% do Estoque de Capital de $t - 1$)
1977	3,3	1986	0,0
1978	0,6	1987	2,0
1979	4,2	1988	5,1
1980	8,0	1989	2,1
1981	5,5	1990	3,5
1982	4,1	1991	7,0
1983	4,3	1992	5,3
1984	5,2	1993	3,4
1985	3,6	1994	1,7
		1995	-0,8

Mais uma vez, o problema de depreciação negativa em 1995 pode ser solucionado por um pequeno ajuste da relação capital/produto. Se utilizarmos uma relação de 2,85 em vez de 2,91, a depreciação estimada se elevaria para 1,4% em 1995, fazendo com que a média da depreciação entre 1992 e 1995 seja de 2,96%.

5.2. Estimativa sem Intercepto

Uma vez que as duas primeiras estimativas geraram resultados nos quais o coeficiente linear da equação que estima a relação produto/capital não é significativo, procedemos a mais um exercício de estimativa no qual utilizamos apenas a variável investimento para explicar os aumentos no produto potencial, isto é, excluimos o intercepto. A convergência se deu em 40 iterações e reproduzimos abaixo o último estágio.

Parâmetros Originados da Iteração Anterior

Depreciação Média	0,0588
Rel. Capital/Produto	2,0861

Iteração # 40,0000 Nobs. 20,0000

Parâmetros	0,5206
Teste <i>t</i>	5,0107
R^2	0,1527
R^2 Ajustado	0,1527
Teste <i>F</i>	3,4236
S^2	94,0882
DW	1,0950
Teste Autocorrelação <i>Lag</i> 1,0000	
Parâmetros	0,0596 0,3879
Teste <i>t</i>	0,0288 1,5668

Cochrane-Orcutt

Estimador de C.O.	0,4794
Testes <i>t</i>	3,4956
Número de Observações	19,0000
R^2	0,0634
R^2 Ajustado	0,0634
Teste <i>F</i>	1,2188
S^2	81,8478
DW	1,3546
Teste Autocorrelação <i>Lag</i> 1,0000	
Parâmetros	0,8904 0,2635
Teste <i>t</i>	0,4068 0,9406

Resultado Final

Capital/Produto	2,0861
Depreciação	0,0588

O resultado anterior sugere uma relação capital/produto excessivamente baixa e uma depreciação alta. O teste de Chow mostra que esta não é uma boa estimativa para ser utilizada para o conjunto do período como um todo, uma vez que a estatística do teste supera o valor crítico da estatística F (1,17) – que é 4,49 para 95% de confiança – em diversos pontos da amostra.

Tabela 7
Teste de Quebra Estrutural

	Pontos de Quebra	Teste de Chow (g.l. 1,17)
5	14	4,87
6	13	5,31
7	12	5,48
8	11	6,79
9	10	6,37
10	9	2,12
11	8	1,99
12	7	5,46
13	6	3,63
14	5	3,80
15	4	7,78
16	3	7,94

A estimativa da regressão em subconjuntos contínuos de 16 observações da amostra sugere mais uma vez uma queda na relação capital/produto para períodos recentes. É importante notar que os valores para os três primeiros subgrupos são muito próximos àquele valor encontrado na primeira estimativa (2,57). Lembre-se que naquele caso o teste de Chow não indicava problemas significativos de quebra estrutural. Portanto, uma sugestão plausível seria trabalhar com aquele valor, procedendo-se a um ajuste para períodos mais recentes em função da percepção de uma queda mais significativa na relação capital/produto.

Regressão Particionada (16 observações)

Parâmetros	0,3941	K/Y ==> 2,5375 Nobs. 16,0000
Teste t	3,1440	
R ²		0,1637
R ² Ajustado	0,1637	
Teste F	2,9364	
S ²		64,0631
Parâmetros	0,4128	K/Y ==> 2,4225 Nobs. 16,0000
Teste t	3,0981	
R ²	0,1493	
R ² Ajustado	0,1493	

Teste F	2,6319	
S^2		65,3009
Parâmetros	0,3824	$K/Y \Rightarrow 2,6148$ Nobs. 16,0000
Teste t	2,7580	
R^2	0,0781	
R^2 Ajustado	0,0781	
Teste F	1,2702	
S^2		64,8795
Parâmetros	0,4905	$K/Y \Rightarrow 2,0387$ Nobs. 16,0000
Teste t	2,8197	
R^2	0,0562	
R^2 Ajustado	0,0562	
Teste F	0,8929	
S^2		89,6866

6. Conclusão

O presente trabalho procurou estimar três parâmetros estruturais básicos da economia: o produto potencial, a relação capital/produto e a depreciação do estoque de capital. Para tanto, utilizou-se uma metodologia que procurava depurar do produto efetivo observado as variações devidas a choques de oferta e demanda percebidos como temporários. A estimativa do produto potencial, que ocupou a primeira parte do trabalho, gerou uma estimativa de hiato do produto consistente com a história econômica recente. Quanto à estimativa da relação capital/produto, apresentou-se um modelo que estima o investimento líquido endogenamente. Esse modelo foi estimado em três ambientes diferentes visando avaliar eventuais ganhos de produtividade. A estimativa que apresenta parâmetros mais compatíveis para o período como um todo aponta para uma relação capital/produto de 2,5773. Um resultado importante obtido em todas as três estimativas se refere ao fato de que a análise de subgrupos do conjunto total de informações aponta para uma queda da relação capital/produto em períodos recentes. Finalmente, a relação capital/produto de 2,5773 implica uma depreciação média anual de 4,32% do estoque de capital. O modelo gera uma estimativa de depreciação ano a ano que sugere que a depreciação apresenta um comportamento pró-cíclico. Períodos de acelerada expansão apresentam uma depreciação abaixo da média, sugerindo que o ambiente de excesso de demanda retarda a eliminação do capital ineficiente da economia.

Anexo
Observações Utilizadas para Gerar a Estimativa do Produto Potencial – 1971/95

<i>Anos</i> <i>Coefficientes</i>	<i>Variáveis Coeficientes</i>								<i>PIB</i> <i>Potencial</i>
	<i>Intercepto</i> (61,5)	<i>Câmbio</i> (60,25)	<i>IPA MP</i> (-1,7)	<i>M4</i> (0,39)	<i>DUM M4</i> (1,04)	<i>INV</i> (1,06)	<i>GOV</i> (-0,24)	<i>Salário</i> (14,16)	
1975	62	1,79	151	50	0	54	-11	20	275
1976	62	1,75	147	56	0	60	-29	21	302
1977	62	1,67	143	58	0	65	-30	21	315
1978	62	1,58	137	63	0	68	-14	22	337
1979	62	1,54	131	66	0	70	-18	22	347
1980	62	1,52	135	67	0	74	-27	22	347
1981	62	1,43	133	67	0	74	-9	23	352
1982	62	1,39	126	71	0	71	3	23	360
1983	62	1,56	127	74	0	64	1	23	364
1984	62	1,65	126	78	0	59	-2	23	364
1985	62	1,58	119	81	0	57	-17	23	372
1986	62	1,40	110	93	0	63	-29	23	397
1987	62	1,38	103	92	0	69	-25	23	414
1988	62	1,26	104	108	0	73	-9	24	417
1989	62	1,11	96	107	0	71	-7	25	433
1990	62	1,05	98	79	50	68	3	23	439
1991	62	1,07	98	94	38	65	8	23	429
1992	62	1,05	92	120	0	59	1	24	425
1993	62	0,98	90	126	0	58	-7	25	431
1994	62	0,90	87	132	0	60	-22	25	447
1995	62	0,83	79	141	0	67	-22	26	475

Referências Bibliográficas

- BIELSCHOWSKY, R. *Crescimento econômico na década de noventa e requisitos de investimento – uma análise introdutória*. 1989, mimeo.
- BLANCHARD, O., QUAH, D. The dynamic effect of aggregate demand and supply disturbances. *American Economic Review*, v. 79, 1989.
- BONELLI, R., MALAN, P. Os limites do possível: notas sobre balanço de pagamentos e indústria nos anos 70. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, 1976.
- DESERRES, A., GUAY, A., ST-AMANT, P. *Estimating and projecting potential output using structural VAR methodology: the case of the Mexican economy*. International Department, Bank of Canada, 1995, mimeo.
- DORNBUSCH, R., FISCHER, S. *Macroeconomia*. 2ª ed.; São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1982.
- IRONS, J. *Potential output as a common cause for inflation and output growth: a cautionary note to the empirical growth literature*. Cambridge, MA: Department of Economics, MIT, 1995, mimeo.
- NEVES, R. *Os ciclos da indústria de transformação*. Rio de Janeiro: BNDES, 1978.
- NORDEN, S. *Why is it so hard to measure the current output gap?* International Department, Bank of Canada, 1995, mimeo.
- PINHEIRO, A., MATESCO, V. Relação capital/produto incremental: estimativas para o período 1948/87. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, 1989.
- SUZIGAN, W., BONELLI, R., HORTA, M., LODDER, C. *Crescimento industrial no Brasil: incentivos e desempenho recente*. Rio de Janeiro: IPEA, 1974.

TEXTOS PARA DISCUSSÃO do BNDES

- 26 ANÁLISE COMPARATIVA DA COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA MANUFATUREIRA BRASILEIRA (COM ÊNFASE NOS DETERMINANTES DO CUSTO DO TRABALHO) – Edward Amadeo – abril/95
 - 27 O FINANCIAMENTO À INFRA-ESTRUTURA E A RETOMADA DO CRESCIMENTO ECONÔMICO SUSTENTADO – Márcio G. P. Garcia – junho/95
 - 28 RETROSPECTIVA E PERSPECTIVAS PARA A ECONOMIA BRASILEIRA: UMA ANÁLISE SETORIAL – Armando Castelar Pinheiro – abril/95
 - 29 PRIVATIZAÇÃO E DÍVIDA PÚBLICA – Armando Castelar Pinheiro e Elena Landau – janeiro/95
 - 30 MODELO DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL COMO INSTRUMENTO DE POLÍTICA ECONÔMICA: UMA ANÁLISE DE CÂMBIO X TARIFAS – Sheila Najberg, Francisco Rigolon e Solange Paiva Vieira – outubro/95
 - 31 UMA PROPOSTA DE ENGENHARIA FINANCEIRA PARA A FEDERALIZAÇÃO DA DÍVIDA MOBILIÁRIA E DE ATIVOS ESTADUAIS – Fabio Giambiagi – novembro/95
 - 32 PROVISÃO PÚBLICA E PRIVADA DA INFRA-ESTRUTURA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – Andrew B. Bernard e Márcio Garcia – janeiro/95
 - 33 CENÁRIOS PARA AS CONTAS PÚBLICAS: 1995-2002 – Fabio Giambiagi – novembro/95
 - 34 LUCRATIVIDADE, DIVIDENDOS E INVESTIMENTOS DAS EMPRESAS ESTATAIS: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O DEBATE SOBRE A PRIVATIZAÇÃO NO BRASIL – Fabio Giambiagi e Armando Castelar Pinheiro – janeiro/96
 - 35 A CRISE FISCAL DA UNIÃO: O QUE ACONTECEU RECENTEMENTE? – Fabio Giambiagi – janeiro/96
 - 36 EVOLUÇÃO E CUSTO DA DÍVIDA LÍQUIDA DO SETOR PÚBLICO: 1981-1994 – Fabio Giambiagi – fevereiro/96
 - 37 JORNADA DE TRABALHO, SALÁRIOS E ABSORÇÃO DE MÃO-DE-OBRA NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA: 1981-1990 – André Urani – novembro/95
 - 38 EM BUSCA DAS LIGAÇÕES ENTRE INTERVENÇÃO ESTATAL E SUCESSO INDUSTRIAL – Maurício Mesquita Moreira – dezembro/95
 - 39 MODELOS DE GERAÇÃO DE EMPREGO APLICADOS À ECONOMIA BRASILEIRA – 1985/95 – Sheila Najberg e Solange Paiva Vieira – março/96
 - 40 NO QUE DEU, AFINAL, A PRIVATIZAÇÃO? – Armando Castelar Pinheiro – maio/96
 - 41 A RETOMADA DO CRESCIMENTO E O PAPEL DO BNDES – Francisco José Zagari Rigolon – maio/96
 - 42 AUTOGESTÃO: PROMESSAS E DESAFIOS – Paulo Faveret Filho/PARTICIPAÇÃO DOS TRABALHADORES NOS LUCROS OU RESULTADOS DAS EMPRESAS – Renato Gonçalves – junho/96
 - 43 PRIVATIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DE TELECOMUNICAÇÕES: ANTECEDENTES E LIÇÕES PARA O CASO BRASILEIRO – Florinda Antelo Pastoriza – julho/96
-

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

Av. República do Chile, 100
Caixa Postal 1910
CEP 20001-970 – Rio de Janeiro – RJ
Telex: (21)34110/21857 – Tel.: (021) 277-7447
Fax: (021) 220-2615

FINAME – Agência Especial de Financiamento Industrial

Av. República do Chile, 100 – 17º andar
Caixa Postal 1439
CEP 20001-970 – Rio de Janeiro – RJ
Telex: (21)34110/21857 – Tel.: (021) 277-7447
Fax: (021) 220-7909

BNDESPAR – BNDES Participações S.A.

Av. República do Chile, 100 – 20º andar
Caixa Postal 469
CEP 20001-970 – Rio de Janeiro – RJ
Telex: (21)34110/21857 – Tel.: (021) 277-7447
Fax: (021) 220-5874

Escritórios**Brasília**

Setor Bancário Sul – Quadra 1 – Bloco E
Ed. BNDES – 13º andar
CEP 70076-900 – Brasília – DF
Telex: (61) 1190 – Tel.: (061) 225-4350
Fax: (061) 225-5179

São Paulo

Av. Paulista, 460 – 13º andar
CEP 01310-000 – São Paulo – SP
Telex: (11) 35568 – Tel.: (011) 251-5055
Fax: (011) 251-5917

Recife

Rua Antonio Lumack do Monte, 96 – 6º andar
Ed. Empresarial Center II
CEP 51020-350 – Recife – PE
Tel.: (081) 465-7222
Fax: (081) 465-7861



Editado pelo
Departamento de Relações Institucionais
Agosto - 1996

BNDES	
AP / COPED	
Centro de Pesquisas e Dados	
N.º REG.	F-52911
DATA:	19/09/96