

# METODOLOGIA DA ESTIMATIVA DO HIATO DO PRODUTO DO PIB, DA INDÚSTRIA E DOS SERVIÇOS

**Elisa Andrade e Claudio Considera**

Com a incorporação de pequenas alterações metodológica resolveu-se republicar esta metodologia incorporando-as. Chama-se a atenção para a proposta inédita de estimativa do hiato do produto da indústria e dos serviços, além do hiato do PIB. Esta desagregação é inédita e enriquece a análise possibilitando a formulação de políticas econômicas focadas nestes setores específicos. O método de estimativa é o da Função de Produção. A utilização do método da Função de Produção possibilita ainda identificar a evolução da produtividade total de fatores (PTF) das atividades destacadas.

## 1 METODOLOGIA DO PIB

Neste trabalho foi utilizado o método da Função de Produção (Cobb-Douglas com retornos constantes de escala) para a estimação do hiato do produto para a Indústria e para os Serviços. Abaixo são detalhadas as metodologias dos cálculos do produto potencial. O PIB inclui todas as 12 atividades do PIB trimestral do IBGE mais os impostos líquidos de subsídios a produto.

### 1.1. A Função de Produção

O hiato do produto, estimado pela Função de Produção, foi calculado tendo por referência o *Trabalho para Discussão nº 17*, do Banco Central (SILVA FILHO, 2001)<sup>1</sup>. Esta metodologia é amplamente utilizada por importantes instituições, como o Fundo Monetário Internacional (FMI), a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e o Banco Central Europeu (BCE).

A Função de Produção é fundamentada em hipóteses sobre a estrutura da economia, diferentemente dos métodos que se baseiam em hipóteses sobre as propriedades estatísticas das séries temporais. Como o produto potencial deve refletir o lado da oferta da economia, uma forma de estimá-lo é pela Função de Produção.

---

<sup>1</sup> Disponível em: < <https://www.bcb.gov.br/pec/wps/port/wps17.pdf> >

Parte-se do princípio de que a estrutura produtiva da economia pode ser representada por uma função Cobb-Douglas com elasticidade de substituição unitária, retornos constantes de escala e retornos marginais decrescentes de cada insumo. Assim, a hipótese da elasticidade de substituição unitária representa a substituição dos fatores em iguais proporções às variações de seus preços.

A estrutura produtiva da economia brasileira, portanto, pode ser representada pela Função de Produção Cobb-Douglas, demonstrada na equação (1):

$$Y_t = A_t K_{t-1}^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (1)$$

Na qual  $Y$  é o PIB efetivo,  $K$  representa os serviços do capital,  $L$  representa os serviços do fator trabalho e  $A$  representa a contribuição da tecnologia, conhecida como a produtividade total dos fatores (PTF). Os expoentes  $\alpha$  e  $(1 - \alpha)$  podem ser interpretados, sob certas condições, como a contribuição do capital e do trabalho na renda.

Na forma tradicional da Função de Produção Cobb-Douglas, o produto é determinado pelo estoque de capital contemporâneo. Já Silva Filho (2001, p.12) afirma que “na prática deve-se fazer um pequeno ajuste: aqui, supõe-se que o produto em ‘ $t$ ’ é determinado pelo estoque de capital em ‘ $t - 1$ ’. Esse é um fato intuitivo já que o investimento demora algum tempo até produzir aumento da capacidade instalada”.

O produto potencial é estimado utilizando-se a PTF estimada a partir da equação (1), já que ela também é uma variável não observável. Estima-se o nível potencial de cada insumo e, com a tendência da PTF associada, chega-se ao produto potencial via Função de Produção.

### **1.1.1 Obtendo a participação do capital e do trabalho**

Sobre a participação do capital na renda,  $\alpha_t$ , deve-se supor que a economia brasileira é perfeitamente competitiva, de forma que as remunerações dos fatores de produção sejam iguais às suas produtividades marginais; e, deve-se supor também que  $\alpha_t \cong \bar{\alpha}$ , ou seja, a participação do capital na renda no instante  $t$  se aproxima da sua média histórica. Considerando-se essas hipóteses como verdadeiras,  $\bar{\alpha}$  é igual à participação histórica do capital na renda nacional, dado que pode ser obtido diretamente do Sistema de Contas Nacionais.

Segundo Souza Junior (2001, p. 18), “a participação do trabalho na renda tem sido aproximadamente 51%. Esse é um número inferior ao encontrado em vários países desenvolvidos, mas similar ao observado em outros países em desenvolvimento.”. Considera e Pessoa (2013) dão suporte a essa participação, e assim para o modelo aqui adotado,  $\alpha = 50\%$ .

### 1.1.2 Mensurando o estoque de capital

Para mensuração do insumo capital disponível utiliza-se neste trabalho o método do inventário perpétuo, representado pela equação (2) abaixo:

$$K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + I_t \quad (2)$$

Nela,  $I$  é o Investimento, tomando-se a série de formação bruta de capital fixo (FBCF) com ajuste sazonal das Contas Nacionais e o parâmetro  $\delta$  é a taxa de depreciação do estoque de capital.

A partir da equação (2) é possível ver que, para calcular o estoque de capital, é preciso conhecer o volume do investimento, os valores do estoque de capital e a sua taxa de depreciação. A estimação da taxa de depreciação e do estoque de capital inicial apresentam problemas de mensuração, pois não são variáveis com resultados precisos e facilmente mensuráveis, como é o caso da taxa de investimento.

Para a taxa de depreciação, adota-se o valor de 5% ao ano, valor frequentemente utilizado para essa variável. Segundo Jones (2000, apud SILVA FILHO, p. 13), apesar de ser uma hipótese comumente adotada, é provável que a taxa não seja constante ao longo do ciclo, acelerando em momentos de expansão e contraindo em momentos de recessão.

Para estimativa do estoque de capital inicial, é utilizada a seguinte fórmula:

$$K_0 = \frac{(1+g)}{(g+\delta)} I_0 \quad (3)$$

Na qual  $g$  representa a taxa média histórica de crescimento do investimento e  $\delta$ , assim como na equação (2), representa a taxa de depreciação do estoque de capital que é igual a 5%.

Tendo obtido a estimativa do estoque de capital faz-se necessário considerar as variações do seu uso durante o processo produtivo para uma mensuração mais correta de sua utilização. Assim, o estoque de capital disponível,  $K_t$  é corrigido pelo nível de utilização da capacidade instalada (NUCI) registrada no mesmo período, conforme equação abaixo:

$$\tilde{K}_t = K_t * NUCI_t \quad (4)$$

Na qual  $\tilde{K}_t$  e  $NUCI_t$  são, respectivamente, o estoque de capital efetivamente utilizado e o grau de utilização da capacidade instalada, ambos medidos no período  $t$ .

Esse estoque de capital disponível é o que será utilizado para o cálculo da série da PTF.

### 1.1.3 Mensurando o insumo trabalho

O insumo trabalho possui menos incertezas em sua estimação do que o insumo capital. É pressuposto que o estoque de trabalho disponível seja igual à População Economicamente Ativa (PEA), acrescentando os trabalhadores que estão fora da força de trabalho por conta do “efeito desalento”. Assim, como ocorre no caso do capital, para a PEA refletir de forma mais correta os serviços do trabalho, é necessário corrigir a série, de forma a incorporar os trabalhadores que estão fora da força de trabalho, por desalento.

Como em Souza Junior (2001), a PEA foi corrigida pela taxa de desemprego, já que as pessoas que estão desempregadas não estão, efetivamente, contribuindo para a produção, e, caso fossem consideradas, acabariam por distorcer a PTF. Assim, o insumo trabalho utilizado é:

$$\tilde{L}_t = PEA * (1 - \mu_t) \quad (5)$$

Na qual  $\tilde{L}_t$  e  $\mu_t$  são o estoque de trabalho utilizado e a taxa de desemprego do período, respectivamente.

### 1.1.4 Cálculo da Produtividade Total dos Fatores

A estimação da PTF, representada pela variável tecnologia,  $A_t$ , é obtida diretamente da equação (1), que reorganizada assume a igualdade da equação (6):

$$A_t = \frac{Y_t}{\tilde{K}_t^\alpha \tilde{L}_t^{1-\alpha}} \quad (6)$$

Na qual  $Y_t$  é o PIB efetivo,  $\tilde{K}$  e  $\tilde{L}$  são os fatores capital e trabalho utilizados, encontrados nas equações (4) e (5), respectivamente e  $\alpha$  é a participação do capital na renda.

Esta metodologia apresenta um aprimoramento em nosso método de cálculo do produto potencial, que envolve o tratamento da variável Produtividade Total dos Fatores

(PTF). Anteriormente, essa variável era considerada um resíduo da função de produção, após a estimativa do capital e do trabalho utilizados. Neste exercício, e doravante, a reconhecemos como a tendência daquela série obtida pelo resíduo, após aplicação de método de filtragem. Isso resulta em uma série com menos ruído e volatilidade.

### 1.1.5 Cálculo do Produto Potencial

Para determinar, enfim, o produto potencial pela Função de Produção, é preciso substituir na Função de Produção os níveis potenciais, ou de pleno emprego, dos fatores de produção e da PTF, por meio da seguinte versão da equação (1):

$$\bar{Y}_t = \bar{A}_t \bar{K}_t^\alpha \bar{L}_t^{1-\alpha} \quad (7)$$

Na qual  $\bar{A}$  é a PTF estimada anteriormente,  $\bar{K}$  é o estoque de capital de pleno emprego e  $\bar{L}$  é o nível potencial do fator trabalho.

É utilizada, então, a equação (7) para a estimação do produto potencial. Contudo, antes de realizar tais cálculos, é necessário saber qual estoque de capital e trabalho serão usados para esta estimação.

Para saber qual estoque de trabalho será utilizado, é preciso encontrar a taxa natural de desemprego  $\bar{\mu}$  da economia brasileira no período de análise. Supõe-se, da mesma forma que Souza Junior (2001), que a taxa de desemprego natural seja a média da taxa de desemprego durante todo o período analisado. O nível potencial do trabalho é representado então na seguinte equação:

$$\bar{L}_t = \overline{PEA}_t * (1 - \bar{\mu}) \quad (8)$$

Para obter o estoque de capital potencial, é preciso encontrar a taxa de utilização da capacidade instalada que seja compatível com o pleno emprego do estoque de capital. Isto é feito conforme a equação (9):

$$\bar{K}_t = K_t * \overline{NUCI} \quad (9)$$

Na qual  $K_t$  é o capital disponível, que é multiplicado pelo  $\overline{NUCI}$ , entendido como a média da NUCI durante todo o período de análise.

A partir da PTF, dos níveis potenciais de capital e trabalho, a participação do capital e do trabalho na renda, é possível chegar ao resultado do produto potencial.

## 2. METODOLOGIA PARA A INDÚSTRIA

## **2.1. Função de Produção da Indústria**

Para estimação da Função de Produção da indústria é utilizada a mesma estrutura da função Cobb-Douglas apresentada anteriormente. Algumas hipóteses adicionais são adotadas para a estimação desse método no caso de cada atividade econômica específica. É considerado o valor adicionado das 4 atividades industriais, a saber: extrativa mineral, transformação, construção e eletricidade.

### **2.1.1. Mensurando o estoque de capital da indústria**

A estimação do insumo capital disponível é feita a partir do método do inventário perpétuo, conforme equação (2).

Nela,  $I$  é o Investimento, utilizando-se a série de formação bruta de capital fixo (FBCF) com ajuste sazonal das Contas Nacionais previamente ajustada pela participação do investimento em máquinas e equipamentos na FBCF total. Essas informações sobre investimentos da indústria em máquinas e equipamentos foram extraídas da Pesquisa Industrial Anual (PIA) do IBGE, conforme especificado no artigo de Claudio Considera e Outros (2019) “O que é investimento”. O parâmetro  $\delta$  é a taxa de depreciação do estoque de capital de 5%, também adotada para a Função de Produção do total da economia.

Para estimação do capital inicial ( $K_0$ ) é utilizada a fórmula (3), na qual  $g$  representa a taxa média histórica de crescimento do investimento (em máquinas e equipamentos) e  $\delta$ , assim como na equação (2), representa a taxa de depreciação do estoque de capital que é igual a 5%.

Uma vez obtida a estimação do estoque de capital, a correção acerca das variações do seu uso durante o processo produtivo é feita da mesma forma que foi feita para o agregado da economia: ou seja, ela é corrigida pelo NUCI da indústria de transformação do mesmo período.

Encontra-se dessa forma o estoque de capital disponível da indústria, que é utilizado para o cálculo da PTF da indústria.

### **2.1.2. Mensurando o insumo trabalho da indústria**

A hipótese adotada para mensuração do insumo trabalho utilizado pela indústria é a de que ele está bem representado pela força de trabalho do setor. Logo, como não

existe desemprego setorial, o trabalho utilizado é a série de População Ocupada (PO) da indústria.

Essa série é utilizada para o cálculo da PTF da indústria

### **2.1.3. Cálculo da Produtividade Total dos Fatores da Indústria**

O cálculo é feito a partir da equação (6), na qual  $Y_t$  é o VA efetivo da indústria dessazonalizado,  $\tilde{K}$  e  $\tilde{L}$  são os estoques de capital da indústria e insumo trabalho utilizado da indústria, conforme as seções 2.1.1 e 2.1.2, respectivamente e  $\alpha = 50\%$  é a participação do capital na renda.

Da mesma forma que a PTF do PIB a PTF da indústria não é um simples resíduo da função de produção estimada. Foi realizado um aprimoramento em nosso método de cálculo do produto potencial, que envolve o tratamento da variável Produtividade Total dos Fatores (PTF). Doravante, a reconhecemos como a tendência daquela série obtida pelo resíduo, após aplicação de método de filtragem. Isso resulta em uma série com menos ruído e volatilidade.

### **2.1.4. Cálculo do produto potencial da indústria**

Para o cálculo do produto potencial da indústria pela Função de Produção, é necessário utilizar na equação (7) os insumos potenciais de trabalho e capital.

O insumo trabalho potencial da indústria é a soma da População Ocupada da Indústria com a População Desocupada da economia total. Essa hipótese supõe que a força de trabalho potencial da indústria é composta por quem trabalha no setor e por toda população que está desocupada e poderia ser empregada pelo setor.

O insumo capital potencial da indústria é calculado em conformidade com o cálculo do insumo capital potencial da economia total. O capital disponível é ajustado pela média na série histórica, do nível do NUCI.

## **2.2.METODOLOGIA PARA OS SERVIÇOS**

### **2.2.1 Função de Produção de Serviços**

A Função de Produção do setor de Serviços é estimada de acordo com as metodologias anteriormente apresentadas. Da mesma forma que foi feita para a Indústria, algumas hipóteses adicionais também devem ser adotadas no cálculo desta função de produção. É considerado o valor adicionado de cada uma das seguintes atividades: comércio, transportes, serviços de informação, outros serviços. São excluídas portanto as seguintes atividades: serviços imobiliários, instituições financeiras e administrações públicas.

### **2.2.2. Mensurando o estoque de capital de Serviços**

Utilizando o método do inventário perpétuo, pela equação (2),  $I$  é o Investimento de Serviços. Utiliza-se a série de FBCF com ajuste sazonal das Contas Nacionais, ajustada pela participação do investimento em máquinas e equipamentos na FBCF total, extraídos da Pesquisa Anual de Serviços (PAS) e Pesquisa Anual do Comércio (PAC) conforme especificado no artigo de Claudio Considera e Outros (2019) “O que é investimento”. Também se utiliza o parâmetro  $\delta$ , taxa de depreciação do estoque de capital, de 5%

A estimação do capital inicial ( $K_0$ ) também é feita a partir da fórmula (3), na qual o  $g$  representa a taxa média histórica do crescimento do investimento em serviços. Corrige-se o estoque de capital pelo NUCI da indústria de transformação, como uma aproximação do NUCI de Serviços, que possui uma série histórica muito curta e possuem comportamentos similares.

É calculado, então, o estoque de capital disponível de Serviços.

### **2.2.3. Mensurando o insumo de trabalho de Serviços**

Para mensuração do insumo trabalho utilizado de Serviços, usa-se a mesma hipótese escolhida para a Indústria. Parte-se do princípio de que o insumo está bem representado pela força de trabalho do setor. Dessa maneira, o trabalho utilizado é a série de PO de Serviços.

Essa série é utilizada para o cálculo da PTF da indústria.

### **2.2.4. Cálculo da Produtividade Total dos Fatores de Serviços**

Da mesma forma que é feito na seção 1 e 2, utiliza-se também a equação (6), na qual  $Y_t$  é o VA efetivo de serviços dessazonalizado, excluindo-se Administração Pública,



Alugueis e Intermediação Financeira,  $\tilde{K}$  e  $\tilde{L}$  são os estoques de capital de serviços e o insumo trabalho utilizado de Serviços, encontrados nas sessões 3.1 e 3.2, respectivamente e  $\alpha$  é a participação do capital na renda.

Da mesma forma que a PTF do PIB a PTF dos serviços não é um simples resíduo da função de produção estimada. Foi realizado um aprimoramento em nosso método de cálculo do produto potencial, que envolve o tratamento da variável Produtividade Total dos Fatores (PTF). Doravante, a reconhecemos como a tendência daquela série obtida pelo resíduo, após aplicação de método de filtragem. Isso resulta em uma série com menos ruído e volatilidade.

### **2.2.5. Cálculo do produto potencial de Serviços**

Para o cálculo do produto potencial de Serviços pela Função de Produção, é necessário utilizar na equação (7) os insumos potenciais de trabalho e capital.

O insumo trabalho potencial de serviços é a soma da População Ocupada de Serviços com a População Desocupada da economia total. Essa hipótese assume que a força de trabalho potencial de Serviços é composta por quem trabalha no setor e por toda população que está desocupada e poderia ser empregada pelo setor.

O insumo capital potencial de serviços é calculado em conformidade com cálculo do insumo capital potencial da economia total e da indústria. O capital disponível é ajustado pela média na série histórica, do nível do NUCI.