

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

MÉTODOS DE CÁLCULO DE PIB POTENCIAL E SUAS IMPLICAÇÕES EM
MODELOS DE GESTÃO DE POLÍTICA ECONÔMICA.

Guilherme Miguel Benjó
Nº de matrícula: 0611165-1

Orientador: Prof. Marcelo Cunha Medeiros

Junho 2010

“Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri, para realizá-lo, a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor”.

Guilherme Miguel Benjó

“As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor”

Sumário:

1. Introdução.....	4
2. Métodos de estimação utilizados.....	5
2.1. Extração de tendência linear.....	5
2.2. Filtro HP.....	11
2.3. Função de produção.....	17
3. Análise de “custo-benefício” dos métodos.....	21
4. Aplicação dos resultados em modelos econométricos.....	24
4.1. Curva IS	24
4.2. Curva de Phillips	26
4.3. Regra de Juros.....	28
5. Conclusão.....	30
6. Bibliografia.....	33

1. Introdução

Como calcular o PIB potencial de forma acurada e, conseqüentemente, o hiato do produto, é problema bastante tratado na literatura econômica, principalmente após a adoção do sistema de metas de inflação no Brasil. O grande motivo de tamanho frenesi é que tal dado é insumo importantíssimo para modelos de gestão de política econômica e, acima disso, não é observado diretamente, sendo necessária a formulação de método de estimação para podermos usá-lo. Dito isso, fica clara a motivação do presente trabalho, que é de apresentar os principais métodos de estimação utilizados atualmente, com seus respectivos prós e contras, destacando o quão díspares podem ser os resultados obtidos com cada um, tanto numa comparação intramodelo como intermodelo. Por fim, é de interesse mostrar como a escolha da forma de estimação pode influenciar nos resultados dos modelos de gestão de política econômica.

Para tanto, na seção dois, começaremos pela estimação dos diferentes métodos. Primeiramente, utilizaremos a estimação por meio de extração de uma tendência linear da série do PIB, o método mais simples utilizado para nosso objetivo. Após, será feita a extração de tendência não-linear, através do filtro Hodrick Prescott (HP). Por fim, nos valeremos do método de estimação via função de produção, que possui maior teor econômico em sua metodologia. A intenção dessa seção é mostrar como os métodos diferem entre si, de forma que possa ensejar a seção três, na qual trataremos das vantagens e desvantagens de cada modelo.

Na quarta seção, selecionaremos uma estimativa de cada método para servir como insumos para modelos econométricos de Curva IS, Curva de Phillips e Regra de Juros. Como mencionado acima, buscaremos mostrar a influência do método de estimação do hiato do produto nos resultados obtidos com esses modelos, que servem como base para a tomada de decisões econômicas pelo BCB e outros agentes.

A quinta seção será reservada para a conclusão do trabalho, na qual tentaremos formar juízo de valor sobre o que foi apresentado.

2. Métodos de estimação utilizados

Os três métodos abaixo descritos têm em comum a busca pela estimação do PIB potencial, isto é, da renda máxima que uma economia pode gerar valendo-se da plena utilização de seus recursos sem que haja pressões sobre a taxa de inflação do país, a partir do PIB efetivo, ou seja, da renda gerada por um país em determinado período de tempo. A definição de hiato do produto como a diferença entre o efetivo e o potencial torna-se evidente, de modo que quando estamos acima do nível potencial, a tendência é de que a inflação se acelere, bem como se estivermos abaixo do nível potencial estimado, devemos observar desaceleração no índice inflacionário.

2.1. Extração de tendência linear

Nesta seção trataremos da estimação do PIB potencial brasileiro pelo método da extração da tendência linear, ensejada pelo resultado de que a série temporal de PIB pode ser descrita como um passeio aleatório em torno de uma tendência linear. Tal forma de cálculo é bastante simples e consiste basicamente na estimação por mínimos quadrados ordinários da equação (1) abaixo, onde y_t é o valor em R\$(milhões) do PIB a preços de mercado, calculado pelo IBGE, com ajustamento de sazonalidade pelo método X12-ARIMA, no instante de tempo t . Como forma de demonstrar como a estimativa que podemos obter do hiato do produto é instável, o modelo abaixo foi estimado em sete horizontes de tempo. Na tabela 1, abaixo, os coeficientes estimados¹ para α e β estão dispostos de acordo com o horizonte de tempo do modelo estimado. Observa-se claramente que quando restringimos o intervalo amostral, a reta que descreve o comportamento do PIB potencial em nosso modelo tende a se tornar cada vez mais positivamente inclinada.

$$y_t = \alpha + \beta t + u_t \quad (1)$$

¹ Em todos os modelos, todos os coeficientes estimados apresentaram-se estatisticamente significantes, com p-valores < 0,00001.

Tabela 1:

Coef. \ Período	1990-2009	1994.3-2009	1996-2009	1997-2009	1998-2009	1999-2009	2000-2009
α	-99.890,2	-123.633,0	-162.828,0	-203.486,0	-251.978,0	-297.414,0	-340.894,0
β	10.430,6	10.873,5	11.516,3	12.166,3	12.925,8	13.623,4	14.277,2

Pode-se argumentar, como exposto em Carneiro (2000), que dado que o comportamento do PIB potencial é um fenômeno de longo prazo, escolher a série com o maior intervalo de tempo seria a melhor opção na tentativa de obtermos a melhor estimativa de hiato de produto. No entanto, não utilizaremos aqui a série que começa em 1980, pois a metodologia de cálculo aplicada difere da adotada a partir de 1990. O segundo horizonte temporal também merece destaque, pois leva em conta apenas os dados apurados após a introdução do Plano Real. Além disso, como sugerido em Carneiro (2000), a escolha do “melhor” estimador para o hiato do produto deve se basear naquele que melhor se encaixa em nossas percepções da história econômica do período analisado.

Nos gráficos abaixo representamos os resíduos das equações estimadas descritas acima. Nesse caso, os resíduos das regressões formam as estimativas de hiato do produto do modelo, vez que esses, por definição, são calculados como o valor observado no instante t menos o valor ajustado no mesmo instante de tempo. Em particular, em nossos modelos, estamos diminuindo do dado de PIB observado e dessazonalizado o PIB potencial estimado pela reta, de modo que o resíduo é nossa estimativa de hiato. Assim sendo, valores acima de zero indicariam períodos de expansão e crescimento acima do nível potencial e valores negativos, analogamente, períodos de recessão, nos quais há crescimento menor que o nível potencial.

Considerando o método explicitado acima e tendo em vista a crise das hipotecas *subprime* e seus efeitos na economia mundial, seria razoável supormos que em determinado momento estaríamos observando um período de hiato negativo, dada a percepção praticamente unânime de que a crise do *subprime* foi a mais violenta desde a crise de 1929. Dado que o objetivo deste trabalho não é pretensioso o suficiente para apontar qual medida de hiato do produto seria “a melhor”, utilizaremos a suposição acima como forma de demonstrar o quão instável pode ser a estimação apenas por restringirmos o intervalo da amostra utilizada. Deve-se frisar que, mesmo que não se acredite que estivemos abaixo da

curva de PIB potencial durante a crise, o raciocínio abaixo se mantém lógico, apenas invertido por força da suposição inicial adotada.

Gráfico 1: 1990.1-2009.4

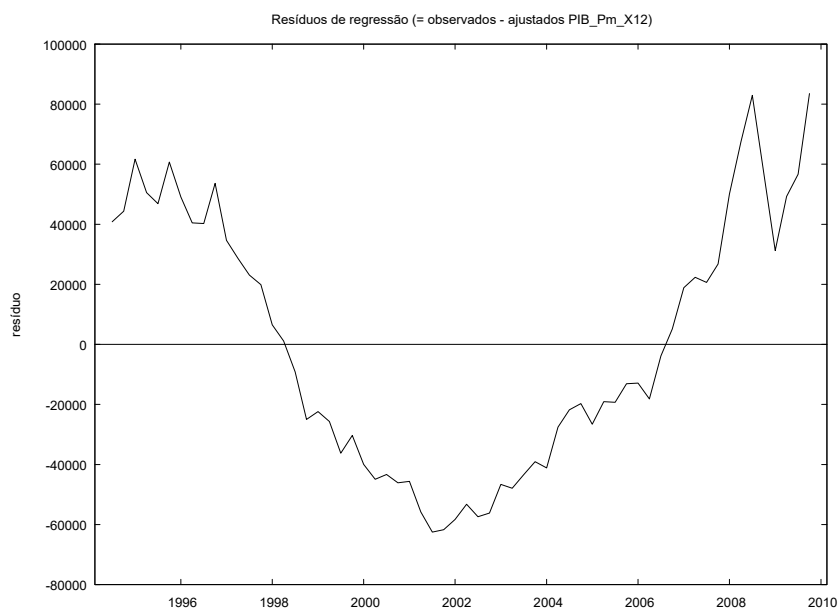


Gráfico 2: 1994.3-2009.4

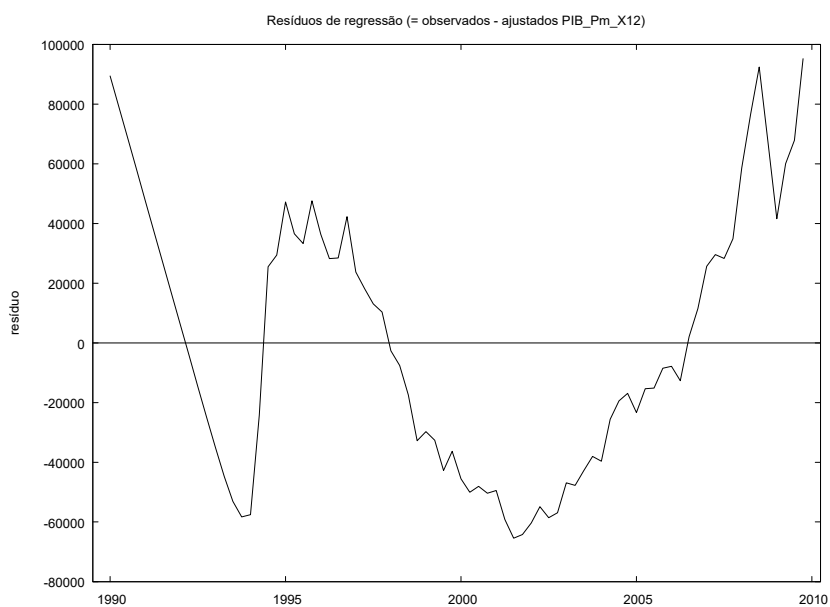


Gráfico 3: 1996.1-2009.4

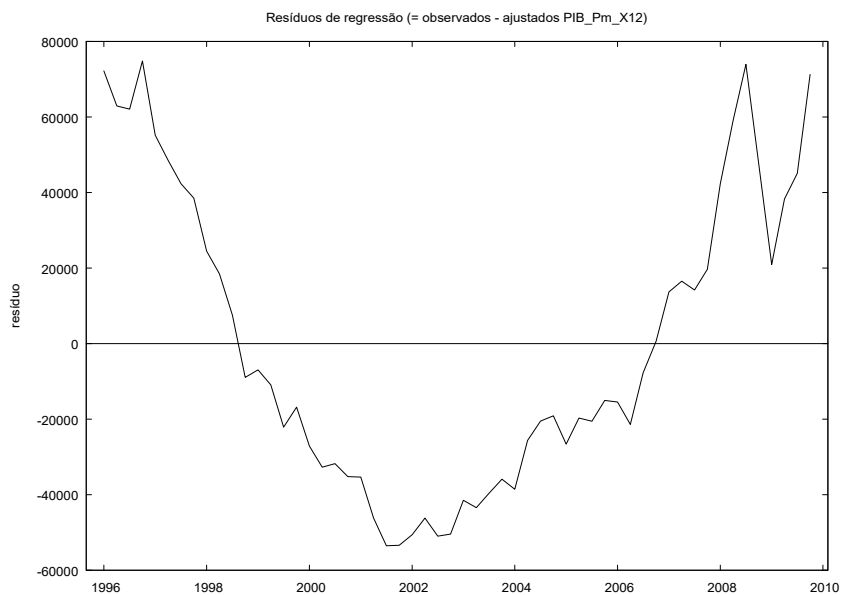


Gráfico 4: 1997.1-2009.4

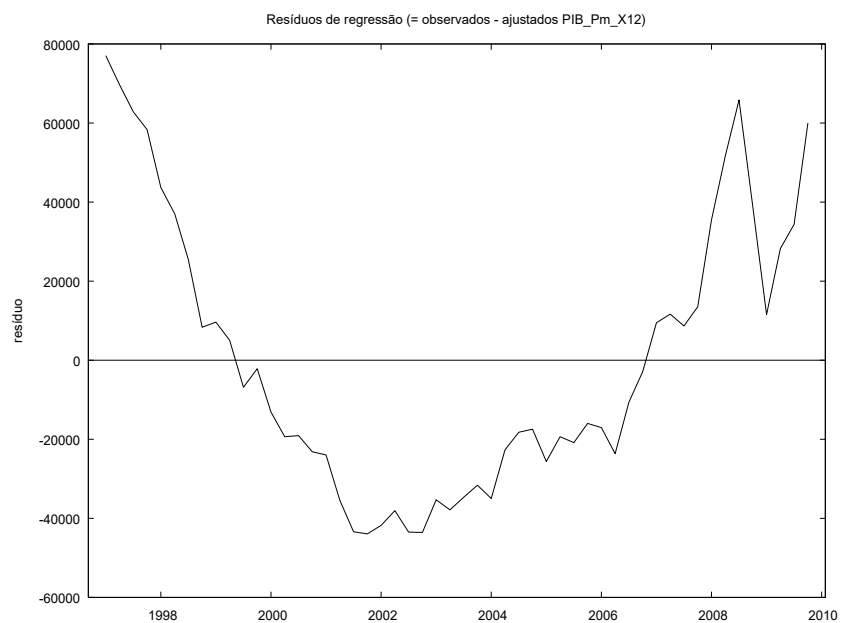


Gráfico 5: 1998.1-2009.4

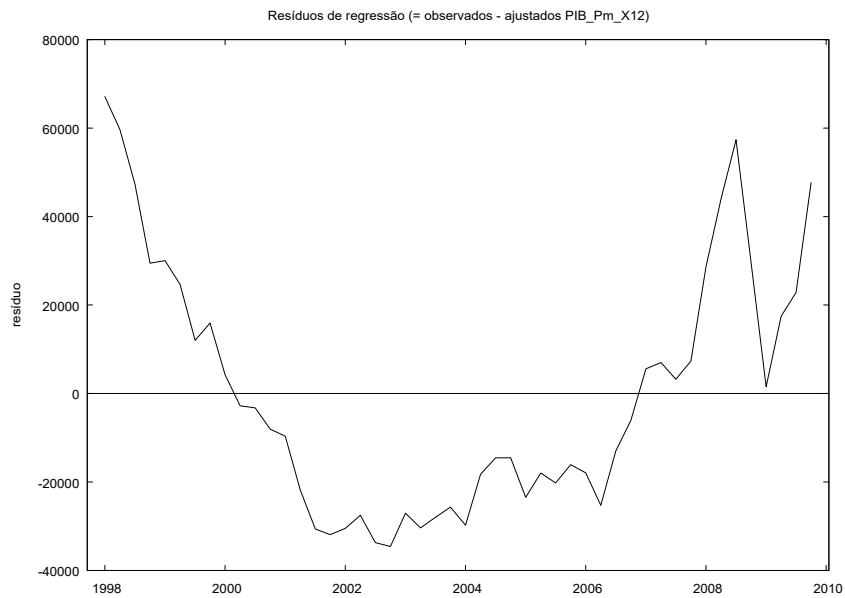


Gráfico 6: 1999.1-2009.4

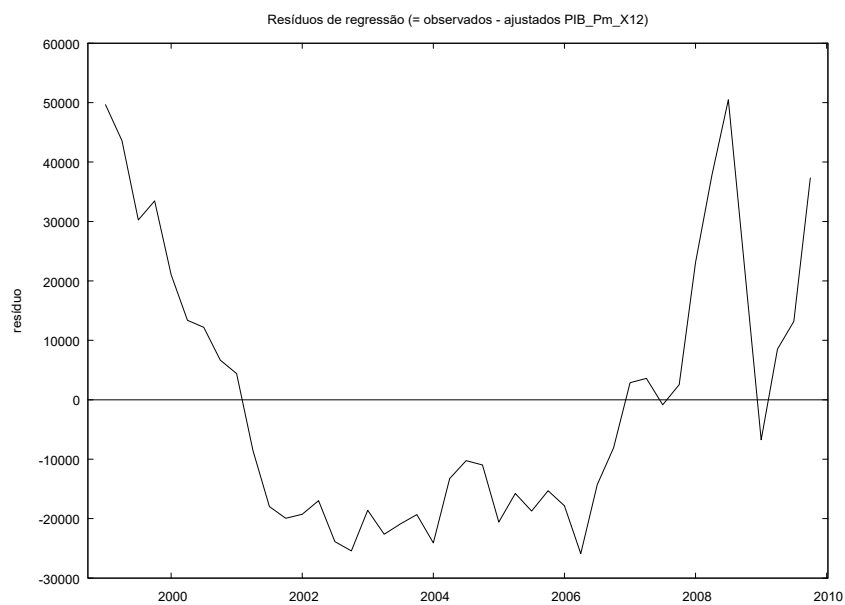
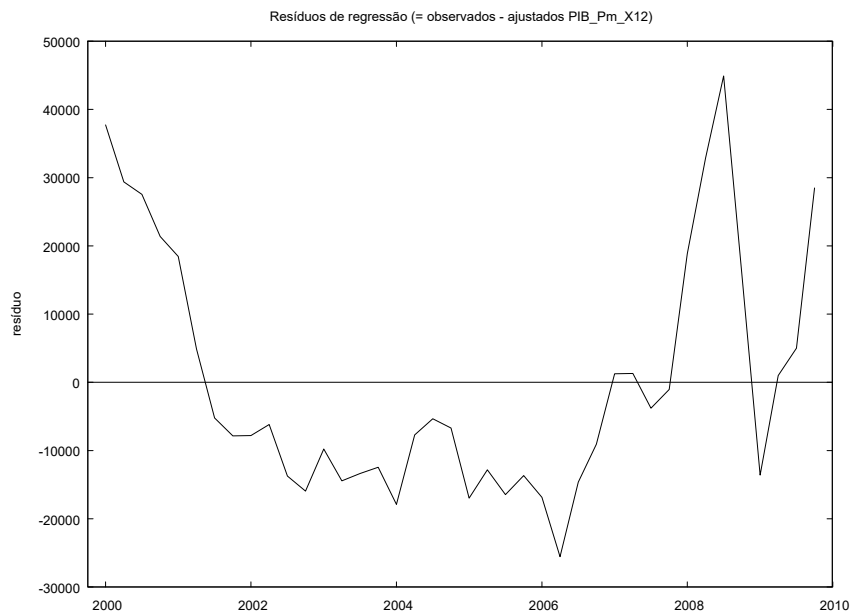


Gráfico 7: 2000.1-2009.4



Ao observarmos os gráficos acima em relação ao período de 2008 a 2009, notamos que quanto mais trazemos o horizonte temporal para próximo da data corrente, o hiato do produto no primeiro trimestre de 2009 torna-se cada vez mais próximo do nível zero (nível potencial), cruzando-o apenas quando usamos os horizontes de tempo de 1999.1 a 2009.4 e 2000.1 a 2009.4, indicando que a economia brasileira teria operado abaixo do nível potencial durante a crise. No entanto, como mencionado acima, caso o leitor acredite que a operamos acima do nível potencial durante a crise (fato que aparenta ser verdadeiro analisando apenas esse modelo e tendo em mente que o PIB potencial é um fenômeno de longo prazo), o raciocínio inverso se aplica, sem perdas para o que se quis mostrar. Independentemente do que se acredite em relação ao período mencionado, é possível estimar um modelo que se aproxime das convicções de cada um dos lados.

2.2. Filtro HP

O filtro Hodrick Prescott (HP), diferentemente do método de extração de tendência linear, produz uma série de tendência não-linear. Para tanto, quando utilizamos o filtro, estamos realizando um cálculo de minimização que seleciona, para cada período, o PIB potencial que minimiza a soma abaixo:

$$\sum_{t=1}^T (\text{PIB}_t - \hat{\text{PIB}}_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(\hat{\text{PIB}}_{t+1} - \hat{\text{PIB}}_t) - (\hat{\text{PIB}}_t - \hat{\text{PIB}}_{t-1})]^2$$

Onde as variáveis são expressas em nível e utilizamos os mesmos dados de PIB a preços de mercado dessazonizados que na seção anterior. Como explicado no relatório de inflação do Banco Central de setembro de 1999, “o filtro HP seleciona a seqüência de PIB potencial que minimiza o quadrado do hiato do produto (primeiro termo da soma), com uma restrição adicional sobre a variação do crescimento do produto potencial ponderada por um fator λ (segundo termo). Quando se utiliza um valor baixo para λ , abre-se mão da restrição sobre a variação do crescimento do produto potencial e o hiato tende a ser pequeno. No limite, com $\lambda = 0$, o PIB potencial coincide com o PIB efetivo. Com λ de valor alto, a restrição torna-se mais efetiva e impõe baixa flutuação na taxa de crescimento do produto potencial. Quando λ tende a infinito, o filtro HP produz a mesma tendência linear descrita no método anterior, onde a taxa de crescimento do PIB potencial é constante. Não há um método estatístico capaz de especificar qual o melhor valor de λ e, na prática, costuma-se utilizar os valores $\lambda = 100$, 1600 e 14400 para dados de freqüência anual, trimestral e mensal, respectivamente”. No presente caso, adotaremos $\lambda = 1600$, vez que lidamos com dados trimestrais.

A seguir, apresentamos os gráficos resultantes dos modelos estimados com filtro HP, utilizando os mesmos horizontes temporais que utilizamos nos modelos com tendência linear.

Gráfico 8: 1990.1 – 2009.4

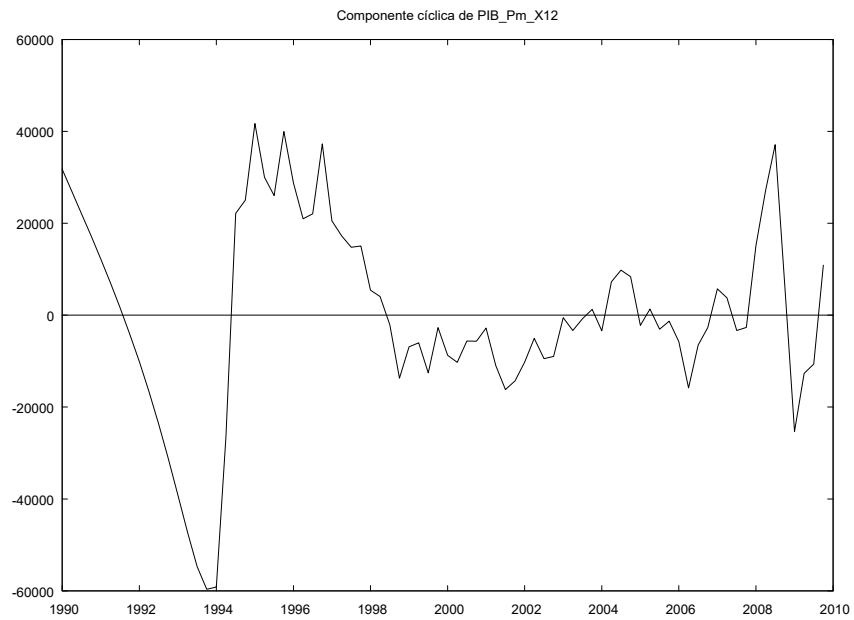


Gráfico 9: 1994.3 – 2009.4

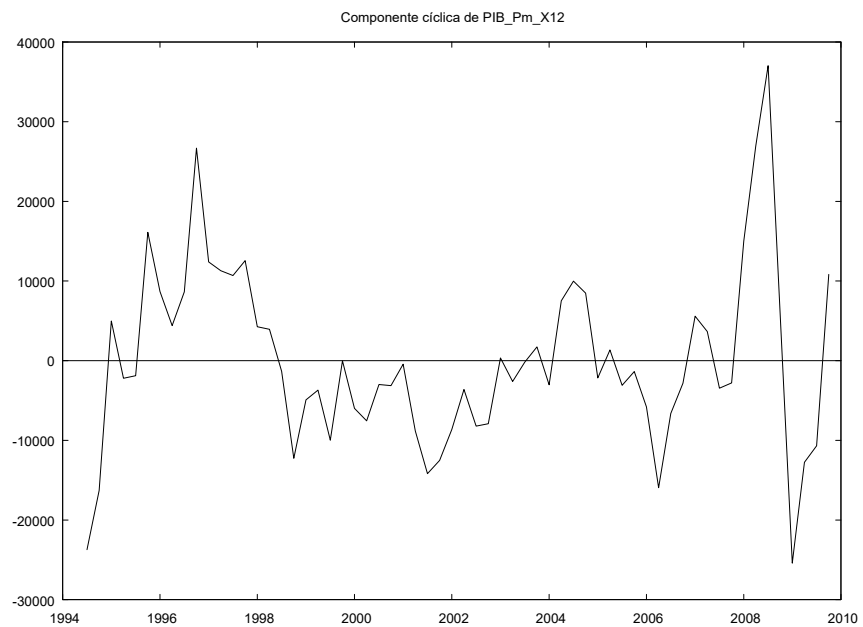


Gráfico 10: 1996.1 – 2009.4

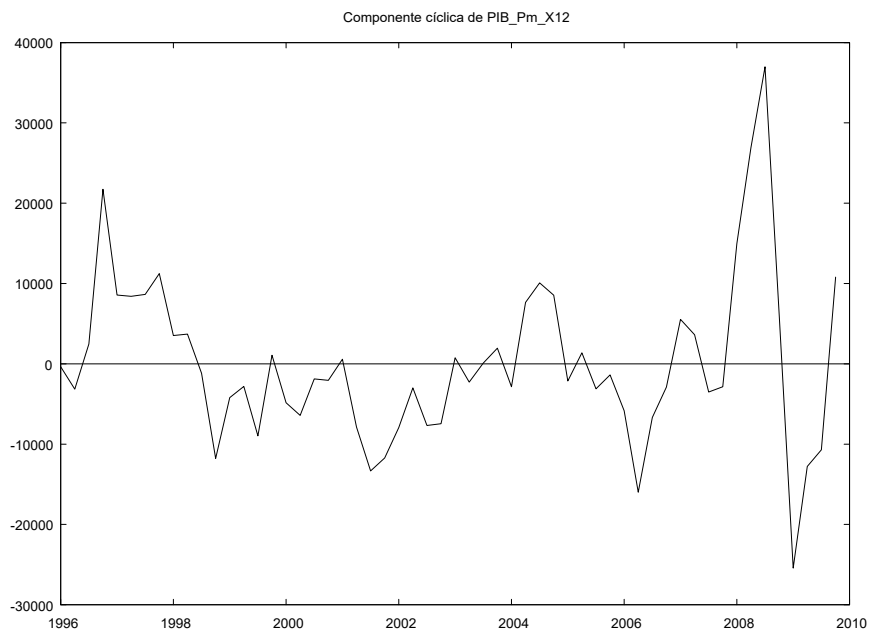


Gráfico 11: 1997.1 – 2009.4

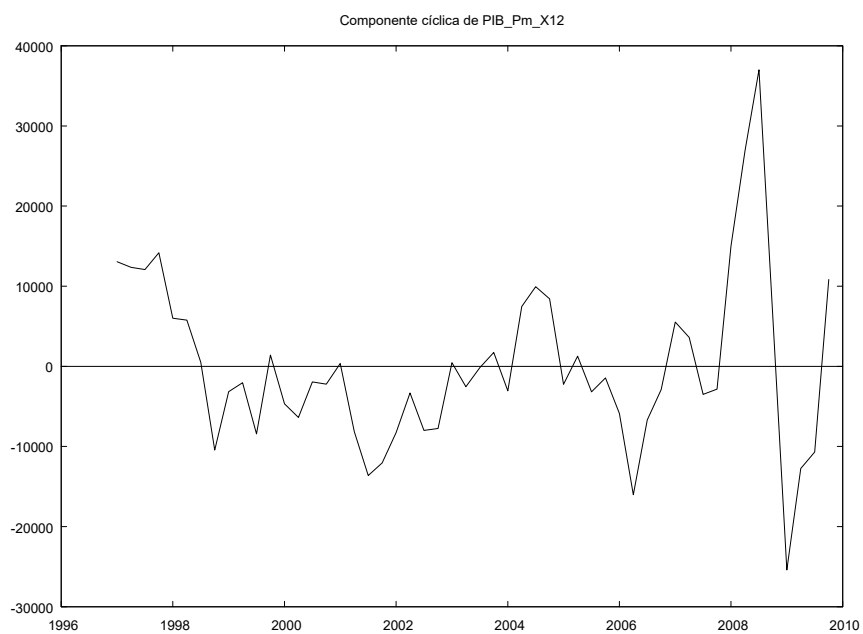


Gráfico 12: 1998.1 – 2009.4

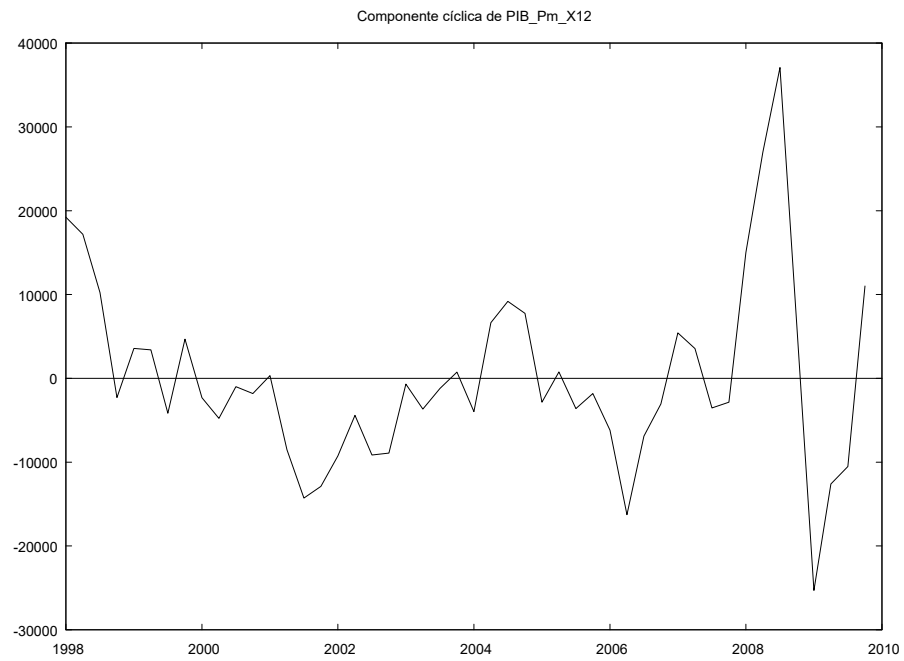


Gráfico 13: 1999.1 – 2009.4

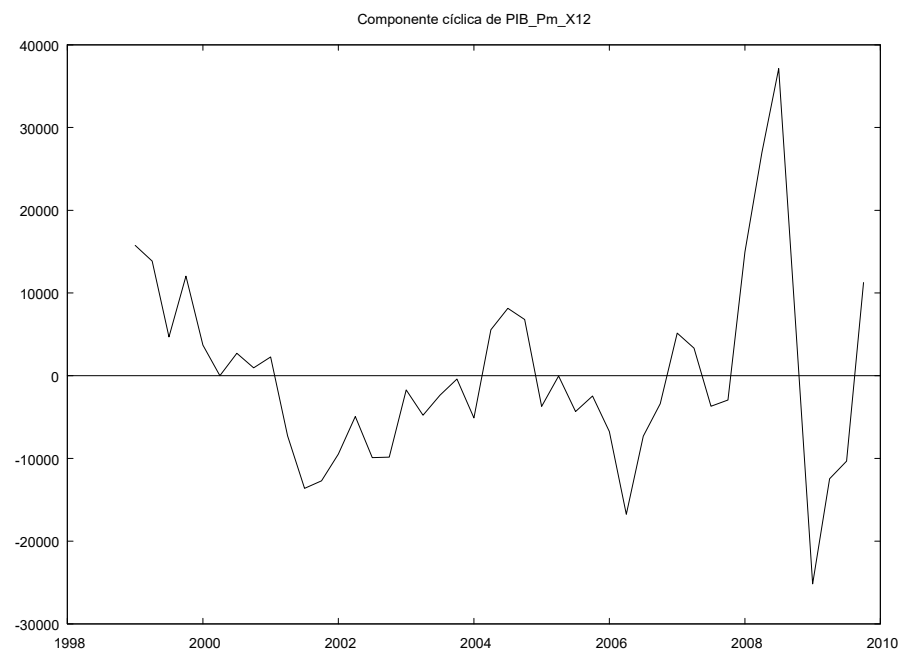
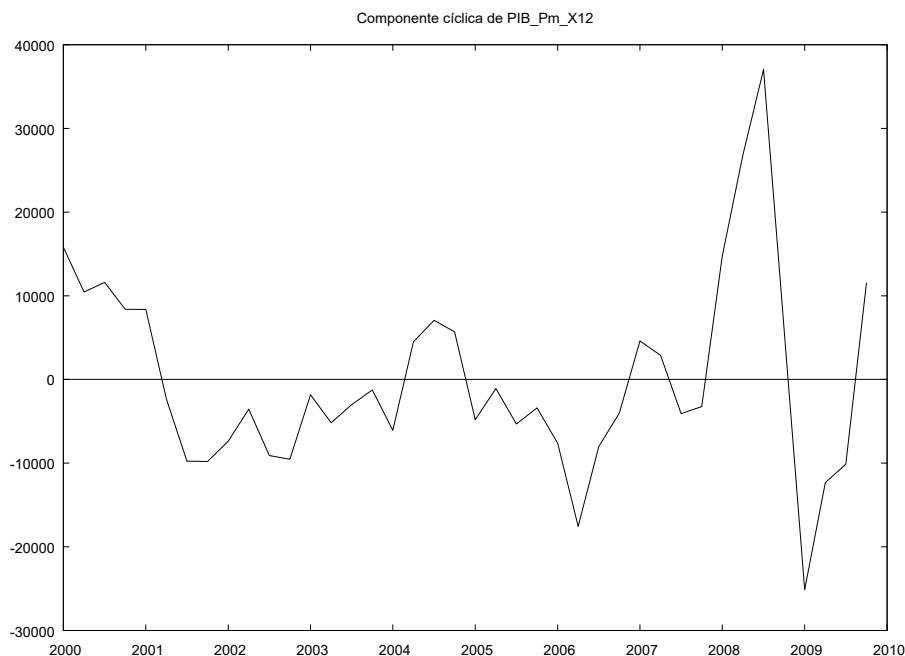
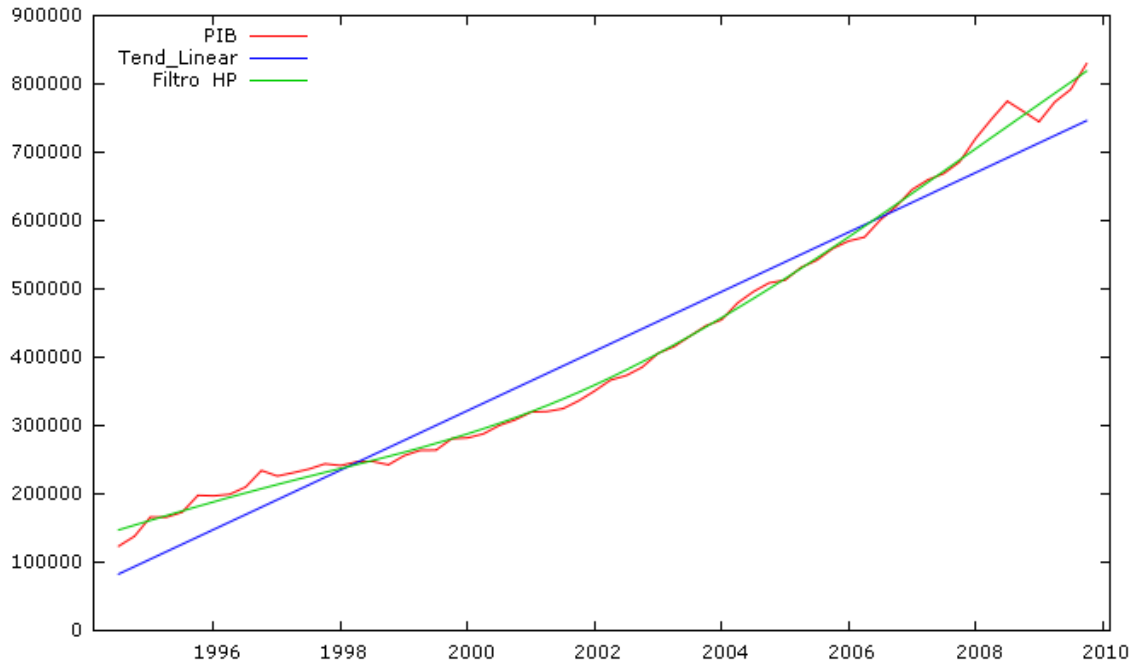


Gráfico 14: 2000.1 – 2009.4



Ao analisarmos visualmente os gráficos, observamos que, diferentemente do que constatamos nos gráficos de tendência linear, as diferenças entre eles ocorrem principalmente em relação às primeiras observações da série em comparação com a série anterior, na qual a série era mais longa, sendo difícil perceber visualmente diferenças nos resultados mais próximos ao período corrente. É notório também que, nesse modelo, em todos os horizontes temporais utilizados, vemos a economia brasileira abaixo de seu nível potencial durante a crise das hipotecas *subprime*. Tal ocorre pelo fato de o PIB potencial estar em nível mais elevado pelo método via filtro HP do que via extração de tendência linear nesse momento. Como podemos observar pelo gráfico 15 abaixo, o filtro HP acompanha a série de PIB mais de perto, pela forma de sua construção, e apresenta taxa de crescimento mais alta que a série ajustada via tendência linear durante a maior parte do período em observação. Dessa forma, por este modelo, nossa suposição da seção anterior se confirma em qualquer horizonte temporal.

Gráfico 15: 1994.3 – 2009.4



2.3. Função de Produção

Nesta seção estimaremos o hiato do produto a partir de uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, com produtividade marginal decrescente e retornos constantes de escala, como na forma abaixo, onde Y é o PIB a preços de mercado dessazonalizado; A é a produtividade total dos fatores (PTF), que será melhor abordada adiante; K é o estoque de capital² na economia, calculado pelo método do estoque perpétuo³, ajustado pelo nível de utilização da capacidade instalada (NUCI)⁴; L é a população economicamente ativa (PEA) da economia, ajustada pela taxa de emprego⁵; α , sob a hipótese de uma economia competitiva⁶, é o coeficiente que indica a participação do capital na renda da economia e, naturalmente, $(1-\alpha)$, sob a mesma hipótese, é a participação relativa à força de trabalho na produção da economia.

$$Y_t = A_t \cdot K_t^\alpha \cdot L_t^{1-\alpha} \quad (2)$$

O primeiro passo para o cálculo do PIB potencial é a estimação da PTF, a partir da função de produção acima. Dado que dispomos dos dados de PIB, estoque de capital ajustado e força de trabalho ajustada, só nos resta os coeficientes de participação para estimar A_t diretamente. Para completar os requisitos, utilizamos $\alpha=0,49$ como em Silva-Filho (2001). Segundo ele, os dados indicam valores constantes e aproximadamente iguais a 0,51 para a participação do trabalho na renda, sendo que este se encontra bem abaixo dos números encontrados para países desenvolvidos. Assim sendo, passados quase dez anos de desenvolvimento econômico para o país desde o estudo de Silva-Filho, utilizamos também $\alpha=0,4$, de forma que a participação do trabalho na renda seja de 0,6.

² Os dados utilizados para estoque de capital foram os calculados em Morandi (2004), disponibilizados pelo IPEA, exceto para o ano de 2009, para o qual calculou-se a média de crescimento anual de 1950 a 2008 e aplicou-se o resultado para o dado de 2008. O mesmo método foi utilizado para se calcular a PEA para 2009.

³ Para maiores informações sobre o referido método, ver Silva-Filho (2001) e Morandi (2004).

⁴ Dessa forma, $K_t = k_t \cdot \text{NUCI}_t$, onde k_t é o estoque de capital no período t .

⁵ Analogamente, $L_t = l_t \cdot (1-u_t)$, onde u_t é a taxa de desemprego no período t .

⁶ Derivando a função de produção Cobb-Douglas utilizada, podemos chegar ao seguinte resultado a partir da derivação de Y com relação a K , isto é, calculando a produtividade marginal do capital: $\text{PMgK} \cdot K = \alpha \cdot Y$. Sob a hipótese de mercados competitivos, temos que $\text{PMgK} \cdot K$ representa a receita total do capital, de modo que α é a fração da renda nacional destinada à remuneração do capital. O mesmo raciocínio se aplica para L e $(1-\alpha)$.

Antes de prosseguirmos com a metodologia, cabe uma discussão sobre o que representa a PTF. A definição mais abrangente e também mais auto-explicativa para a PTF é “a medida de nossa ignorância”. A razão para esse termo é que tudo aquilo que não conseguimos atrelar à função de produção explicitamente, aparece condensado no termo A_t , isto é, tudo o que influencia no PIB, mas não é nem capital nem trabalho fica representado pela PTF no modelo. Dessa forma, é difícil termos exata noção do que está implícito nesse termo da equação.

No entanto, podemos conjecturar sobre os fatores que influenciam na PTF. Muitos autores caracterizam A_t como a tecnologia na função de produção, apesar de que, contrariando a crença comum de que a tecnologia de que dispomos cresceu exponencialmente no último século, diversos estudos, incluindo o de Silva-Filho (2000), encontrarem períodos de redução da PTF. Como forma de justificar esse impasse entre definição e observação, pode-se argumentar que a PTF, na realidade, representa a “tecnologia da sociedade” que, segundo Silva-Filho “representaria um conjunto de fatores e condições que contribuem para a maior eficiência do sistema econômico”. Entre tais fatores e condições, podemos citar a estabilidade econômica, incluindo a contenção da inflação, de crises de balanço de pagamentos e cambiais, a manutenção do decoro no ambiente político, boa política comercial, infra-estrutura que evite a criação de “gargalos” para o desenvolvimento, educação da população e instituições regulatórias eficientes. Destarte, a definição de “a medida de nossa ignorância” torna-se ainda mais sensata após a exposição das interpretações que buscam maior grau de compreensão, pois é evidente que as condições citadas acima são de difícil mensuração e avaliação.

De volta à metodologia de cálculo, teremos que nos valer de um método para estimar os níveis potenciais de A_t , u_t e $NUCI_t$ para chegarmos à nossa estimação de PIB potencial. Para tanto, escolheu-se o filtro HP, nos mesmos moldes do utilizado na seção anterior. Matematicamente, estimamos a equação abaixo, onde a barra em cima dos termos indica que o mesmo está em seu nível potencial.

$$\bar{Y}_t = \bar{A}_t \bar{K}_t^\alpha \bar{L}_t^{1-\alpha} \quad (3)$$

Para chegarmos aos níveis potenciais de K_t e L_t , utilizamos as equações (4) e (5) como abaixo:

$$\bar{K}_t = k_t(\overline{NUCI}_t) \quad (4)$$

$$\bar{L}_t = l_t(1 - \bar{u}_t) \quad (5)$$

A seguir, apresentamos os gráficos dos resultados para hiato do produto, em R\$(milhões), obtidos através das equações acima mencionadas, sendo que para a medida de hiato, diminuimos o PIB observado do PIB potencial encontrado. Utilizamos os dados a partir do terceiro trimestre de 1994, ou seja, após a implantação do Plano Real e a consequente estabilização da economia. No gráfico 15, utilizamos $\alpha=0,49$, como em Silva-Filho(2000), já no gráfico 16, deu-se mais peso para a contribuição do trabalho para a renda nacional, com $\alpha=0,4$. É importante notarmos que os gráficos diferem muito pouco entre si, sendo praticamente impossível distingui-los sem olharmos os dados geradores. Isto ocorre porque as alterações que realizamos em α , “migram” para a PTF, de modo que a diferença entre os modelos, exceto pela alteração de α , está na PTF obtida e o respectivo resultado de seu alisamento pelo filtro HP. Fica evidente então, que se buscamos boas estimativas para a PTF, é preciso ser bastante criterioso na escolha de α . No presente caso, como nosso estudo foca no resultado para hiato do produto, não temos sérias consequências pela incerteza sobre o mais preciso valor para α .

Gráfico 16: 1994.3 - 2009.4

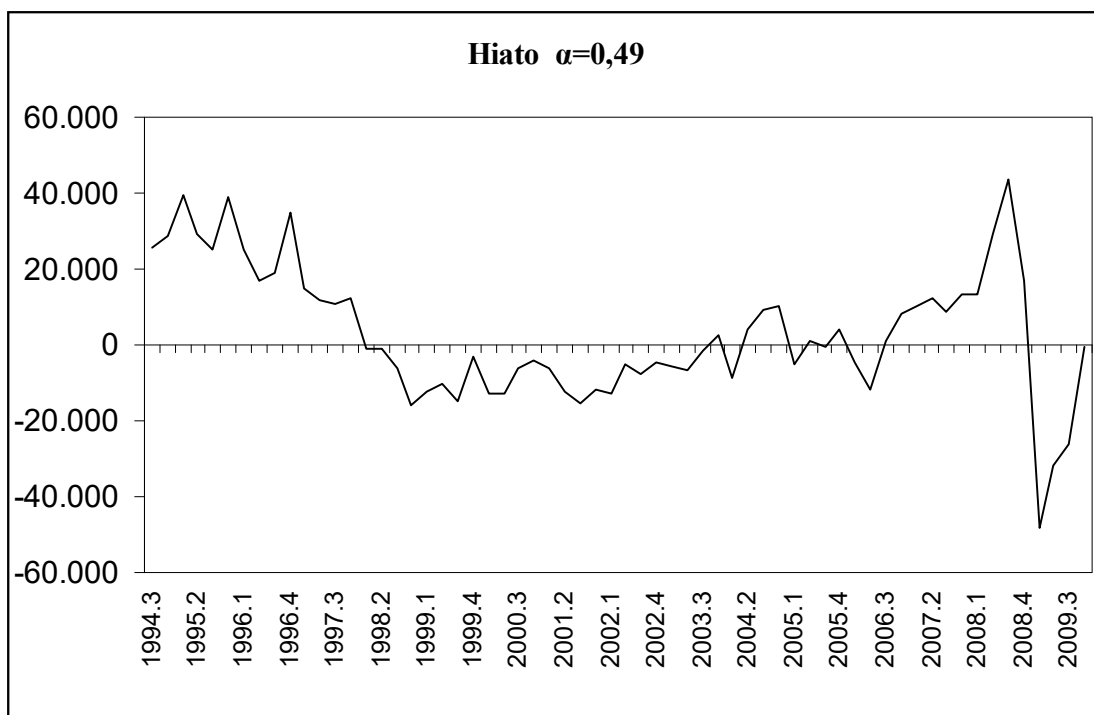
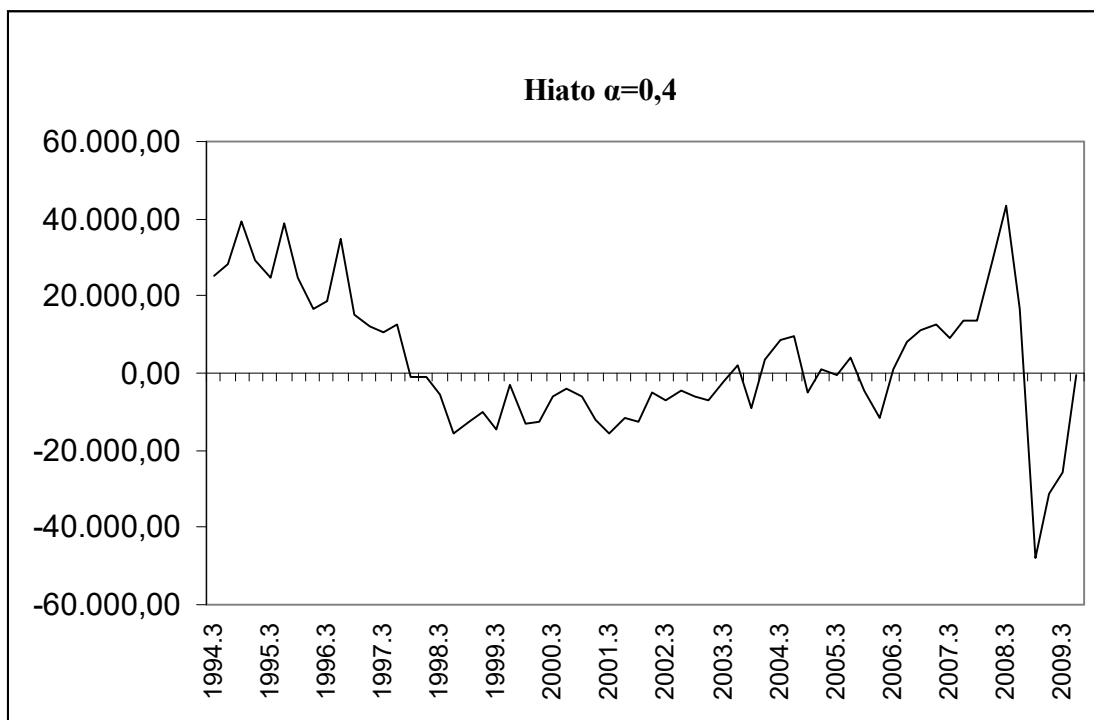


Gráfico 17: 1994.3 – 2009.4



3. Análise de “custo-benefício” dos métodos

Cada um dos métodos utilizados no presente trabalho tem sua relevância econômica, bem como desvantagens, tanto de caráter teórico quanto prático. O objetivo desta seção é tratar dos aspectos positivos e negativos de cada um, sem declarar preferência por algum deles.

Primeiramente, analisando o método de extração de tendência linear ao longo do tempo, é notória sua simplicidade e facilidade de interpretação. Podemos considerar esse fator como positivo ou negativo dependendo do ponto de vista. Se por um lado dispomos de um método de simples estimação, com o qual álgebra básica nos permite entender a equação resultante e aplicar os resultados para realizar previsões, por outro, esbarramos na forte hipótese de que o PIB potencial cresce a taxas constantes, sendo descrito por uma reta, independentemente de tudo o que possa acontecer na economia. Além disso, como vimos, dependendo da escolha do horizonte temporal, produzimos resultados significativamente diferentes, às vezes sendo necessário formar suposições sobre o que acreditamos ter acontecido em determinado período para escolher qual amostra temporal utilizar.

Em relação ao filtro HP, o método de suavização de série de PIB mais utilizado em estudos econômicos, resolvemos o problema da forte hipótese de que o produto potencial cresce a taxas constantes e passamos a ter uma série não-linear como nossa estimação de PIB potencial. No entanto, perdemos em simplicidade e passamos a confiar em um método estatístico para nos indicar as oscilações que diferem o método de uma simples extração de tendência linear, bem como perdemos o poder de previsão, pois apenas conseguimos calcular resultados para a amostra temporal disponível. Além disso, é possível gerar resultados onde o PIB potencial tem crescimento negativo, o que é pouco provável e intuitivo. Como abordado no relatório de inflação do Bacen de setembro de 1999, “com exceção de períodos de guerra ou de elevada perda de capital e força de trabalho, o PIB potencial tende a crescer ao longo do tempo”.

Com relação à função de produção como forma de estimação, temos a vantagem de termos maior conteúdo econômico embasando nossa estimação. Podemos, como em Silva-Filho (2001), decompor o crescimento do PIB entre PTF, trabalho e capital, de

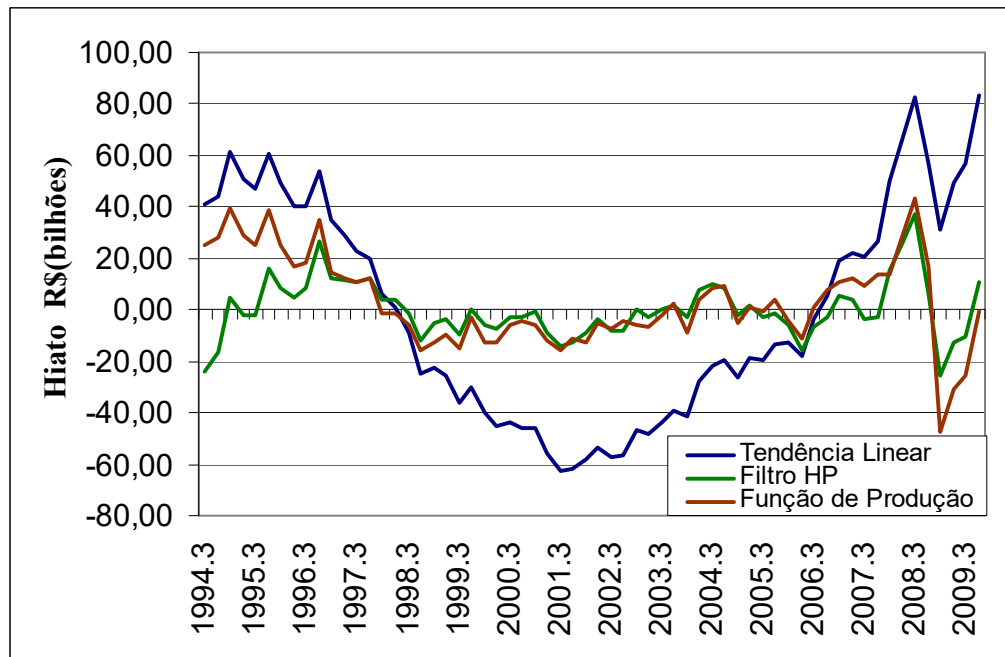
forma a aumentar nossa compreensão sobre quais fatores são mais relevantes. Além disso, ao realizarmos previsões, podemos observar o comportamento dos três fatores da função de produção e estudá-los separadamente para então realizar projeções para eles que nos levarão às projeções de produto potencial mais elaboradas, bem como podemos estimar como o hiato se comportará, dados diferentes cenários projetados para os componentes. Porém, temos problemas em como especificar a função de produção da melhor forma possível e na obtenção de dados. Como já discutido, a PTF engloba tudo o que não é trabalho e capital, mas que influencia no produto, o que torna sua interpretação complexa e, muitas vezes, vaga. Não há dados oficiais para o estoque de capital da economia, nem para a taxa de depreciação do capital, sendo necessário estimá-los. Outro ponto discutível no modelo é a suposição de que os fatores capital e trabalho encontram-se em mercados perfeitamente competitivos no ambiente macroeconômico, hipótese que se não for verdadeira causaria impactos em α e, conseqüentemente na PTF, como explicado acima. Outrossim, utilizamos para estimar a NAIRU⁷ e o NUCI ao nível potencial o filtro HP, que traz as desvantagens de ser um método puramente estatístico para estimarmos variáveis econômicas para as quais há teoria econômica e outras variáveis que influenciam seu comportamento.

No gráfico 17 abaixo, traçamos as três séries de hiato do produto relativas aos métodos utilizados, de forma a facilitar a comparação e evidenciar as diferenças nos resultados. Optou-se por utilizar os dados a partir do terceiro trimestre de 1994, isto é, após a implementação do Plano Real, por tratar-se do período no qual se iniciou a estabilização macroeconômica do país. Podemos observar que os dados calculados pelo método da função de produção, muitas vezes estão entre os de tendência linear e os de filtro HP, estando, na maioria das vezes, mais próximo do último, o que é esperado dado que nos utilizamos do filtro HP para gerar as séries que dão origem ao PIB potencial via função de produção. Também notamos movimentos mais extremos quando usamos a extração de tendência linear. Isso ocorre por termos um estimador rígido para o produto potencial, tornando a série de hiato muito atrelada às alterações na série do PIB efetivo. É interessante notar também que, muitas vezes, a direção das

⁷ Sigla em inglês para *Non-Accelerating Inflation Rate of Unemployment*.

mudanças no hiato são as mesmas para os três métodos, apenas sendo diferente a magnitude ou escala das mesmas.

Gráfico 18: Comparação entre os três métodos –1994.3 – 2009.4



4. Aplicação dos resultados em modelos econométricos

Nas seções seguintes, analisaremos alguns modelos utilizados para a gestão de política econômica, muito úteis como forma de analisar o panorama da economia quantitativamente e para a tomada de decisões no sistema de metas de inflação. Em comum, esses modelos utilizam como insumo o hiato do produto. Nosso intuito é, portanto, avaliar como a metodologia de cálculo de hiato aplicada pode influenciar nos resultados e conclusões que obtemos desses modelos.

4.1. Curva IS

Primeiramente, estimaremos uma curva IS, que expressa o hiato em função de suas próprias defasagens e da taxa referencial de juros DI pré-fixada para 180 dias, como na equação (6) abaixo, onde h_t é o hiato do produto calculado pelos três diferentes métodos, DI_t é a taxa DI pré-fixada 180 dias e ε_t representa um choque de demanda ou erro aleatório com média esperada zero no modelo.

$$h_t = \beta_0 + \beta_1 h_{t-1} + \beta_2 h_{t-2} + \beta_3 DI_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Na tabela 1 abaixo, apresentamos os resultados obtidos com a estimação via mínimos quadrados ordinários do modelo acima especificado. Nota-se que obtivemos coeficientes estimados altamente significantes para a primeira defasagem do hiato nos três modelos estimados, sendo que houve variação entre 0,81 e 1,13 para β_1 , isto é, para cada real de hiato no período imediatamente anterior, seja positivo ou negativo, tudo o mais constante, podemos esperar um efeito no hiato corrente entre R\$0,81 e R\$1,13, aproximadamente. À primeira vista, pode não parecer muito relevante essa diferença, mas quando tratamos os números em bilhões de reais, uma incerteza de 39,1% entre a estimativa mais baixa e a mais alta é bastante elevada, podendo tornar a previsão bastante imprecisa. Para os coeficientes da segunda defasagem do hiato, obtivemos coeficientes significantes apenas nos modelos com filtro HP e função de produção, nos quais nota-se sinal negativo nos coeficientes. Passando aos coeficientes estimados para

a taxa referencial DI-pré 180, encontramos o sinal negativo esperado para os três modelos, isto é, quanto mais alta a taxa, menor o hiato do produto. No entanto, se tomarmos como base o nível de significância de 10%, não podemos considerar o coeficiente estimado no modelo com função de produção significativa, enquanto nos outros dois modelos temos coeficientes significantes, mas, vale ressaltar, com diferença alta entre os valores estimados. Além disso, obtivemos o melhor grau de ajuste dentre os modelos no modelo de tendência linear, fato que podemos observar pelo R-quadrado bastante alto obtido. Nota-se, pelas estatísticas-F, que nos três modelos os coeficientes estimados são conjuntamente diferentes de zero aos níveis usuais de significância.

Tabela 1

Variável dependente: Hiato do Produto

Amostra ajustada: 1995.1 - 2009.4

Variável	Tendência Linear		Filtro HP		Função de Produção	
	Coefficiente	P-valor	Coefficiente	P-valor	Coefficiente	P-valor
Constante	22,67	2,7%	8,390	10,9%	9,768	19,3%
Hiato(-1)	1,129	<0,001%	0,833	<0,001%	0,812	<0,001%
Hiato(-2)	-0,227	18,9%	-0,493	0,3%	-0,405	1,7%
Swap DI-Pré (-1)	-1,260	4,7%	-0,521	8,5%	-0,61	15,7%
R-quadrado	94,9%		50,6%		47,5%	
R-quadrado ajustado	94,4%		46,5%		43,0%	
Durbin Watson	1,84		2,16		2,12	
CI de Akaike	296,53		278,41		306,62	
CI de Schwarz	303,18		285,06		313,28	
Estatística-F	217,93		11,99		10,55	
Prob(Estatística-F)	<0,00001		0,000015		0,000043	

4.2. Curva de Phillips

Nesta seção, estimaremos outro modelo de extrema importância para a gestão de política econômica, a Curva de Phillips. O modelo que usaremos relaciona inflação corrente medida pelo IPCA, nossa variável dependente, com sua respectiva expectativa medida pela pesquisa Focus realizada pelo BCB, a primeira defasagem da inflação, a primeira defasagem do hiato do produto e a primeira diferença da primeira e segunda defasagens do logaritmo natural da taxa de câmbio real, além de um choque aleatório η_t de média esperada zero, como na equação 7 abaixo.

$$\pi_t = \alpha_0 \cdot E(\pi_t) + \alpha_1 \cdot \pi_{t-1} + \alpha_2 \cdot h_{t-1} + \alpha_3 \cdot \Delta e_{t-1} + \alpha_4 \cdot \Delta e_{t-2} + \eta_t \quad (7)$$

Estimando via mínimos quadrados ordinários, encontramos os resultados abaixo descritos na tabela 2 para os três métodos de estimação do hiato. Vale destacar que no caso da taxa de câmbio real, a influência sobre a inflação ocorre diretamente, através do preço dos importados e indiretamente, via hiato do produto, por sua influência nas exportações líquidas.

Tabela 2
Variável dependente: Inflação
Amostra ajustada: 2000.2 - 2009.4

Variável	Tendência Linear		Filtro HP		Função de Produção	
	Coefficiente	P-valor	Coefficiente	P-valor	Coefficiente	P-valor
E(inflação)	1,003	<0,001%	0,983	<0,001%	0,982	<0,001%
Inflação(-1)	0,156	29,8%	0,193	18,6%	0,020	18,8%
Hiato(-1)	-0,003	33,5%	-0,018	10,1%	-0,011	17,1%
Δ câmbio(-1)	0,049	21,13%	0,065	9,80%	0,066	10,1%
Δ câmbio(-2)	0,098	5,93%	0,101	0,37%	0,107	0,29%
R-quadrado	88,2%		88,8%		88,5%	
R-quadrado ajustado	86,8%		87,5%		87,2%	
Durbin Watson	1,72		1,78		1,750	
CI de Akaike	91,71		89,35		90,29	
CI de Schwarz	99,71		97,33		98,61	
Estatística-F	50,93		54,04		52,58	
Prob(Estatística-F)	<0,00001		<0,00001		<0,00001	

Como podemos observar, não encontramos diferenças significativas nos três modelos estimados decorrentes da utilização de métodos de estimação de PIB potencial diferenciados. Nos três casos, não obtivemos coeficientes estatisticamente significantes para a primeira defasagem do hiato, se considerarmos nível de significância até 10%, resultado similar ao encontrado em Carneiro (2000). Para os coeficientes de π_{t-1} não encontramos muita variação entre os coeficientes estimados, além do fato de nenhum mostrar-se significativo estatisticamente, resultado dentro do esperado dada a especificação do modelo. O mesmo ocorreu para os coeficientes estimados para Δe_{t-1} , que variaram apenas 0,017 entre o menor e maior valor estimado, sendo que tomando por base nível de significância de 10%, apenas o coeficiente encontrado para o modelo com hiato via filtro HP mostrou-se significativo. Com relação aos coeficientes de Δe_{t-2} , encontramos também pouca variabilidade nos valores, mas todos mostraram-se significantes, o que nos sugere que os efeitos de alterações no câmbio real são sentidas na inflação com defasagem aproximada de seis meses, o que pode ser explicado pelo fato de que os aumentos nos preços são primeiro passados ao produtor e até que cheguem ao consumidor há certa defasagem. As estatísticas-F dos três modelos, por sua vez, nos indicam que, conjuntamente, os coeficientes estimados são estatisticamente significantes e diferentes de zero. Assim sendo, para esse modelo, não pudemos observar discrepância severa nos resultados decorrentes do método de estimação utilizado para o hiato do produto.

4.3. Regra de Juros

A regra de juros é uma forma útil de pensar na política monetária e nas reações do Banco Central para atingir a meta inflacionária definida. Utilizaremos nessa seção uma regra de juros tradicional, conhecida como regra de Taylor, como na forma abaixo, onde i_t é a taxa nominal de juros fixada pelo Banco Central, conhecida como SELIC, π_t é a inflação medida pelo IPCA calculado pelo IBGE, π^* é a meta de inflação fixada pelo Conselho Monetário Nacional (CMN) e h_t é o hiato do produto. O coeficiente α pode ser entendido como uma medida de sensibilidade da reação do BCB a desvios em relação à meta, em detrimento de desvios no hiato. Já para β , o raciocínio se inverte, de modo que temos uma forma de medir a importância relativa dada pelo BCB a desvios do produto efetivo em relação ao potencial, em detrimento de desvios na trajetória da inflação.

$$i_t = \rho_1 \cdot i_{t-1} + \rho_2 \cdot i_{t-2} + \alpha \cdot (\pi_t - \pi^*) + \beta \cdot h_t + v_t \quad (9)$$

Os resultados encontrados estão dispostos na tabela 3 abaixo. Com relação às duas primeiras variáveis independentes, relativas às defasagens da taxa de juros básica da economia, não podemos notar grande variação dentre os coeficientes estimados para os três métodos, sendo que todos se apresentaram altamente significantes estatisticamente. Vale notar que observamos relação negativa entre a taxa SELIC com duas defasagens, isto é, seis meses antes, e a SELIC corrente. Encontramos resultados similares para os coeficientes de desvio da inflação corrente em relação à meta, de modo que todos são bastante significantes e com pouca variação devido ao método de estimação de hiato utilizado. No entanto, para os coeficientes de hiato, encontramos diferenças entre os modelos estimados. Como se pode observar, para o modelo de tendência linear, o coeficiente para hiato não é estatisticamente significativo. Já nos outros dois modelos, encontramos coeficientes estatisticamente significantes e com o sinal esperado, isto é, quando a economia está acima do nível potencial, tudo o mais constante, o BC tende a aumentar a taxa SELIC. No entanto, encontramos uma

diferença de 100% entre os coeficientes estimados, vez que nos modelos com filtro HP e função de produção temos, respectivamente, β igual a 0,004 e 0,008.

Tabela 3

Variável dependente: SELIC

Amostra ajustada: 1999.3 - 2009.4

Variável	Tendência Linear		Filtro HP		Função de Produção	
	Coeficiente	P-valor	Coeficiente	P-valor	Coeficiente	P-valor
SELIC(-1)	1,425	<0,001%	1,414	<0,001%	1,404	<0,001%
SELIC(-2)	-0,451	<0,001%	-0,437	<0,001%	-0,428	<0,001%
$\pi_t - \pi^*$	0,139	0,006%	0,137	0,005%	0,138	0,004%
Hiato	0,0003	68,19%	0,008	0,57%	0,004	3,51%
R-quadrado	99,5%		99,5%		99,5%	
R-quadrado ajustado	99,5%		99,5%		99,5%	
Durbin Watson	1,92		1,98		1,98	
CI de Akaike	16,92		12,5		13,9	
CI de Schwarz	23,87		19,4		20,9	
Estatística-F	3414,84		4306,12		3791,91	
Prob(Estatística-F)	<0,00001		<0,00001		<0,00001	

5. Conclusão

Ao longo do texto, por diversas vezes, é mostrado o quão difícil e controverso pode ser estimar o PIB potencial. Muitos fatores podem influenciar a estimação, como a escolha do horizonte temporal, o tipo de filtro a ser usado e a escolha dos dados utilizados. Na seção 2, pode-se observar o grau de incerteza atrelado às estimações realizadas, bem como, a partir do gráfico 18 na seção 3, que compara as estimativas dos três métodos aqui apresentados, é possível visualizar o quão controverso pode ser afirmar que a economia encontra-se acima ou abaixo de seu nível potencial. Também na seção 3, buscou-se apresentar vantagens e desvantagens das formas de estimação, de modo que se possa compreender melhor a relevância de cada um, bem como as hipóteses econômicas por trás deles. Além disso, como era de interesse mostrar, na seção 4, estimamos versões de arcabouço simplificado de modelos utilizados na tomada de decisões de política econômica como forma de exemplificar a influência que o método de estimação de hiato do produto pode exercer sobre os resultados encontrados.

Na seção 2.1, onde se analisou o método de estimação via extração de tendência linear da série de PIB, pudemos observar o efeito da escolha do horizonte temporal sobre essa metodologia bastante simples. Tomando como exemplo o período da recente crise das hipotecas *subprime* norte-americanas, dependendo do horizonte temporal escolhido, obtivemos resultados que variaram entre estarmos confortavelmente acima do nível potencial durante toda a crise⁸ e termos passado por período abaixo do nível potencial. Já na seção 2.2, analisamos o método de estimação via filtro Hodrick-Prescott (HP) sob os mesmos horizontes de tempo da seção 2.1 e, novamente, embora em menor grau, foi possível observar que há diferenças no resultado obtido, dada a amostra temporal em evidência. Para a estimação via função de produção, na seção 2.3, adotamos apenas o horizonte temporal após a implementação do Plano Real e também buscamos demonstrar, na própria seção e na seção 3, as questões relacionadas à incerteza inerente a este método de estimação, como a utilização do filtro HP para a

⁸ Deve-se frisar que estamos lidando com dados até o quarto trimestre de 2009 e, portanto, quando se fala em período da crise no texto, não se pretende argumentar que a crise está superada, mas apenas especificar o período a partir do início da crise *subprime* até o fim do período estudado.

estimação da função de produção Cobb-Douglas em seu nível potencial e a dificuldade em obter estimativas para o estoque de capital, por exemplo.

Na seção 4, apresentamos três modelos simplificados de gestão de política econômica, que utilizam como insumo os valores estimados para hiato do produto. O primeiro deles é o modelo de curva IS. A partir dos resultados encontrados, notamos que o método de estimação de hiato gerou algumas discrepâncias nos resultados encontrados. Para os coeficientes de hiato(-1), todos se mostraram significantes estatisticamente, porém com diferença de 39,1% entre o coeficiente mais alto (para o modelo com hiato via tendência linear) e o mais baixo (para o modelo utilizando função de produção). Para hiato(-2), não encontramos coeficiente significativo para o modelo com tendência linear, enquanto, para os outros dois, os coeficientes foram significantes e similares. Já para os coeficientes de DI-pré, não encontramos significância estatística ao nível de 10% para o modelo com função de produção, mas sim para os outros dois modelos, com diferença de 141,8% entre os coeficientes dos últimos.

Em seguida, estimamos um modelo tido como híbrido para a curva de Phillips, isto é, um modelo no qual usamos como variáveis independentes a inflação passada, típica em modelos chamados de *backward-looking*, bem como a expectativa de inflação, usada em modelos conhecidos como *forward-looking*. Como destacado na seção correspondente, para esse modelo, não encontramos variações muito significativas nos resultados.

A partir de nossos resultados para o terceiro modelo, de regra de Taylor, pode-se perceber claramente a influência da metodologia de cálculo de hiato nos resultados, de modo que encontramos coeficientes bastante similares para as demais variáveis independentes e a divergência ficou exatamente nos coeficientes encontrados para hiato, para o qual obtivemos valor estatístico zero para o modelo com hiato via tendência linear, 0,008 para o com filtro HP e 0,004 para o modelo usando hiato via função de produção.

Diante de todo exposto, pode-se argumentar que seria interessante dispormos de divulgação por órgão oficial de uma medida de hiato do produto. Se por um lado facilitaria pesquisas e comparações entre elas, bem como tornaria o acesso a esse importante dado mais difundido entre a população em geral, por outro, poder-se-ia gerar

uma sensação de que é um dado possível de ser medido diretamente e o dado oficial poderia ser tido como incontestável e o mais correto, sendo que, como vimos, sempre há incerteza agregada na estimação do PIB potencial e, conseqüentemente, no hiato do produto.

Assim sendo, justifica-se a abordagem do Banco Central Brasileiro de destacar os diferentes métodos possíveis e colocá-los à prova, que parece ser a mais acertada do ponto de vista de um gestor de política monetária. O BCB evidencia em seus relatórios que observa constantemente as séries de hiato do produto, valendo-se de diferentes métodos de estimação para formar sua opinião acerca da situação macroeconômica do país, mais uma vez deixando claro que não é suficiente confiarmos em apenas uma forma de estimação. Em síntese, para formar juízo de valor sobre os resultados, é importante observar a economia como um todo, tendo em mente os dados observados diretamente e as perspectivas econômicas, bem como as virtudes e defeitos de cada método de estimação, de modo que os cálculos envolvidos na geração das séries de hiato do produto, apesar de importantes e úteis, tornam-se coadjuvantes em uma análise econômica mais abrangente.

6. Bibliografia

AREOSA, M., “Combining Hodrick-Prescott Filtering with a Production Function Approach to Estimate Output Gap”, BCB, working paper n.172, agosto, 2008.

BANCO CENTRAL DO BRASIL, Relatório de Inflação, setembro, 1999, p.75-8.

BANCO CENTRAL DO BRASIL, Relatório de Inflação, dezembro, 2003, p.117-19.

BANCO CENTRAL DO BRASIL, Relatório de Inflação, setembro, 2004, p.112-14.

BOGDANSKI, J.; TOMBINI, A.A.; WERLANG, S.R.C., “Implementing Inflation Targeting in Brazil”, BCB, Working paper series n.1, julho, 2000.

CARNEIRO, D.D., “Inflation Targeting in Brazil: What Different does a Year Make?”, Texto para discussão n. 429, Depto. Economia PUC-Rio, dezembro, 2000.

ENDERS, W., “Applied Econometric Time Series”, 2e., Editora Wiley, 2003

FREITAS, P. S.; MUINHOS, M. K., “A Simple Model for Inflation Targeting in Brazil”, BCB, Working paper series n.18, abril, 2001.

JONES, C. I., Introdução à Teoria do Crescimento Econômico, 12^a ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

MINELLA, A. et al, “Inflation Targeting in Brazil: Lessons and Challenges”, BCB, Working paper series n.53, novembro, 2002.

MORANDI, L., Estoque de Capital Fixo no Brasil, 1950 – 2002, In: XXXII Encontro Nacional de Economia - ANPEC, 2004. João Pessoa, PB. Anais do XXXII Encontro Nacional de Economia - ANPEC, 2004.

SILVA FILHO, T. N. T., Estimando o Produto Potencial Brasileiro: Uma Abordagem de Função de Produção, BCB, Trabalhos para discussão n.17, abril, 2001.

SOUZA JR., J. R. C., Produto Potencial: conceitos, métodos de estimação e aplicação à economia brasileira, Rio de Janeiro: IPEA, 2005 (Texto para discussão, n. 1.130).

SUMMA, R., Uma avaliação crítica dos métodos de estimação do produto potencial e NAIRU no Brasil, II Encontro Nacional da Associação Keynesiana Brasileira, setembro, 2009.