

## Medidas de hiato do produto no Brasil

O hiato do produto é um conceito-chave para os formuladores de política monetária, pois é uma variável que procura captar se as condições de atividade econômica estão exercendo pressão para aumentar ou reduzir a inflação. É definido pela diferença percentual entre os níveis reais do produto efetivo e do produto potencial, sendo este último definido como o nível que não gera pressões inflacionárias ou desinflacionárias na economia.

Entretanto, o produto potencial é uma variável não observável, de forma que o hiato do produto tem elevada incerteza na sua mensuração, não existindo consenso na literatura e nos bancos centrais sobre a melhor forma de sua estimação. Como resultado, o que os bancos centrais normalmente fazem é estimar o hiato do produto utilizando diferentes metodologias, o que tem sido feito também pelo Banco Central do Brasil (BC). Com isso, os formuladores de política monetária têm melhor dimensão da incerteza envolvida na mensuração do hiato do produto. De fato, distintas metodologias estatísticas podem sinalizar, por meio do hiato do produto estimado, diferentes estados da economia em um mesmo período. Ademais, usando uma mesma metodologia, os resultados podem ser revisados devido à revisão de dados ou alteração do tamanho da amostra. A informação trazida pela utilização de diversas metodologias é utilizada pelo Comitê de Política Monetária (Copom) para a avaliação do nível do hiato do produto, em complementação às advindas dos modelos semiestruturais de pequeno porte. Além disso, permite a construção de cenários contrafactuais utilizando avaliações de hiato do produto diferentes da utilizada no cenário de referência, permitindo uma melhor avaliação de riscos.<sup>1</sup>

Neste box são apresentadas as estimativas de hiato do produto decorrentes das seguintes metodologias (ver o Apêndice 1 para uma breve descrição das metodologias):<sup>2</sup>

### Grupo I – Hiato univariados estatísticos

- I. Tendência quadrática com quebras;
- II. Tendência não-paramétrica;
- III. Tendência HP (Hodrick-Prescott);
- IV. Tendência  $\ell_1$ ;
- V. Tendência HP modificada;
- VI. Filtro do tipo passa-banda (*band-pass*) – aproximação de Christiano e Fitzgerald;
- VII. Beveridge e Nelson – variante de Kamber et al. (2018).

### Grupo II – Hiato multivariados

- I. Função da produção com combinação simples;
- II. Função de produção com abordagem de Areosa (2008);
- III. Função de produção baseada no modelo do Escritório de Orçamento do Congresso dos Estados Unidos (CBO – EUA);
- IV. Estimação baseada em modelo de Jarocinski e Lenza (2018);
- V. Estimação baseada em componentes principais.

1/ Por exemplo, no Relatório de Inflação de setembro de 2022, foram apresentadas projeções de inflação pressupondo nível do hiato do produto diferente do usado no cenário de referência.

2/ Ressalta-se que, em modelos estruturais novo-keynesianos de equilíbrio geral, o produto potencial, tipicamente nesse arcabouço, é o produto que prevaleceria em uma situação contrafactual de ausência de fricções nominais e de choques monetários e de markups. Diferentes modelos com diferentes tipos de fricção e choques podem ser aplicados, o que torna difícil um consenso sobre o produto potencial.

## Hiatos univariados estatísticos

As metodologias univariadas realizam a decomposição tendência-ciclo e em geral compartilham a hipótese de que as tendências são não-correlacionadas com o ciclo, sendo o hiato a diferença entre o nível da variável de atividade observada e a tendência. A seguir, sete métodos univariados tradicionais de decomposição do produto são apresentados como exemplos, ressaltando que esse conjunto é não exaustivo das metodologias univariadas disponíveis na literatura relacionada.<sup>3</sup> A primeira metodologia deriva a tendência por suavizações parciais usando parcelas da amostra, com a hipótese de que cada parte da tendência é determinística, calculada utilizando regressão com **tendência quadrática com quebras**. Os pontos de quebra da amostra são determinados por teste estatístico de múltiplas quebras estruturais de Bai e Perron (2003). Desse modo, cada informação adicional pode alterar consideravelmente o ajustamento da tendência após a última quebra, bem como levar a alteração nos pontos de quebra selecionados anteriormente. A segunda metodologia, “**não-paramétrica**”, baseada em Cleveland (1979), deriva a tendência por suavização local utilizando regressões localmente ponderadas, de modo que a alteração da tendência com acréscimo de observações é localizada.

O terceiro tipo de medida de hiato é o **método HP**, de Hodrick and Prescott (1997), cuja tendência é estocástica e suave, obtida via regressão Ridge, com parâmetro de suavização usual para dados trimestrais. A quarta metodologia é o **filtro de tendência  $\ell_1$** , proposto por Kim et al (2009), que se trata de uma modificação do método HP, o qual substitui a soma de quadrados usada nesse filtro para penalização das variações da tendência por uma soma de valores absolutos (ou seja, uma norma  $\ell_1$ ). A tendência resultante é linear por partes, sem que haja a necessidade de especificar *a priori* a quantidade ou localização dos pontos de quebra. O quinto hiato estimado também realiza **modificação no filtro HP**, baseada em Andrle (2013), onde se pressupõe que a taxa de crescimento de longo prazo da produtividade da economia possui um estado estacionário definido.<sup>4</sup> O sexto hiato estimado é o do tipo **passa-banda (Band-Pass – “bp”)**, utilizando a abordagem de Christiano e Fitzgerald (2003), que tipicamente representa frequências entre 8 e 32 trimestres para o componente cíclico do produto.

A sétima metodologia emprega uma **alteração na decomposição de Beveridge-Nelson (BN)** realizada por Kamber et al. (2018), impondo uma razão sinal-ruído mais baixa. A decomposição de BN define a tendência do Produto Interno Bruto (PIB) como o limite da esperança condicional em horizontes longos de previsão. Seguindo a abordagem de Kamber et al. (2018), utiliza-se um modelo autorregressivo para a esperança condicional da taxa de crescimento do PIB, impondo defasagens longas e restrições aos coeficientes de maneira a maximizar a amplitude do hiato resultante.<sup>5</sup>

Essas metodologias são aplicadas inicialmente sobre o logaritmo da série trimestral do PIB a preços de mercado dessazonalizada, calculada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O Gráfico 1A apresenta as estimativas utilizando amostra que parte do primeiro trimestre de 1996 e termina no primeiro trimestre de 2024, último dado publicado.<sup>6</sup> Há considerável dispersão de medidas de hiatos, evidenciando o elevado grau de incerteza nas estimativas dessa variável. Diferentes tipos de hiato podem sinalizar diferentes estados da economia em um mesmo período, como, por exemplo, no período entre 2010 e 2013, caracterizado por elevadas taxas de crescimento do PIB, no período imediatamente anterior à eclosão da pandemia da Covid-19 ou especialmente no primeiro trimestre de 2024, refletindo a maior incerteza no final da amostra.

3/ Canova (2020) ressalta que decomposições estatísticas entre componentes transitório e permanente do produto podem não recuperar o hiato e o produto potencial quando se pressupõe que o processo gerador de dados advém de modelos de equilíbrio geral novo-keynesianos canônicos. Por exemplo, nesses modelos canônicos que são referência de análise de política econômica, o hiato e o produto potencial têm características espectrais – oscilações de curta e longa frequências no tempo – correlacionadas, enquanto diversos filtros estatísticos têm a tendência não correlacionada com o ciclo como hipótese básica. Esses tipos de distorções espectrais de hiatos estatísticos em relação a hiatos de modelos de equilíbrio geral canônicos requerem cautela de analistas quanto a considerar um hiato do produto específico e corrobora a motivação central deste box.

4/ Essa metodologia é utilizada no modelo Samba. Para mais detalhes, ver Fasolo et al. (2023). Andrle (2013) usa um termo autorregressivo AR(1) para caracterizar o componente cíclico. Para oferecer maior riqueza na dinâmica do hiato, optou-se por adicionar um AR(2) na estimação para o Brasil.

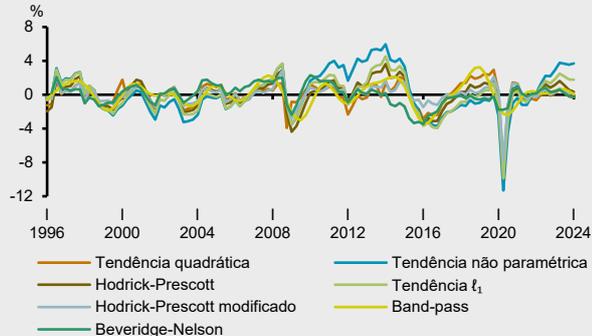
5/ Como sugerido pelos autores, modela-se a taxa média de crescimento no período como uma constante. Além disso, seguindo Morley et al. (2023), calibra-se a variância relativa dos choques durante a pandemia.

6/ Para essa amostra, as quebras selecionadas para a tendência quadrática foram 2000T1, 2008T4, 2013T3 e 2020T2. Já para a tendência  $\ell_1$ , foram obtidas quebras em 2003T3, 2012T1, 2012T4 e 2020T3.

Essa característica torna ainda mais desafiadora a condução da política monetária, pois a estimação do hiato corrente recebe uma atenção especial, não só por revelar o estado corrente da economia, como também por ser o ponto de partida das projeções do hiato do produto à frente. Por outro lado, em que pesem as diferenças em termos de nível do hiato, observa-se a elevada correlação entre as medidas, isto é, as medidas tendem a se mover na mesma direção.

**Gráfico 1A – Hiatos univariados estatísticos do PIB**

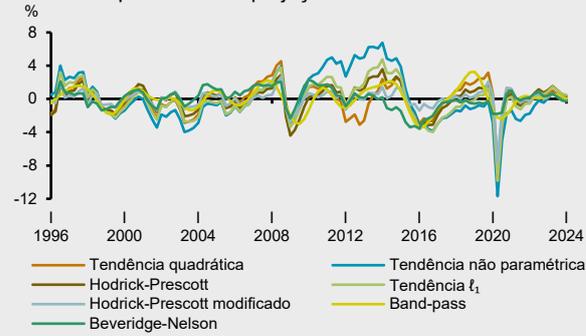
Dados observados até 2024T1



Obs.: Dados do gráfico: 1996T1–2024T1.

**Gráfico 1B – Hiatos univariados estatísticos do PIB**

Dados completados com projeções Focus até 2028T4



Obs.: Dados do gráfico: 1996T1–2024T1.

Com o objetivo de mitigar o problema de final de amostra, a literatura e experiência têm destacado os benefícios de, antes de se fazer a estimativa do hiato, estender a amostra utilizando alguma fonte de previsão.<sup>7</sup> Com isso, reduz-se o problema usual de final de amostra, embora torne os resultados dependentes, em alguma medida, das previsões utilizadas. Neste boxe, a amostra do PIB foi estendida até o quarto trimestre de 2028, utilizando para isso a mediana das expectativas da pesquisa Focus de 14.6.2024, com interpolação a partir do segundo trimestre de 2026 para se chegar a valores trimestrais.<sup>8</sup> Os resultados são apresentados no Gráfico 1B e um comparativo para o primeiro trimestre de 2024 é apresentado na Tabela 1. Nota-se que os valores para esse trimestre tiveram variações significativas em algumas especificações.<sup>9</sup>

**Tabela 1 – Hiatos univariados estatísticos do PIB**

Comparação entre os hiatos obtidos para 2024T1 usando apenas dados observados ou completando com projeções Focus

Método	%		
	Hiato com dados observados (A)	Hiato com projeções Focus (B)	Diferença (p.p.) (B) - (A)
Tendência quadrática	-0,31	-0,21	0,10
Tendência não paramétrica	3,67	-0,04	-3,71
Hodrick-Prescott	0,33	0,33	0,00
Tendência $\ell_1$	1,75	0,47	-1,27
Hodrick-Prescott modificado	0,12	-0,17	-0,30
Band-pass	0,03	0,02	-0,01
Beveridge-Nelson	-0,30	-0,28	0,02

7/ Outra abordagem é utilizar metodologias unilaterais, cuja estimativa do hiato não é revisada com o aumento do tamanho da amostra, como, por exemplo, o filtro HP unilateral (*one-sided HP-filter*), a utilização da variação do PIB interanual ou a utilização de projeções locais. Ver Stock e Watson (1999) e Hamilton (2018). Dentre os hiatos univariados apresentados, apenas o hiato Beveridge-Nelson é um hiato unilateral.

8/ Para essa amostra, as quebras selecionadas para a tendência quadrática foram 2012T4 e 2020T2. Já para a tendência  $\ell_1$ , foram obtidas quebras em 2003T2, 2012T1, 2012T4 e 2020T3.

9/ O Apêndice 2 apresenta outro exercício ilustrando o problema de final de amostra, utilizando estimativas em tempo quase real (*pseudo-real time*).

## Hiatos multivariados

O grupo de hiatos multivariados envolve diferentes metodologias e abordagens. O hiato do produto pode ser resultado de uma combinação de variáveis observáveis ou ser tratado como uma variável não observável estimada utilizando o filtro de Kalman. Relações macroeconômicas, em particular a curva de Phillips, podem ser utilizadas para trazer informação sobre a estimativa do hiato.

Algumas estimativas multivariadas têm como peça-chave a utilização de uma função de produção que combina capital e trabalho por meio de uma tecnologia Cobb-Douglas. A ideia principal é captar possíveis pressões inflacionárias ou desinflacionárias a partir de estimativas de pressão nos mercados de fatores de produção. As estimativas, entretanto, podem variar de acordo com as técnicas utilizadas para medir o grau de ociosidade dos fatores.

Na primeira estimativa usando uma **função produção**, faz-se uma combinação linear dos hiatos de trabalho e capital, obtidos pelo método HP aplicado na taxa de ocupação da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) trimestral do IBGE e no nível de utilização da capacidade instalada da indústria (Nuci) da Fundação Getúlio Vargas (FGV), ambos dessazonalizados.<sup>10</sup> Os pesos utilizados correspondem à participação estimada na renda nacional desses fatores.<sup>11</sup>

A segunda metodologia, baseada em **Areosa** (2008), também combina dois métodos comumente utilizados para estimar o produto potencial – a função de produção e o filtro de HP. Por meio da função de produção Cobb-Douglas, é possível escrever o hiato do produto como uma combinação linear de dois outros hiatos: o hiato de emprego e o hiato de utilização da capacidade instalada. Essa relação evidencia que, quando o emprego e a utilização da capacidade instalada se desviam de seus níveis naturais, o produto se desvia de seu nível potencial. A metodologia faz uso dessa relação para criar um filtro que estima simultaneamente os três hiatos através da resolução de um único problema de otimização que representa três filtros HPs interligados pela restrição derivada da função de produção.

O terceiro método **baseia-se no modelo utilizado pelo Escritório de Orçamento do Congresso dos Estados Unidos** (CBO – EUA), apresentado em Shackleton (2018), mas utilizando dados agregados.<sup>12</sup> A estimação é baseada na função de produção, cujo níveis potenciais são decompostos em três componentes: contribuição do trabalho, obtida pela ocupação potencial; contribuição do capital, obtida pelo estoque de capital potencial; e o resíduo, que representaria a produtividade total dos fatores potencial. Para a estimação desses valores são utilizadas regressões lineares por partes (*piecewise linear regressions*) que incluem também termos que captam o componente cíclico. Esses termos são então zerados para se encontrar os valores não cíclicos. Cada parte da tendência é construída baseando-se na classificação de ciclos do Comitê de Datação de Ciclos Econômicos (Codace) e a série de capital utilizada é a estimada em Souza Júnior e Cornelio (2020).

A abordagem seguinte é uma aplicação do modelo desenvolvido por **Jarocinski e Lenza** (2018) (JL) para o Brasil. Trata-se de um modelo de fator dinâmico bayesiano em que as estimativas de hiato do produto são consistentes com o comportamento da inflação. O hiato é uma variável não observável e um fator comum às variáveis de atividade e à inflação. Como medida desta última é utilizado o núcleo de inflação Ex-0 (combinação da inflação de serviços e de bens industriais), modelado como desvio de uma tendência e função de seus valores passados, do hiato do produto e da inflação importada. Permite-se ainda que a variância de choques possa se alterar ao longo do tempo (volatilidade estocástica). As variáveis de atividade empregadas nessa abordagem são as mesmas utilizadas no modelo semiestrutural de pequeno porte: PIB, taxa de desocupação calculada pelo IBGE, estoque de empregos formais medidos pelo Novo Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Novo Caged) do Ministério do Trabalho e Emprego e Nuci calculado pela FGV.

10/ Para detalhes, vide Alves e Correia (2013).

11/ Foram utilizados os pesos de 0,4 e 0,6 para capital e trabalho, respectivamente, obtidos pela estimativa de participação média desses fatores de produção no PIB entre 1999 e 2019.

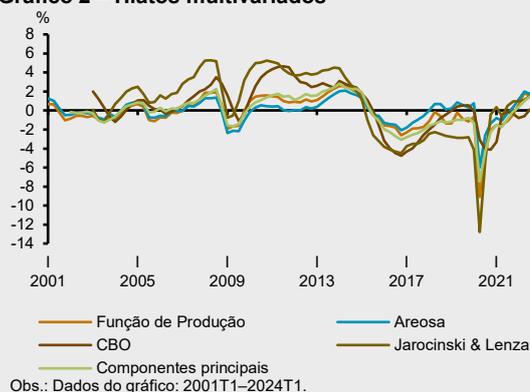
12/ O trabalho do Congressional Budget Office (CBO) envolve a utilização de séries desagregadas tanto para trabalho como para capital e assim consegue captar melhor diferenças decorrentes de heterogeneidades desses fatores.

Por fim, apresenta-se o método de **componentes principais** para obter uma série comum que explique simultaneamente as variações nas dinâmicas cíclicas de atividade e mercado de trabalho. O primeiro componente principal estimado é capaz de sumarizar 71,9% da variância total da base de dados que contém séries padronizadas de PIB, estoque de empregos formais medidos pelo Novo Caged, Nuci calculado pela FGV e taxa de ocupação calculada pelo IBGE, as quais apresentam correlação positiva com a inflação de bens livres.

Apesar de os modelos multivariados incluírem mais informações sobre a atividade econômica e terem referência em teoria, os hiatos são sensíveis à especificação, como, por exemplo, às equações do modelo, o número de defasagens, o número e o tipo de variáveis, o tamanho da amostra, etc.<sup>13</sup>

Os hiatos estimados pelos métodos multivariados são apresentados no Gráfico 2. Da mesma forma que no caso dos hiatos univariados, nota-se elevada correlação entre as medidas e diferenças significativas entre os níveis.

**Gráfico 2 – Hiatos multivariados**



## Conjunto de medidas

O Gráfico 3 apresenta a área coberta por todos os hiatos univariados e multivariados e as curvas com a média simples desses hiatos, a mediana, os percentis 25 e 75 e os valores mínimo e máximo. A amplitude da área dá uma dimensão da incerteza envolvidas nessas medidas. No período entre o segundo trimestre de 2003 e o primeiro trimestre de 2024, em média, a diferença entre as medidas mais extremas foi de 4,25 p.p. e entre os percentis 25 e 75 foi de 1,31 p.p. Por outro lado, destaca-se, em geral, a elevada correlação entre as medidas, mostrada na Tabela 2.

**Gráfico 3 – Dispersão das medidas de hiato do produto**



13/ Hiatos derivados desses tipos de modelos também não estão isentos de potenciais distorções espectrais ao se ter modelos de equilíbrio geral canônicos como referência do processo gerador de dados.

**Tabela 2 – Correlações entre as medidas de hiato do produto**

Amostra 2003T2–2024T1.

	Tendência quadrática	Tendência não paramétrica	Hodrick-Prescott	Tendência $\ell_1$	Hodrick-Prescott modificado	Band-pass	Beveridge-Nelson	Função de Produção	Areosa	CBO	Jarocinski & Lenza	Componentes principais
Tendência quadrática	1,00											
Tendência não paramétrica	0,53	1,00										
Hodrick-Prescott	0,81	0,81	1,00									
Tendência $\ell_1$	0,77	0,92	0,94	1,00								
Hodrick-Prescott modificado	0,85	0,65	0,91	0,82	1,00							
Band-pass	0,67	0,50	0,74	0,64	0,50	1,00						
Beveridge-Nelson	0,52	0,40	0,52	0,51	0,47	0,44	1,00					
Função de Produção	0,60	0,85	0,83	0,89	0,70	0,52	0,42	1,00				
Areosa	0,73	0,72	0,90	0,85	0,77	0,71	0,38	0,90	1,00			
CBO	0,36	0,77	0,57	0,72	0,33	0,48	0,41	0,75	0,60	1,00		
Jarocinski & Lenza	0,48	0,83	0,69	0,80	0,56	0,40	0,68	0,85	0,65	0,78	1,00	
Componentes principais	0,55	0,89	0,82	0,89	0,63	0,54	0,47	0,96	0,86	0,83	0,89	1,00

A Tabela 3 mostra os níveis dos hiatos em 2023 e no primeiro trimestre de 2024 para todas as metodologias abordadas. Considerando o primeiro trimestre de 2024, verifica-se que o intervalo estimado está entre -0,28% e 2,37%, com média de 0,63%, mediana de 0,40% e percentis 25 e 75 em -0,08% e 1,13%, respectivamente. Por fim, o Questionário Pré-Copom (QPC), enviado aos participantes do Sistema Expectativas de Mercado antes de cada reunião do Copom, periodicamente inclui questão sobre as estimativas para o hiato do produto dos participantes. No QPC do Copom de junho de 2024, a mediana da estimativa do hiato para o primeiro trimestre de 2024 foi 0,3%, com percentis 25 e 75 em -0,1% e 0,7%, respectivamente.

**Tabela 3 – Níveis do hiato do produto de 2023T1 a 2024T1 por tipo de metodologia**

	2023				2024
	T1	T2	T3	T4	T1
<b>Hiatos univariados estatísticos</b>					
Tendência quadrática	0,57	1,00	0,49	0,00	-0,21
Tendência não paramétrica	0,07	0,69	0,35	0,02	-0,04
Hodrick-Prescott	1,07	1,53	1,03	0,54	0,33
Tendência $\ell_1$	0,93	1,47	1,04	0,62	0,47
Hodrick-Prescott modificado	0,23	0,64	0,24	-0,09	-0,17
Band-pass	0,38	0,53	0,52	0,33	0,02
Beveridge-Nelson	0,41	0,63	0,22	-0,18	-0,28
<b>Hiatos multivariados</b>					
Função de Produção	0,97	1,67	1,35	1,49	2,31
Areosa	0,70	0,79	0,47	0,24	0,48
CBO	1,07	1,65	1,96	2,33	2,37
Jarocinski & Lenza	0,15	0,74	0,79	0,82	1,22
Componentes principais	1,06	1,31	1,16	0,89	1,10
<b>Sumário</b>					
Média	0,63	1,06	0,80	0,58	0,63
Mediana	0,63	0,90	0,66	0,43	0,40
Percentil 25	0,34	0,68	0,44	0,01	-0,08
Percentil 75	1,00	1,49	1,07	0,84	1,13

## Considerações finais

Este boxe apresentou um conjunto de medidas de hiatos do produto, ressaltando assim a elevada incerteza na mensuração dessa variável. Por meio deste boxe, contribui-se para a transparência que permeia os processos decisórios do BC.<sup>14</sup> O BC procura acompanhar diferentes medidas de hiato e tem feito esforços no sentido de aprimorar as metodologias empregadas.

## Referências bibliográficas

ALVES, S. A. L.; e CORREA, A. S. A. (2013). A Tale of Three Gaps: Unemployment, Capacity Utilization and Output. Banco Central do Brasil, Working Paper 339.

ALVES, S. A. L.; e FASOLO, A. M. (2015). Not Just Another Mixed Frequency Paper. Banco Central do Brasil, Working Paper 400.

ANDRLE, M. (2013). "What Is in Your Output Gap? Unified Framework & Decomposition into Observables". International Monetary Fund, IMF Working Papers 2013/105, May.

AREOSA, M. (2008). Combining Hodrick-Prescott Filtering with a Production Function Approach to Estimate Output Gap. Banco Central do Brasil, Working Paper 172.

BAI, J.; e PERRON, P. (2003). "Computation and analysis of multiple structural change models". *Journal of Applied Econometrics*, 18:1-22.

BEVERIDGE, S.; e NELSON, C.R. (1981). "A New Approach to Decomposition of Economic Time Series into Permanent and Transitory Components with Particular Attention to Measurement of the Business Cycle". *Journal of Monetary Economics*, 7: 151-174.

CANOVA, F. (2020). "FAQ: How do I extract the output gap?". Sveriges Riksbank, Working paper 386.

CHRISTIANO, L. J.; e FITZGERALD, T. J. (2003). "The band pass filter". *International Economic Review*, 44:435-465.

CLEVELAND, W. S. (1979). "Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots". *Journal of the American Statistical Association*, 74:829-836.

CUSINATO, R.T.; MINELLA, A.; e PÔRTO Júnior, S. da S. (2013). "Output gap in Brazil: a real-time data analysis". *Empirical Economics*, 44(3):1113-1127, June.

FASOLO, A. M.; ARAÚJO, E.; VALLI JORGE, M.; KORNELIUS, A.; e MARINHO, L. S. G. (2023). "Brazilian Macroeconomic Dynamics Redux: Shocks, Frictions, and Unemployment in SAMBA Model". Banco Central do Brasil, Trabalhos para Discussão 578, março.

HAMILTON, J. (2018). "Why You Should Never Use the Hodrick-Prescott Filter". *Review of Economics and Statistics*, 100(5):831-843, Dec.

---

14/ Sobre o sistema de análise e projeções que apoia o processo decisório do Copom, ver o boxe "[Sistema de Análise e Projeções do BC](#)", do Relatório de Inflação de março de 2023.

HODRICK, R.; PRESCOTT, E. C. (1997). "Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation". *Journal of Money, Credit, and Banking*, 29 (1): 1-16.

JAROCINSKI, M.; e LENZA, M. (2018). "An inflation-predicting measure of the output gap in the euro area". *Journal of Money, Credit and Banking*, 50(6):1189-1224.

KAMBER, G.; MORLEY, J.; e WONG, B. (2018). "Intuitive and reliable estimates of the output gap from a Beveridge-Nelson filter". *Review of Economics and Statistics*, 100(3): 550-566.

KIM, S.; KOH, K.; BOYD, S.; e GORINEVSKY, D. (2009). "l1 Trend Filtering." *SIAM Review*, 51(2): 339-360.

MORLEY, J.; RODRÍGUEZ-PALENZUELA, D.; SUN, Y.; e WONG, B. (2023). "Estimating the euro area output gap using multivariate information and addressing the COVID-19 pandemic". *European Economic Review*, 153, 104385.

ORPHANIDES, A.; e van NORDEN, S. (2002). "The Unreliability of Output-Gap Estimates in Real Time". *Review of Economics and Statistics*, 84(4): 569-583.

SHACKLETON, R. (2018), "Estimating and projecting potential output using CBO's forecasting growth model", Congressional Budget Office, Working Paper 2018-03, Feb.

SOUZA JÚNIOR, J. R. de C.; e CORNELIO, F.M. (2020). "Estoque de capital fixo no Brasil: séries desagregadas anuais, trimestrais e mensais". Ipea, Texto para Discussão 2580, ago.

STOCK, J. H.; e WATSON, M. W. (1999). "Forecasting inflation". *Journal of Monetary Economics*, 44(2), 293-335.

## Apêndice 1 – Breve descrição das metodologias

### 1. Hiatos univariados

- a) Tendência quadrática com quebras: determinística e não correlacionada com ciclo  $y_t = a + bt + ct^2 + \epsilon_t$ ; onde  $y$  : variável observável;  $\epsilon_t$  : ciclo.
- b) Tendência não-paramétrica: suavização por regressão localmente ponderada. Para cada  $t$ , a tendência suavizada  $y_t^s$  é a seguinte previsão ponderada: O subconjunto para calcular  $y_t^s$  é formado pelos índices  $t_- = \max(1, t - k)$  até  $t_+ = \min(t + k, T)$ , onde  $k = \lfloor (T \times \text{bwidth} - 0.5)/2 \rfloor$ ;  $\text{bwidth} = 0.4$ . Os pesos para cada observação  $j = t_-, \dots, t_+$  seguem o tricubo:
- $$w_j = \left\{ 1 - \left( \frac{|t_j - t_t|}{\Delta} \right)^3 \right\}, \text{ onde } \Delta = 1,0001 \max(t_+ - t, t - t_-); \text{ ciclo} = y_t - y_t^s.$$
- c) Tendência de Hodrick e Prescott: estocástica e suave – não correlacionada com o ciclo: tendência via estimador Ridge:  $\tilde{y} = (H'H + \lambda Q'Q)^{-1} + H'y$ ; onde:  $y$  : variável observável;  $\tilde{y}$  : tendência;  $H = (I_{t \times t} \ 0_{t \times 2})$ ;  $Q_{t \times (t+2)}$ ;  $\lambda$ : parâmetro de suavização (1600 – dados trimestrais);  $y - \tilde{y}$  : ciclo.
- d) Tendência  $\ell_1$  (Kim et al. (2009)): tendência linear por partes

A tendência  $\ell_1$  é obtida pela solução do seguinte problema de minimização:

$$\tilde{y} = \underset{\mu \in \mathbb{R}^t}{\operatorname{argmin}} \left\{ \sum_{i=1}^t (y_i - \mu_i)^2 + \lambda \sum_{i=3}^t |\Delta^2 \mu_i| \right\}; \text{ onde: } y : \text{variável observável; } \tilde{y} : \text{tendência;}$$

$\lambda$  : parâmetro de suavização;  $\Delta^2 \mu_i = \Delta \mu_i - \Delta \mu_{i-1} = \mu_i - 2\mu_{i-1} + \mu_{i-2}$ .

Diferentemente do filtro HP, no qual a tendência converge para uma tendência linear quando  $\lambda \rightarrow \infty$ , no filtro  $\ell_1$  a tendência se torna linear sem quebras quando  $\lambda \geq \lambda_{max}$ , onde  $\lambda_{max} = \|(DD^T)^{-1}Dy\|_\infty$  e, sendo  $D$  a matriz de diferença de segunda ordem:

$$D = \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & \ddots & \ddots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -2 & 1 \end{bmatrix}$$

Para este boxe, a tendência  $\ell_1$  foi obtida utilizando-se  $\lambda = (1/2)^5 \times \lambda_{max}$ , o que resultou em quatro quebras para ambas as amostras apresentadas na seção "Hiatos univariados estatísticos", conforme notas de rodapé 6 e 8.

- e) Tendência HP modificada por Andrieu (2013): taxa de crescimento de longo prazo da produtividade da economia com estado estacionário definido. A estimação é utilizada a seguinte forma de espaço de estado:

$$\begin{aligned} Y_t^{obs} &= y_t + \log Z_t \\ y_t &= \alpha_1 y_{t-1} + (\alpha_2 - \alpha_1) y_{t-2} + \sigma_y \epsilon_t^y \\ \log \left( \frac{Z_t}{Z_{t-1}} \right) &= \log Z_t^z = \log Z_{ss}^z + \log Z_t^{zc} + \log Z_t^{zt} \\ \log \left( \frac{Z_t^{zc}}{Z_{ss}^z} \right) &= \rho_z \log \left( \frac{Z_{t-1}^{zc}}{Z_{ss}^z} \right) + (1 - \rho_z^2)^{0.5} \sigma_{zc} \epsilon_t^{zc} \\ \log Z_t^{zt} &= (1 - \rho_z^2)^{0.5} \sigma_{zt} \epsilon_t^{zt} \\ \epsilon_t^y &\sim N(0,1) \quad \epsilon_t^{zc} \sim N(0,1) \quad \epsilon_t^{zt} \sim N(0,1) \end{aligned}$$

onde  $Y_t^{obs}$  é o (logaritmo do) PIB real per capita;  $y_t$  é o (logaritmo do) componente cíclico do produto, modelado como um AR(2) onde a restrição dos parâmetros, combinada com as priors definidas para a estimação do modelo, garantem estacionariedade do hiato do produto;  $\log Z_t$  é o (logaritmo do) nível da tendência. A terceira equação do modelo caracteriza a taxa de crescimento da tendência do modelo como sendo formada por um componente cíclico,  $\log Z_t^{zc}$ , que segue um processo AR(1), e um componente temporário,  $\log Z_t^{zt}$ , além da taxa de crescimento determinística  $\log Z_{ss}^z$ . Os choques exógenos  $\epsilon_t^y, \epsilon_t^{zc}$  e  $\epsilon_t^{zt}$  seguem a distribuição Normal Padrão, com os coeficientes  $\sigma_y, \sigma_{zc}$  e  $\sigma_{zt}$  definindo, respectivamente, o desvio-padrão de cada um dos componentes do sistema.

- f) Filtro de passa-banda - Band-Pass (8-32 trimestres – aproximação de Christiano and Fitzgerald): função de ganhos quadráticos igual a 1 para frequências entre  $(\omega_1, \omega_2)$  trimestres e 0 fora desse intervalo. Low Pass:  $B_0^{lp} = \omega_1/\pi$ ;  $B_j^{lp} = \sin(j\omega_1)/j\pi$ ;  $0 < j < \infty$ , para algum  $\omega_1$ . High Pass:  $B_0^{hp} = 1 - B_0^{lp}$ ;  $B_j^{hp} = -B_j^{lp}$ ;  $0 < j < \infty$ . Band Pass para o ciclo:  $B_0^{hp} = B_j^{lp}(\omega_2) - B_j^{lp}(\omega_1)$ ;  $0 < j < \infty$ ;  $\omega_2 > \omega_1$ . CF usam aproximação não-estacionária, assimétrica e ótima (min. erro).
- g) Beveridge-Nelson modificada por Kamber et al. (2018): a tendência BN é definida por  $\tau_t = \lim_{j \rightarrow \infty} E_t y_{t+j}$ , sem perda de generalidade, ignorando termos determinísticos. Kamber et al. (2018) utiliza um modelo autorregressivo  $\phi(L)\Delta y_t = e_t$  para o PIB trimestral, impondo doze trimestres de defasagens e realizando uma busca exaustiva em um grid para  $\phi(1)$  de maneira a maximizar a amplitude do hiato resultante  $h_t = y_t - \tau_t$ . Morley et al. (2023) propõe adicionalmente correção para heteroscedasticidade em  $e_t$  durante a pandemia.

## 2. Hiatos multivariados

- a) **Função de produção:** hiato do produto com tecnologia Cobb-Douglas:  $\frac{Y_t}{Y_t^n} = \left(\frac{C_t}{C_t^n}\right)^{1-\alpha} \left(\frac{1-U_t}{1-U_t^n}\right)^\alpha$ ; onde:  $Y_t$ : produto;  $Y_t^n$ : produto potencial;  $C_t$ : utilização da capacidade instalada da indústria;  $C_t^n$ : Naicu;  $U_t$ : taxa de desocupação;  $U_t^n$ : Nairu;  $\alpha$ : fração do emprego no produto (0,6). Hiato do produto em log:  $\hat{y}_t = (1-\alpha)\hat{c}_t - \alpha(\hat{u}_t)$ , onde  $\hat{y}_t$ ;  $\hat{c}_t$  e  $\hat{u}_t$  são os hiatos do produto, da utilização da capacidade instalada e da taxa de desemprego, respectivamente. Os hiatos da utilização da capacidade instalada e da taxa de desemprego são calculados utilizando o filtro HP.
- b) **Função de produção com abordagem de Areosa (2008):**  
É possível utilizar o algoritmo do filtro de Kalman para solucionar o problema de otimização proposto. Para isso, é necessário construir um modelo em espaço de estados e impor restrições sobre a matriz de variância-covariância dos erros para que a função de verossimilhança resultante, a ser maximizada pelo filtro de Kalman, seja a função objetivo do filtro proposto. Assim, a solução encontrada pelo filtro de Kalman será a mesma dos filtros HP restritos pela relação extraída da função de produção. A representação em espaço de estados, utilizada no filtro de Kalman, seria então dada por:

$$\begin{bmatrix} x_{1,t} \\ x_{2,t} \\ x_{3,t} \\ x_{4,t} \\ x_{5,t} \\ x_{6,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1,t-1} \\ x_{2,t-1} \\ x_{3,t-1} \\ x_{4,t-1} \\ x_{5,t-1} \\ x_{6,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1,t} \\ 0 \\ e_{2,t} \\ 0 \\ e_{3,t} \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} y_{1,t} \\ y_{2,t} \\ y_{3,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1,t} \\ x_{2,t} \\ x_{3,t} \\ x_{4,t} \\ x_{5,t} \\ x_{6,t} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_{1,t} \\ \epsilon_{2,t} \\ 0,6 \cdot \epsilon_{1,t} + 0,4 \cdot \epsilon_{2,t} \end{bmatrix}$$

onde os estados  $x_{1,t}$ ,  $x_{3,t}$  e  $x_{5,t}$  representam as séries potenciais do desemprego, da utilização da capacidade instalada e do produto, enquanto  $y_{1,t}$ ,  $y_{2,t}$  e  $y_{3,t}$  são as séries observáveis destas três mesmas variáveis. Nesse caso, a restrição na matriz de variância-covariância dos erros é dada por:

$$\begin{bmatrix} V_{e_1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & V_{e_2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & V_{e_3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & V_{\varepsilon_1} & Cov(\varepsilon_1, \varepsilon_2) \\ 0 & 0 & 0 & Cov(\varepsilon_1, \varepsilon_2) & V_{\varepsilon_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{e_3}/\beta_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & V_{e_3}/\beta_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & V_{e_3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1600 \cdot V_{e_3} \cdot (\beta_2 + 0.4^2) / den & -1600 \cdot V_{e_3} \cdot 0.4 \cdot 0.6 / den \\ 0 & 0 & 0 & -1600 \cdot V_{e_3} \cdot 0.4 \cdot 0.6 / den & 1600 \cdot V_{e_3} \cdot (\beta_1 + 0.6^2) / den \end{bmatrix}$$

onde  $den = (\beta_1 \cdot \beta_2) + (\beta_2 \cdot 0.6^2) + (\beta_1 \cdot 0.4^2)$ .<sup>15</sup>

c) Função de produção baseada no modelo do Escritório de Orçamento do Congresso dos Estados Unidos (CBO – EUA):

A estimação é baseada em Shackleton (2018), utilizada no modelo de produto potencial do Congresso dos EUA, mas utilizando dados agregados publicamente disponíveis para o Brasil. É uma versão de produto potencial com função de produção Cobb-Douglas convencional.

Em linhas gerais, são aplicadas variações da Lei de Okun em regressões lineares por partes (*piecewise*) que associam os fatores da produção (produtividade total dos fatores – PTF, trabalho e estoque de capital) ao hiato de emprego e *dummies* de tempo associadas a pico de ciclos econômicos para extrair as tendências. A seguir são apresentadas as equações para extrair a tendência de cada insumo da produção.

- Trabalho (PNAD Contínua retropolada<sup>16</sup> – amostra desde o primeiro trimestre de 2002):
  - Taxa natural de desemprego ( $U_t^*$ ): utiliza como *proxy* a Nairu, tal como no produto potencial do US CBO<sup>17</sup>.
  - População Economicamente Ativa (PEA):

$$\ln(PEA_t) = \alpha + \beta_1 Egap_t \times Covid + \beta_2 Egap_{t-1} \times Covid + \beta_3 T_{2002} + \beta_4 T_{2008} + \beta_5 T_{2014} + \beta_6 T_{2019} + \varepsilon_t$$

onde as tendências de tempo ( $T$ ) correspondem a um ciclo de negócios específico, definido pelo Codace, datado de modo similar ao original do produto potencial da US CBO (demarca ciclos tal como definido pela

15/ Os pesos de ponderação desta relação representam as elasticidades da mão-de-obra e do trabalho, normalmente estimados em 0,6 e 0,4 para o Brasil.

16/ Vide Alves e Fasolo (2015).

17/ Estimada com dados trimestrais (média móvel de quatro trimestres) com amostra desde o primeiro trimestre de 2006 ao quarto trimestre de 2019. Regride-se o deflator do PIB (dados de PIB do Sistema de Contas Nacionais Trimestrais do IBGE) contra uma constante, quatro termos de lag para o deflator do PIB (cada termo de lag é um polinômio de lag distribuído de terceiro grau), um termo de quatro trimestres de lag para a taxa de desemprego (demean), um trimestre de lag para um subíndice de alimentação no domicílio e energia no Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) e variável de desvio de produtividade (diferença entre as taxas de crescimento da produtividade do trabalho (PIB/ ocupação) e da tendência, que é medida como a PEA potencial na metodologia. A regressão é feita com as restrições de que os termos lags do deflator do PIB somem 1 (um), de modo a resolver para a Nairu, e o último termo mais ao passado é restrito a zero. – Vide “The Economic and Budget Outlook” (CBO, 1994) para detalhes na implementação original.

NBER).<sup>18</sup> A PEA potencial é a predição dessa regressão aplicando valor zero aos coeficientes dos hiatos da taxa de ocupação (*gap*) (variável cíclica). As tendências de todas as demais variáveis – formação bruta de capital, Nuci e PTF – são extraídas desse modo.<sup>19</sup> Para a PEA foi aplicada uma *dummy* para o período após o início da pandemia, interagindo com termos dos hiatos da taxa de ocupação para diferenciar a dinâmicas cíclicas relativamente díspares nessa série antes e após a pandemia.

- A taxa de ocupação ( $E_t$ ), a taxa de ocupação potencial ( $E_t^*$ ), hiato da taxa de ocupação ( $Egap_t$ ) e a ocupação potencial ( $OCUP_t^*$ ):

$$E_t = \left[ 1 - \left( U_t / 100 \right) \right]$$

$$E_t^* = \left[ 1 - \left( U_t^* / 100 \right) \right]$$

$$Egap_t = \left[ \left( E_t / E_t^* \right) - 1 \right] \times 100$$

$$OCUP_t^* = E_t^* \times PEA_t^*$$

- Estoque de capital:
- Formação Bruta de Capital Fixo (FBKF): Obtida pela diferença trimestral da série do IPEA de estoque de capital (K) publicada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) (ver Souza Júnior e Cornelio, 2020). Uma vez que o estoque de capital é obtido pela metodologia de estoque perpétuo, a diferença trimestral do estoque de capital inclui a taxa de depreciação entre os trimestres. A série de estoque de capital do Ipea vai até 2023T4. Para os valores de FBKF de 2024T1, aplica-se a variação trimestral do volume da FBKF em termos reais dessazonalizada calculada pelo IBGE sobre a última observação da série (2023T4). Esse produto é adicionado por um pro-rata da taxa de depreciação implícita média de 2010-2017, estimada em 6,39% a.a. em Souza Júnior e Cornelio (2020).

$$FBKF_t \equiv K_t - K_{t-1}; \quad ;$$

$$\ln(FBKF_t) = \alpha + \beta_1 Egap_t + \beta_2 Egap_{t-1} + \beta_3 T_{2002} + \beta_4 T_{2008} + \beta_5 T_{2014} + \beta_6 T_{2019} + \varepsilon_t;$$

- FBKF potencial ( $FBKF_t^*$ ) é obtida pela predição dessa regressão aplicando valor zero aos coeficientes dos hiatos da taxa de ocupação.
- Nuci (indústria – FGV): Utilizada em conjunto com a FBKF para adicionar variação cíclica ao estoque de capital.

$$NUCI_t = \alpha + \beta_1 Egap_t + \beta_2 Egap_{t-1} + \beta_3 T_{2002} + \beta_4 T_{2008} + \beta_5 T_{2014} + \beta_6 T_{2019} + \varepsilon_t;$$

- Nuci potencial ( $NUCI_t^*$ ) é obtida pela predição dessa regressão aplicando valor zero aos coeficientes dos hiatos da taxa de ocupação.

- Estoque de Capital ajustado pelo Nuci:

18/ A marcação de ciclos é feita pico a pico de cada ciclo. Por exemplo, a tendência  $T_{2008}$  toma valores zero até o pico do ciclo anterior, que em  $T_{2002}$  é em 2002T4, quando assume valor de 25 e então é acrescentado valor de 25 a cada trimestre até o pico do ciclo da tendência  $T_{2008}$ , que é em setembro de 2008, repetindo o valor do pico até o final da amostra. A mesma forma de computar é feita para todas as tendências de tempo.

19/ Para corrigir a tendência de tempo mais recente, a partir da pandemia, projetou-se a Nairu e, por conseguinte, a PEA potencial e a ocupação.

$K_0^* \equiv K_0$ ; onde o asterisco se refere ao potencial

$$K_1^* = K_0 + FBKF_t^*$$

$$K_t^* = (K_{t-1} + FBKF_t^*) \times NUCI_t^*; t > 0$$

- PTF (derivada de função produção com estoque capital ajustado pelo Nuci):

$$\ln(A_t) \equiv \ln(QPIB_t) - 0,6 \times \ln(IOCUP_t) - 0,4 \times \ln(IKN_t);$$

onde:  $IKN_t \equiv IK_t \times NUCI_t$ ;  $t$ : Números-índice utilizam como base o quarto trimestre de 2002.

$$\ln(A_t) = \alpha + \beta_1 Egap_t + \beta_2 Egap_{t-1} + \beta_3 T_{2002} + \beta_4 T_{2008} + \beta_5 T_{2014} + \beta_6 T_{2019} + \varepsilon_t;$$

PTF potencial utilizando o Nuci na formulação é denominado  $\ln(A_t)^*$  e é obtido pela predição dessa regressão aplicando valor zero aos coeficientes dos hiatos de taxa de ocupação.

- Produto potencial e hiato do produto:

$$\ln(Hiato_t) \equiv \ln(QPIB_t) - \ln(QPIB_t)^*;$$

$$\text{Onde: } \ln(QPIB_t)^* = \ln(A_t)^* + 0,6 \times \ln(IOCUP_t)^* - 0,4 \times \ln(IKN_t)^*.$$

#### d) Modelo de Jarocinski e Lenza:

Observáveis:

$$y_t^n = b^n(L)g_t + w_t^n + \varepsilon_t^n, \text{ para } n = 1, \dots, 4$$

$$(\pi_t - z_t) = a_g(L)g_t + a_p(L)(\pi_{t-1} - z_{t-1}) + a_v(L)v + e^{\frac{1}{2}h_t} \varepsilon_t^\pi$$

$$\pi_t^e = c_0 + c_1 z_t + \varepsilon_t^e$$

Leis de Movimento:

$$g_t = \phi_1 g_{t-1} + \phi_2 g_{t-2} + \eta_t^g$$

$$w_t^n = d^n + w_{t-1}^n + \eta_t^n, \text{ para } n = 1, \dots, 4$$

$$z_t = z_{t-1} + e^{\frac{1}{2}f_t} \varepsilon_t^z$$

onde:  $b^n(L)$ : 1 lead, contemporâneo e 2 defasagens;  $a_g(L)$ : 1 lead, contemporâneo e 1 defasagem  $a_p(L)$ : 1 defasagem;  $a_v(L)$ : 2 defasagens.

Hiato do produto  $g_t$  é fator comum de PIB  $y_t^1$ , Nuci  $y_t^2$ , taxa de desocupação  $y_t^3$  e estoque de empregos formais medidos pelo Novo Caged  $y_t^4$ , que têm tendências específicas  $w_t^1, w_t^2, w_t^3$  e  $w_t^4$ .  $g_t$  segue AR(2),  $w_t^1$  segue passeio aleatório com *drift* e  $w_t^2$ , passeio aleatório sem *drift*. Impõe-se  $\varepsilon_t^1 = 0$  para que o hiato do produto  $g_t$  coincida com comportamento cíclico do PIB.

A curva de Phillips descreve relação entre desvio do núcleo de inflação Ex-0 em relação à sua tendência ( $\pi_t - z_t$ ) e o hiato do produto, valores passados de Ex-0 e variação do IC-BR ( $v_t$ ) e considera volatilidade estocástica ( $h_t$ ). A última equação das observáveis apresenta relação entre tendência da inflação ( $z_t$ ) e expectativas de inflação sobre o período de doze meses que começa em dois anos ( $\pi_t^e$ ). Desse modo, vinculam-se expectativas de inflação de médio prazo e tendência da inflação, que também segue passeio aleatório e apresenta volatilidade estocástica ( $f_t$ ).

e) Estimação por componentes principais:

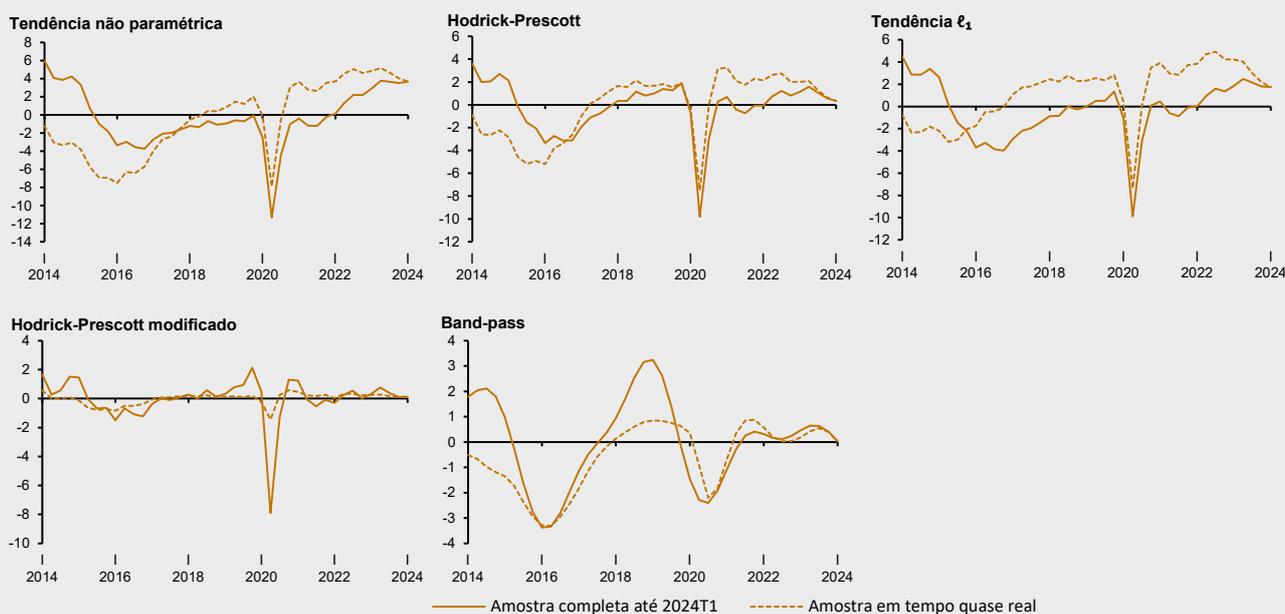
As componentes principais são utilizadas para sumarizar a informação relevante de um conjunto de dados e são obtidas pela solução da equação característica  $\det[S - \lambda I] = 0$ , onde  $S$  é a matriz de covariância dos dados. As componentes principais são os autovetores associados com os autovalores que resolvem a equação.

Para obter a série comum que sintetize as variações na atividade e no mercado de trabalho, utiliza-se uma base de dados com as séries ex-tendência do PIB (IBGE), utilização da capacidade instalada da indústria (FGV); taxa de desocupação PNAD Contínua (IBGE), com sinal invertido; e série de emprego Novo Caged (MTE). Os hiatos do produto e do emprego Novo Caged são calculados previamente utilizando filtro HP e as quatro séries estacionarizadas são ainda padronizadas antes da estimação das componentes por decomposição em valores singulares.

## Apêndice 2 – Exercício de estimativas em tempo quase real

As metodologias bilaterais são conhecidas por apresentarem problemas de final de amostra, pois cada nova observação na ponta provoca revisão geral da série filtrada. Embora útil para analisar padrões históricos, são mais ruidosas enquanto indicador de condição econômica em tempo real.<sup>20</sup> O Gráfico 4 apresenta as estimativas usando a amostra inteira até o primeiro trimestre de 2024 e as chamadas estimativas em tempo quase real (*pseudo-real time*) para os hiatos univariados estatísticos.<sup>21</sup> Estas últimas são obtidas fixando o início da amostra (primeiro trimestre de 1996), mas variando o seu final a cada período a partir do primeiro trimestre de 2014 até o primeiro trimestre de 2024. Por exemplo, a estimativa do hiato no primeiro trimestre de 2014 utiliza a série do PIB apenas até esse trimestre.<sup>22</sup> Destaca-se a considerável diferença entre as duas séries na maioria das estimativas.

Gráfico 4 – Exercício de estimação em tempo quase real



20/ Para detalhes, vide Orphanides e Norden (2002).

21/ Para esse exercício, não foram incluídos o hiato por tendência quadrática, uma vez que as variações nas amostras poderiam levar a seleção de diferentes pontos de quebra estrutural; e o hiato Beveridge-Nelson, por se tratar de hiato unilateral, para o qual o exercício de tempo quase real apresenta o mesmo resultado que a utilização da amostra completa.

22/ Como se utiliza em todos os casos a última *vintage* do PIB disponível, a estimação é chamada de em tempo quase real. Se fosse empregada a *vintage* daquele momento, seria chamada de estimação em tempo real. Para um exemplo dos efeitos de estimativas em tempo real e em tempo quase real para o Brasil, ver, por exemplo, Cusinato, Minella e Pôrto Júnior (2013).