

Núcleo do PIB: uma estimativa da trajetória de médio a longo prazo da atividade econômica

Luana Miranda
FGV IBRE

Ingrid Luquett
IBGE

Pedro Costa Ferreira
FGV IBRE

Resumo

A atividade econômica de um país pode sofrer choques devido a eventos de curta duração como mudanças climáticas inesperadas, cenários de incerteza vinculados a escândalos políticos, entre outros, não representando, entretanto, uma mudança no estado da economia. Compreender a situação econômica atual fornece subsídios à tomada de decisão bem como à geração de investimentos no país. Nesse sentido, o artigo aplica a metodologia proposta em Altissimo et al. (2010) para o cenário brasileiro, construindo um indicador do estado da economia livre de flutuações de curto prazo e que seja capaz de antecipar os *turnings points* do crescimento econômico nacional. Uma contribuição importante deste artigo foi constatar que o indicador obtido possui todas as propriedades desejáveis para um núcleo: baixa volatilidade, captura a tendência da atividade e é útil para prevê-la. Como resultado, observou-se a eficácia do Núcleo do PIB em sinalizar importantes mudanças de rumo na atividade econômica brasileira, como a retomada do crescimento após a crise de 2008, o período de retração econômica iniciado em 2014 e o início da recuperação observada em 2016.

1 Introdução

Cerca de 5 anos após o Brasil ser afetado pela crise de 2008, um novo período de recessão se fez presente. Segundo o Comitê de Datação de Ciclos Econômicos (CODACE), órgão responsável pela datação oficial dos ciclos econômicos brasileiros, o período de expansão econômica após a crise financeira de 2008 durou 20 trimestres, chegando ao fim no segundo trimestre de 2014, quando o país entrou em um novo período de retração.

O desenvolvimento do sistema financeiro e o aumento da incerteza têm contribuído para o aumento da volatilidade do crescimento e para a ocorrência de crises econômicas. Tal volatilidade prejudica a elaboração de políticas fiscais e monetárias visto a impossibilidade de enxergar de forma clara o estado da economia. Assim sendo, a construção de indicadores de desempenho econômico, excluídas flutuações temporárias, mostram-se importantes como fonte de informação para tomada de decisão.

A situação atual da economia pode ser sinalizada, por exemplo, através da extração dos ciclos de negócios da série histórica do PIB de um país. Métodos populares na literatura são os filtros apresentados em Hodrick and Prescott (1997), Baxter and King (1999) e Christiano and Fitzgerald (2003), que aplicados ao PIB permitem identificar períodos econômicos de contração e expansão.

Sob outro enfoque, Burns and Mitchell (1946) argumentam que os ciclos de negócios podem ser vistos como co-movimentos em diversas variáveis econômicas. Deste modo, a atividade econômica pode ser monitorada através da construção de indicadores compostos (anteriores ou coincidentes), que extraem informações sobre a situação econômica atual

e futura a partir de um número de séries pré-selecionadas combinadas por esquemas simples de ponderação. Neste contexto, destacam-se os indicadores antecedentes compostos (CLI, *Composite Leading Indicator*) mensalmente divulgados pela *Organisation for Economic Co-operation and Development* para uma variedade de países (Ver OECD (2017)) e os indicadores publicados pelo *The Conference Board* (TCB).

No cenário nacional, Issler et al. (2013) construíram um indicador coincidente da atividade econômica no período de 1980 a 2007 utilizando a metodologia do TCB e extrapolando as séries de emprego e renda para o passado. Atualmente, a Fundação Getúlio Vargas, em parceria com o TCB, disponibiliza mensalmente o Indicador Antecedente Composto da Economia (IACE) e o Indicador Coincidente Composto da Economia (ICCE) formados por sete e seis séries, respectivamente (maior detalhamento sobre as séries que compõem os indicadores encontra-se em <http://portalibre.fgv.br>).

Os indicadores compostos descritos nos parágrafos anteriores não consideram nenhum modelo estatístico. Como alternativa, uma nova classe de indicadores produzidos a partir de técnicas econométricas surgiu com os trabalhos de Stock and Watson (1988, 1989, 1993). A hipótese fundamental é a de que existe um fator comum a todas as variáveis macroeconômicas, sendo esse fator não observável correspondente à variável latente que reflete o estado da economia.

Diferentes autores trataram a construção de indicadores de atividade econômica utilizando modelos estatísticos. Chauvet (2001) desenvolveu um indicador mensal do PIB brasileiro baseado em um modelo fatorial com mudança de regime para comportar as variações bruscas na história do PIB nacional. Lima et al. (2006) extraíram componentes principais de setenta e três séries antecedentes ou coincidentes para acompanhar a atividade econômica brasileira e seus pontos de inversão. Altissimo et al. (2010) propuseram um indicador para a situação econômica da zona do euro baseado em modelos fatoriais que é atualmente divulgado pelo *Banca d'Italia*. No mesmo espírito, Matheson (2014) utilizou modelos fatoriais dinâmicos na construção de indicadores para mensurar a atividade econômica de 32 mercados desenvolvidos e emergentes, incluindo o Brasil.

Além do retrato atual da economia, é notável o crescente interesse em analisar os ciclos da atividade econômica. Na literatura internacional recente, Smirnov et al. (2017) estabeleceram uma cronologia para os ciclos econômicos da Rússia, buscando datar com precisão os *turning points* da atividade por meio de três diferentes métodos: min/max local, método *Bry-Boschan* e modelo *Markov-switching*. Na mesma linha, Cesaroni and Iezzi (2017) examinam as propriedades do indicador italiano SIGE, por meio de técnicas não paramétricas e modelos econométricos, com o objetivo de avaliar sua capacidade preditiva e de identificação de *turning points*.

Inserido nesse ambiente, o presente estudo tem como propósito obter um indicador capaz de distinguir de forma clara mudanças transitórias e mudanças de longa duração no estado da economia. Em outras palavras, o Núcleo do PIB busca identificar a tendência de crescimento da economia, eliminando distúrbios provenientes de choques temporários.

Como estimativa mensal da atividade econômica utilizaremos o Monitor do PIB, publicado pelo Instituto Brasileiro de Economia (IBRE) da Fundação Getúlio Vargas. A metodologia, detalhada em Cunha (2017), garante que as médias trimestrais dos meses que compõem os trimestres canônicos do ano sejam equivalentes aos dados oficiais das Contas Nacionais Trimestrais (CNT), divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Deste modo, o Núcleo do PIB é uma estimativa da taxa de crescimento da atividade após a remoção das flutuações de períodos menores ou iguais a um ano, onde a taxa de crescimento trimestral (em relação ao mesmo trimestre do ano anterior) do Monitor

do PIB é utilizada como série de referência.

Há interesse particular na detecção dos *turning points* (pontos de inflexão) do crescimento da atividade, o que permitirá identificar se uma virada para cima da taxa de crescimento da economia indica o início de um longo período de expansão ou se é apenas um fenômeno de curto prazo. Em contraposição à datação do CODACE, cujo objetivo é determinar uma cronologia de picos e vales no nível da atividade econômica, o Núcleo do PIB busca antecipar, ou identificar com o mínimo de defasagem possível, os *turning points* do PIB brasileiro em bases mensais, medido pelo Monitor do PIB.

A técnica empregada na construção do Núcleo do PIB envolveu a implementação de um modelo de fator dinâmico, proposto por Altissimo et al. (2010). O propósito desse modelo é extrair fatores comuns a todas as séries explicativas presentes na base de dados para construir um indicador suave, com menos volatilidade que o PIB, mas que ainda capture seu crescimento médio e seus *turning points*.

O artigo encontra-se estruturado da seguinte maneira: as diferenças conceituais entre o indicador proposto e o PIB potencial são elucidadas na Seção 2, com o objetivo de evitar possível confundimento entre as duas medidas; a Seção 3 aborda a extração do componente de médio a longo prazo do PIB através do filtro *bandpass* e explicita a metodologia apresentada em Altissimo et al. (2010); na Seção 4 são apresentados os resultados da aplicação da metodologia em Altissimo et al. (2010) para a economia brasileira; por fim, a Seção 5 resume os achados para o PIB brasileiro e propõe possíveis extensões do trabalho.

2 Análise comparativa entre o Núcleo do PIB e estimativas de Produto Potencial

O indicador proposto neste artigo é uma estimativa do componente de médio a longo prazo da taxa de crescimento da atividade, sendo capaz de mensurar o estado atual da economia e sua tendência. Essas características podem ser confundidas com o conceito de produto potencial, contudo é importante ressaltar que existem diferenças importantes entre eles. O PIB potencial de um país é definido como o nível de produto que pode ser obtido com plena utilização dos recursos disponíveis na economia, sem gerar pressões inflacionárias, como definido em Gordon (1990). Em contrapartida, o Núcleo do PIB é um indicador da atividade econômica livre de flutuações de curto prazo.

O Núcleo do PIB e as estimativas de produto potencial também se diferenciam em relação às suas utilidades. A partir do produto potencial, é possível obter o hiato do produto, que é definido como a diferença entre o produto efetivo e o produto potencial, uma variável importante para a boa condução da política monetária, pois permite avaliar o impacto de variações da taxa de juros sobre a inflação. Por outro lado, a proposta do Núcleo do PIB é ser um indicador capaz de sinalizar os *turning points* da taxa de crescimento da atividade econômica, auferindo informações sobre a situação econômica atual e futura.

Banco Central do Brasil (1999) argumenta que uma variedade de técnicas podem ser utilizadas para o cálculo do PIB potencial: a extração a partir de uma tendência ao longo do tempo, a utilização de filtros para suavizar a série do PIB, o uso de filtros de Kalman e a estimativa da função de produção.

A extração a partir de uma tendência ao longo do tempo, consiste na simples estimação de uma regressão linear do PIB em uma constante e uma variável que representa o período correspondente à observação. Todavia, esse tipo de metodologia com ajuste linear pressupõe que o PIB potencial cresça a uma taxa constante, o que é uma hipótese forte.

Outra forma bastante simples de estimar o produto potencial é por meio do filtro HP (Hodrick and Prescott (1997)), que apenas realiza uma suavização da série histórica do PIB, fornecendo estimativas somente para o período amostral, sem gerar projeções.

O método que envolve a estimação da função de produção é um dos mais utilizados (Ver, por exemplo, Apel and Jansson (1999)). A vantagem desse método em relação aos anteriores é impor alguma fundamentação econômica ao explicar a variação do PIB potencial em função dos fatores de produção. As dificuldades desse método estão em obter estimativas para o estoque de capital físico, utilização da mão de obra consistente com a taxa natural de desemprego, especificação correta da função de produção, entre outros.

Outra alternativa é o método de estimação de componentes não observáveis, que utiliza como base para a construção de um sistema de equações a relação entre produto e inflação e realiza a estimação desse sistema por meio do filtro de Kalman (descrito em Hamilton (1994)), como feito por Kuttner (1994). Porém, esse método não permite inferir o impacto dos determinantes do PIB potencial sobre a sua evolução.

Os resultados dessas metodologias podem divergir entre si, não sendo possível identificar qual fornece a melhor estimativa, afinal o PIB potencial é uma variável não observável. Sob outra perspectiva, o Núcleo do PIB se baseia em um conjunto de séries econômicas altamente correlacionadas com o PIB em sua estimação, garantindo que a influência dessas variáveis determinantes da atividade econômica seja capturada pelo indicador. Sendo assim, apesar de haver algumas similaridades, o Núcleo do PIB se distingue das estimativas de produto potencial tanto em suas possíveis utilizações quanto em metodologia.

3 Metodologia

A compreensão do estado atual da economia pode ser facilitada pela retirada das flutuações de curto prazo presentes na série histórica do crescimento do PIB. Christiano and Fitzgerald (2003) argumenta que o filtro *bandpass* pode ser usado para isolar o componente de uma série temporal que se movimenta dentro de um determinado intervalo de frequências. Este filtro, bastante utilizado na literatura que estuda ciclos econômicos, é, portanto, capaz de eliminar movimentos caracterizados como temporários (irregulares ou sazonais) de séries temporais, obtendo o componente de médio a longo prazo do PIB. Baxter and King (1999), por exemplo, aplicam o filtro *bandpass* em séries temporais macroeconômicas dos Estados Unidos com o objetivo de isolar as flutuações que persistem por períodos de dois a oito anos, sendo, portanto, capaz de identificar os dois elementos do ciclo de negócios: movimentos lentos, que representam tendências seculares, e rápidas variações, sazonais ou irregulares.

O filtro *bandpass* considera a representação espectral (ver Golub and Van Loan (2012)) da série temporal y_t que, assumindo estacionariedade, consiste em escrever-la como uma integral de senos e cossenos. Essa representação permite distinguir movimentos na atividade econômica de média e longa duração, c_t , daqueles de curta duração, s_t . Deseja-se extinguir do Monitor do PIB todos os ciclos que durem menos de 1 ano, o que é equivalente a eliminar ondas de frequência maior que $\pi/6$, resultado da divisão do círculo unitário em 12 partes iguais, que correspondem aos 12 meses do ano. Desta forma, a série de interesse y_t possui a seguinte decomposição:

$$y_t = c_t + s_t = \beta(L)y_t + [1 - \beta(L)]y_t, \quad (1)$$

onde y_t é o Monitor do PIB e $\beta(L)$ é o filtro *lowpass* que seleciona ondas de frequência menor que $\pi/6$, ou seja, s_t inclui todos os movimentos correspondentes a períodos menores

que um ano. Como c_t e s_t são ortogonais, a variância de y_t corresponde a soma da variância de curto prazo com a variância de médio a longo prazo.

O componente de médio a longo prazo c_t , obtido por meio do filtro *bandpass*, será a nossa série de referência e pode ser representada como a seguinte combinação linear:

$$c_t = \beta(L)y_t = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \beta_k y_{t-k}, \quad \beta_k = \begin{cases} \frac{\text{seno}(k\pi/6)}{k\pi}, & \text{se } k \neq 0 \\ 1/6, & \text{se } k = 0. \end{cases} \quad (2)$$

A Figura 1 mostra que o filtro *bandpass* de fato transforma o Monitor do PIB em uma série mais suave a partir da remoção das oscilações de curto prazo, tornando possível a identificação de *turning points*. Apesar desse filtro possuir uma boa performance no centro da série temporal, o resultado não é satisfatório no início e no fim da amostra. Isto ocorre porque trata-se de um filtro infinito aplicado a uma série finita, o que faz com que sejam necessárias muitas revisões quando novos dados se tornam disponíveis. Por esse motivo, o filtro *bandpass* não possui um desempenho bom o suficiente para ser utilizado nas análises em tempo real. O objetivo deste artigo é realizar uma boa estimação de c_t no final da amostra, de modo que a detecção de *turning points* possa ser feita em tempo real.



Figura 1: Monitor do PIB (variação em relação ao mesmo trimestre do ano anterior) e c_t

Para corrigir o viés no final da amostra Altissimo et al. (2010) combinam as qualidades do filtro *bandpass* com informações de variáveis macroeconômicas. Os autores argumentam que o emprego de variáveis correlacionadas com o crescimento do PIB podem fornecer informações sobre os valores do PIB que ainda não estão disponíveis, viabilizando a análise da economia em tempo real. A metodologia utilizada na elaboração do Núcleo do PIB é baseada em Altissimo et al. (2010) e utiliza um conjunto de 43 séries macroeconômicas mensais que incluem indicadores financeiros, produção industrial, vendas no varejo, balança comercial, entre outros, como ilustrado na tabela 1. Vale notar que todas as séries presentes na base de dados estão em variação mensal, em relação ao mesmo mês do ano anterior.

O Núcleo do PIB é o resultado da projeção de c_t em um conjunto de regressores que são construídos a partir de um modelo de fator dinâmico desenhado para eliminar tanto as flutuações de curto prazo quanto o componente idiossincrático específico de cada uma das séries presentes na base de dados. Uma revisão dos métodos disponíveis na literatura pode ser encontrada em Stock and Watson (2010).

Tabela 1: Base de Dados

Grupo	Descrição	Fonte
Câmbio	Taxa de câmbio livre dólar americano (Venda)	Banco Central do Brasil
Comércio	Vendas de autoveículos	Anfavea
Comércio	Vendas de autoveículos no mercado interno	Anfavea
Comércio	Índice de volume de vendas no varejo	IBGE
Comércio	Índice de volume de vendas no varejo - Hiper/supermercado, produtos alimentícios, bebidas e fumo	IBGE
Comércio	Índice de volume de vendas no varejo - Tecido, vestuário e calçado	IBGE
Comércio	Índice de volume de vendas no varejo - Móveis e eletrodomésticos	IBGE
Comércio	Índice de volume de vendas no varejo - Automóveis, motocicletas, partes e peças	IBGE
Comércio	Índice de volume de vendas no varejo - Hipermercados e supermercados	IBGE
Comércio	Vendas de veículos pelas concessionárias - Automóveis	Fenabrave
Comércio	Vendas de veículos pelas concessionárias - Comerciais leves	Fenabrave
Comércio	Vendas de veículos pelas concessionárias - Caminhões	Fenabrave
Comércio	Indicador de movimento do comércio a prazo	ACSP
Comércio	Balança comercial - Receita	Banco Central do Brasil
Comércio	Balança comercial - Despesa	Banco Central do Brasil
Energia	Consumo de energia elétrica no Brasil - Industrial	Eletrobras
Energia	Consumo de energia elétrica no Brasil - Total	Eletrobras
Financeiro	Indicador de movimento de cheques	ACSP
Financeiro	Ibovespa	BM&FBOVESPA
Governo	Dívida líquida do setor público - Governos estaduais	Banco Central do Brasil
Governo	Dívida líquida do setor público (% PIB) - Governos estaduais e municipais	Banco Central do Brasil
Governo	Dívida líquida do setor público (% PIB) - Governos estaduais	Banco Central do Brasil
Governo	Dívida líquida do setor público (% PIB) - Empresas estatais	Banco Central do Brasil
Governo	Dívida líquida do setor público (% PIB) - Empresas estatais e estaduais	Banco Central do Brasil
Governo	Desembolsos do sistema BNDES - Total	BNDES
Governo	Desembolsos do sistema BNDES - Comércio e serviços	BNDES
Indústria	Utilização da capacidade instalada geral (FGV)	FGV
Indústria	Produção total de autoveículos	Anfavea
Indústria	Produção de automóveis e comerciais leves	Anfavea
Indústria	Produção de caminhões	Anfavea
Indústria	Produção de outras máquinas agrícolas	Anfavea
Indústria	Indicadores da produção - Geral	IBGE
Indústria	Indicadores da produção - Indústria de transformação	IBGE
Indústria	Indicadores da produção - Bens de capital	IBGE
Indústria	Indicadores da produção - Bens intermediários	IBGE
Indústria	Indicadores da produção - Bens de consumo	IBGE
Indústria	Indicadores da produção - Bens de consumo duráveis	IBGE
Indústria	Produção industrial geral - Região Sudeste	IBGE
Indústria	Produção industrial geral - Região Sul	IBGE
Indústria	Utilização da capacidade instalada - Indústria de transformação (FGV)	FGV
Juros	Taxa de juros CDI	Banco Central do Brasil
Juros	Taxa de juros Selic	Banco Central do Brasil
Pesquisa	Índice de condições econômicas atuais	Fecomercio

Assumimos que as séries econômicas explicativas (x_{it}) são compostas tanto por choques comuns a toda base de dados (χ_{it}) quanto por choques específicos de cada variável (ξ_{it}):

$$x_{it} = \chi_{it} + \xi_{it}. \quad (3)$$

O componente comum, χ_{it} , pode ser escrito em função de choques u_{ht} , $h = 1, \dots, q$, $q < T$, que são comuns a todas as variáveis x_{it} :

$$\chi_{it} = b_{i1}(L)u_{1t} + b_{i2}(L)u_{2t} + \dots + b_{iq}(L)u_{qt}, \quad (4)$$

onde $b(L)$ é um operador de defasagem. A escolha de q seguiu o critério proposto em Hallin and Liska (2007).

Para eliminar flutuações de curto prazo, Altissimo et al. (2010) reescrevem a Equação (3) como:

$$x_t = \phi_t + \psi_t + \xi_t, \quad (5)$$

onde $\phi_{it} = \beta(L)\chi_{it}$ o componente de médio a longo prazo de χ_{it} , obtido por meio do filtro *bandpass*, e $\psi_{it} = \chi_{it} - \phi_{it}$ o componente de curto prazo.

Reescrevendo a equação (5) em termos das matrizes de densidade espectral, obtemos:

$$S_x(\theta) = S_\chi(\theta) + S_\xi(\theta) = S_\phi(\theta) + S_\psi(\theta) + S_\xi(\theta). \quad (6)$$

Estimativas consistentes de S_χ e S_ξ podem ser obtidas a partir da metodologia proposta em Forni et al. (2000). Integrando $\hat{S}_\chi(\theta)$ e $\hat{S}_\xi(\theta)$ no intervalo $[-\pi, \pi]$, obtemos $\hat{\Sigma}_\chi$ e $\hat{\Sigma}_\xi$ (Ver Forni et al. (2005)). Integrando $\hat{S}_\chi(\theta)$ em $[-\pi/6, \pi/6]$, obtemos $\hat{\Sigma}_\phi$. Assim, a decomposição da matriz de variância-covariância da base de dados é dada por:

$$\hat{\Sigma}_x = \hat{\Sigma}_\chi + \hat{\Sigma}_\xi = \hat{\Sigma}_\phi + \hat{\Sigma}_\psi + \hat{\Sigma}_\xi. \quad (7)$$

Os regressores, denotados por W_t , que servirão de base para a construção do Núcleo do PIB são obtidos por meio de componentes principais generalizados. O total de componentes utilizados será escolhido pelo critério apresentado em Bai and Ng (2002).

Tendo em mãos as estimativas dos componentes representados na equação (7), o primeiro passo para obter W_t é determinar a combinação linear das variáveis da base de dados que maximiza a variância do componente comum de médio a longo prazo. Em seguida, determinamos outra combinação linear com a mesma propriedade, sob a restrição de que seja ortogonal à primeira, e assim por diante.

Vale notar que os regressores W_t são denotados em variação mensal (em relação ao ano anterior), assim como as variáveis da base de dados. Por outro lado, utilizamos a variação trimestral (em relação ao ano anterior) do Monitor do PIB, portanto precisamos transformar os regressores para corresponderem a variação trimestral, isto é: $w_t = (1 + L + L^2)^2 W_t$.

O Núcleo do PIB é obtido a partir da projeção de c_t no espaço gerado por $w_t = (w_{1t}, \dots, w_{rt})$ e uma constante, isto é:

$$P(c_t|w_t) = \mu + \Sigma_{cw} \Sigma_w^{-1} w_t, \quad (8)$$

onde Σ_{cw} é o vetor linha cuja k -ésima entrada é $cov(c_t, w_{kt})$ e Σ_w é a matriz de covariância de w_t . Nesta aplicação para a economia brasileira, foram utilizados $r = 8$ regressores. O procedimento para a escolha do número r de componentes principais generalizados pode ser obtido em detalhes em Altissimo et al. (2010).

Portanto, o Núcleo do PIB é obtido substituindo os momentos populacionais acima por seus estimadores:

$$\hat{c}_t = \hat{\mu} + \hat{\Sigma}_{cw} \hat{\Sigma}_w^{-1} w_t. \quad (9)$$

4 Resultados

A aplicação da metodologia detalhada na seção anterior resultou no Núcleo do PIB da economia brasileira, exibido na Figura 2. Observa-se que o indicador construído não apresenta flutuações efêmeras e, em contraste com o filtro *bandpass*, possui trajetória condizente com o comportamento do Monitor do PIB no final de sua série histórica.

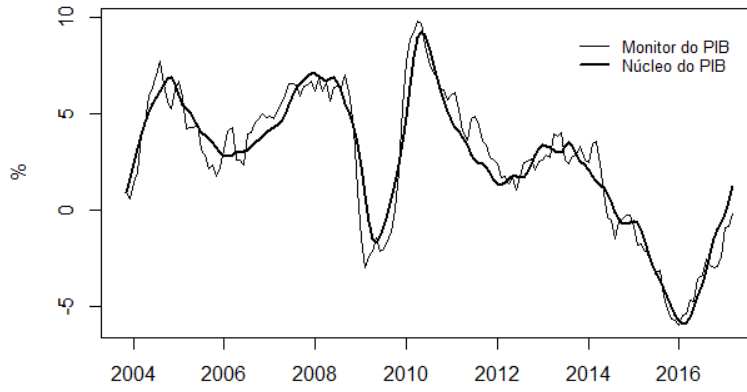


Figura 2: Monitor do PIB (variação em relação ao mesmo trimestre do ano anterior) e Núcleo do PIB

Com o objetivo de analisar a capacidade de detecção de *turning points* em tempo real do Núcleo do PIB, realizamos um exercício de *pseudo-real-time*, isto é, partindo de janeiro de 2008, estimamos nosso indicador em cada ponto do tempo utilizando apenas os dados disponíveis até aquela data. Vale notar que o monitor do PIB é divulgado com dois meses de defasagem. Em contrapartida, o Núcleo do PIB do mês vigente pode ser estimado sem atrasos, provendo informações sobre a situação atual da economia.

Definimos *turning point* como uma mudança no sinal da inclinação do componente de médio a longo prazo obtido pelo filtro *band-pass* (c_t). Temos uma virada para cima (para baixo) no tempo t se $\Delta c_{t+1} = c_{t+1} - c_t$ é positivo (negativo), enquanto $\Delta c_t = c_t - c_{t-1}$ é negativo (positivo). De acordo com essa definição, na subamostra analisada existem 8 *turning points*, sendo 4 viradas para cima e 4 para baixo.

Estabelecemos regras para avaliar se uma mudança de sinal na inclinação do Núcleo do PIB, \hat{c}_t , pode ser interpretada como um *turning point*. Uma mudança de sinal entre $\Delta \hat{c}_t$ e $\Delta \hat{c}_{t-1}$ gera um candidato a *turning point* em $t - 1$, mas só será confirmado se: (a) o sinal de $\Delta \hat{c}_{t-1}$ não mudou após a revisão, isto é, $\Delta \hat{c}_{t-1}$ possui o mesmo sinal tanto na estimativa feita em $t - 1$ quanto em t , e (b) não houve mudança de sinal entre $t - 2$ e $t - 1$ na estimativa realizada em $t - 1$.

A Figura 3 exibe o resultado desse exercício. A linha contínua representa o crescimento de médio a longo prazo do monitor obtido a partir do filtro *band-pass*. As linhas curtas retratam as estimativas do Núcleo do PIB para os dois últimos meses de cada vintage, que correspondem aos dois meses que sucedem a última divulgação do monitor. Dessa forma,

na vintage do mês t , cada segmento de reta representa as estimativas do Núcleo do PIB para $t - 1$ e t .

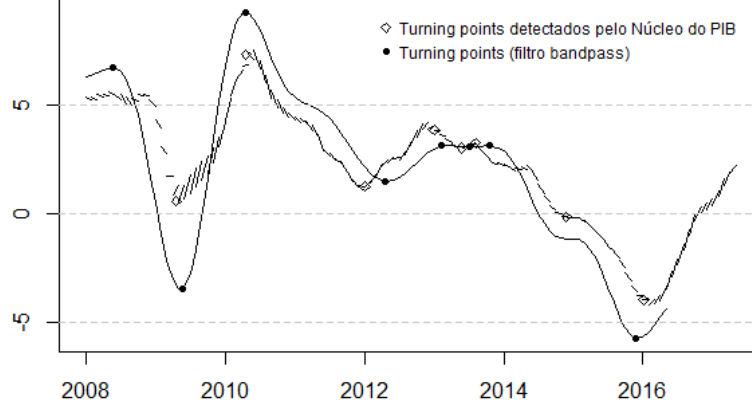


Figura 3: Exercício de *pseudo-real-time* no final da amostra

No período de tempo considerado neste exercício, o CODACE identificou um vale no ciclo econômico brasileiro ocorrido no primeiro trimestre de 2009 e um pico no primeiro trimestre de 2014. Todavia, o vale foi sinalizado apenas na reunião ocorrida no quarto trimestre de 2009 e o pico, somente no terceiro trimestre do ano seguinte (os relatórios do CODACE podem ser encontrados em <http://portalibre.fgv.br>). Por outro lado, o Núcleo do PIB sinalizaria em abril de 2009 o início da recuperação econômica após a crise financeira de 2008 e preveria a presença de uma virada para baixo no crescimento já em agosto de 2013.

Para avaliar a performance do nosso indicador, utilizaremos os seguintes critérios:

1. A habilidade que $\Delta \hat{c}_t$ possui de identificar o sinal correto de Δc_t , mensurada pelo percentual de sinais corretos detectados na subamostra
2. A capacidade de \hat{c}_t aproximar (*nowcast*) c_t , no período $T - 111 \leq t \leq T - 12$, que corresponde a subamostra considerada no exercício de *realtime*, excluindo os últimos 12 meses, quando o filtro *bandpass* sofre de viés de fim de amostra, medida pela razão $\sum_{t=T-111}^{T-12} [\hat{c}_t - c_t]^2 / \sum_{t=13}^{T-12} [c_t - \bar{c}_t]^2$, onde $\bar{c}_t = \sum_{t=13}^{T-12} c_t / T - 24$
3. O tamanho dos erros de revisão após um mês, mensurado pela razão $\sum_{t=T-111}^{T-1} [\hat{c}_t(t+1) - \hat{c}_t]^2 / \sum_{t=13}^{T-12} [c_t - \bar{c}_t]^2$, onde $\hat{c}_t(t+1)$ corresponde a estimativa do mês t realizada em $t+1$.

A Tabela 2 mostra os resultados destes três critérios de avaliação de performance em tempo real para o Núcleo do PIB, o filtro *bandpass* (BP), a aproximação ótima do filtro *bandpass* proposta por Christiano and Fitzgerald (2003) (CFBP), para a estimativa do Núcleo do PIB obtida utilizando componentes principais ordinários ao invés dos componentes principais generalizados (PC) e para a replicação da metodologia em Abberger et al. (2014) para o cenário brasileiro (Barômetro). A capacidade de se aproximar de c_t não foi avaliada para o Barômetro, visto que seu objetivo não é prever pontualmente o valor do PIB agregado, mas sim anteceder viradas na atividade econômica.

Nota-se que o Núcleo do PIB prevê de forma mais acurada o sinal de Δc_t , acertando 80% das vezes. No segundo critério, nosso indicador perde para o CFBP, porém possui

Tabela 2: Performance em tempo real no final da amostra

Indicador	% Previsão correta do sinal de Δc	EQM do Nowcast/Variância de c	EQM de Revisão/Variância de c
Núcleo do PIB	0,80	0,30	0,01
BP	0,54	0,35	0,04
CFBP	0,56	0,14	0,02
PC	0,70	0,24	0,01
Barômetro	0,60	-	0,07

a vantagem de sofrer menos com erros de revisão. Vale ressaltar que, por construção, o Núcleo do PIB deveria performar tão bem quanto PC em termos de *nowcast*, portanto a melhor performance de PC na segunda coluna da tabela 1 é devido a subamostra particular considerada neste exercício.

Os testes de *realtime* mostraram que, de fato, elaboramos uma medida do crescimento da atividade livre de ruídos, que busca evidenciar o movimento persistente da atividade, constituindo um Núcleo do PIB brasileiro. Todavia, é necessário garantir a sua utilidade por meio de métodos propostos por estudiosos para qualificar o desempenho das medidas de núcleo (Wynne (1999); Clark (2001); Rich and Steindel (2007)). De modo geral, como retratado em Ferreira et al. (2017), são esperadas as seguintes características de um núcleo do PIB: (a) *baixa volatilidade*: espera-se que o núcleo seja menos volátil do que o monitor; (b) *capturar a tendência da atividade*: o núcleo e o monitor devem possuir médias parecidas, para que o núcleo não superestime ou subestime a tendência de longo prazo da atividade. Além disso, a trajetória do núcleo deve ser próxima à tendência do monitor; (c) *previsão da atividade*: espera-se que o núcleo seja útil para prever o monitor.

A Tabela 3 contém estatísticas descritivas do Núcleo do PIB e do Monitor. Nosso indicador possui média e mediana bastante próximas às do Monitor, indicando que a tendência de longo prazo da atividade não é subestimada nem superestimada. Além disso, o Núcleo do PIB apresenta variabilidade inferior a do Monitor e não apresenta viés significativo.

Tabela 3: Estatísticas descritivas e avaliação de viés

	Média	Mediana	Desvio-padrão	Viés	p-valor
Monitor	2,52	2,82	3,69	-	-
Núcleo do PIB	2,53	2,96	3,40	1,04	0,31

Também é importante verificar se o Núcleo do PIB possui relação de longo prazo com o Monitor, afinal, é desejável que a tendência do núcleo acompanhe a da atividade. Para isto, aplicaremos testes de raiz unitária e de cointegração. O teste ADF (*Augmented Dickey Fuller*) de raiz unitária concluiu que tanto o Núcleo do PIB (τ -stat = -2,84 e valor crítico (95% de confiança) igual a -3,43) quanto o Monitor (τ -stat = -2,62 e valor crítico (95% de confiança) igual a -3,43) não são estacionários. Ao reaplicar o teste ADF nas séries em primeira diferença concluímos, com 95% de confiança, que são estacionárias (τ -stat = -4,01 e -4,35 para o Monitor do PIB e para o Núcleo do PIB, com valor crítico (95% de

confiança) igual a -1,95 em ambos os casos).

Como o Núcleo do PIB e o Monitor são séries integradas de ordem 1, isto é, se tornam estacionárias a partir da primeira diferenciação, aplicamos o teste de cointegração de Johansen entre as duas. Os resultados, presentes na Tabela 4, apontam que o Núcleo apresenta relação de longo prazo com o Monitor.

Tabela 4: Teste de Cointegração de Johansen

Autovalores	Estatística de teste	Valor Crítico	Conclusão
Monitor & Núcleo do PIB			
3,78	20,72	18,96	rejeita H_0
1,27	5,89	12,25	não rejeita H_0

Uma equação de cointegração ao nível de significância de 5%

Dado que há uma relação de longo prazo entre as séries, é possível avaliar a dinâmica de ajustamento. Isto será feito a partir da análise dos coeficientes λ e λ_N das equações 10 e 11 (Mehra and Reilly (2009)), que sinalizam como o Monitor e o Núcleo do PIB se ajustam quando há uma diferença entre eles. O desejado é que λ seja negativo e λ_N seja nulo, o que nos levaria a concluir que o Monitor se move em direção ao Núcleo do PIB e o Núcleo do PIB não se move em direção ao Monitor.

$$\Delta y_t = \alpha + \lambda \mu_{t-1} + \sum_{k=1}^p \alpha_k \Delta y_{t-k} + \epsilon_t \quad (10)$$

$$\Delta \hat{c}_t = \alpha + \lambda_N \mu_{t-1} + \sum_{k=1}^p \alpha_k \Delta \hat{c}_{t-k} + \epsilon_t \quad (11)$$

onde:

y_t é a variação trimestre contra trimestre do ano anterior do Monitor

\hat{c}_t é o Núcleo do PIB (variação mês contra mês do ano anterior)

μ_{t-1} é o vetor de cointegração, que se resume a $y_t - \hat{c}_t$ já que o Núcleo do PIB é não viesado

$\Delta = 1 - L$ em que L é o operador de defasagem tal que $L^n y_t = y_{t-n}$

Como mostrado na tabela 5, os resultados sugerem que a dinâmica de ajustamento ocorre de maneira adequada, isto é, somente o Monitor se move em direção ao Núcleo do PIB e não o contrário (λ significativo e negativo e λ_N não significativo).

Tabela 5: Dinâmica de Ajustamento

λ	R^2	λ_N	R^2
-0,35***	0,5	0,003	0,97

Com o intuito de verificar se a diferença entre o Núcleo do PIB e o Monitor no tempo corrente (tempo t) ajuda a prever o Monitor daqui a 1 e 2 anos ($t + 12$ e $t + 24$), estimou-se a equação 12.

$$y_{t+h} - y_t = \alpha + \beta(\hat{c}_t - y_t) + \epsilon_t \quad (12)$$

onde:

y_t é a variação trimestre contra trimestre do ano anterior do Monitor

\hat{c}_t é o Núcleo do PIB (variação mês contra mês do ano anterior)

Nota-se, a partir dos resultados da tabela 6, que para ambos os horizontes de previsão ($h = 12, 24$), o Núcleo do PIB apresenta capacidade preditiva. Apesar dos valores de R^2 ajustado serem relativamente baixos, diante da simplicidade do modelo, tais valores são aceitáveis.

Tabela 6: Análise de Previsão do Monitor utilizando o Núcleo do PIB

	R^2	β	t-stat
h=12	0,15	1,59	1.03e-06 ***
h=24	0,26	2,02	1.77e-10 ***

t-stat é a estatística de teste para o parâmetro β .

Tendo em vista os resultados apresentados, é possível concluir que o Núcleo do PIB possui um bom desempenho ao considerar todos os critérios analisados. Nosso indicador não subestima nem superestima a tendência da atividade, não apresenta viés, tem relação de longo prazo com o Monitor, possui a capacidade de atrair o Monitor e ainda exibe capacidade preditiva.

5 Considerações finais

A construção de um indicador que aponte mudanças nos rumos da economia, seja de fácil compreensão, pontual e livre de flutuações de curto prazo mostra-se de grande valia em uma economia como a do Brasil, cujo PIB possui trajetória de grande volatilidade. O entendimento da situação atual permite traçar estratégias de desenvolvimento em períodos posteriores e tais decisões não devem ser afetadas por oscilações temporárias.

O modelo de fator dinâmico generalizado proposto em Altissimo et al. (2010) foi aplicado ao contexto brasileiro. A partir de uma base de dados com 43 variáveis macroeconômicas relacionadas ao PIB, extraiu-se componentes comuns, que, em conjunto com o modelo, resultaram em um indicador livre de choques de curto prazo e de componentes específicos de cada variável do conjunto de dados. A comparação do Núcleo do PIB com outros métodos disponíveis na literatura sinalizou o bom desempenho do indicador construído na previsão tanto do sinal das variações do Monitor do PIB quanto de seus valores absolutos (nowcasting). Avaliou-se, ainda, a consistência do Núcleo do PIB com respeito às mudanças dos fatores com a chegada de novas observações do Monitor.

O Núcleo do PIB exibiu trajetória mais suave que a do Monitor do PIB e não apresentou viés consistente de superestimação ou subestimação da série de referência. Além

disso, a avaliação da dinâmica de ajustamento sinalizou que o Núcleo se move em direção ao Monitor, sem que o contrário ocorra. O indicador construído possui, portanto, as propriedades fundamentais para ser denominado Núcleo do PIB.

A análise de *pseudo-real-time*, exercício que consiste em estimar o indicador em um período de tempo passado fazendo uso somente dos dados disponíveis até aquela data, mostrou uma boa capacidade do Núcleo do PIB de detectar *turning points* em tempo real. Observou-se a correta sinalização de mudanças importantes na trajetória da atividade econômica nos últimos anos, como a retomada do crescimento após a crise de 2008, o processo de retração ocorrido em 2014 e a recuperação iniciada em 2016.

Uma futura extensão do trabalho será a aplicação da metodologia presente neste artigo para os setores que compõem o Monitor do PIB: agropecuária, indústria e serviços. Deste modo, será possível evidenciar a contribuição dos principais setores da economia nas mudanças observadas no Núcleo do PIB.

Referências

- Abberger, K., Graff, M., Siliverstovs, B., and Sturm, J. (2014). The KOF economic barometer, version 2014: A composite leading indicator for the swiss business cycle. *KOF Working Paper No. 353*.
- Altissimo, F., Cristadoro, R., Forni, M., Lippi, M., and Veronese, G. (2010). New euro-coin: tracking economic growth in real time. *The Review of Economics and Statistics*, 92(4):1024–1034.
- Apel, M. and Jansson, P. (1999). A theory-consistent system approach for estimating potential output and the NAIRU. *Economics Letters*, 64(3):271–275.
- Bai, J. and Ng, S. (2002). Determining the number of factors in approximate factor models. *Econometrica*, 70(1):191–221.
- Baxter, M. and King, R. G. (1999). Measuring business cycles: approximate band-pass filters for economic time series. *The Review of Economics and Statistics*, 81(4):575–593.
- Burns, A. and Mitchell, W. (1946). Measuring business cycles. *NBER Books*.
- Cesaroni, T. and Iezzi, S. (2017). The predictive content of business survey indicators: evidence from SIGE. *Journal of Business Cycle Research*, 13:75–104.
- Chauvet, M. (2001). A monthly indicator of brazilian GDP. *Brazilian Review of Econometrics*, 21(1):1–47.
- Christiano, L. and Fitzgerald, T. (2003). The band pass filter. *International Economic Review*, 44(2):435–465.
- Clark, T. E. (2001). Comparing measures of core inflation. *Economic Review-Federal Reserve Bank of Kansas City*, 86(2):5.
- Cunha, J. C. d. (2017). *Construção de indicador mensal de PIB e componentes para datação de ciclos econômicos: uma análise de janeiro de 1980 a setembro de 2016*. PhD thesis.
- Ferreira, P., Mattos, D., and Ardeo, V. (2017). Núcleo triplo filtro: uma medida de trajetória da inflação. *Revista Brasileira de Economia*.
- Forni, M., Hallin, M., Lippi, M., and Reichlin, L. (2000). The generalized dynamic-factor model: Identification and estimation. *The Review of Economics and Statistics*, 82(4):540–554.
- Forni, M., Hallin, M., Lippi, M., and Reichlin, L. (2005). The generalized dynamic factor model: one-sided estimation and forecasting. *Journal of the American Statistical Association*, 100(471):830–840.
- Golub, G. H. and Van Loan, C. F. (2012). *Matrix computations*, volume 3. JHU Press.
- Gordon, R. J. (1990). Macroeconomics, scott. *Forsman/Little Brown and Company, Glenview, Ill.*
- Hallin, M. and Liska, R. (2007). The generalized dynamic factor model: determining the number of factors. *Journal of the American Statistical Association*, 102(478):603.

- Hamilton, J. D. (1994). *Time series analysis*, volume 2. Princeton University Press.
- Hodrick, R. J. and Prescott, E. C. (1997). Postwar us business cycles: an empirical investigation. *Journal of Money, Credit, and Banking*, pages 1–16.
- Issler, J., Notini, H., and Rodrigues, C. (2013). Constructing coincident and leading indices of economic activity for the brazilian economy. *Journal of Business Cycle Measurement and Analysis*, 2012(2):43–65.
- Kuttner, K. N. (1994). Estimating potential output as a latent variable. *Journal of Business & Economic Statistics*, 12(3):361–368.
- Lima, I. C., Moro, S., Junior, F. G. J., et al. (2006). Ciclos e previsão cíclica: um modelo de indicadores antecedentes para a economia brasileira. In *Anais do XXXIV Encontro Nacional de Economia [Proceedings of the 34th Brazilian Economics Meeting]*, number 13. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pósgraduação em Economia [Brazilian Association of Graduate Programs in Economics].
- Matheson, T. (2014). New indicators for tracking growth in real time. *Journal of Business Cycle Measurement and Analysis*, 2013(2):51.
- Mehra, Y. P. and Reilly, D. (2009). Short-term headline-core inflation dynamics. *FRB Richmond Economic Quarterly*, 95(3):289–313.
- OECD (2017). Composite leading indicator (CLI). *Bank for International Settlements*.
- Rich, R. and Steindel, C. (2007). A comparison of measures of core inflation. *Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review*, page 19–38.
- Smirnov, S. V., Kondrashov, N. V., and Petronevich, A. V. (2017). Dating cyclical turning points for russia: Formal methods and informal choices. *Journal of Business Cycle Research*, 13:53–73.
- Stock, J. and Watson, M. (1988). A probability model of the coincident economic indicators. *National Bureau of Economic Research Cambridge, Mass., USA*.
- Stock, J. and Watson, M. (1989). New indexes of coincident and leading economic indicators. *NBER macroeconomics annual*, 4:351–394.
- Stock, J. and Watson, M. (1993). A procedure for predicting recessions with leading indicators: econometric issues and recent experience. In *Business cycles, indicators and forecasting*, pages 95–156. University of Chicago Press.
- Stock, J. and Watson, M. (2010). Dynamic factor models. *Oxford Handbook on Economic Forecasting*.
- Banco Central do Brasil (1999). *Metodologias para Estimção do Produto Potencial*. Relatório de Inflação (setembro).
- Wynne, M. (1999). Core inflation: a review of some conceptual issues. *Federal Reserve Bank of Dallas Working Paper*, 9903.