



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA-CAEN
MESTRADO EM ECONOMIA

JOSÉ AIRTON DE ALMEIDA JÚNIOR

UMA PROPOSTA DE CALIBRAGEM DO FILTRO HODRICK-PRESCOTT
BASEADA NA LEI DE OKUN

FORTALEZA

2026

JOSÉ AIRTON DE ALMEIDA JÚNIOR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Economia. Área de concentração: Economia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Christiano Modesto
Penna

FORTALEZA

2026

UMA PROPOSTA DE CALIBRAGEM DO FILTRO HODRICK-PRESCOTT BASEADA
NA LEI DE OKUN

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Economia da
Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial à obtenção do título de
mestre em Economia. Área de
concentração: Economia Aplicada.

Aprovada em: 20/02/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Christiano Modesto Penna (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Elano Ferreira Arruda
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Roberto Tatiwa Ferreira
Universidade Estadual do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, amigos e professores.

AGRADECIMENTOS

Ao longo desses dois anos, muitas pessoas tornaram possível essa caminhada que me enriqueceu e que me forjou tanto. É verdade que os passos sempre foram só meus, mas sem a luz de certas pessoas, meu destino seria tatear no escuro ou talvez sequer dar o primeiro passo. Entre todas as pessoas, agradeço, em primeiro lugar, à minha mãe que me incentivou a me inscrever no exame da ANPEC quando eu não tinha nenhuma expectativa de êxito. Seus esforços têm sido incessantes e incondicionais. Agradeço pela vida do meu pai, que mesmo sem poder me consolar ou motivar com palavras no presente, tem me abrigado no seu olhar paterno e me ensinado sobre a ordem tão bela e indiferente das coisas. Agradeço aos meus primos, César e Carlos (*in memoriam*), que me cederam uma moradia por 4 anos e me auxiliaram de inúmeras maneiras. Rendo agradecimentos ao meu orientador que depositou confiança em mim e que sempre me motiva a superar meus limites. Quero agradecer aos meus colegas e amigos vitalícios Luís Gustavo, Luiz Eguiberto, Pedro Machado e Pedro Luiz, cujas companhias foram bálsamos para as minhas preocupações e que me ajudaram tanto academicamente. Quero agradecer à CAPES por todo apoio financeiro, sem o qual não seria possível levar a cabo esse projeto. Embora nunca tenha sido dotado do dom da fé, cumpre render graças a Deus, cuja pessoa serve como repositório de toda gratidão.

“Die Überzeugungen sind gefährlichere Feinde der Wahrheit als Lügen.” (Friedrich Nietzsche; Humano, Demasiadamente Humano)

RESUMO

Este trabalho propõe uma estratégia de calibração do parâmetro de suavização do Filtro Hodrick-Prescott com base em um critério empírico como a Lei de Okun na forma de hiato. Em vez de seguir com a prática padrão de escolher um valor do parâmetro de suavização pré-estabelecido e baseado na economia americana, seguimos uma abordagem de escolha paramétrica fundamentada na máxima log-verossimilhança da relação entre os componentes cíclicos do produto e do desemprego para cada país. Servindo-se de séries trimestrais e sazonalmente ajustadas de sete economias desenvolvidas, o trabalho avalia como a calibração assistida pela Lei de Okun afeta a decomposição ciclo-tendência do produto, bem como a aderência empírica desses países à Lei de Okun. O método consiste no uso da versão bilateral e unilateral do filtro Hodrick-Prescott para um conjunto discreto de valores do parâmetro de suavização. Após a decomposição cíclica, padronizam-se os ciclos e estima-se a Lei de Okun. A escolha dos parâmetros é tomada com base na máxima log-verossimilhança da regressão cíclica, gerada pela combinação de filtro e parâmetro para o par de séries. Os resultados revelam uma heterogeneidade significativa, apontando para o fato de que a escolha de um parâmetro único pode implicar diferentes interpretações seriais quanto à natureza cíclica e estrutural de uma série. Em síntese, as economias com uma relação produto-desemprego mais estável e convencional favorecem a escolha de parâmetros de suavização mais altos; enquanto as mais instáveis demandam parâmetros de suavização muito baixos. Observa-se também uma diferença nos parâmetros ótimos entre as séries de produto e de desemprego, juntamente com a versão unilateral do filtro sendo preferível à versão bilateral segundo o critério adotado.

Palavras-chave: Filtro Hodrick-Prescott; calibragem; Lei de Okun.

ABSTRACT

This work proposes a calibration strategy for the smoothing parameter of the Hodrick-Prescott filter based on an empirical criterion such as Okun's Law in its gap form. Instead of following the standard practice of choosing a pre-established value for the smoothing parameter based on the American economy, we adopt a parametric choice approach grounded in the maximum log-likelihood of the relationship between the cyclical components of output and unemployment for each country. Using seasonally adjusted quarterly series from seven developed economies, the study evaluates how calibration assisted by Okun's Law affects the cycle-trend decomposition of output, as well as the empirical adherence of these countries to Okun's Law. The method consists of using the bilateral and unilateral versions of the Hodrick-Prescott filter for a discrete set of smoothing parameter values. After cyclical decomposition, the cycles are standardized and Okun's Law is estimated. The choice of parameters is based on the maximum log-likelihood of the cyclical regression, generated by the combination of filter and parameter for the pair of series. The results reveal significant heterogeneity, indicating that the choice of a single parameter may imply different serial interpretations regarding the cyclical and structural nature of a series. In summary, economies with a more stable and conventional output-unemployment relationship favor the choice of higher smoothing parameters, while more unstable economies require very low smoothing parameters. A difference in the optimal parameters between the output and unemployment series is also observed, along with the unilateral version of the filter being preferable to the bilateral version according to the adopted criterion.

Keywords: Hodrick-Prescott filter; calibration; Okun's Law.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1

.....

Figura 2

.....

Figura 3

.....

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Resultados para a Austrália.....	26
Gráfico 2	Resultados para os EUA	29
Gráfico 3	Resultados para a França.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resultados ótimos para os países de alta calibragem.	25
Tabela 2	Resultados ótimos para os países de calibragem intermediária	28
Tabela 3	Resultados ótimos para os países de baixa calibragem.	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CLI	Composite Leading Indicators
DSGE	Dynamic Stochastic General Equilibrium
EUA	Estados Unidos da América
FRED	Federal Reserve Economic Data
G7	Group of Seven
GNP	Gross National Product
HP	Hodrick-Prescott
HP1	Hodrick-Prescott one-sided version (versão unilateral do filtro)
HP2	Hodrick-Prescott two-sided version (versão bilateral do filtro)
INE	Instituto Nacional Estatístico
LSTR	Logistic Smooth Transition Regression
MDFA	Multivariate Direct Filter Approach
MLE	Maximum Likelihood Estimation (Máxima Verossimilhança)
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONS	Office for National Statistics
PIB	Produto Interno Bruto

LISTA DE SÍMBOLOS

λ	Parâmetro de suavização do filtro Hodrick-Prescott
%	Porcentagem
Δ	Operador de diferenças e símbolo de variação da log-verossimilhança
y	Série observada do produto
u	Taxa de desemprego
Y_T	Componente cíclico da série
D	Matriz de segunda diferença
T	Número de observações
F	Operador de filtragem
n	Tamanho da amostra
β	Coefficiente angular da Lei de Okun
ε	Termo de Erro
R^2	Coefficiente de determinação
corr	Coefficiente de correlação linear
σ_c^2	Variação do componente cíclico do produto
σ_g^2	Variação do componente de tendência do produto
Log(.)	Logaritmo natural
Log(L)	Log-verossimilhança

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	METODOLOGIA	20
2.1	O FILTRO HP	20
2.2	A LEI DE OKUN	21
2.3	PARÂMETROS E FILTROS ÓTIMOS	23
2.4	ALGORITMO DE OTIMIZAÇÃO	24
3	RESULTADOS	25
3.1	PAÍSES DE CALIBRAGEM ALTA	26
3.2	PAÍSES DE CALIBRAGEM INTERMEDIÁRIA	28
3.3	PAÍSES DE BAIXA CALIBRAGEM	31
4	CONCLUSÕES	33
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

O filtro de Hodrick-Prescott (filtro HP) surgiu na década de 80 da parceria entre os economistas Robert J. Hodrick e Edward C. Prescott. A necessidade de estudar as características das flutuações econômicas - tradicionalmente chamadas de "ciclos econômicos" - motivou a formulação de um filtro que decomponha o componente cíclico de uma série temporal levando em conta o grau de curvatura da série em questão. Como foi elucidado pelos próprios autores, devido ao seu caráter relativamente rápido, os ciclos econômicos não podem ser satisfatoriamente explicados por mudanças na acumulação de capital, fatores tecnológicos ou mudanças demográficas, que são variáveis mais lentas, o que demanda o uso de ferramentas metodológicas como o filtro HP.

Tradicionalmente, tem-se usado a calibragem padrão da economia americana para dados trimestrais, mas essa prática já tem sido questionada por autores como Marcet e Ravn (2003), Ravn e Uhlig (2002) etc.¹ Marcet & Ravn (2003), por exemplo, demonstraram que a escolha padrão do parâmetro ($\lambda = 1600$) é capaz de realizar distorções quando o componente cíclico apresenta alta correlação serial, e exemplificam com o caso espanhol que, no decênio de 1975- 1985, o ciclo econômico foi muito suave².

Dentre os trabalhos que reavaliam a qualidade ou se propõem como alternativas ao filtro HP, podemos pensar em três categorias: a primeira diz respeito aos trabalhos que propõem ajustes na calibragem do parâmetro de suavização, Ravn e Uhlig (2002), Islas e Guerrero (2017), Dermoune et al (2009), etc. A segunda categoria diz respeito aos trabalhos que propõem novos meios para melhorar a

¹ Phillips e Jin (2015), Hamilton (2018) e Phillips e Shi (2019) fornecem um panorama sobre as limitações e os méritos do filtro HP

² A Espanha, nesse decênio, havia experimentado eventos como mudança de regime, o impacto do choque do petróleo e assinatura dos Pactos de Moncloa (1977), que reestruturaram a economia espanhola.

qualidade da filtragem do filtro HP, como Stock e Watson (1999), Phillips e Shi (2019) etc. E a terceira categoria, que se debruça mais a fundo nas metodologias alternativas de filtragem, como Baxter e King (1999), Christiano e Fitzgerald (2003), Corbae e Ouliaris (2006), dentre outros.

O filtro HP vem sendo aprimorado em diversos aspectos, no aspecto direcional, Stock e Watson (1999) empregaram uma versão unilateral do filtro para o estudo da inflação americana; no aspecto de generalização funcional, Kauerman et al (2011) trouxeram a ideia de usar splines penalizados para filtragem de tendência; No aspecto computacional, Cornea-Madeira (2017) criou um algoritmo mais rápido; quanto à reinterpretção estocástica, Hamilton (2018) sugere uma alternativa de autorregressão escalar; e quanto ao método iterativo, Phillips e Shi (2019) recorrem a técnicas de Machine Learning para criar a versão filtro HP aumentado (boosted HP).

A calibragem padrão para dados trimestrais $\lambda = 1600$ foi sugerida por Hodrick e Prescott (1997), com base na interpretação de que um componente cíclico do Produto Interno Bruto (PIB) de 5% e um componente de crescimento de 0,125% (1/8%) são moderadamente grandes. Definindo, assim, o parâmetro de suavização para dados trimestrais como $\lambda = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_g^2}$.³ Os autores estudam como os desvios-padrão e correlações seriais se comportam para diferentes valores de λ e apresentam resultados razoavelmente robustos, incluindo uma comparação entre os componentes cíclicos obtidos e quando o valor do parâmetro de suavização tendia ao infinito.

Hodrick e Prescott utilizaram dados da economia americana do pós-guerra, com periodicidade trimestral. A fonte dos dados é o Wharton Economic Forecasting Associates Quaterly Data Bank. Além dessa fonte, os dados originais do trabalho original foram obtidos do National Income and Product Accounts (NIPA) e do Survey of Current Business, ambos publicados pelo U.S. Department of Commerce. As séries trimestrais cobrem o período 1947.1 a 1993. A coleta de dados tinha como objetivo calcular os componentes cíclicos do PIB real e outras variáveis econômicas indispensáveis para a prática padrão no estudo das flutuações econômicas.

Marcet e Ravn (2003), por sua vez, propõem uma reinterpretção do filtro HP como um problema de minimização com restrições, selecionando endogenamente um valor do parâmetro que impõe consistência para uma amostra de países em análise. Eles discutem as evidências internacionais em painel para economias da

³ $\sqrt{\lambda} = \frac{5}{1/8} = 40$. Logo, $\lambda = 1600$

Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Analisam as economias da Austrália, Canadá, França, Itália, Japão, Reino Unido e Suíça e propõem duas regras de ajustamento.

Eles observaram que os ciclos da economia italiana, sejam eles calibrados por $\lambda = 1600$ ou por umas das regras de ajustamento, são significativamente menores que o ciclo da economia americana, o que sugere erro de interpolação⁴. Para o caso do Japão, atestaram que a calibragem padrão de 1600 gera ciclos mais suaves que os ciclos da economia americana, com o ciclo chegando a ser 13% mais alto que o ciclo americano, de acordo com a primeira regra de ajustamento, e 32% mais alto para a segunda regra de ajustamento. O caso do Japão é semelhante ao caso da Espanha.

A Espanha apresenta um $\lambda = 5385$ e $\lambda = 6369$ para a regra de ajuste 1 e regra de ajuste 2 respectivamente; a Itália apresenta $\lambda = 2479$ e $\lambda = 1061$ para a regra de ajuste 1 e 2 respectivamente; o Japão, por sua vez, apresenta $\lambda = 4504$ e $\lambda = 8973$. Esses valores ajustados diferem significativamente do valor padrão de 1600 e refletem melhor a volatilidade e as características específicas dos ciclos econômicos de cada país.

A base de dados e os períodos utilizados foram os seguintes: para a Espanha, dados trimestrais de PIB real para o período de 1970.1 a 1984.4, obtido do Instituto Nacional de Estatística (INE). Para os EUA, dados trimestrais de PIB real correspondentes ao mesmo período dos dados espanhóis para comparações de 1970.1 a 1998.4. Para a Austrália, Japão e Reino Unido: 1960.1 a 1998.4. Para o Canadá, dados de 1961.1 a 1998.4. Para a Itália e Suíça, dados de 1980.1 a 1998.4. Para a França, 1985.1 a 1998.4.

Os dados advêm da base de dados das contas nacionais da OCDE e estão em preços constantes. Os autores também consideraram dados anuais de PIB real para a Espanha e os EUA no período de 1970 a 2002 para verificar se as causas dos problemas nos dados trimestrais eram devido a interpolações.

É digno de nota a distinção das duas versões do filtro HP: a versão de uma ponta (one-sided), também conhecida por HP1, e a versão de duas pontas (two-sided), também conhecida por HP2, a versão original do filtro. A versão unilateral do filtro HP utiliza a representação em espaços de estados e, com auxílio das equações de transição, realiza uma previsão em tempo real. Já a versão bilateral procede minimizando dois termos: a soma dos quadrados dos desvios da tendência em relação a série original, e a soma dos quadrados das segundas diferenças da tendência.

A versão HP2 do filtro utiliza informações do passado e do futuro para estimar a tendência em cada ponto do tempo, de modo a resolver o problema de minimização global do problema primal de otimização. Essa versão penaliza a taxa de crescimento (segunda diferença) do nível de tendência. Por usar todo os pontos da amostra, essa

⁴ Os autores, entretanto, alertam que eles não têm evidências sólidas de que a série trimestral italiana foi construída pela interpolação de dados anuais.

versão tem o mérito de capturar melhor a tendência oculta nos dados da série. Como ela requer dados futuros, isso impõe uma limitação em casos que a pesquisa tem de lidar com dados em tempo real.

Já o filtro HP1 tem o mérito de utilizar informações até o presente para estimar a tendência em cada ponto no tempo. Isso contorna o problema da carência de dados futuros e permite trabalhar com os dados disponíveis à mão, o que justifica sua utilidade para análise de políticas econômicas e previsões. A versão HP1 não sofre com problemas de atraso na amostra, mas seus resultados podem ser menos precisos na obtenção da tendência subjacente e sua sensibilidade a choques é maior.⁵

As duas versões do filtro têm suas próprias aplicações e sua escolha, é claro, deve ser feita com base nos objetivos do pesquisador, sendo o HP2 utilizado para estudos retrospectivos de séries inteiramente observadas. Nesse contexto, todos os dados de interesse estão disponíveis para fundamentar um estudo histórico. Já o HP1 serve melhor para estudos prospectivos, oferecendo previsões e análises apoiadas por informações presentes até o momento do trabalho.

Os artigos recentes que sugerem propostas de melhorias do filtro HP ainda insistem na decomposição da mesma variável de sempre, a série de tempo do PIB real. A ideia aqui presente é obter um parâmetro λ , ótimo baseado numa variável auxiliar que permite uma caracterização melhor do ciclo de negócios. Uma justificativa para o presente trabalho vem do exercício que Phillips e Shi (2019) realizaram com o filtro HP e com o filtro HP aumentado. Sua aplicação revisitou a Lei de Okun. Com base nessa lei, propomos um algoritmo que identifica λ s ótimos para os componentes contracíclicos do produto e desemprego.

A ideia é (i) criar um conjunto de filtros e de valores que podem ser assumidos por λ , (ii) escalonar e conciliar os ciclos de produto e desemprego para um desses conjuntos de filtros e λ s, e (iii) selecionar um quarteto de filtros e λ s que maximize a verossimilhança dos ciclos escalonados. Essa abordagem tem várias virtudes. A primeira é que a escolha dos λ s deixa de ser ad-hoc e passa a ser embasada numa teoria, Lei de Okun, e numa regularidade empírica, o comovimento do PIB real e da taxa de desemprego.⁶

A segunda é que, baseado nos achados de Sovbetov (2025), que demonstra a especificidade da Lei de Okun para país e para regime, a proposta deste trabalho tem potencial de sugerir filtros específicos de acordo com o país estudado em trabalhos futuros. A calibragem $\lambda = 100$ para dados anuais do PIB real do Brasil - ou da nossa série de desemprego - não é justificada por nenhuma evidência na literatura, senão por regras de bolso para filtragem de séries da economia americana.

A terceira virtude dessa abordagem é que ela vai ao encontro da crescente utilização de modelos do tipo Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) na literatura. Nossa proposta permite uma melhor caracterização das séries do PIB real

⁵ Wolf et al (2020) reconheceram limitações do filtro HP1 e propuseram uma versão ajustada cujas propriedades se alinham melhor com o filtro HP2.

⁶ Para uma avaliação recente da Lei de Okun, sugerimos Sovbetov (2025), Boda e Považanová (2024)

e do desemprego e isso permite uma melhor adequação aos modelos de DSGE que usam essas séries.

Ainda com relação aos modelos DSGE, é importante atentar para o fato de que embora essa abordagem sugira uma correlação fortemente negativa, o que está em linha com a teoria dos ciclos reais de negócios, dificilmente haverá um comovimentação linear absoluta entre os ciclos do produto e os ciclos do desemprego, o que precipita a entrada de modelos Novo-Keynesianos que exploram rigidezes no mercado de trabalho.

Por último, o presente trabalho ainda tem a vantagem de ser data-driven, ou seja, a metodologia sugere filtros e parâmetros de acordo com a estrutura dos dados, e não com regras a priori como têm procedido tradicionalmente.

É válido ainda destacar que o filtro HP está sujeito a críticas de naturezas distintas. De Angelis (2004, p.44) apresenta um esquematismo das críticas do Filtro HP que estaria estruturada em quatro critérios: "(i) Natureza eminentemente estatística e mecânica dos métodos univariados; (ii) Subjetividade na eleição do parâmetro de suavização; (iii) O filtro HP distorce fortemente os valores filtrados nas extremidades das séries filtradas; (iv) Geração de ciclos espúrios."

Quanto ao último critério, podemos citar Cogley e Nason (1995). Eles atestam que, quando aplicado a séries estacionárias de tendência, o filtro é capaz de criar dinâmicas artificiais, mesmo que não estejam presentes nos dados originais. No que concerne ao nosso trabalho, entretanto, todo o criticismo do Filtro HP é ortogonal à nossa proposta, uma vez que não estamos propondo uma calibração que contorne essas críticas, mas reportando o que encontramos quando seguimos nossa proposta de calibragem. O criticismo ao filtro tangencia nossas premissas de confirmação ou derrogação de resultados empíricos anteriores, mas nossa contribuição ainda resiste na forma de uma nova proposta para o estudo de ciclos econômicos com filtragem serial baseada em teoria macroeconômica. Tal proposta pode abrir precedentes para uma nova literatura de procedimentos de filtragem disciplinados por relações macroeconômicas.

2 METODOLOGIA

Nessa seção, apresenta-se uma breve explicação matemática do filtro HP em conjunto com subseções que (i) discutem a pertinência da Lei de Okun como regularidade empírica; (ii) descrevem a abordagem do problema de otimização, que permite a variação dos parâmetros de suavização, bem como dos filtros; e, finalmente, (iii) esclarecem o algoritmo de otimização.

2.1 O FILTRO HP

Como De Angelis (2004) adequadamente notou, o filtro HP é um método de filtragem distinto, pois não se baseia em um modelo teórico de geração de dados, caráter que o autor chamou de empiricista. O procedimento de filtragem do filtro HP é

um tradeoff entre ajuste da tendência aos dados observados e a variabilidade de crescimento da tendência. O problema de minimização primal do filtro HP2 tem essa forma:

$$\min_{\tau_t} \left\{ \sum_{t=1}^T (y_t - \tau_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^T (\Delta^2 \tau_t)^2 \right\} \quad (1)$$

Onde y_t é a série original e τ_t é componente de tendência. O primeiro termo da função objetivo mede a proximidade entre a série observada e a tendência estimada, de modo que a diferença entre os dois ($y_t - \tau_t$) equivale ao componente cíclico. O segundo termo da função objetivo penaliza a variabilidade da curvatura de tendência. O operador Δ^2 de segunda diferença é análogo à noção de segunda derivada, refletindo a variação da taxa de variação⁷.

Em termos geométricos, isso corresponde à variação da inclinação da série, ou seja, a sua curvatura. O parâmetro λ é o penalizador dessa curvatura. Quanto maior for a curvatura do componente de tendência, maior o parâmetro λ . Em termos matriciais, a equação (1) se torna:

$$\min_{\tau} (y - \tau)'(y - \tau) + \lambda (D\tau)'(D\tau) \quad (1')$$

Onde y e τ são, respectivamente, os vetores de observações e o vetor de tendência, ambos de dimensão $T \times 1$. D , por sua vez, é a matriz de segundas diferenças, de ordem $(T-2) \times T$. As condições de primeira ordem de (1') geram a seguinte equação:

$$[I + \lambda D'D]\tau = A\tau = y \quad (2')$$

A matriz 'A' em questão é simétrica, positiva definida invertível para $T \geq 1$ e $\lambda \geq 1$. Isso garante a existência de sua inversa e, conseqüentemente, a solução de (2').

2.2 A LEI DE OKUN

Antes de expor o cerne da metodologia, cumpre fazer alguns apontamentos sobre a relevância da Lei de Okun. Atualmente, é uma das regularidades empíricas

⁷ $(\Delta^2 \tau_t) = (\Delta \tau_t - \Delta \tau_{t-1}) = [(\tau_t - \tau_{t-1}) - (\tau_{t-1} - \tau_{t-2})] = \tau_t - 2\tau_{t-1} + \tau_{t-2}$

mais notáveis da economia, tendo sido proposta por Arthur Melvin Okun no artigo “Potential GNP: Its Measurement and Significance” de 1962, a princípio, focado na economia americana. Basicamente, esta lei enuncia uma comovimentação negativa entre o ciclo do PIB e o ciclo do desemprego.

Em outras palavras, os desvios do produto em relação ao seu nível potencial estão sistematicamente associados a variações inversas na taxa de desemprego ao longo do ciclo econômico. Para além dos Estados Unidos (EUA), a Lei de Okun teve sua robustez avaliada para uma série de países em trabalhos como o de Lee, Jim (2000), Ball, Leigh & Loungani (2013), Ball, Furceri, Leigh & Loungani (2019) entre outros.⁸

Um dos trabalhos mais robustos é, sem dúvidas, o de Sovbetov (2025), que examina a sua robustez para 92 países entre 1980 a 2023 e conclui que a Lei de Okun se mantém de modo geral, mas sua força é altamente dependente do país e do regime em questão. Na seção 4.1 de seu artigo, Phillips e Shi (2020) fazem um interessante exercício com base na Lei de Okun. A relação empírica pode ser escrita da seguinte forma:

$$(U_t - U_t^*) = \beta(Y_t - Y_t^*) + \varepsilon_t \quad (2)$$

Onde U_t é a taxa de desemprego; Y_t é o logaritmo do PIB real e U_t^* e Y_t^* são a taxa natural de desemprego e o PIB potencial respectivamente; β é o coeficiente que indica a força e direção da relação. As diferenças entre parênteses são, por definição, os componentes cíclicos que estamos interessados.

Ball et al (2017) investiga a validade da Lei de Okun para os Estados Unidos e mais vinte economias avançadas. O estudo conclui que a Lei de Okun é uma relação forte e estável na maioria dos países e relatos de rupturas, como “recuperações sem empregos”, são falhos. Eles também constatam que o coeficiente da relação acima varia substancialmente entre os países, o que se explica parcialmente devido a idiosincrasias dos mercados de trabalhos nacionais, mas que não se relacionam com diferenças na legislação de proteção ao emprego.

Essa variabilidade dos coeficientes de acordo com o país, motiva a nossa proposta de calibragem do filtro, que será explicada nas seções seguintes. Bod’a e Považánová (2023) utilizam diversos filtros para se chegar às variáveis U_t^* e

Y_t^* para as economias do Group of Seven G7 e constatam que há uma

⁸ Para uma análise bibliométrica rigorosa sobre a Lei de Okun, vide “A Quarter Century of Okun’s Law in Scholarly Literature” de Bod’a e Považánová (2024).

variabilidade relevante do coeficiente estimado em função do filtro utilizado.

Com base nesses estudos, pode-se questionar tanto a escolha do filtro quanto a escolha do parâmetro de suavização. Escolhas influentes para a análise. Especificamente: $X_t = X_t^* + X_t^c$, onde X_t^* e X_t^c são, respectivamente, o componente de tendência e o componente cíclico. O que se tem na verdade é:

$$X_t = X_t^*(F, \lambda) + X_t^c(F, \lambda) \quad (3)$$

2.3 PARÂMETROS E FILTROS ÓTIMOS

Com base no que foi discutido na seção anterior, não é difícil constatar que a equação (2) pode ser reescrita da seguinte maneira:

$$U_t^c(F_U, \lambda_U) = \hat{\beta} Y_t^c(F_Y, \lambda_Y) + \epsilon_t \quad (4)$$

Em que U_t^c e Y_t^c são, respectivamente, os ciclos do desemprego e do PIB.

A expressão acima sugere que há uma combinação de possíveis especificações para a Lei de Okun. De maneira mais detalhada, seja $\mathcal{F}=\{F_1, F_2, \dots, F_n\}$ o conjunto de filtros a serem empregados na análise e seja K o número de λ s dentro de um conjunto $\Lambda=[\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_k]$, então há $n \times k^2$ combinações de especificações possíveis para a análise; isso supondo que Λ e F são os mesmos para a taxa de desemprego e para o PIB. O coeficiente angular de (4) também estará em função do parâmetro de suavização e dos filtros a serem escolhidos. De modo que $\hat{\beta} = \hat{\beta}(F_U, \lambda_U, F_Y, \lambda_Y)$

Cumprir prestar alguns esclarecimentos, o primeiro, embora não possa ser afirmado categoricamente, é possível excluir alguns filtros disponíveis na análise caso a dimensão de Λ seja muito grande. É bem provável que se obtenha um componente cíclico com base num filtro HP para um λ_i que seja equivalente a um componente cíclico advindo de um filtro Band-Pass para um parâmetro λ_j . Nesses termos, poderia se descartar o filtro Band-Pass da análise.

Em segundo lugar, deve-se observar o caráter contracíclico entre PIB e o desemprego, que pode ser expresso nos seguintes termos: se o PIB estiver acima de sua taxa natural, o desemprego deve estar abaixo do seu nível natural. Seguindo Phillips e Shi (2019), transformaremos o componente cíclico de forma que acompanhe o produto. Além disso, os componentes cíclicos podem ser padronizados de modo a ter média zero e variância unitária.

Apesar de não ser estritamente necessária, esse procedimento permite que os ciclos do produto e desemprego estejam graficamente sobrepostos, facilitando a observação dos ciclos econômicos. Quanto melhor for o comovimento entre as duas séries, mais isso valida a Lei de Okun, precisando a ideia de taxa natural de

desemprego e produto potencial. Dessa forma, espera-se que isso facilite a análise econômica, previsão e a formulação de políticas públicas.

2.4 ALGORITMO DE OTIMIZAÇÃO

Esta seção será dedicada para formalizar um algoritmo de identificação dos parâmetros de suavização para o filtro HP. Primeiramente, temos a lei de Okun:

$$U_t^c(F_U, \lambda_U) = \beta Y_t^c(F_Y, \lambda_Y) + \epsilon_t \quad (5)$$

Em que U_t^c representa a taxa de desemprego filtrada com o filtro F_U e parâmetro de suavização λ_U ; Y_t^c representa o PIB filtrado com o filtro F_Y e o parâmetro de suavização λ_Y ; β é o coeficiente da Lei de Okun e, ϵ_t é o termo de erro. Tomando $F = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k\}$ como o conjunto de filtros a serem empregados na análise e $\Lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k\}$ como o conjunto de valores de λ a serem testados. Assim, há $(n \times k)^2$ combinações de especificações possíveis para a análise, supondo que Λ e F são os mesmos para a taxa de desemprego e para o PIB.

Com efeito, a estatística de máxima verossimilhança para a equação da Lei de Okun pode ser representada por:

$$\mathcal{L}(F_U, \lambda_U, F_Y, \lambda_Y) = \sum_{t=1}^T \log f(\epsilon_t | F_U, \lambda_U, F_Y, \lambda_Y) \quad (6)$$

Onde $f(\epsilon_t | F_U, \lambda_U, F_Y, \lambda_Y)$ é a função de densidade do termo de erro, ϵ_t , condicionada aos filtros e parâmetros de suavização. Assim, a busca pelo conjunto ótimo de filtros e parâmetros se dá pela maximização desta função de verossimilhança, ou seja:

$$(F_U^*, \lambda_U^*, F_Y^*, \lambda_Y^*) = \arg \max_{F_U \in F, \lambda_U \in \Lambda, F_Y \in F, \lambda_Y \in \Lambda} \mathcal{L}(F_U, \lambda_U, F_Y, \lambda_Y) \quad (7)$$

Em outras palavras, nossa proposta é basicamente calcada em encontrar os filtros F_U^* e F_Y^* , e os parâmetros λ_U^* e λ_Y^* , que maximizem a estatística de máxima verossimilhança. Para se formalizar a busca pelo conjunto de filtros e parâmetros $(F_U^*, \lambda_U^*, F_Y^*, \lambda_Y^*)$ que maximizam a estatística de máxima verossimilhança associada a Lei de Okun, deve-se estabelecer quais filtros entram na análise e fornecer um intervalo para os possíveis valores dos λ s. Gyomai e Wildi (2012), preocupados com eficácia do filtro HP frente a reversões de tendência no curtíssimo prazo, sugerem a utilização de variáveis auxiliares para construir indicadores compostos antecedentes

(Composite Leading Indicators -CLI) que seriam capazes de fornecer sinais precoces para tais reversões.

Essa abordagem, chamada por eles de Multivariate Direct Filter Approach – MDFA, entretanto, foi questionada por Ojo et al (2024), que mostrou limitações ao se aplicar tais técnicas na previsão do comportamento do PIB. Bod'a e Považanová (2023) utilizam diversos filtros para se chegar às variáveis do modelo que embasam a Lei de Okun. Os autores investigam o log do PIB e as taxas de desemprego das economias do G7 e revelam que há uma grande variabilidade dos coeficientes estimados, de acordo com o filtro utilizado.

A abordagem deste trabalho permite testar a hipótese de Okun para cada filtro e cada valor de λ , tanto para a taxa de desemprego quanto para o PIB, e selecionar a combinação que melhor caracteriza o comportamento contracíclico entre essas variáveis.

3 RESULTADOS

Conduzimos testes robustos para sete países desenvolvidos: Austrália, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão, Reino Unido. Com exceção do Reino Unido, cujos dados advêm do Office for National Statistics (ONS), todos os países analisados tiveram suas séries de PIB real e desemprego coletadas no Federal Reserve Economic Data (FRED). Optamos por séries trimestrais e sazonalmente ajustadas. As séries de PIB real que coletamos estão todas expressas em termos de moeda doméstica em vez de dólares americanos.

Essa escolha se justifica porque evita que as flutuações cambiais entre países contaminem a série de PIB real, provocando distorções seriais de alguma forma. Tratando-se da escolha do filtro, desenha-se um padrão claro entre os países que selecionam de forma unânime a versão HP1 do filtro, tanto para série de produto como para a de desemprego, e os países que selecionam uma combinação mista de filtro selecionando a versão HP1 para a série do produto e a versão HP2 para a série de desemprego. Dentro do primeiro padrão, temos cinco países: Austrália, Canadá, Estados Unidos, Japão e Reino Unido (RU); no segundo padrão, encontram-se as economias europeias continentais da Itália e da França.

De acordo com nosso método de calibração, o filtro HP1 foi eleito para todas as sete séries de PIB e para cinco séries de desemprego de um total de sete países. O filtro HP2 só foi o ótimo em duas ocasiões, para as séries de desemprego da França e da Itália. Quanto à magnitude do parâmetro de suavização, os resultados foram mais heterogêneos e revelam relações de Okun específicas de cada país. Podemos agrupar os achados em três classes segundo a calibragem proposta neste trabalho. Primeiramente, os países de λ alto, cujo parâmetro de suavização para o produto alcança o valor de 2000 – o topo da grade – e superior a 400 para séries de

desemprego, os quais são Austrália, Japão e RU, que podem ser compreendidos segundo os resultados de países de alta calibragem.

Em segundo lugar, vêm os países com um λ intermediário, como o Canadá e os EUA, países que exibiram a mais alta anticiclicidade entre o PIB e o desemprego, os quais serão referidos por países de ciclo médio. Por último, vêm os países da França e da Itália, os de ciclo rápido, que além de elegerem valores de λ muito baixos, apresentaram um comportamento pró-cíclico inesperado entre produto e desemprego.

3.1 PAÍSES DE ALTA CALIBRAGEM

Nessa classe, temos a Austrália com 237 pares de observações trimestrais, indo do terceiro trimestre de 1966 ao terceiro trimestre de 2025 (66Q3-25Q3). Encontramos valores de correlação⁹ entre os ciclos do PIB e do desemprego de -0,7627; um R^2 de 0,5834 e uma estatística de máxima verossimilhança de -232,5138. A variação da log-verossimilhança entre o modelo ótimo escolhido e a verossimilhança do modelo tradicional (com os filtros constantes) resultou em 5.708 (melhora de 2,4%). O Japão com 127 observações (94Q1-25Q3) apresenta suas estatísticas abaixo, bem como o Reino Unido (com 219 observações no intervalo 71Q1-25Q3), que podem ser consultadas na tabela abaixo, em que o símbolo ℓ^* corresponde à máxima log-verossimilhança, e o símbolo $\Delta \ell$ à variação da log-verossimilhança.

Tabela 1 – Resultados ótimos para os países de alta calibragem

País	Filtros	λ_y	λ_u	ℓ^*	$\Delta \ell$	corr	R^2
Austrália	(HP1,HP1)	2000	1080	-232,51	2,4%	-0,76	0,58
Japão	(HP1,HP1)	2000	560	-128,5	7,45%	-0,74	0,55
Reino Unido	(HP1,HP1)	2000	430	-254,5	4,9%	-0,63	0,40

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

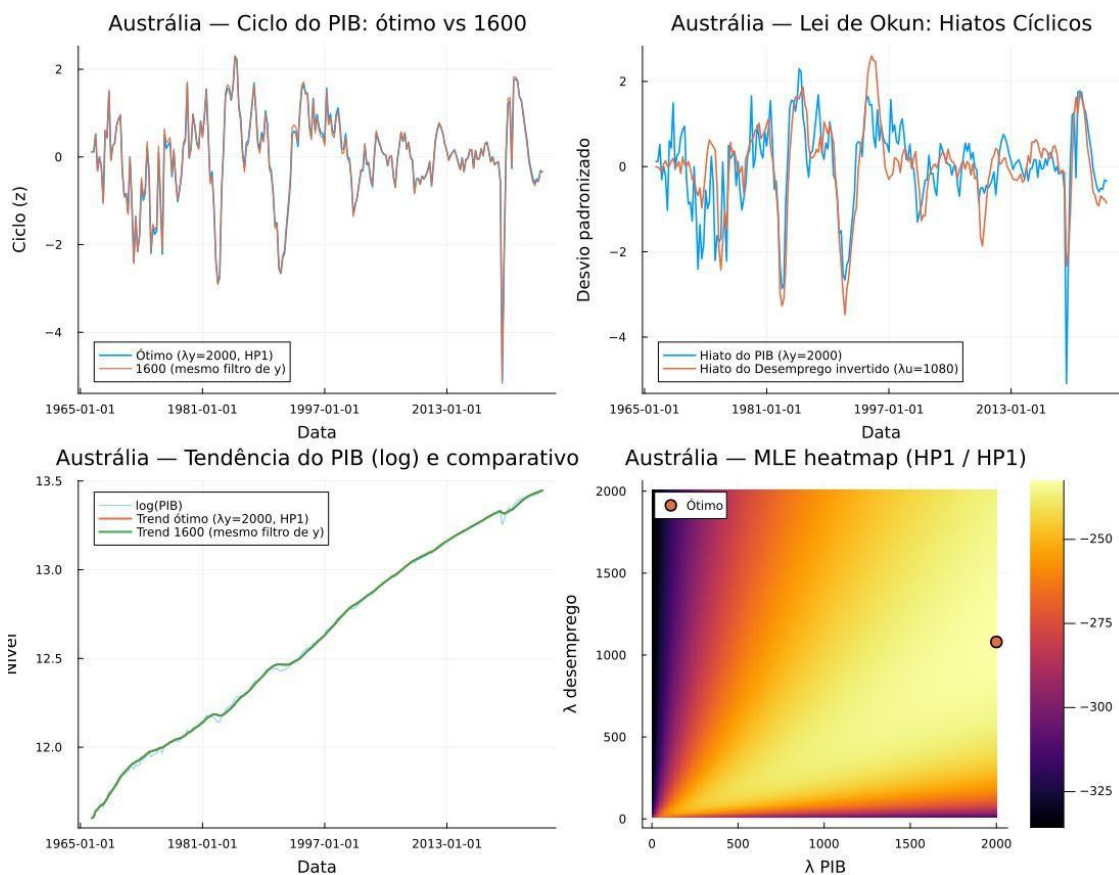
A nossa tipologia proposta baseia-se unicamente no funcionamento do filtro HP em função do seu parâmetro de suavização. Um λ alto penaliza a curvatura da tendência (que pode ser entendida como a variação do crescimento da tendência) a ponto de que só movimentos muito persistentes são tratados como estruturais, e não

⁹ Como impomos uma padronização sobre os ciclos, a sua correlação será idêntica ao coeficiente angular da regressão.

meras perturbações. Para esses países, a calibração que melhor reflete a lei de Okun impõe uma filtragem que reconhece que a dinâmica econômica ocorre em baixa frequência.

Assim, essa filtragem sugere que as mudanças estruturais não são rápidas, mas lentas e graduais. Isso é particularmente coerente com o Japão que tem enfrentado um longo período de estagnação e cujo sistema de emprego, como apontado por Ono (2009, p.23) se caracteriza assim: “The Japanese employment system has always been criticized for its rigidity and inability to respond quickly to business cycle fluctuations”. Uma rigorosa e apurada revisão dos ciclos econômicos destes países não é, entretanto, o escopo desse trabalho.

Gráfico 1 - Resultados para a Austrália



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

O painel acima mostra, na parte superior esquerda, uma comparação gráfica entre o

ciclo do PIB segundo o lambda tradicional ($\lambda = 1600$) e o lambda ótimo, 2000. Como os ciclos foram padronizados, a média está centrada em zero, dessa forma podemos fazer comparações mais facilmente. Observa-se, a princípio, que ambos os ciclos apresentam um padrão serial semelhante, revelando poucas diferenças.

Na parte superior direita, podemos ver a comovimentação entre os hiatos do PIB e do desemprego, este com sinal invertido facilitar a inspeção visual. Os hiatos cíclicos oferecem uma relação sólida que, como vimos, resulta em uma correlação de -0,7627 mais precisamente.

Na parte inferior esquerda, a tendência do PIB em logaritmo tem desvios mínimos em torno da tendência do lambda usual. Esta, por sua vez, encontra-se perfeitamente sobreposta pela tendência disciplinada pelo parâmetro alternativo. Já na parte inferior à direita, podemos ver como se comporta a log-verossimilhança analisada em duas dimensões. Isso nos mostra a direção em que os parâmetros oferecerão a melhor verossimilhança da regressão cíclica.

3.2 PAÍSES DE CALIBRAGEM INTERMEDIÁRIA

O Canadá e os EUA geraram as regressões mais expressivas entre os ciclos do produto e do desemprego. O máximo da função de verossimilhança para os EUA foi o mais elevado, -233,38, um pouco acima do máximo da Austrália. Ambos países elegeram HP1 como o filtro para produto e desemprego. Seus respectivos parâmetros de suavização foram muito próximos, ao mesmo tempo tiveram os coeficientes de determinação mais elevados entre os países analisados.

Isso sugere que países com uma forte comovimentação cíclica entre produto e desemprego e com regressões significativas favorecem, segundo a proposta do trabalho, parâmetros de suavização intermediários, nem tão altos, como o caso anterior e nem tão baixos, como veremos adiante. Os EUA são de longe o país com maior amostragem, 311 períodos no intervalo 48Q1-25Q3, em segundo lugar vem o Canadá com 259 observações para PIB e desemprego no intervalo 61Q1- 25Q3.

A diferença no tamanho das amostras dos países estudados limita as possibilidades de inferências mais precisas e categóricas, uma vez que amostras mais

curtas podem estar sujeitas a problemas, como o viés de extremidade, comprometedores à análise. Essa dificuldade se dá pelo fato de que os órgãos de estatística de diferentes países nem sempre coletam dados de produto e desemprego a partir de um mesmo período.

Tabela 2 – Resultados ótimos para os países de calibragem intermediária

País	Filtros	λ_y	λ_u	ℓ^*	$\Delta \ell$	corr	R ²
Canadá	(HP1,HP1)	470	240	-168,04	7,67%	-0,88	0,7857
EUA	(HP1,HP1)	440	230	-233,38	3,37%	-0,85	0,7374

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Notamos que ambos os países apresentaram um aumento na log-verossimilhança, sendo o aumento para os EUA pouco expressivo em relação ao modelo tradicional, com ganhos pouco expressivos de 3,37%. Nota-se também que os parâmetros para as séries de PIB do Canadá e dos EUA são relativamente distantes em magnitude da calibragem padrão de 1600.

Vê-se mais uma vez que as séries de desemprego se ajustam de maneira distinta, elegendo parâmetros de suavização mais leves em todos os países até agora.

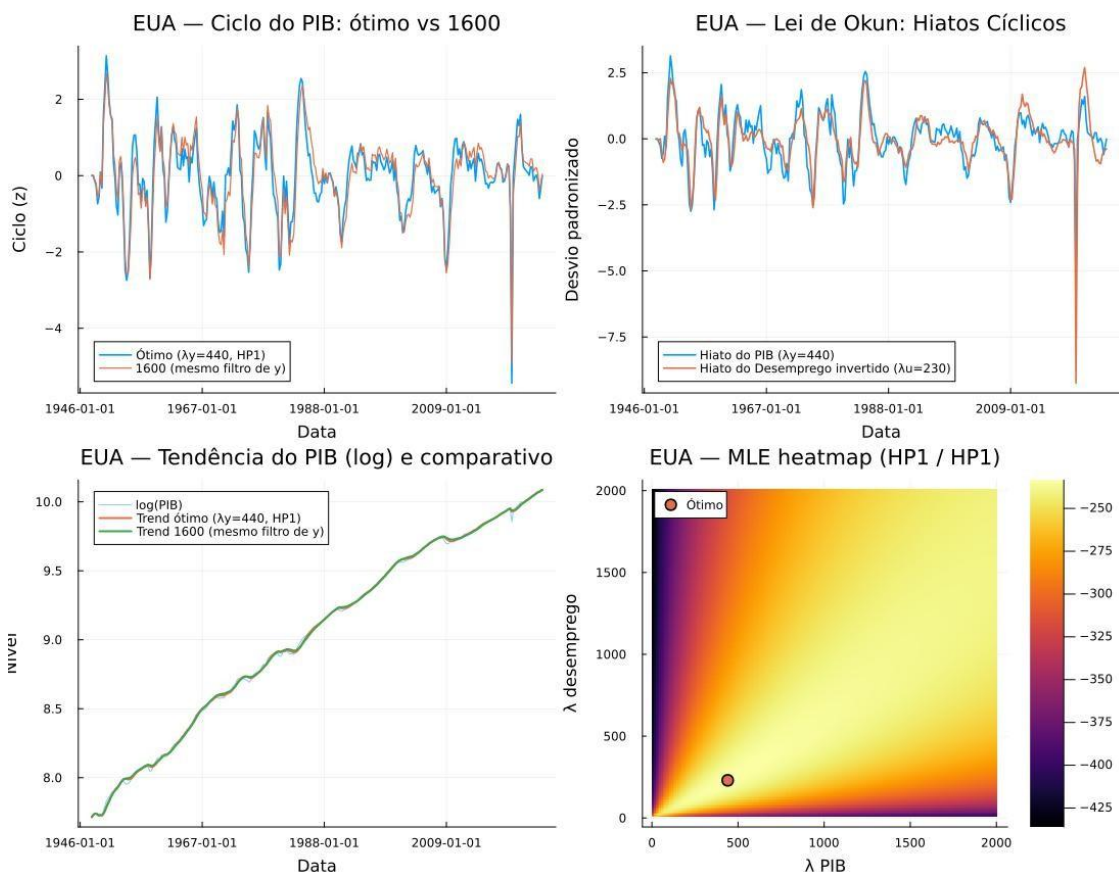
Como consequência, tem-se uma menor penalidade com o grau de curvatura de tendência da série e a filtragem tende a tomar perturbações cíclicas como variações estruturais, ou seja, como mudanças persistentes em vez de flutuações transitórias de curto prazo.

Os EUA e Canadá constituem casos paradigmáticos dada à observância de um comportamento cíclico muito forte e regular, bem como pela robustez de suas amostras. Até aqui, a versão unilateral do filtro tem dominado os resultados ótimos. Apesar da divergência com o valor padrão de calibragem de 1600, salienta-se que o ciclo ótimo escolhido pelo procedimento do trabalho ($\lambda = 440$) não esboça grandes desvios em relação ao ciclo padrão, como por ser visto no gráfico abaixo.

A robustez das amostras de dados trimestrais para esses dois países pode ser

conveniente para evitar problemas da filtragem do filtro HP associados ao tamanho amostral, como o viés de extremidade por exemplo. Mesmo com tamanhos distintos de amostra, esses dois países esboçam um perfil muito parecido de relação produto-desemprego robusta e com um elevado coeficiente de determinação, que sugere que os ciclos do produto explicam pelo menos cerca de 73% do ciclo do desemprego, no caso dos EUA, e 78% no caso do Canadá.

Gráfico 2. Resultados para os EUA



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Podemos ver no painel acima os ciclos do PIB comparados nas duas decomposições (ótimo vs 1600). O que se nota a princípio é o que o ciclo obtido da maneira alternativa é mais acentuado que o ciclo da calibragem tradicional. Quanto aos hiatos cíclicos escolhidos pelo algoritmo de otimização, observamos um forte movimento conjunto e uma queda abrupta sem precedentes no final da série, o que

coincide com o pandemia da COVID-19.

A sobreposição e movimento conjunto dos hiatos cíclicos para produto e desemprego chama atenção para o fato de que essas séries têm um comportamento serial eminentemente distinto. Até aqui, os países com uma Lei de Okun mais sólida apresentam uma notável diferença entre os parâmetros de suavização para a série de PIB e de desemprego.

No sentido anti-horário, o terceiro gráfico mostra uma sobreposição quase perfeita entre o log do PIB e as tendências calculadas ao longo de toda a série; e, ao lado, vemos o mapa de calor para a verossimilhança da economia americana.

3.3 PAÍSES DE BAIXA CALIBRAGEM

Aqui trata-se das duas economias europeias continentais, a Itália e a França. A França conta com 171 pares de observações no intervalo de 83Q1-25Q3, enquanto a Itália, apenas com 119 no período 96Q1-25Q3. A Itália, apesar de ter uma janela de observação curta, é uma economia de acentuada variação no desemprego.

Tabela 3 – Resultados para os países de baixa calibragem

País	Filtro(y/u)	λ_y	λ_u	$\ell^*(MLE)$	$\Delta \ell$	corr	R ²
França	(HP1,HP2)	10	10	-205,54	14,55%	59,01	0,352
Itália	(HP1,HP2)	10	20	-138,81	17%	0,6255	0,396

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

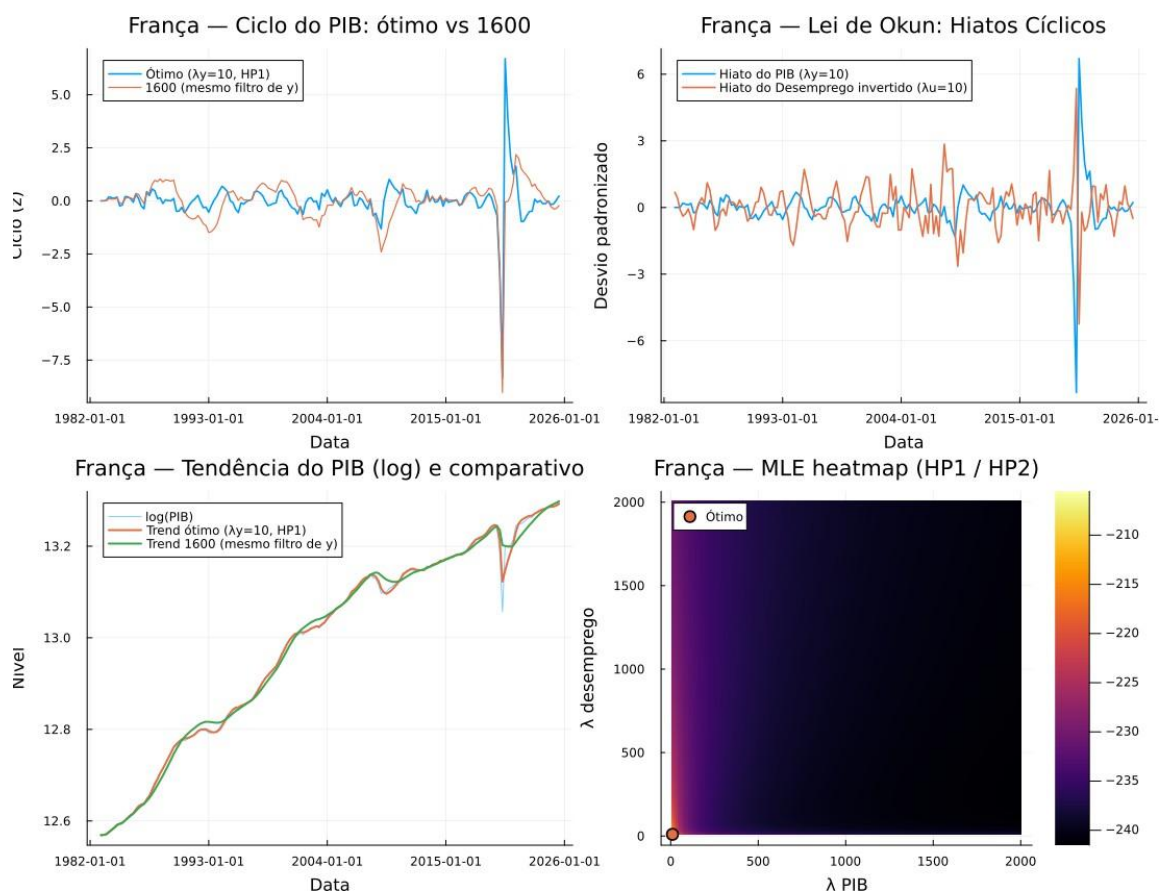
Evidências de uma Lei de Okun invertida já existem na literatura, como Verne (2025), que com o modelo de Logistic Smooth Transition Regression (LSTR), encontrou, para níveis de desemprego inferiores a 7,93%, crescimento econômico acompanhado de aumentos no nível de desemprego. No caso da Itália a evidência desse comportamento anômalo é bem menos geral e mais localizada. Salvati (2015) conduziu uma análise em escala local sobre a Lei de Okun em 686 mercados de trabalho na Itália. Nos distritos do norte, observou-se a relação inversa esperada, enquanto para os distritos do sul a relação foi direta.

Observa-se também que a variação de verossimilhança para esses dois países

foi a mais elevada, com 14.55% e 17%. Os parâmetros de suavização eleitos foram muito pequenos para os dois países. Isso implica pouca penalização da curvatura da tendência na filtragem dessas séries, favorecendo uma filtragem com uma tendência flexível. A França e a Itália constituem casos anômalos entre os resultados e merecem uma depuração apropriada em trabalhos posteriores.

Entretanto, como foi visto, esses resultados não são achados sem precedentes. É possível que razões institucionais idiossincráticas provoquem esse comportamento contraintuitivo da comovimentação cíclica nesses dois países europeus. Quanto a este problema, abordagens que explorem rigidezes do mercado de trabalho têm o potencial de esclarecer o porquê essa heterogeneidade observada se expressa.

Gráfico 3 – Resultados para a França



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

O painel 3 exibe a mesma sequência analítica dos painéis anteriores. No gráfico

superior esquerdo, podemos ver uma diferença mais explícita entre os ciclos do PIB. De modo que entre a década de 80 e a década de 2000, os ciclos do PIB apresentam considerável divergência. Já no gráfico superior direito, está explícita uma divergência maior entre os hiatos do PIB e do desemprego. A tendência capturada pela nossa proposta tem desvios maiores em relação ao logaritmo do PIB ao longo do intervalo da amostra.

O mapa de calor já indica que regiões da grade à direita do ótimo não incrementam verossimilhança. Assim o ótimo encontra-se na ponta inferior esquerda, no começo da grade. Observa-se claramente no primeiro gráfico que o ajuste entre os ciclos ótimos da economia francesa foi bem inferior se compararmos com o caso da Austrália e dos EUA. O mesmo pode ser dito dos hiatos cíclicos que, na economia francesa, esboçam um desalinhamento conspícuo.

A economia italiana apresentou um comportamento muito semelhante ao comportamento da economia francesa. O que as colocam numa categoria à parte do que vimos para EUA e Canadá segundo os nossos resultados. No terceiro gráfico, podemos ver que a tendência obtida pelo parâmetro de suavização está bem mais ajustada ao logaritmo do PIB da França em relação à tendência obtida pelo parâmetro tradicional de 1600.

4 CONCLUSÕES

Os resultados desse estudo mostram que uma calibragem do filtro HP lastreada na verossimilhança da Lei de Okun revelam uma forte heterogeneidade entre os países analisados. O nosso modelo de calibragem gerou um aumento de verossimilhança de forma unânime em todos os casos analisados o que indica um ajuste melhor dos dados em relação à calibragem tradicional de 1600.

Para os países com uma relação estatística mais forte entre os ciclos do PIB e do desemprego, observa-se uma escolha de um parâmetro de suavização maior para a série de PIB. Alguns desses países, como Austrália, Japão e Reino Unido, tiveram pares de séries que exigiram parâmetros de suavização elevados.

Essa calibragem alta tende a atribuir às flutuações observadas um caráter cíclico, em vez de estrutural. Dessa maneira, essa calibragem implica uma leitura serial que reconhece movimentos estáveis no longo prazo. Já para os países que apresentaram uma regressão cíclica mais anômala, nosso algoritmo seleciona a favor de parâmetros muito baixos, o que implica uma interpretação que as mudanças estruturais são supostamente mais frequentes. Cumpre ressaltar que o objetivo deste trabalho não é verificar se as interpretações cíclicas oferecidas pelo método de calibração proposto são corroboradas por resultados empíricos. Antes, trata-se de uma avaliação das implicações econométricas em séries temporais de estratégias de filtragem assistidas pela Lei de Okun.

Este trabalho tem aspectos que ainda podem ser aprimorados no futuro. A análise pode ser estendida para abranger um número maior de países, como o Group of twenty (G20), bem como o exercício pode ser estendido para séries anuais também. Com respeito aos dados, futuras revisões e publicações estatísticas, por parte de

institutos econômicos, podem aumentar o nosso painel de dados e, conseqüentemente, a robustez.

No quesito estatístico, testes de desempenho preditivo fora da amostra podem servir como uma avaliação sólida da proposta de calibração. Um aprofundamento na hipótese de heterogeneidade institucional para explicação dos resultados seria de grande proveito. Bem como, adotar a versão em diferenças da Lei de Okun para fins comparativos.

REFERÊNCIAS

ANGELIS, Cristiano Trindade de. **Um estudo sobre os filtros Hodrick-Prescott e Baxter-King**. 2004. 61 f. Dissertação (Mestrado em Economia) — Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio-Econômico, Programa de Pós-Graduação em Economia, Florianópolis, 2004. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88148>. Acesso em: 3 fev. 2026.

BALL, Laurence; LEIGH, Daniel; LOUNGANI, Prakash. **Okun's law: fit at 50?** IMF Working Paper, n. WP/13/10. Washington, DC: International Monetary Fund, jan. 2013. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/31/Okuns-Law-Fit-at-50-40105>. Acesso em: 3 fev. 2026.

BALL, Laurence; FURCERI, Davide; LEIGH, Daniel; LOUNGANI, Prakash. **Does one law fit all? Cross-country evidence on Okun's law**. Open Economies Review, v. 30, n. 5, p. 841–874, 2019.

BAXTER, Marianne; KING, Robert G. **Measuring business cycles: approximate band-pass filters for economic time series**. The Review of Economics and Statistics, v. 81, n. 4, p. 575–593, 1999.

BOĎA, Martin; POVAŽANOVÁ, Mariana. **A quarter century of Okun's law in scholarly literature**. Journal of the Knowledge Economy, 2025. DOI: 10.1007/s13132-024-02425-7.

CHRISTIANO, Lawrence J.; FITZGERALD, Terry J. **The band pass filter**. International Economic Review, v. 44, n. 2, p. 435–465, 2003.

COGLEY, Timothy; NASON, James M. **Effects of the Hodrick–Prescott filter on trend and difference stationary time series: implications for business cycle research**. Journal of Economic Dynamics and Control, v. 19, p. 253–278, 1995.

CORBAE, Dean; OULIARIS, Sam. Extracting cycles from nonstationary data. In: CORBAE, Dean; DURLAUF, Steven N.; HANSEN, Bruce E. (org.). *Econometric theory and practice: frontiers of analysis and applied research*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. p. 167–177.

CORNEA-MADEIRA, Emanuel. **The explicit formula for the Hodrick-Prescott filter in a finite sample**. Economics Letters, v. 137, p. 152–155, 2016.

GYOMAI, György; WILDI, Marc. **OECD composite leading indicators for G7 countries: a comparison of the Hodrick-Prescott filter and the multivariate direct filter approach**. OECD Statistics Working Papers, n. 2012/5. Paris:

OECD Publishing, 2012.

DERMOUNE, Azzouz; DJEHICHE, Boualem; RAHMANIA, Nadji. **Multivariate extension of the Hodrick-Prescott filter-optimality and characterization**. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, [S.l.], v. 13, n. 3, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.2202/1558-3708.1656>. Acesso em: [4 fev. 2026].

HAMILTON, James D. **Why you should never use the Hodrick–Prescott filter**. *The Review of Economics and Statistics*, v. 100, n. 5, p. 831–843, 2018.

HODRICK, Robert J.; PRESCOTT, Edward C. Postwar U.S. business cycles: an empirical investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, v. 29, n. 1, p. 1–16, 1997.

KAUERMANN, Göran; KRIVOBOKOVA, Tatyana; SEMMLER, Willi. **Filtering time series with penalized splines**. *Journal of the American Statistical Association*, v. 107, n. 500, p. 1592–1604, 2012.

ISLAS, Alejandro; GUERRERO, Víctor M. **Joint smoothing of GDP and unemployment with a bivariate HP filter**. *Estudios Económicos, México, DF*, v. 34, n. 1, p. 3-24, jan./jun. 2019.

LEE, Jim. **The robustness of Okun’s law: evidence from OECD countries**. *Journal of Macroeconomics*, v. 22, n. 2, p. 331–356, 2000. DOI: 10.1016/S0164-0704(00)00135-X.

MARCET, Albert; RAVN, Morten O. **The HP-filter in cross-country comparisons**. CEPR Discussion Paper, n. 4244, 2004.

OJO, Mustapha Olalekan; AGUIAR-CONRARIA, Luís; SOARES, Maria Joana. **The performance of OECD’s composite leading indicator**. *International Journal of Finance & Economics*, v. 29, n. 2, p. 2265–2277, 2024.

OKUN, Arthur M. **Potential GNP: its measurement and significance**. In: *PROCEEDINGS OF THE BUSINESS AND ECONOMIC STATISTICS SECTION OF THE AMERICAN STATISTICAL ASSOCIATION*. Washington, DC: American Statistical Association, 1962. p. 98–104.

ONO, Hiroshi. **Lifetime employment in Japan: concepts and measurements**. *Journal of the Japanese and International Economies*, v. 24, n. 1, 2010.

PHILLIPS, Peter C. B.; SHI, Shuping. **Boosting: why you can use the Hodrick–Prescott filter**. *International Economic Review*, v. 62, n. 2, p. 521– 570, 2021.

SALVATI, Luca. **Space matters: reconstructing a local-scale Okun’s law for Italy**. *International Journal of Latest Trends in Finance & Economic Sciences*, v. 5, n. 1, p. 833–840, 2015.

SOVBETOV, Ihlas. **The dynamics of Okun's law: cross-country analysis across economic cycles** (1980–2023). *Empirica*, v. 52, n. 3, p. 687–720, 2025. DOI: 10.1007/s10663-025-09662-2.

STOCK, James H.; WATSON, Mark W. **Forecasting inflation**. *Journal of Monetary Economics*, v. 44, n. 2, p. 293–335, 1999.

VERNE, Jean-François. **The inverted Okun's law: evidence from France**. *Review of Economic Analysis*, v. 17, n. 3, p. 329–344, 2025. DOI: 10.15353/rea.v17i3.6502.

WOLF, Elias; MOKINSKI, Frieder; SCHÜLER, Yves. **On adjusting the one-sided Hodrick-Prescott filter**. Discussion Paper, n. 11/2020. Frankfurt am Main: Deutsche Bundesbank, 2020. Disponível em: <https://www.bundesbank.de/resource/blob/829044/0e4f06c7d78f46d9c9c6c72f8a3c8d3a/mL/2020-11-hp-filter-data.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2026.