

Análise da inflação subjacente em Angola: uma abordagem baseada na combinação da análise de componentes principais (PCA) e do filtro gaussiano

Mateus Maquiadi

Dezembro, 2024

Resumo

Este estudo explora uma metodologia inovadora para a estimação da inflação subjacente em Angola, utilizando uma combinação da Análise de Componentes Principais (PCA) e um filtro Gaussiano. O PCA identifica o primeiro componente principal (PC1) como proxy da inflação subjacente, enquanto o filtro Gaussiano suaviza flutuações de alta frequência, preservando as tendências principais. Os resultados mostram que o PC1 explica aproximadamente 65,87% da variância da inflação geral. Contudo, sua volatilidade inicial era superior à da inflação geral, o que justificou a aplicação do filtro Gaussiano. Após a suavização, o PC1 apresentou uma redução de 5,45% na volatilidade, mantendo um R^2 elevado de 65,69%, indicando que a relação com a inflação geral foi preservada. Essa metodologia proporciona um proxy confiável e estável para a inflação subjacente, oferecendo informações valiosas para os formuladores de políticas em Angola, cuja economia é altamente sensível a choques externos. A combinação do PCA com a suavização Gaussiana demonstra ser uma abordagem robusta para a estimação da inflação subjacente, com potencial de aplicação em outras economias emergentes.

Palavras-chave: Inflação subjacente, PCA, filtro gaussiano, volatilidade, política monetária

1. Introdução

A inflação subjacente é amplamente reconhecida como um indicador crucial para a formulação de políticas monetárias, pois permite isolar as tendências de longo prazo da inflação ao remover os efeitos de choques transitórios ou de curto prazo. Em economias como a de Angola, onde os preços são frequentemente influenciados por factores externos, como a volatilidade nos preços de commodities e flutuações cambiais, entender e medir a inflação subjacente se torna ainda mais relevante. Este estudo aborda uma lacuna importante ao propor a construção de um indicador de inflação subjacente para Angola utilizando a Análise de Componentes Principais, uma técnica de aprendizado estatístico não supervisionado que permite capturar as principais dinâmicas por trás da inflação.

A relevância deste estudo reside em vários aspectos. Primeiro, contribui para o entendimento aprofundado das dinâmicas inflacionárias em Angola; Segundo, a utilização do PCA oferece uma abordagem quantitativa inovadora, permitindo a identificação das categorias mais relevantes do Índice de Preços ao Consumidor (IPC) que influenciam a inflação. Isso é particularmente importante em contextos de economias emergentes, onde dados económicos podem ser limitados e sujeitos a flutuações significativas. Além disso, o

desenvolvimento de um indicador de inflação subjacente baseado no PCA pode fornecer ao Banco Nacional de Angola um instrumento valioso para monitorar a evolução dos preços e tomar decisões monetárias mais informadas. Este indicador pode ajudar a diferenciar entre flutuações temporárias e pressões inflacionárias estruturais, permitindo ajustes mais precisos na política monetária para alcançar a estabilidade económica.

Por fim, ao avaliar a eficácia do indicador de inflação subjacente e explorar suas implicações para a política monetária, este estudo oferece insights práticos para o desenho de políticas públicas em Angola e, potencialmente, em outros países com características económicas semelhantes. A aplicação do PCA para este fim demonstra a relevância da análise estatística avançada como ferramenta para enfrentar desafios económicos complexos, tornando este trabalho uma contribuição relevante tanto para a academia quanto para o campo da formulação de política económica.

1.1 Research objectives

O objectivo principal deste trabalho é desenvolver um indicador de inflação subjacente para Angola com base na combinação do PCA e do filtro Gaussiano. Os objectivos específicos da pesquisa são:

- Identificar e seleccionar variáveis relevantes que compõem o IPC da Angola;
- Aplicar o método PCA para extrair a primeira componente principal como proxy da inflação subjacente;
- Comparar o indicador de inflação subjacente com a inflação geral e avaliar sua qualidade;
- Suavizar o PC1 por meio do filtro Gaussiano e compará-lo novamente com a inflação geral.

1.2 Questões de pesquisa

Este trabalho busca responder às seguintes perguntas de pesquisa:

- Quais categorias do IPC de Angola possuem maior relevância na explicação das dinâmicas da inflação subjacente?
- Como o PCA pode ser utilizada para construir um indicador confiável de inflação subjacente em Angola?
- O indicador de inflação subjacente baseado no PCA captura de maneira eficaz as tendências de longo prazo da inflação em Angola, quando comparado à inflação geral?

1.3 Escopo do estudo

Este trabalho se concentra na análise da inflação homóloga em Angola, abrangendo o período de Janeiro de 2015 a Novembro de 2024. O estudo limita-se a explorar a aplicação do PCA para identificar os componentes principais que serão usados como indicadores de inflação subjacente.

2. Revisão de literatura

2.1 Revisão de literatura teórica

A inflação subjacente, é um conceito amplamente utilizado em economia para medir as tendências de longo prazo no comportamento dos preços, eliminando os efeitos de choques transitórios ou de curto prazo que podem distorcer a inflação geral. Este conceito desempenha um papel central na formulação de políticas monetárias, pois fornece aos bancos centrais uma base mais estável para a tomada de decisões.

De acordo com Quah e Vahey (1995), a inflação subjacente pode ser definida como o componente persistente da inflação, refletindo tendências de preços que não são influenciadas por factores voláteis, como mudanças nos preços de alimentos e energia. Essa medida busca capturar a "tendência verdadeira" da inflação, permitindo que os formuladores de políticas se concentrem em variáveis macroeconómicas fundamentais, em vez de oscilações temporárias.

O principal objectivo da inflação subjacente é auxiliar os bancos centrais a identificar se as mudanças nos preços são transitórias ou indicam uma tendência mais duradoura. Isso é crucial para evitar políticas monetárias pró-cíclicas, que podem exacerbar choques temporários (Mankiw, 2020).

2.1.1 Metodologias para medir a inflação subjacente

A literatura propõe diferentes abordagens para medir a inflação subjacente, com base em conceitos teóricos e métodos empíricos. As principais metodologias incluem:

- **Exclusão de itens voláteis:** uma das abordagens mais comuns é excluir categorias de preços altamente voláteis, como alimentos frescos e combustíveis. Essa metodologia é amplamente utilizada devido à sua simplicidade, mas pode não capturar adequadamente a dinâmica inflacionária subjacente (Cristadoro et al., 2005);
- **Filtros estatísticos:** métodos como o filtro de Kalman e Hodrick-Prescott são frequentemente utilizados para separar a componente cíclica da componente de tendência dos índices de preços (Sbordone & Tambalotti, 2014).
- **Análise de Componentes Principais (PCA):** de acordo com estudos como Quah e Vahey (1995), o PCA é uma abordagem robusta, pois identifica a inflação subjacente com base nas tendências comuns a várias categorias de preços. Este método utiliza técnicas estatísticas para eliminar ruídos idiossincráticos e captar os factores predominantes que impulsionam a inflação.
- **Modelos de factores dinâmicos:** Cristadoro et al. (2005) propuseram um modelo de factores dinâmicos para medir a inflação subjacente na zona do euro, extraindo a componente comum da headline inflação e desconsiderando choques específicos de curto prazo.

A revisão da literatura sugere que a inflação subjacente é um conceito indispensável para a formulação de políticas monetárias eficazes, pois permite aos bancos centrais distinguir entre choques temporários e tendências de preços de longo prazo. Entre as diversas metodologias, a Análise de Componentes Principais destaca-se como uma abordagem

quantitativa robusta, capaz de lidar com a complexidade e a volatilidade de economias emergentes.

2.2 Revisão de literatura empírica

A utilização do PCA para construção de indicadores de inflação subjacente tem sido explorada em diversas pesquisas internacionais. Esses estudos buscaram desenvolver métodos quantitativos que permitam isolar as tendências de longo prazo da inflação, excluindo componentes transitórios ou voláteis. A seguir, são apresentados os principais trabalhos relacionados, suas metodologias e conclusões.

2.2.1 Using the First Principal Component as a Core Inflation Indicator

- Autores: José Ferreira Machado, Carlos Robalo Marques, Pedro Duarte Neves, Afonso Gonçalves da Silva.
- Objetivo: Investigar as consequências da não estacionariedade em dados utilizados no PCA e propor transformações que gerem séries mais suaves para o cálculo da inflação subjacente.
- Metodologia: O estudo aplicou o PCA a dados desagregados do Índice de Preços ao Consumidor para extrair a primeira componente principal como proxy da inflação subjacente. Além disso, introduziu um modelo teórico que interpreta a inflação subjacente como uma tendência estocástica comum.
- Resultados e conclusões: O indicador baseado na primeira componente principal apresentou capacidade de capturar as tendências de longo prazo da inflação, excluindo a volatilidade de componentes como alimentos frescos e energia. O estudo demonstrou a utilidade do PCA para mensurar a inflação subjacente em economias onde choques transitórios afetam significativamente os preços.

2.2.2 On the Use of the First Principal Component as a Core Inflation Indicator

- Autor: José R. Maria.
- Objetivo: Avaliar a eficácia da primeira componente principal extraída de taxas de variação anual padronizadas de itens do IPC como indicador de inflação subjacente.
- Metodologia: A pesquisa confrontou diferentes transformações lineares dos dados originais e explorou as contribuições das demais componentes principais.
- Resultados e conclusões: A primeira componente principal provou ser uma opção robusta para capturar as tendências da inflação, enquanto as demais componentes explicavam variações idiossincráticas. A metodologia mostrou-se eficaz, especialmente em contextos de alta volatilidade económica

2.2.3 Constructing and Evaluating Core Inflation Measures from Component Prices

- Autores: Jeremy M. Piger, Robert H. Rasche.
- Objetivo: Avaliar diferentes medidas de inflação subjacente e identificar aquela com maior capacidade de previsão da inflação geral.

- Metodologia: Foram analisados métodos baseados no PCA e outras técnicas aplicadas ao Índice de Preços de Despesas de Consumo Pessoal (PCE). O estudo comparou indicadores gerados a partir de diferentes conjuntos de variáveis.
- Resultados e conclusões: O PCA mostrou-se eficiente em capturar tendências inflacionárias subjacentes. No entanto, os autores destacaram a importância de selecionar variáveis que maximizem a previsibilidade da inflação geral.

2.2.4 Macroeconomic Factors for Inflation in Argentina (2013-2019)

- Autor: Manuel Lopez Galvan.
- Objetivo: Identificar os factores macroeconómicos mais relevantes para a condução da inflação na Argentina entre 2013 e 2019.
- Metodologia: Aplicou-se a análise de factores e o PCA para resumir um conjunto de variáveis macroeconómicas em poucos componentes principais, que foram então analisados em relação à inflação.
- Resultados e conclusões: O estudo demonstrou que factores como crescimento monetário, taxa de câmbio e expectativas de inflação foram cruciais para a dinâmica inflacionária. O uso do PCA foi fundamental para identificar padrões subjacentes em um contexto económico volátil.

Os estudos revisados demonstram que a Análise de Componentes Principais é uma abordagem robusta para construção de indicadores de inflação subjacente, particularmente em economias expostas a choques externos e volatilidades de curto prazo. Além disso, os resultados sugerem que a eficácia do PCA depende da escolha adequada das variáveis analisadas e da abordagem estatística utilizada. Esses trabalhos fornecem uma base sólida para aplicação do PCA em Angola, considerando suas particularidades económicas.

3. Metodologia

O PCA é uma técnica estatística amplamente utilizada para redução de dimensionalidade em dados multivariados. No contexto desta pesquisa, o PCA foi aplicado para desenvolver um indicador de inflação subjacente para Angola, utilizando informações do IPC desagregado. Essa abordagem permitiu identificar os factores predominantes que explicam as dinâmicas de preços, excluindo variações transitórias e ruídos.

Definição do conjunto de dados:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix}, X \in \mathbb{R}^{n \times p}$$

- n: número de observações.
- p: número de variáveis.

Centralização das variáveis: antes de aplicar o PCA, todas as variáveis foram padronizadas subtraindo-se a média e dividindo-se pelo desvio padrão. Este procedimento foi adoptado para garantir que as variáveis estivessem na mesma escala, evitando que aquelas com maior magnitude dominassem os resultados da análise.

Para cada variável j, centraliza-se subtraindo a média:

$$\tilde{X}_{ij} = X_{ij} - \mu_j, \quad \mu_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij}$$

A primeira combinação linear dos dados centralizados que maximiza a variância é:

$$Z_1 = \phi_{11}X_1 + \phi_{12}X_2 + \dots + \phi_{1p}X_p$$

onde ϕ_{1j} são os coeficientes (loadings). Os loadings são normalizados para garantir que:

$$\sum_{j=1}^p \phi_{1j}^2 = 1$$

A variância de Z_1 é maximizada resolvendo:

$$\max_{\phi_{11}, \dots, \phi_{1p}} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p \phi_{1j} \tilde{X}_{ij} \right)^2, \quad \text{sujeito a } \sum_{j=1}^p \phi_{1j}^2 = 1$$

A maximização da variância corresponde à solução do problema de autovalores para a matriz de covariância S:

$$S = \frac{1}{n-1} \tilde{X}^T \tilde{X}$$

$$S v_k = \lambda_k v_k, \quad \lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$$

- λ_k : variância explicada pelo componente k;
- v_k : vector loading associado ao componente k.

Os componentes principais são calculados projetando os dados nos autovectores:

$$Z_k = X v_k, \quad k = 1, \dots, p$$

A proporção da variância explicada pelo k-ésimo componente é:

$$\text{Proporção da Variância Explicada} = \frac{\lambda_k}{\sum_{i=1}^p \lambda_i}$$

A seleção de um subconjunto m de componentes principais que explique a maior parte da variância acumulada é dada por:

$$\text{Proporção da Variância Acumulada} = \sum_{k=1}^m \frac{\lambda_k}{\sum_{i=1}^p \lambda_i}$$

Componentes adicionais são construídos garantindo que sejam ortogonais aos componentes anteriores:

$$\sum_{i=1}^n Z_{1i} Z_{2i} = 0$$

Suavização com Filtro Gaussiano: a suavização do PC1 utilizando o filtro gaussiano envolve aplicar uma convolução do sinal original com uma função de peso baseada na distribuição gaussiana.

Denotamos o sinal original do PC1 por: $PC1 = \{PC1(t)\}_{t=1}^n$, $t = 1, 2, \dots, n$ onde t representa o índice temporal. A janela de suavização do filtro gaussiano é definida pela função de densidade da distribuição normal:

$$\omega(\tau) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{\tau^2}{2\sigma^2}}$$

onde:

- $\omega(\tau)$: peso associado ao deslocamento τ em relação ao ponto central;
- σ : desvio padrão, que controla o grau de suavidade (quanto maior σ , mais suave o sinal),
- τ : índice de deslocamento da janela ($-k \leq \tau \leq k$)

Para garantir que os pesos somem 1 (preservando a escala do sinal), os pesos $\omega(\tau)$ são normalizados:

$$\sum_{\tau=-k}^k \omega(\tau) = 1$$

A suavização do PC1 é realizada aplicando o filtro aos dados originais por meio de convolução:

$$PC1_{suavizado}(t) = \sum_{\tau=-k}^k \omega(\tau) * PC1(t + \tau)$$

Onde:

- $PC1(t + \tau)$ é o valor do sinal deslocado em τ ;
- k : tamanho da janela de suavização (determinado com base em σ).

Após a aplicação do filtro, o PC1 suavizado é: $PC1_{suavizado} = \{PC1_{suavizado}(t)\}_{t=1}^n$ que representa o sinal original filtrado, com flutuações de alta frequência reduzidas.

3.1 Fonte de dados e tratamento dos dados

Trabalhou-se com dados da inflação mensal do Instituto Nacional de Estatística de Angola. Usou-se dados a partir de Janeiro de 2015 até Novembro de 2024, o que perfaz uma amostra total de cerca de 119 meses.

As variáveis selecionadas para o cálculo do PCA incluíam inicialmente categorias do IPC da economia angolana como “Alimentação e bebidas não alcoólicas”, “Bebidas alcoólicas e tabaco”, “Vestuário e calçado”, “Habitação, água, electricidade e combustíveis”, “Mobiliário, equipamento doméstico e manutenção”, “Saúde”, “Transportes”, “Comunicações”, “Lazer, recreação e cultura”, “Educação”, “Hotéis, cafés e restaurantes”, “Bens e serviços diversos”. Antes da aplicação do PCA, analisou-se a volatilidade de cada variável e concluiu-se que variáveis como “Educação”, “Habitação, água, electricidade e combustíveis”, “Comunicações”, “Lazer, recreação e cultura”, “Transportes” tinham alta volatilidade. Como variáveis mais voláteis podem introduzir ruído em modelos que buscam identificar tendências subjacentes, como a inflação subjacente, removeu-se.

Todo o processo de implementação computacional do PCA foi feito usando o Python.

3.2 Validação do PC1 e do PC1 suavizado

Para avaliar a qualidade do indicador de inflação subjacente gerado pelo PC1 e pelo PC1 suavizado, foram realizadas as seguintes análises:

- Análise de correlação entre o PC1 e a inflação geral;
- Foi aplicado o teste de cointegração de Johansen para identificar a existência de uma relação de longo prazo entre o PC1 e a inflação geral;
- Foi examinada a suavidade do PCA1, considerando que indicadores de inflação subjacente devem ser menos voláteis do que a inflação geral.

A aplicação do PCA com recurso ao filtro Gaussiano nesta pesquisa permitiu a construção de um indicador relevante para a inflação subjacente em Angola.

4. Resultados e discussão

Os loadings dos componentes principais (PC1 e PC2) para as variáveis indicam como cada variável contribui para a formação desses componentes. Podemos visualizar isso na tabela abaixo.

| Variables | PC1 | PC2 | PC3 | PC4 | PC5 | PC6 | PC7 |
|--|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Food and non-alcoholic beverages | 0,3384 | -0,6251 | 0,0435 | -0,3396 | -0,0855 | -0,6031 | 0,0804 |
| Alcoholic beverages and tobacco | 0,3920 | -0,0245 | 0,5770 | 0,4087 | -0,2047 | 0,1563 | 0,5286 |
| Clothing and footwear | 0,3438 | 0,5035 | -0,4816 | -0,1663 | -0,5200 | -0,1591 | 0,2661 |
| Furniture, Household equipment and maintenance | 0,3638 | 0,4582 | 0,5025 | -0,1880 | 0,0555 | -0,2121 | -0,5673 |
| Health | 0,3916 | -0,2026 | -0,3574 | 0,6889 | -0,0417 | -0,0377 | -0,4474 |
| Hotels, cafes and restaurants | 0,4008 | -0,2743 | -0,0680 | -0,4214 | -0,1129 | 0,7348 | -0,1710 |
| Miscellaneous goods and services | 0,4065 | 0,1701 | -0,2200 | -0,0495 | 0,8141 | -0,0112 | 0,3034 |

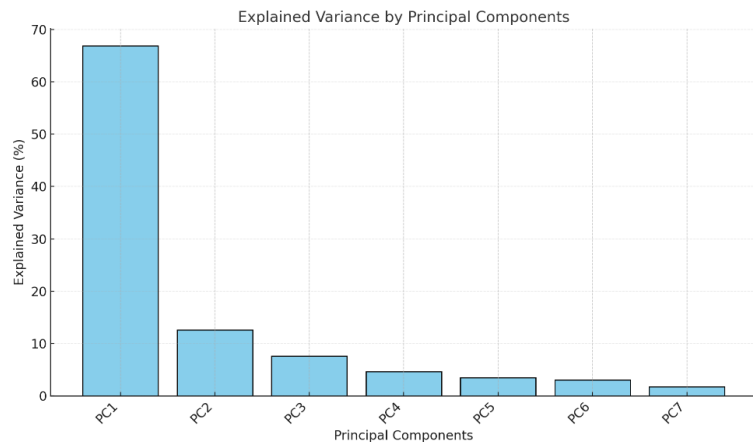
Para o PC1 as maiores contribuições são da categoria “Bens e serviços diversos” (0.4065), “Hotéis, cafés e restaurantes” (0.4008) e “Saúde” (0.3916). Isso sugere que o PC1 está capturando uma dimensão relacionada ao consumo de bens e serviços diversificados e saúde, áreas que podem ser menos voláteis em relação a choques externos específicos. Aqui o PC1 pode representar os padrões gerais de consumo e serviços, capturando os movimentos amplos desses sectores na inflação. Ele o principal componente que pode estar relacionado com a inflação subjacente, pois exclui ruídos específicos relacionados a variáveis menos significativas.

No PC2 as maiores contribuições positivas são das categorias “Roupas e calçados” (0,5035) e “Móveis, Equipamentos domésticos e manutenção” (0,4582). PC2 parece capturar uma dimensão que diferencia categorias como vestuário e equipamento doméstico de categorias mais essenciais, como alimentos e bebidas não alcoólicas. Ele pode representar flutuações específicas entre bens essenciais e não essenciais, não sendo directamente útil como um proxy para inflação subjacente, mas útil para entender dinâmicas específicas.

O PC1 é um componente mais geral, com contribuições positivas amplas e mais equilibradas. Nesse caso mais adequado como proxy para inflação subjacente. O PC2 captura contrastes específicos entre categorias (essenciais vs. não essenciais). Pode ser usado para estudos detalhados de desequilíbrios sectoriais, mas não é ideal como um indicador geral de inflação.

No gráfico de barra abaixo, consegue-se ver que o PC1 explica a maior parte da variabilidade nos dados, reflectindo sua capacidade de capturar padrões globais ou tendências subjacentes. Isso sugere que o PC1 é o componente mais relevante para entender a estrutura geral dos dados.

A contribuição de cada componente adicional diminui rapidamente após o PC1. Isso é típico em conjuntos de dados onde algumas dimensões (variáveis) capturam a maior parte da informação.

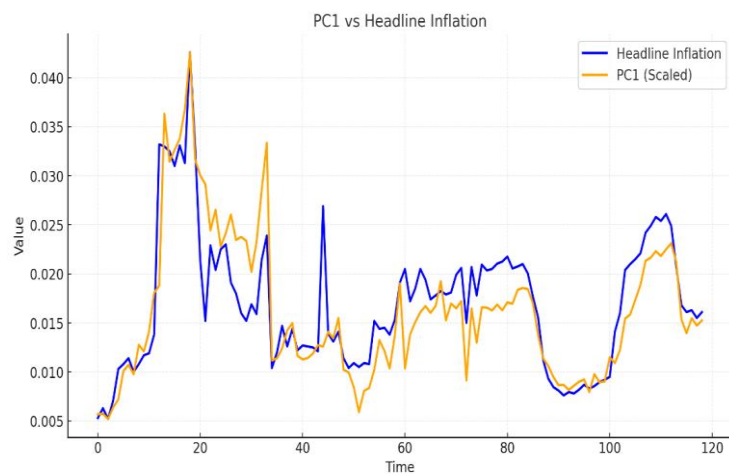


Com base no gráfico, os dois primeiros

componentes principais explicam uma fracção significativa da variância. Assim, eles podem ser usados para reduzir a dimensionalidade sem perder muita informação.

4.1 Avaliando a qualidade do PC1 como indicador de core inflation

No gráfico vê-se que o PC1 acompanha razoavelmente a tendência da inflação geral, indicando que ele pode capturar alguns dos padrões subjacentes. No entanto, há discrepâncias em momentos específicos, sugerindo que o PC1 pode não ser um indicador perfeito sem ajustes adicionais.



O R^2 indica que cerca de 65.87% da variância da inflação geral é explicada pelo PC1. Embora esse valor seja moderado, ele sugere que o PC1 capta uma parte significativa da dinâmica da inflação geral, mas não completamente. O erro quadrático médio (MSE) é extremamente baixo, indicando que as diferenças absolutas entre os valores do PC1 e da inflação geral são pequenas.

Quality result and cointegration of PC1

| Metrics | Value |
|----------------------------------|------------------------------|
| R-Squared | 0,6587 |
| Mean Squared Error | 0,0000 |
| Standard Deviation of PC1 | 0,0074 |
| Standard Deviation of Inflation | 0,0069 |
| Smoothness Ratio (PC1/Inflation) | 1,0665 |
| Cointegration Test Statistic | -2,8866 |
| Cointegration P-value | 0,1397 |
| Critical Values (1%, 5%, 10%) | [-3,99166, -3,38884, 3,0806] |

O desvio padrão do PC1 é maior que o da inflação geral, o que indica que ele ainda é um pouco mais volátil e poderia ser suavizado para se aproximar mais da inflação subjacente. Smoothness Ratio (PC1/Inflation) mostra que o PC1 é cerca de 6.65% mais volátil do que a inflação geral, o que pode limitar sua utilidade como indicador ideal de inflação subjacente.

O valor do teste de cointegração indica a força da relação de longo prazo entre o PC1 e a inflação geral. Este resultado sugere que há uma conexão estável entre as séries.

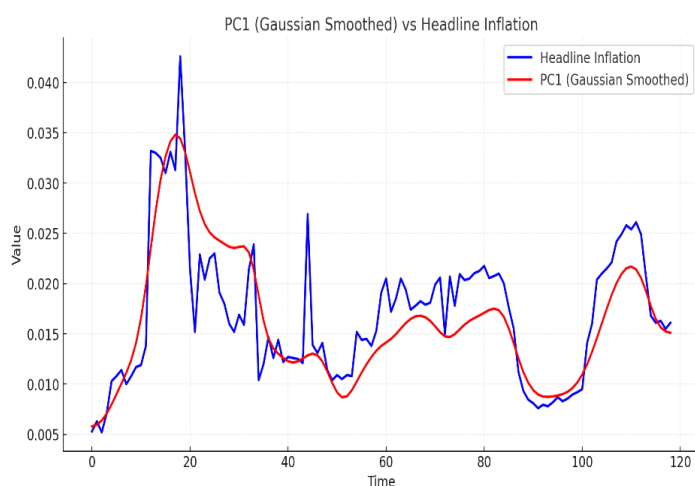
Baseado nesses indicadores de qualidade, podemos concluir que o PC1 é um moderado indicador de inflação subjacente:

- Ele captura boa parte da variação da inflação geral.
- No entanto, sua maior volatilidade e menor suavidade indicam que ajustes adicionais como suavização podem ser necessários para torná-lo mais confiável.
- O teste de cointegração sugere que há uma relação de longo prazo entre o PC1 e a inflação geral, o que é um bom indicativo de sua utilidade como proxy.

4.2 Suavizando o PC1 com o Gaussian Smoothed

O filtro Gaussiano reduziu as flutuações no PC1, tornando-o mais alinhado às tendências gerais da inflação headline. Essa suavização melhora a adequação do PC1 como proxy para a inflação subjacente.

O PC1 suavizado acompanha bem as tendências da inflação geral, indicando que pode ser usado para capturar padrões subjacentes, embora ainda possa haver pequenos desvios em alguns períodos.



4.2.1 Avaliação da qualidade do PC1 suavizado

O erro quadrático médio (MSE) é muito baixo, indicando que as diferenças absolutas entre o PC1 suavizado e a inflação geral são pequenas. Isso reforça que o filtro gaussiano ajudou a manter o alinhamento entre o PC1 e a inflação geral.

| Gaussian- Smoothed PC1 Quality Results | |
|---|---------|
| Metrics | Value |
| R-Squared | 0,6569 |
| Mean Squared Error | 1.6e-05 |
| Standard Deviation of Smoothed PC1 | 0,0065 |
| Standard Deviation of Inflation | 0,0069 |
| Smoothness Ratio (Smoothed PC1/Inflation) | 0,9455 |

O desvio padrão do PC1 suavizado é menor do que o do PC1 original, mostrando que o filtro gaussiano foi eficaz na redução das flutuações. Este valor está muito próximo do desvio padrão da inflação geral, o que é um bom indicativo de suavidade. O desvio padrão da

inflação geral é ligeiramente maior que o do PC1 suavizado, indicando que a suavidade do PC1 está alinhada com os níveis da inflação geral.

O PC1 suavizado pelo filtro gaussiano é 5.45% menos volátil do que a inflação geral. Este é um resultado importante, pois um bom indicador de inflação subjacente deve ser suavizado sem perder a relação com os dados observados.

Nesse caso, o PC1 suavizado pelo filtro gaussiano é um indicador mais adequado para a inflação subjacente do que o PC1 original:

- Ele reduziu a volatilidade, tornando-se mais suave do que a inflação geral.
- Manteve uma boa correlação com a inflação geral (alto R^2).
- O erro médio quadrático baixo reforça sua proximidade com a inflação geral.

O filtro gaussiano pode ser utilizado para ajustar o PC1 em aplicações práticas, especialmente onde é necessário capturar tendências de longo prazo.

5. Conclusão

O PCA é uma ferramenta eficaz para capturar padrões subjacentes na inflação de Angola, mas os resultados mostram que ele precisa de ajustes para ser usado diretamente como proxy da inflação subjacente.

A aplicação do filtro gaussiano melhora significativamente a suavidade do PC1, tornando-o mais adequado para capturar tendências subjacentes e para uso como indicador prático da inflação subjacente. Nesse caso, O PC1 suavizado pelo filtro gaussiano pode ser utilizado como um indicador confiável de inflação subjacente, auxiliando formuladores de política monetária e pesquisadores a monitorar tendências mais estáveis no comportamento dos preços em Angola. Além do uso do PCA outras metodologias podem ser adaptadas para estimar a inflação subjacente. A escolha da técnica depende do objetivo específico e dos dados disponíveis. A PCA é uma abordagem robusta para analisar a inflação subjacente, mas complementar com outras técnicas é essencial para melhorar a estimativa da inflação subjacente para Angola.

6. Referências bibliográficas

- Mankiw, N. G. (2020). *Macroeconomics* (10ª ed.). Worth Publishers.
- O'Sullivan, A., Sheffrin, S., & Perez, S. (2020). *Macroeconomics: Principles, Applications, and Tools* (9ª ed.). Pearson.
- Stone, G. (2011). *Core Macroeconomics* (3ª ed.). Worth Publishers.
- Bullock, P. R. (2009). Core Inflation: Concepts, Uses and Measurement. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.321390>
- Cristadoro, R., Forni, M., Reichlin, L., & Veronese, G. (2005). A core inflation index for the euro area. *Journal of Monetary Economics*, 52(5), 1027–1046. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2005.03.003>
- Quah, D., & Vahey, S. P. (1995). Measuring core inflation. *Economic Journal*, 105(432), 1130–1144. <https://doi.org/10.2307/2235406>
- Sbordone, A. M., & Tambalotti, A. (2014). Measurement and theory of core inflation. *Federal Reserve Bank of New York Staff Reports*. https://www.newyorkfed.org/research/staff_reports/sr1115.html
- Wynne, M. A. (1999). Core Inflation: A Review of Some Conceptual Issues. *BIS Papers*, 5, 340–365. <https://www.bis.org/publ/bisp05a.pdf>
- Lopez Galvan, M. (2020). Macroeconomic Factors for Inflation in Argentina (2013-2019). *arXiv Preprint arXiv:2005.11455*. <https://arxiv.org/abs/2005.11455>
- Piger, J. M., & Rasche, R. H. (2008). Constructing and Evaluating Core Inflation Measures from Component Prices. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 90(2), 65–80. <https://research.stlouisfed.org/publications/review/2008/03/01/constructing-and-evaluating-core-inflation-measures-from-component-prices>
- Machado, J. F., Marques, C. R., Neves, P. D., & Silva, A. G. (2001). Using the First Principal Component as a Core Inflation Indicator. *Banco de Portugal Working Papers*. https://www.bportugal.pt/sites/default/files/anexos/papers/ab200101_e.pdf
- Maria, J. R. (2005). On the Use of the First Principal Component as a Core Inflation Indicator. *Banco de Portugal Working Papers*. <https://www.bportugal.pt/en/paper/use-first-principal-component-core-inflation-indicator>