



FACULDADE DE CIÊNCIAS
Departamento de Matemática e Informática

Trabalho de Licenciatura em
Estatística

**Análise do impacto dos preços de combustíveis no
desenvolvimento económico de Moçambique**

Autora: Benigna Carlos Novela

Maputo, Fevereiro de 2025



FACULDADE DE CIÊNCIAS
Departamento de Matemática e Informática

Trabalho de Licenciatura em
Estatística

**Análise do impacto dos preços de combustíveis
no desenvolvimento económico de Moçambique**

Autora: Benigna Carlos Novela

Supervisor: Miranda Albino Martins Muaualo, PhD, UFRJ

Co-Supervisor: Lino Marques dos Santos Coimbra, MSc.

Maputo, Fevereiro de 2025

Declaração de Honra

Declaro por minha honra que o presente Trabalho de Licenciatura é resultado da minha investigação e que o processo foi concebido para ser submetido apenas para a obtenção do grau de Licenciada em Estatística, na Faculdade de Ciências da Universidade Eduardo Mondlane.

Maputo, Fevereiro de 2025

(Benigna Carlos Novela)

Dedicatória

Dedico este trabalho com amor e gratidão à minha mãe, Maria Ernesto, aos meus queridos irmãos, Salva Novela, Faustino Novela, Ângela Novela, Samson Novela, Sérgio Novela, Evarista Novela, Joaquim Novela e Victória Novela e a memória do meu pai Carlos Novela e minha avó Rosa Nambale.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço de todo coração a Deus, cuja graça e orientação foram a luz que iluminou cada passo desta jornada acadêmica.

À minha amada família, por seu amor incondicional, apoio inabalável e pelos sacrifícios que fizeram para que eu pudesse alcançar meus sonhos.

À minha querida madrinha, Antônia Boane, que sempre esteve ao meu lado com seu carinho, sabedoria e incentivo.

Agradeço aos meus respeitados professores, Prof. Alberto Mulenga, pelas sugestões e comentários na realização do protocolo, ao meu co-supervisor Mestre Lino Marques, pela pronta resposta quando a ele apresentava alguma inquietação, em especial ao meu supervisor, Doutor Miranda Muaualo, pela constante preocupação e disponibilidade ao longo da realização deste trabalho, cuja dedicação e sabedoria moldaram não apenas meu conhecimento, mas também meu caráter e perspectiva de vida.

Aos meus colegas, principalmente ao Fernando Micas, Cleide Portugal, Jorge Patrício, Jaime Alberto, Eduardo Sicuaio, Cleyton Ângelo e Anísio Inguane, pelos debates enriquecedores, colaboração incansável e amizade que levarei para sempre. Cada um de vocês contribuiu de maneira única para o meu crescimento acadêmico e pessoal, foi uma honra e um prazer concluir esta etapa acadêmica convosco.

Este trabalho não seria possível sem o apoio inestimável de cada pessoa mencionada. Agradeço também aos amigos e a todos que, de alguma forma, me apoiaram ao longo desta jornada.

Resumo

O petróleo tem um papel importante na economia de hoje e isso ficou mais evidente no início dos anos 70, quando os preços instáveis do petróleo passaram a afetar a economia. Cada economia reage de forma diferente a essas mudanças nos preços do petróleo. A força e a duração dos efeitos da instabilidade dos preços de petróleo dependem das características de cada economia. Este trabalho examina o impacto dos preços dos combustíveis no desenvolvimento económico de Moçambique no período de 2017 a 2023, utilizando modelos VAR e VEC. O estudo avalia como as variações nos preços do petróleo bruto e da gasolina afetam indicadores económicos como o PIB, a inflação e a taxa de câmbio. Para o desenvolvimento do presente trabalho, foi usada a abordagem quantitativa, com uma base de dados secundária, com uma periodicidade mensal, os dados foram extraídos no Instituto Nacional de Estatística e na Global Petrol Price. Os resultados indicam que um aumento de 10% nos preços dos combustíveis está associado a um incremento de aproximadamente 0,6% na inflação e a uma desvalorização de 0,4% na taxa de câmbio, enquanto o impacto no PIB foi identificado como não-linear, variando de -0,2% a +0,3% dependendo das condições económicas. A decomposição da variância revelou que até 35% da variabilidade da inflação pode ser explicada pelas flutuações nos preços dos combustíveis, especialmente nos primeiros dois anos após os choques. Estes achados destacam a necessidade de políticas focadas na estabilização dos preços de combustíveis e na diversificação energética para promover a resiliência económica de Moçambique.

Palavras-chave: Combustíveis, Taxa de câmbio, Inflação, PIB, Modelos VAR, Decomposição da variância, Funções impulso-resposta, Economia.

Abstract

Oil plays an important role in today's economy and this became more evident in the early 1970s, when unstable oil prices began to affect the economy. Each economy reacts differently to these changes in oil prices. The strength and duration of the effects of unstable oil prices depend on the characteristics of each economy. This paper examines the impact of fuel prices on Mozambique's economic development over the period 2017 to 2023, using VAR and VEC models. The study assesses how variations in crude oil and gasoline prices affect economic indicators such as GDP, inflation and the exchange rate. A quantitative approach was used to develop this work, using a secondary database, which is monthly. The data was extracted from the National Institute of Statistics and the Global Petrol Price. The results indicate that an increase of 10% in fuel prices is associated with an increase of approximately 0.6% in inflation and a depreciation of 0.4% in the exchange rate, while the impact on GDP was identified as non-linear, ranging from -0.2% to +0.3% depending on economic conditions. The variance decomposition revealed that up to 35% of inflation variability can be explained by fluctuations in fuel prices, especially in the first two years after the shocks. These findings highlight the need for policies focused on stabilizing fuel prices and energy diversification to promote Mozambique's economic resilience.

Keywords: Fuel , Exchange rate, Inflation, GDP, VAR models, Variance decomposition, Impulse-response functions, Economics.

Lista de Abreviaturas

PIB: Produto Interno Bruto

IPC: Índice de Preços ao Consumidor

FMI: Fundo Monetário Internacional

VAR: Vector Auto-regressivo

VECM: Modelos de Correção de Erros Vetoriais

TC: Taxa de Câmbio

AIC: Critério de Informação de Akaike

CIS: Critério de Informação de Schwarz

HQ: Critério de Informação de Hannan-Quinn

EIU: *Unidade de inteligência económica*

Índice

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Justificação	2
1.3	Definição do problema	3
1.4	Objectivos	4
1.4.1	Objectivo Geral	4
1.4.2	Objectivos Específicos	4
1.5	Relevância do Estudo	4
1.6	Estrutura do trabalho	6
2	REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1	Combustível e sua importância	7
2.2	Produto Interno Bruto	8
2.2.1	PIB Nominal	10
2.2.2	PIB Real	10
2.2.3	Aplicação a Moçambique	10
2.3	Taxa de inflação	11
2.4	Taxa de Câmbio	12
2.4.1	Taxa de câmbio nominal	12
2.4.2	Taxa de câmbio real	13
2.5	Relação entre preço de combustíveis e indicadores económicos(PIB, Taxa de câmbio, Taxa de inflação)	13

2.5.1	Relação entre os preços de combustíveis e a inflação	14
2.5.2	Relação entre os preços de combustíveis e o PIB	15
2.5.3	Relação entre os preços de combustíveis e a taxa de câmbio	16
2.6	Efeito de choques do petróleo para um país importador	17
2.7	Análise de séries temporais	19
2.7.1	Componentes de uma série temporal	19
2.7.2	Representação gráfica de uma série temporal	20
2.7.3	Estacionaridade	21
2.7.4	Regressão Espúria	22
2.7.5	Teste de causalidade de Granger	22
2.7.6	Teste de Causalidade para variáveis co-integradas	24
2.7.7	Teste de Johansen	26
2.7.8	Escolha do número de defasagens	26
3	METODOLOGIA	28
3.1	Classificação da pesquisa	28
3.1.1	Quanto à natureza	28
3.1.2	Quanto à abordagem	28
3.1.3	Quanto aos objectivos	28
3.1.4	Quanto aos procedimentos técnicos	28
3.2	Material	29
3.3	Métodos	29
3.3.1	Teste de raíz unitária	29
3.3.2	Critérios de Selecção	34
3.3.3	Modelo VAR	35
3.3.4	Modelo VEC	37
3.3.5	Função impulso resposta	37
3.3.6	Decomposição da variância	38

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1	Análise exploratória	39
4.1.1	Relação entre as variáveis	40
4.2	Teste de estacionaridade	42
4.2.1	Análise de cointegração das séries	43
4.2.2	Teste de Causalidade	45
4.2.3	Determinação da ordem de defasagem	46
4.2.4	Estimação do modelo VAR-VEC	47
4.2.5	Decomposição da variância	49
4.2.6	Função Impulso Resposta	50
4.3	DISCUSSÃO	51
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	53
5.1	Recomendações	54
5.2	Limitações	54
A		59

Lista de Figuras

2.1	Modelo AD/AS <i>Fonte: Vieira(2020)</i>	18
A.1	Evolução cronológica das séries	61
A.2	Decomposição gráfica da série Inflação	62
A.3	Decomposição gráfica da série Câmbio	62
A.4	Decomposição da variância dos indicadores económicos	64
A.5	Respostas dos indicadores económicos aos choques de gasolina e petróleo	65

Lista de Tabelas

3.1	Descrição das variáveis	29
4.1	Estatísticas descritivas das variáveis	40
4.2	Correlação entre as variáveis	41
4.3	Testes de raiz unitária para as séries temporais.	42
4.4	Teste de co-integração de Engle-Granger	44
4.5	Teste de Johansen	44
4.6	Vectores de co-integração normalizado	44
4.7	Teste de causalidade de Granger	46
4.8	Critérios de seleção do modelo	47
4.9	Resultados de VECM	47
4.10	Resultados de VECM	48
A.1	Decomposição da Variância	59
A.2	Decomposição da Variância	60
A.3	Funções Impulso-Resposta	63

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O combustível é uma matéria prima imprescindível para a actividade económica, na produção de energia e no processo de produção de múltiplos bens.

Moçambique, como muitos países em desenvolvimento, enfrenta dificuldades no que diz respeito aos preços dos combustíveis e seu impacto no desenvolvimento económico. A flutuação dos preços internacionais do petróleo, combinada com factores locais como a dependência do transporte rodoviário e a falta de infraestrutura energética, torna essencial compreender o impacto desses preços na economia do país.

No início da década de 70, quando a estabilidade de preços do petróleo terminou, o preço do petróleo tornou-se um factor determinante na explicação das alterações macroeconómicas. O aumento dos preços do combustível constitui um problema que vem se arrastando há anos e actualmente o país vem registando constantes alterações acentuadas em curto espaço de tempo. Em 2022 verificou-se um fenómeno marcante da história económica de Moçambique, na qual registou-se aumento do preço do combustível por duas vezes em menos de dois meses.

Segundo Mosse (2023) o barril de Brent, que é a referência global, subiu para mais de 80 dólares. De acordo com o preço actual de venda de combustível nos postos de abastecimento em Moçambique, devia-se comprar o barril de Brent abaixo de 70 dólares. Neste momento, o barril custa entre 83 a 84 dólares que é prejudicial a Moçambique.

De acordo com o mesmo autor em Julho de 2022, a gasolina subiu de 83,30 Meticais por litro para 86,97 Meticais e o gasóleo passou de 78,97 Meticais para 87,97 Meticais por litro.

Gomes (2018), afirma que os preços de combustíveis em Moçambique são mais caros quando comparados aos países do hinterland que usam os portos moçambicanos para a importação do combustível, como por exemplo: Malawi e Zimbabwe. Segundo o centro de integridade publica CIP (2023) de 2008 a 2020, o preço de combustível no país subiu 83%. O Governo justifica esta subida com o agravamento dos preços no mercado internacional. No que diz respeito ao processo de importação de combustível, a variação de taxa de câmbio Dólar/Metical e de juros, têm influenciado negativamente no preço de combustível líquido no país.

Com a subida do preço de combustíveis líquidos, sobe igualmente em cascata os preços de transportes, dos produtos alimentares básicos, como o pão, arroz, feijão, farinha, óleo vegetal e açúcar, o que origina convulsões sociais no país.

Neste contexto, o presente trabalho será abordado sobre o impacto da variação dos preços de combustíveis em indicadores da economia moçambicana como o PIB, a inflação e a taxa de câmbio.

1.2 Justificação

Estudar o impacto dos preços dos combustíveis no desenvolvimento económico é crucial para entender como a economia moçambicana funciona. Os preços dos combustíveis afectam muitas indústrias e sectores da economia, desde o poder de compra dos consumidores até os investimentos em infraestrutura.

Entender o impacto de aumento de preços é importante para compreender as causas subjacentes e tomar decisões adequadas ao momento. Isso permite avaliar o impacto na economia, nos consumidores e nas empresas. Ajuda a identificar tendências, planejar estratégias de negócios e antecipar possíveis riscos. Além disso, auxilia na formulação de políticas públicas eficazes, como controle da inflação e protecção dos consumidores. Compreender os motivos que estão por trás desses aumentos é fundamental para lidar com os problemas económicos e buscar soluções a longo prazo. Entender as flutuações nos preços permite aos governos tomar medidas adequadas para estabilizar o mercado e garantir o acesso a combustíveis a preços razoáveis para a população.

Espera-se identificar as relações de causalidade entre os preços dos combustíveis e alguns indicadores económicos e a quantificação do impacto desses preços na actividade económica.

1.3 Definição do problema

Os preços domésticos do combustível têm sofrido aumentos graduais nos últimos 3-4 anos, com um crescimento acentuado no mês de Março de 2023.

O aumento no preço do combustível tem um grande impacto nos níveis gerais de preços no país. O recente aumento no preço do combustível em Março do ano 2023 resultou em aumentos nos preços de bens e serviços em todo o país, afectando a população moçambicana e as empresas, muitas das quais dependem fortemente de transporte, particularmente veículos automóveis. O aumento constante dos preços do combustível tem sido um problema de longa data, e as recentes mudanças têm sido especialmente acentuadas.

Existem várias razões pelas quais o aumento dos preços dos combustíveis pode ser considerado um problema em Moçambique. Em primeiro lugar, o país é altamente dependente das importações de petróleo e derivados para atender à demanda interna de energia. Isso significa que as variações nos preços internacionais do petróleo têm um impacto directo nos custos de importação e, conseqüentemente, nos preços internos dos combustíveis. Essa dependência das importações expõe Moçambique aos riscos associados à flutuação dos preços do petróleo no mercado internacional.

A agricultura desempenha um papel crucial na economia do país, fornecendo emprego e sustento para muitas comunidades rurais. O aumento nos preços dos combustíveis pode resultar em custos mais altos para os agricultores, desde o transporte de insumos agrícolas até a comercialização de produtos. Isso pode afectar negativamente a viabilidade económica da agricultura e a renda dos agricultores.

Além dos impactos directos nos consumidores e nas empresas, a flutuação dos preços dos com-

bustíveis também pode ter implicações macroeconómicas para Moçambique, os aumentos repentinos nos preços dos combustíveis podem levar a pressões inflacionárias, à medida que os custos de transporte e produção aumentam. Isso pode afectar o poder de compra da população e a estabilidade económica do país.

Diante desta situação surge a seguinte questão: Qual é o impacto da variação dos preços do combustível no desenvolvimento económico de Moçambique?

1.4 Objectivos

1.4.1 Objectivo Geral

Analisar o impacto dos preços de combustíveis no desenvolvimento económico de Moçambique.

1.4.2 Objectivos Específicos

- Descrever o comportamento dos preços de combustíveis em Moçambique no período de 2017 a 2023;
- Avaliar a relação entre os preços de combustíveis e indicadores económicos como o PIB, a taxa de câmbio e a taxa de inflação;
- Verificar a contribuição de cada variável na variação dos indicadores económicos em Moçambique, como o PIB, a taxa de câmbio e a taxa de inflação;
- Estimar o impacto de choques nos preços dos combustíveis nos indicadores económicos em Moçambique.

1.5 Relevância do Estudo

A análise dos preços dos combustíveis é de suma importância para Moçambique, primeiramente, compreender os padrões e as tendências dos preços dos combustíveis é fundamental para a economia moçambicana. Como país em desenvolvimento, Moçambique enfrenta desafios em

termos de infraestrutura e desenvolvimento industrial. Os combustíveis são essenciais para diversos sectores, incluindo transporte, agricultura, mineração e geração de energia. Portanto, variações nos preços dos combustíveis têm um impacto directo nos custos de produção e nos preços dos produtos finais, influenciando a competitividade das empresas e a inflação.

Além disso, Moçambique está passando por um rápido processo de urbanização e industrialização, o que aumenta a demanda por energia e combustíveis. O estudo dos preços dos combustíveis pode ajudar o país a planejar e gerenciar sua infraestrutura energética de forma mais eficaz, garantindo um suprimento estável de energia para impulsionar o crescimento económico e atender às necessidades da população.

Do ponto de vista acadêmico, a análise dos preços dos combustíveis oferece uma oportunidade única para pesquisadores e acadêmicos moçambicanos contribuírem para o conhecimento científico global. Ao conduzir estudos empíricos sobre os determinantes dos preços dos combustíveis em Moçambique, os pesquisadores podem gerar insights valiosos sobre a dinâmica do mercado de energia no país, identificar desafios e oportunidades específicos e propor políticas e estratégias eficazes para promover um sector energético mais sustentável e inclusivo.

Além disso, a compreensão dos preços dos combustíveis é de interesse global, especialmente em um momento em que o mundo enfrenta desafios relacionados à mudança climática e à transição para uma economia de baixo carbono. Moçambique, como um país em desenvolvimento com vastos recursos naturais, desempenha um papel importante no cenário energético regional e global. O estudo dos preços dos combustíveis em Moçambique pode fornecer percepções valiosas sobre as oportunidades e desafios associados ao desenvolvimento de recursos energéticos sustentáveis, como energia solar, eólica e hidrelétrica, bem como as implicações socio-económicas e ambientais dessas transições.

1.6 Estrutura do trabalho

No primeiro capítulo, ocorre a introdução do assunto, juntamente com a delimitação do problema de pesquisa. Além disso, são expostos os objetivos gerais e específicos a serem alcançados, bem como as principais razões que motivaram a realização do estudo.

No segundo capítulo, é realizada a revisão da literatura, na qual são apresentados os conceitos de indicadores económicos, como taxa de cambio, taxa de inflação e PIB, estacionaridade, que servem como fundamentos teóricos para a análise dos modelos VAR. Além disso, uma discussão abrangente sobre os principais aspectos teóricos dos modelos VAR é incluída para auxiliar na compreensão dos resultados empíricos obtidos, com foco em suas propriedades estatísticas.

O terceiro capítulo descreve a metodologia empregada no estudo, incluindo a apresentação dos dados e de sua fonte, bem como as etapas fundamentais para a aplicação dos modelos VAR: identificação, estimação, diagnóstico e previsão.

No quarto capítulo são apresentados os resultados das estimações dos modelos VAR propostos neste estudo e sua respectiva discussão, bem como resultados sobre o impacto dos preços de combustíveis. Por fim são apresentadas, no capítulo 5, as principais conclusões do estudo e produzidas algumas recomendações para futuras pesquisas.

Capítulo 2

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Combustível e sua importância

Segundo Ribeiro (2014) Combustível fóssil é um tipo de combustível formado a partir da decomposição de matéria orgânica ao longo de milhões de anos. Os principais combustíveis fósseis incluem o petróleo, o carvão e o gás natural. Eles são fontes não renováveis de energia, uma vez que levam um tempo extremamente longo para se formarem e não podem ser substituídos em escala de tempo humana. Os combustíveis fósseis desempenharam um papel crucial na revolução industrial e ainda são amplamente utilizados para geração de energia, transporte e produção de calor em muitas partes do mundo .

De acordo com o Centro de Pesquisas em Petróleo (CENPETRO) o petróleo é uma substância oleosa, inflamável, menos densa que a água, com cheiro característico, e de cor variando entre o negro e o castanho escuro. Sua origem é orgânica, sendo uma combinação de moléculas de carbono e hidrogênio.

Partindo do princípio de que o petróleo é a fonte de energia que permite a realização de inúmeras atividades, seja na forma de combustíveis automotivos, como a gasolina e o óleo diesel, ou na queima em usinas termoeletricas, a influência do petróleo na vida do ser humano desde tempos antigos contribuiu para o avanço tanto do conhecimento sobre a sua estrutura química e utilidade social, quanto dos métodos de extração. A partir do petróleo, obtêm-se diversos derivados, tais como gás combustível, gasolina de aviação, gasolina comum, querosene, óleo diesel, óleo combustível e óleos lubrificantes, os quais em sua maioria são destinados ao uso energético. Além de ser o principal combustível, o petróleo também representa um importante recurso para

a produção de plásticos, tecidos, tintas e outros materiais (Directório..., 2006), conforme citado na Revista Digital de Biblioteca Económica e Ciência da Informação.

A importância do petróleo ficou expressa nos resultados apresentados por Hamilton (1983), que concluiu que, após a 2ª Guerra Mundial, 9 das 10 recessões ocorridas nos EUA foram antecedidas por choques no preço do petróleo. Estudos posteriores evidenciaram a existência de assimetria na reacção da economia dos EUA a choques no preço do petróleo, constatando-se que um aumento do preço do petróleo exercia sobre a actividade económica um efeito de magnitude maior do que uma diminuição desse preço (Mork, 1989).

2.2 Produto Interno Bruto

Segundo Samuelson e Nordhaus (2009), o PIB, é a medida de desempenho da economia e considerada uma das grandes invenções do século XX. Este indicador procura somar os valores monetários dos bens e serviços produzidos por uma economia/país durante um determinado período.

Segundo Brue (2005) o aumento deste indicador, representa crescimento da economia, esta medida de desempenho não é representativa do total da contribuição de um sector para a economia. No que diz respeito a abrangência do PIB, Vincent e Hartwick (1998:1), referem que este não inclui o impacto das actividades produtivas no rendimento futuro e no bem-estar gerado. Por rendimento futuro, os autores referem a sustentabilidade do rendimento, ou seja, que o PIB não toma em conta a perda do capital florestal.

Segundo o Ministério de Economia e Finanças (2020) o produto interno bruto (PIB), pode ser definido utilizando três abordagens básicas: a óptica da produção, a óptica do rendimento e a óptica da despesa.

Conforme a abordagem da óptica da produção, o PIB é igual à soma do valor acrescentado em todos os sectores da economia

$$PIB = \frac{VA + (\text{impostos} - \text{subsídios})}{\text{produto}} \quad (2.1)$$

No que concerne à óptica do rendimento, o PIB é igual à soma dos rendimentos gerados pelos produtores residentes

$$PIB = W + OS + TSP \quad (2.2)$$

Onde

- W = remuneração dos trabalhadores (inclui salários em numerário ou em espécie e contribuições de segurança social pagas pelos empregadores) ;
- OS = superavit operacional bruto das empresas (nomeadamente lucros, rendas, juros e depreciação);
- TSP = impostos menos subsídios sobre a produção e importações.

No que se refere à óptica da despesa, o PIB é igual à soma das suas utilizações finais:

$$PIB = C + I + G + \Delta inv + X - M \quad (2.3)$$

Onde

- C = consumo final dos agregados familiares;
- I = investimento privado bruto;
- G = despesas do Estado sobre o consumo e investimentos;
- inv = mudança em inventários (stocks)
- X = exportações de bens e serviços;
- M = importações de bens e serviços.

O PIB é dado pelo valor de mercado de todos os bens e serviços finais produzidos num país durante um ano. Pode ser medido de duas maneiras, PIB nominal e PIB real.

2.2.1 PIB Nominal

O PIB nominal mede o valor da produção num dado ano, aos preços daquele ano. Por conseguinte, as oscilações no PIB nominal refletirão as variações de preços e de volumes. Para capturar apenas as variações de preços e, assim, obter o PIB real, os economistas trabalham com um nível bastante detalhado do PIB nominal, deflacionando cada componente com base num índice de preços rigorosamente apropriado. Nos casos em que a deflação de preços não é possível, normalmente são utilizadas outras abordagens, como a reavaliação e a extrapolação (MEF, 2022).

Segundo o mesmo autor, o deflator implícito do PIB é um índice que mede o nível médio de preços da produção de uma economia em relação ao ano base. O índice tem um valor de 100 no ano base. Assim, a variação percentual do deflator do PIB mede a taxa de aumentos de preços para todos os bens e serviços na economia.

2.2.2 PIB Real

O PIB real, denominado “PIB a preços constantes” no Sistema de Contas Nacionais (SCN), mede o valor da produção de uma economia utilizando os preços num ano base fixo. Embora não constitua uma medida ideal do rendimento real ou dos padrões de vida, o PIB real é, essencialmente, a medida mais amplamente utilizada do rendimento real.

O PIB nominal, o PIB real e o deflator implícito de preços estão ligados pela seguinte relação:

$$PIB\ Real = \left(\frac{PIB\ Nominal}{PIB\ deflator} \right) \times 100 \quad (2.4)$$

2.2.3 Aplicação a Moçambique

Para a economia de Moçambique são adoptadas várias abordagens. As estimativas do Banco de Moçambique sobre o PIB potencial são produzidas dentro do Quociente de Produtividade Marginal (QPM) através da aplicação de um filtro Kalman e levam em consideração a estrutura económica implícita nas relações entre as diversas variáveis macroeconómicas que compõem

o modelo e que ajudam a explicar a dinâmica do PIB, inflação, taxa de juros real e taxa de câmbio efectiva real. O MEF usa uma variante na abordagem da função de produção, pois não existem dados relativos ao stock de capital para Moçambique. A produção potencial é estimada através da sua decomposição em população em idade activa, participação e produtividade (a chamada abordagem de PPP). Para projectar esses componentes, usam-se variadas abordagens, todas envolvendo algum juízo de valor. A estimativa final é comparada a uma tendência temporal simples e a uma estimativa de Hodrick-Prescott.

2.3 Taxa de inflação

A taxa de inflação é um indicador económico importante que mede o aumento percentual médio dos preços dos bens e serviços em uma economia ao longo do tempo (Friedman, 1963). Vários autores têm estudado e discutido a inflação ao longo dos anos, oferecendo diferentes perspectivas sobre suas causas, consequências e formas de controlá-la.

Segundo Samuelson e Nordhaus(2009) o nível de preços de uma economia refere-se a um número índice obtido a partir do nível médio de preços dos bens e serviços da economia. A Inflação corresponde a um aumento do nível geral dos preços .

Alguns economistas clássicos, como Milton Friedman, enfatizaram que a inflação é primariamente um fenómeno monetário, relacionado à oferta de moeda em uma economia. Para eles, um aumento excessivo na oferta de dinheiro em relação à demanda pode levar a pressões inflacionárias (Friedman, 1963).

Já economistas keynesianos, como John Maynard Keynes, destacaram que a inflação pode ser causada por uma série de factores, incluindo demanda agregada excessiva em relação à capacidade produtiva da economia, aumento dos custos de produção e choques de oferta, entre outros (Keynes, 1936).

O cálculo da taxa de inflação em Moçambique, geralmente é feito usando o Índice de Preços ao Consumidor (IPC). O IPC mede a variação média dos preços de uma cesta de bens e serviços consumidos pelas famílias ao longo do tempo (INE, 2020). Os preços são colectados regularmente em diferentes regiões do país e ponderados de acordo com a sua importância relativa no consumo das famílias. A variação percentual no IPC entre dois períodos é então utilizada para calcular a taxa de inflação (INE, 2020).

A metodologia específica para calcular a taxa de inflação pode variar de um país para outro, e os dados utilizados no cálculo podem também ser ajustados para refletir mudanças na qualidade dos produtos ao longo do tempo (Banco de Moçambique, 2020).

A taxa de inflação em Moçambique, assim como em muitos outros países, é calculada usando o Índice de Preços ao Consumidor (IPC). A fórmula básica para calcular a taxa de inflação é:

$$\text{Taxa de Inflação} = \left(\frac{IPC_{\text{atual}} - IPC_{\text{anterior}}}{IPC_{\text{anterior}}} \right) \times 100\% \quad (2.5)$$

2.4 Taxa de Câmbio

A taxa de câmbio é um indicador económico fundamental que reflete o valor relativo de uma moeda em comparação com outra. Ela indica quantas unidades de uma moeda podem ser trocadas por uma unidade da outra moeda.

2.4.1 Taxa de câmbio nominal

A taxa de câmbio nominal é o preço relativo entre duas moedas, expresso em termos nominais. É o valor pelo qual uma moeda é trocada por outra no mercado cambial.

A taxa de câmbio nominal reflete as condições actuais do mercado cambial e é frequentemente utilizada em transações comerciais e financeiras internacionais.

A taxa de câmbio nominal é definida como o preço relativo entre duas moedas, expresso em termos nominais. Ela é calculada como a relação entre o valor da moeda estrangeira e o valor

da moeda doméstica (Mishkin, 2019):

$$TCN = \frac{E}{D} \quad (2.6)$$

2.4.2 Taxa de câmbio real

Segundo Edwads (1989) a taxa de câmbio real (TCR) ajusta a taxa de câmbio nominal(TCN) pela relação de preços entre dois países. Ela indica o poder de compra de uma moeda em relação a outra e fornece uma medida mais precisa do valor real de uma moeda estrangeira em termos de bens e serviços domésticos. A taxa de câmbio real é importante para avaliar a competitividade internacional de uma economia e seu impacto sobre o comércio exterior e o crescimento económico.

$$TCR = \frac{TCN \times P_D}{P_E} \quad (2.7)$$

2.5 Relação entre preço de combustíveis e indicadores económicos(PIB, Taxa de câmbio, Taxa de inflação)

A relação entre o petróleo e os produtos petrolíferos pode contribuir para a existência de efeitos assimétricos na relação entre o preço do petróleo e a actividade económica. Na sequência de um choque positivo no preço do petróleo, o preço da gasolina aumenta de forma mais acelerada, quando comparado com a diminuição mais tardia do preço da gasolina resultante de um choque negativo no preço do petróleo. É possível que a actividade económica responda de forma simétrica a variações no preço dos produtos petrolíferos. No entanto, como os produtos petrolíferos respondem de forma assimétrica a choques no preço do petróleo, a actividade económica responde também de forma assimétrica a choques no preço do petróleo (Brown e Yucel, 2002).

Em 1999, o aumento do preço do petróleo foi comparável aos níveis observados na década de 1970. No entanto, o impacto sobre o PIB e a inflação foi consideravelmente menor. Baseando-se

nessa observação, Barksy e Kilian (2002) argumentaram que a forma como a política monetária reagiu aos choques no preço do petróleo naquele período foi crucial para que a economia experimentasse um período de estagflação. Eles concluíram que os choques nos preços do petróleo são influenciados pela política monetária, especialmente em relação ao gerenciamento das expectativas de inflação.

Na mesma época, começou a ficar evidente que a relação entre o preço do petróleo e a atividade económica enfraqueceu após os choques petrolíferos, conforme apontado por Brown e Yucel (2002).

2.5.1 Relação entre os preços de combustíveis e a inflação

O preço do petróleo bruto tem uma correlação directa com a inflação em Moçambique. Aumentos no preço do petróleo resultam em custos mais elevados de transporte e produção, que se refletem nos preços ao consumidor. Por exemplo, entre 2017 e 2020, Moçambique registou vários aumentos na taxa de inflação, coincidentes com subidas nos preços do petróleo no mercado internacional (INE, 2020).

Um estudo conduzido pelo Banco de Moçambique (2019) mostrou que um aumento de 10% no preço do petróleo bruto poderia levar a um aumento de cerca de 0,5% na inflação devido à dependência do país de importações de combustíveis e ao impacto nos custos de bens e serviços.

Os efeitos provocados na inflação devido à ocorrência de choques no preço do petróleo podem classificar-se em efeitos de primeira ordem e de segunda ordem (Esteves e Neves, 2004). Os efeitos de primeira ordem resultam do facto do IPC contabilizar bens e serviços que estão associados à utilização de petróleo. Os efeitos de primeira ordem decompõem-se ainda em directos (aumento do custo da energia consumida, componente do IPC) e indirectos (aumento da componente energia do custo de produção dos bens e serviços incluídos no IPC). Assim, quanto maior for o peso dos produtos no cálculo do IPC relativamente aos quais o preço do petróleo é determinante para o seu preço final, maior será o impacto na inflação resultante de um cho-

que no preço do petróleo. Os efeitos de segunda ordem resultam das alterações das decisões dos agentes económicos em resposta às alterações dos preços dos bens e serviços resultante do choque no preço do petróleo.

2.5.2 Relação entre os preços de combustíveis e o PIB

O preço do petróleo é um factor importante para a economia global. Uma alta nos preços pode aumentar os custos de produção, transporte e energia, o que pode reduzir o crescimento económico. Por outro lado, economias exportadoras de petróleo podem se beneficiar de preços mais altos. Segundo Hamilton (1983) choques nos preços do petróleo podem levar a recessões económicas, especialmente em economias desenvolvidas, para Kilian (2008) a demanda global por petróleo e choques de oferta têm efeitos diferenciados sobre o PIB, o Banco Mundial (2020) relatou que a pandemia de COVID-19 causou uma queda significativa nos preços do petróleo, levando a uma contração económica global. Em 2021 e 2022, a recuperação dos preços do petróleo acompanhou a recuperação económica global.

Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA ,2022) a instabilidade geopolítica em 2023 contribuiu para aumentos nos preços do petróleo, impactando negativamente o crescimento económico de países importadores de petróleo.

- 2017-2019: Os preços do petróleo estiveram relativamente estáveis. O crescimento do PIB global foi moderado, com uma média de cerca de 3%.
- 2020: A pandemia de COVID-19 causou uma queda significativa nos preços do petróleo, atingindo mínimos históricos em abril de 2020. O PIB global contraiu devido à desaceleração económica.
- 2021-2022: Houve uma recuperação gradual dos preços do petróleo, acompanhando a recuperação económica global.
- 2023: A instabilidade geopolítica, especialmente na Europa, contribuiu para uma alta nos preços do petróleo. O impacto no PIB variou por região, com economias dependentes de importação de petróleo sofrendo mais.

A relação entre o preço do petróleo e o PIB de Moçambique é notavelmente significativa. Como país importador de petróleo, os aumentos nos preços do petróleo podem desacelerar o crescimento económico ao aumentar os custos operacionais e reduzir o poder de compra dos consumidores. Durante os anos de 2018 e 2019, Moçambique experimentou um crescimento económico mais lento, parcialmente atribuído aos altos preços do petróleo e aos custos associados (Banco Mundial, 2019).

Por outro lado, o desenvolvimento de projectos de gás natural no país poderia mitigar esses efeitos a longo prazo, promovendo um crescimento mais robusto do PIB, mesmo com os preços elevados do petróleo (EIU, 2020).

2.5.3 Relação entre os preços de combustíveis e a taxa de câmbio

Os preços do petróleo também afectam a taxa de câmbio de Moçambique. A necessidade de importar petróleo a preços mais elevados pode pressionar a moeda local, o metical. Entre 2017 e 2020, Moçambique vivenciou uma depreciação do metical face ao dólar americano, coincidindo com os aumentos nos preços internacionais do petróleo (IMF, 2020).

Vários estudos empíricos têm investigado a relação entre os preços do petróleo e as taxas de câmbio, encontrando evidências mistas, Akram (2009) encontrou que a relação entre os preços do petróleo e as taxas de câmbio varia entre os países exportadores e importadores de petróleo. Lizardo e Mollick (2010) concluíram que o aumento dos preços do petróleo tende a depreciar as moedas dos países importadores de petróleo. Jahan-Parvar e Mohammadi (2011) descobriram que a relação é assimétrica, onde os aumentos nos preços do petróleo têm um impacto maior do que as quedas.

Moçambique é um país cuja economia depende fortemente da importação de petróleo. Assim, variações nos preços do petróleo podem ter um impacto significativo na taxa de câmbio MZN/Dólar. Além disso, a economia de Moçambique é caracterizada por uma grande dependência de produtos primários e ajuda externa, o que pode amplificar a sensibilidade da taxa de câmbio às flutuações nos preços do petróleo.

Embora existam poucos estudos específicos sobre a relação entre o preço do petróleo e a taxa de câmbio em Moçambique, pesquisas regionais na África Subsaariana sugerem que os países importadores de petróleo na região experimentam depreciação de suas moedas quando os preços do petróleo aumentam (Mensah et al., 2017).

2.6 Efeito de choques do petróleo para um país importador

Filis e Chatziantoniou (2014) procuraram ilustrar o efeito de choques no preço do petróleo através de um modelo Demanda Agregada/Oferta Agregada (AD/AS), evidenciando as diferenças entre países importadores e exportadores de petróleo. Tem-se assim representado na Figura 2.1 o efeito de um choque no preço do petróleo no contexto de um modelo AD/AS para um país importador de petróleo. Observam-se dois efeitos decorrentes de um aumento do preço do petróleo. Estes efeitos são o aumento dos custos de produção e o efeito rendimento, os quais actuam no mesmo sentido e provocam uma redução no nível de produção. O aumento dos custos de produção resulta do facto de o petróleo constituir um factor de produção fundamental na economia de um país, e levará a uma diminuição da actividade económica.

Assiste-se também ao efeito rendimento, que consiste numa diminuição do valor real da produção interna deste país, dado que o preço dos bens importados (nomeadamente do petróleo) subiu. Ambos os efeitos (custo de produção, rendimento) deslocam a curva da oferta agregada para a esquerda (para AS1 e AS2) e o nível de produção, que inicialmente se situava em Q1 (no ponto A), passa a situar-se em Q2 (no ponto B). As consequências dos efeitos referidos acabam por se fazer sentir nos consumidores, ocorrendo assim uma diminuição da procura agregada, representada pela deslocação da curva AD1 para AD2. O aumento do preço do petróleo também origina inflação, com o nível dos preços, que inicialmente se situava em P1, a passar agora a situar-se em P2.

Estudos empíricos realizados sobre os efeitos provocados pelos choques no preço do petróleo na economia são elaborados maioritariamente com dados para a economia dos EUA ou para países exportadores de petróleo usando análise de séries temporais, com base em modelos VAR.

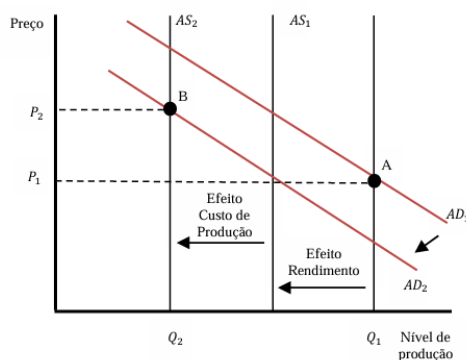


Figura 2.1: Modelo AD/AS
 Fonte: Vieira(2020)

Por exemplo, estudos realizados por Blanchard e Gali (2007), Jimenez-Rodriguez e Sanchez (2005), consideraram um período entre 1972 até 2001 para os países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) e formularam um modelo VAR com as seguintes variáveis: PIB real, taxa de câmbio efetiva real, preço do petróleo em termos reais, inflação e taxa de juro de curto e longo prazo. Os choques estruturais foram obtidos através do método de decomposição de Cholesky.

O estudo de Cuñado e Perez de Gracia (2003) deu também um contributo relevante para a literatura, sendo também baseado num modelo VAR. Através da utilização de diferentes especificações do choque no preço do petróleo, que serviram de variável proxy para o mesmo, estimaram-se os efeitos resultantes de um choque no preço do petróleo para o índice de produção industrial e para a inflação, recorrendo ao método de decomposição de Cholesky.

O estudo realizado por Dias (2013), que, através da utilização de um modelo VAR estrutural com uma periodicidade trimestral, estimou os efeitos provocados por um choque no preço do petróleo no PIB, deflator do PIB, IPC, salários e emprego no sector privado. O estudo analisa duas amostras (1984-2012 e 1984-2008) de modo a ter em conta o período após o início da crise financeira internacional.

Recorrendo também à utilização de um modelo VAR, Robalo e Salvado (2008) estimaram os efeitos dos choques do preço do petróleo no PIB, na inflação, na taxa de desemprego, no em-

prego total, e no índice de produção industrial (IPI).

Para o presente trabalho será utilizado o modelo VEC para estimar o impacto dos choques nos preços de combustíveis no PIB, na inflação e no câmbio.

2.7 Análise de séries temporais

Segundo Gujarati (2011) análise de séries temporais é um dos métodos quantitativos que permite fazer previsões para o futuro a partir das observações. Chama-se série temporal (ST) a um conjunto de observações ordenadas no tempo, em intervalos iguais (semanalmente, mensalmente, etc.), define-se também como sendo um conjunto de observações sobre uma variável, ordenada no tempo.

Seja Y variável observada e t variável tempo, uma ST é definida pelos valores: $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$ nos tempos $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$. Assim Y é uma função de t , definida por $Y = f(t)$

A análise de uma série temporal consiste em identificar e classificar os factores explicativos das variações ocorridas nos valores da variável ao longo de tempo. Ela tem como objectivos:

- **caracterização:** consiste na determinação das propriedades da série (comportamento da série);
- **Previsão:** prever as variações futuras em relação a uma sequência de medidas;
- **modelagem:** aplicação de ferramentas matemáticas para a modelagem da série;
- **Comparações:** Uso da variação de uma série para explicar a variação da outra.

2.7.1 Componentes de uma série temporal

Segundo Morettin (1985), séries temporais são compostas por quatro elementos:

A **tendência:** representa o movimento geral e de longo prazo da série e identifica-se retirando todas as flutuações sistemáticas e não sistemáticas. A tendência pode ser linear ou não linear, crescente, decrescente ou constante.

As variações sazonais ou estacionárias: são flutuações periódicas e sistemáticas. Provocam variações alternadas das observações e reproduzem-se de modo mais ou menos permanente de ano para ano (ou em períodos mais curtos). As variações climáticas são consideradas como principais responsáveis pelas variações sazonais, mas não são únicas: usos e costumes de qualquer população são também importantes pelos seus efeitos sazonais.

A componente cíclica: corresponde também a flutuações periódicas sistemáticas, mas com duração superior a um ano, em geral uma década ou mais. Ao contrário da componente sazonal, cada novo ciclo pode ser o resultado da ocorrência de um factor diferente. Os ciclos mais estudados estão relacionados com os períodos de aceleração e desaceleração da actividade económica.

Nas actividades económicas os movimentos somente são considerados cíclicos quando ocorrem depois de intervalos de tempo superiores à um ano. Em geral quanto aos ciclos, podemos denominar:

- ciclos longos: duração de mais ou menos cinquenta anos
- ciclos médios: duração de mais ou menos dez anos
- ciclos curtos: duração de dois a sete anos.

A componente Irregular ou Aleatória: agrupa os efeitos de factores não sistemáticos, imprevisíveis, de fraca amplitude e, por essa razão, é também chamada de componente acidental ou residual. Na prática, todas as variações de uma série temporal que não possam ser atribuídas à tendência, a componentes sazonais ou à cíclica, devem ser classificadas como irregularidades.

2.7.2 Representação gráfica de uma série temporal

Segundo Murteira e Black (1983) em qualquer estudo envolvendo séries temporais, o primeiro passo é a representação gráfica das séries, pois revela padrões de comportamento importantes, como tendências de crescimento (ou decrescimento), padrões cíclicos, alterações estruturais, observações atípicas, entre outros. Silvestre (2007) enfatiza a importância da representação gráfica para um estudo prévio da série temporal. Fonseca et al. (1985) complementam que a

representação gráfica fornece uma visão geral do comportamento da série, porém é necessário realizar análises estatísticas adequadas para uma conclusão confiável sobre o real comportamento da série.

2.7.3 Estacionaridade

A estacionaridade é um conceito fundamental em análise de séries temporais, e é amplamente discutida por autores como Gujarati (2003) e Hamilton (1994). Uma série temporal é considerada estacionária quando suas propriedades estatísticas, como média e variância, permanecem constantes ao longo do tempo. A estacionaridade é uma suposição importante em muitos modelos económicos e é crucial para garantir a validade de diversas técnicas de análise.

Uma série temporal y_t é considerada estritamente estacionária se suas propriedades estatísticas não mudam com o tempo. Isso significa que a média, a variância e a covariância entre dois pontos quaisquer da série não dependem do tempo. Matematicamente, isso pode ser expresso como:

$$E(y_t) = \mu \quad \text{para todo } t$$

$$\text{Var}(y_t) = \sigma^2 \quad \text{para todo } t$$

$$\text{Cov}(y_t, y_{t-h}) = \gamma(h) \quad \text{para todo } t$$

Onde

- $E(y_t)$ é a média de y_t ,
- $\text{Var}(y_t)$ é a variância de y_t ,
- $\text{Cov}(y_t, y_{t-h})$ é a covariância entre y_t e y_{t-h} .
- μ , σ^2 , e $\gamma(h)$ são constantes independentes de t .

2.7.4 Regressão Espúria

A regressão espúria é um fenómeno estatístico no qual duas variáveis aparentemente relacionadas apresentam uma correlação significativa, mas essa relação é enganosa. Isso pode ocorrer quando as variáveis são ambas influenciadas por uma terceira variável, criando a ilusão de que uma está causando mudanças na outra. Em outras palavras, a correlação entre as variáveis não reflete uma relação causal directa, mas sim a influência de uma terceira variável não considerada.

Um problema comum na análise de regressão aplicada a séries temporais é apresentado a seguir, extraído de Gujarati (2000):

”Ao estimar uma variável da série temporal sobre outra variável de série temporal, muitas vezes obtemos um valor de R^2 bem alto, embora não haja uma relação significativa entre as duas. Este problema ocorre quando, ambas séries temporais envolvidas exibirem fortes tendências (movimentos ascendentes ou descendentes continuados), o alto R^2 observado se deve a presença da tendência, e não a verdadeira relação entre as duas”.

Este é, em geral o fenómeno de regressão espúria ou de regressão sem sentido, que foi inicialmente descoberto por Yule (1926). Ele mostrou que a correlação (espúria) pode persistir em ST não - estacionárias mesmo quando a amostra é muito grande. Harris (1995), afirma que a utilização dos modelos de regressão envolvendo séries temporais não estacionárias pode conduzir ao problema que se convencionou chamar de regressão espúria. Nestes casos, as testes ”t” e ”F” não são validos (Gujarati, 2006).

2.7.5 Teste de causalidade de Granger

A análise de regressão investiga a dependência de uma variável em relação a outras, mas isso não necessariamente implica uma relação causal.

Segundo Kendall e Stuart (1961), mesmo que haja uma relação estatística forte entre duas ou mais variáveis, isso não prova que uma causa a outra. A ideia de causalidade deve se apoiar

em fundamentos externos à estatística, como uma teoria já estabelecida ou até mesmo o senso comum. Contudo, na prática, pode-se encontrar situações onde duas séries temporais, como X e Y, podem influenciar-se mutuamente, dependendo das defasagens distribuídas entre elas. Esse é o ponto de interesse para o economista, que precisa determinar se X causa Y no sentido de Granger, se Y causa X, se ambos ocorrem simultaneamente, ou se são independentes no sentido de Granger. Ou seja, se existe uma relação de causa e efeito entre X e Y, deve haver uma precedência temporal entre as séries (Gujarati, 2006).

É essencial destacar que o termo causalidade, no contexto estatístico, não deve ser confundido com "endogeneidade". Learner (1985) recomenda o uso do termo "precedência" em vez de causalidade. Por sua vez, Diebold (2001) sugere o uso da expressão "causalidade preditiva". Para Diebold, dizer que " Y_i causa Y_j " significa que " Y_i contém informações úteis para prever Y_j ".

O teste de causalidade mais reconhecido na literatura foi introduzido pelo economista Clive Granger. Este teste parte do princípio de que o futuro não pode influenciar o passado nem o presente. Por exemplo, se A ocorre após B, sabemos que A não pode ser a causa de B. Da mesma forma, se B ocorre antes de A, isso não implica necessariamente que B cause A. Em termos práticos, temos duas séries temporais, X e Y, e o objetivo é determinar se X precede Y, se Y precede X, ou se ambos ocorrem simultaneamente.

A análise da causalidade entre as séries Y e X pode ser realizada por meio de regressão:

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^m \beta_j X_{t-j} + u_t \quad (2.8)$$

$$X_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^n \gamma_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^m \delta_j Y_{t-j} + v_t \quad (2.9)$$

Onde u_t e v_t são os resíduos que assumimos serem não correlacionados. A equação 2.8 postula que o valor corrente de Y_t está relacionado aos seus valores passados, bem como aos de X_t . Da mesma forma, a equação 2.9 postula um comportamento semelhante para X_t .

Após a estimativa dos modelos, podemos identificar quatro cenários diferentes:

1. Há causalidade unidirecional de Y_t para X_t quando os coeficientes estimados de Y_t defasado na equação 2.8 são, como um grupo, estatisticamente diferentes de zero (ou seja, $\sum a_i \neq 0$), enquanto os coeficientes estimados de X_t na equação 2.9 não são estatisticamente diferentes de zero (ou seja, $\sum \delta_j = 0$).
2. No sentido contrário, existe uma causalidade unidirecional de X_t para Y_t se os coeficientes defasados de Y_t na equação 2.8 não forem estatisticamente diferentes de zero (ou seja, $\sum a_i = 0$) e os coeficientes defasados de X_t na equação 2.9 forem estatisticamente diferentes de zero (ou seja, $\sum \delta_j \neq 0$).
3. A causalidade bidirecional ocorre quando os coeficientes de Y_t e X_t são estatisticamente diferentes de zero em ambas as regressões.
4. Finalmente, há independência quando os coeficientes de Y_t e X_t não são estatisticamente significativos em nenhuma das regressões.

De modo geral, como o futuro não pode prever o passado, se a série X_t causa a série Y_t no sentido de Granger, então as variações em X_t devem preceder as variações em Y_t . Diz-se que a série X_t causa Y_t no sentido de Granger se a inclusão dos valores passados de X_t melhora significativamente a previsão de Y_t . Ou seja, Y_t é melhor previsto ao considerar tanto os valores passados de X_t quanto os de Y_t em conjunto, do que apenas com os valores passados de Y_t . A definição é similar para a situação em que a série Y_t causa X_t no sentido de Granger.

2.7.6 Teste de Causalidade para variáveis co-integradas

Uma crítica ao teste de causalidade tradicional descrito acima é que ele se concentra apenas nas relações de curto prazo, ignorando, portanto, qualquer informação proveniente da tendência de longo prazo das séries temporais envolvidas. Isso ocorre porque, como as séries originais geralmente são $I(1)$ e precisam ser transformadas ou diferenciadas para alcançar a estacionaridade Gujarati(2006), as informações de longo prazo presentes nas séries são, por definição, perdidas

Maddala (1992).

Para lidar com o problema estatístico mencionado anteriormente, uma versão mais moderna do teste de causalidade de Granger é utilizada. Esta versão permite identificar possíveis relações de causalidade entre duas variáveis que compartilham uma tendência de longo prazo comum. Esta abordagem é baseada no método de correção de erros, proposto por Engle e Granger (1987). Esse método modifica o teste padrão de causalidade de Granger ao incorporar um possível efeito de longo prazo dentro da análise de curto prazo, o que é a essência da análise de cointegração. O método baseado no mecanismo de correção de erros (conhecido como ECM, do inglês *Error Correction Mechanism*) examina se valores defasados de uma série temporal X_t podem ajudar a explicar mudanças nos valores actuais de outra série Y_t , mesmo que as mudanças passadas em Y_t não sejam relevantes, assumindo que ambas as séries X_t e Y_t sejam estacionárias. A ideia é que, se as duas séries temporais forem cointegradas, então parte da mudança actual em X_t pode ser resultado de movimentos correctivos em Y_t , de modo a restaurar o equilíbrio de longo prazo entre as séries temporais X_t e Y_t . Desde que X_t e Y_t compartilhem uma tendência comum, a causalidade deve existir pelo menos em uma direcção. Além disso, pode-se observar causalidade inversa ou até bi-causalidade.

Formalmente, para testar a causalidade quando as variáveis são cointegradas, as seguintes equações são usadas:

$$\Delta Y_t = \alpha_{1,0} + \sum \beta_{1,j} \Delta Y_{t-j} + \sum \gamma_{1,j} \Delta X_{t-j} + \lambda_1 E_{t-1} + u_t \quad (2.10)$$

$$\Delta X_t = \alpha_{2,0} + \sum \beta_{2,j} \Delta X_{t-j} + \sum \gamma_{2,j} \Delta Y_{t-j} + \lambda_2 E_{t-1} + v_t \quad (2.11)$$

Onde u_t e v_t são resíduos, e E_{t-1} e V_{t-1} são os valores defasados dos resíduos dos vectores de cointegração $Y_t = \theta_1 X_t + e_t$ e $X_t = \theta_2 Y_t + \eta_t$.

Na equação 2.10, a hipótese nula de que X_t não causa Y_t no sentido de Granger pode ser rejeitada se o coeficiente de E_{t-1} for significativo e/ou os valores de $\gamma_{1,j}$ forem conjuntamente significativos. Em outras palavras, o valor de E_{t-1} em um período representa o erro a ser corrigido no período seguinte. Se Y_t e X_t forem positivamente relacionados, então λ_1 seria

negativo, o que significa que um valor extremamente alto de X_t em relação a Y_t provocaria uma redução em X_t . O mesmo tipo de análise aplica-se ao caso de v_t na equação 2.11, para testar a hipótese nula de que Y_t não causa X_t no sentido de Granger.

2.7.7 Teste de Johansen

Os testes de cointegração têm ganhado grande importância nas ciências económicas e económetricas por permitirem a análise da existência de um equilíbrio ou relação de longo prazo entre variáveis económicas. Existem dois principais tipos de testes de cointegração. O teste de Engle-Granger, desenvolvido por Engle e Granger em 1987, é amplamente utilizado devido à sua aplicação relativamente simples. Outro teste significativo é o de Phillips-Ouliaris, apresentado por Phillips e Ouliaris em 1990. Mais recentemente, o teste de Johansen, desenvolvido por Johansen e Juselius em 1990, tem se tornado bastante popular, especialmente com o aprimoramento dos softwares disponíveis.

Embora o teste de Johansen seja mais complexo e demande um esforço teórico maior para sua aplicação e análise dos resultados, ele apresenta uma vantagem significativa em relação aos outros testes. Enquanto os testes de Engle-Granger e Phillips-Ouliaris apenas verificam se as variáveis são cointegradas, o teste de Johansen permite determinar o número de vetores de cointegração entre as variáveis (Margarido, 2004).

O teste de Johansen envolve a especificação de um modelo multivariado, no qual cada variável endógena no sistema é uma função dos seus próprios valores defasados e dos valores defasados de todas as outras variáveis endógenas presentes no sistema. Esse modelo multivariado é comumente conhecido como modelo auto-regressivo vetorial (Vector Autoregression ou VAR, em inglês). Gonzalo (1994) analisou a eficácia do teste de Johansen e concluiu que ele é mais potente do que o teste de Engle-Granger.

2.7.8 Escolha do número de defasagens

Um aspecto crucial na análise de causalidade entre duas variáveis é a escolha do número adequado de defasagens a ser utilizado nas regressões (2.8) e (2.9). Segundo Maddala (1992) a

determinação do número de defasagens é, em certa medida, arbitrária, pois há uma variedade de métodos alternativos para definir o tamanho ideal das defasagens em um modelo. No entanto, Gujarati (1995) alerta que a análise de causalidade é bastante sensível ao número de defasagens escolhido. Davidson e MacKinnon (1993), assim como Mills (1993), recomendam que o número de defasagens seja identificado primeiro, para que os testes de causalidade possam ser realizados adequadamente.

Davidson e MacKinnon argumentam que é preferível escolher um número elevado de defasagens inicialmente, permitindo que o analista avalie como a exclusão de algumas defasagens afecta os resultados das estimativas. Gujarati (2006) adverte que escolher um número pequeno de defasagens pode levar a erros de especificação, enquanto incluir muitas defasagens pode consumir graus de liberdade e introduzir viés pela inclusão de variáveis irrelevantes, embora este último problema seja menos grave. Além disso, a inclusão de muitas defasagens pode gerar multicolinearidade. Gujarati (2006) sugere começar com um número de defasagens suficientemente longo e, em seguida, reduzi-las com base em critérios estatísticos, como os critérios de informação de Akaike ou Schwarz, onde o modelo com os valores mais baixos é considerado o melhor.

Capítulo 3

METODOLOGIA

3.1 Classificação da pesquisa

3.1.1 Quanto à natureza

Quanto a natureza, a presente pesquisa é aplicada pois é dedicada à geração de conhecimento para solução de problemas específicos, dirigida à busca da verdade para determinada aplicação prática em situação particular (Bauer, 2017).

3.1.2 Quanto à abordagem

Quanto ao método ou abordagem metodológica, trata-se de uma abordagem quantitativa porque emprega medidas padronizadas e sistemáticas, reunindo respostas pré-determinadas, facilitando a comparação e a análise de medidas estatísticas de dados (Nascimento, 2016).

3.1.3 Quanto aos objectivos

Quanto aos objectivos a seguinte pesquisa é explicativa, pelo facto de ter um uso mais restrito, empregando o método experimental de pesquisa, e é dotada de complexidade, servindo para identificar atributos ou factores que determinam a ocorrência de fenómenos (Lakatos e Marcon, 2017).

3.1.4 Quanto aos procedimentos técnicos

Sob essa perspectiva, a pesquisa é caracterizada como um estudo bibliográfico, uma vez que utilizou-se materiais previamente publicados, como livros e revistas, para a familiarização dos

conceitos teóricos relacionados ao tema em questão, e experimental pelo facto de se determinar um objecto de estudo, serem seleccionadas variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objecto (Gil, 1991).

3.2 Material

Para a realização deste estudo empírico foram utilizadas séries temporais com uma periodicidade mensal, desde janeiro de 2017 até setembro de 2023. O início da base de dados está limitado pela disponibilidade de dados para os preços de petróleo e gasolina, para a qual a Global Petrol Price apenas publica valores mensais desde janeiro de 2017.

Foi usada uma base de dados secundária com 4 séries mensais e uma série trimestral, no período de Janeiro de 2017 a Setembro de 2023, referentes ao preço de combustível (Gasolina), preço de petróleo bruto, a taxa de inflação, taxa de câmbio e PIB, respectivamente.

Para o processamento dos dados será usado o software R na sua versão 4.2.3, Eviews 12 e o LATEX para produção do relatório.

Tabela 3.1: Descrição das variáveis

Variáveis	Descrição da variável	Fonte
Petróleo	Preço do petróleo bruto, Brent	Globalpetrolprice
Gasolina	Preço de gasolina por litro	Globalpetrolprice
PIB	Produto interno bruto, medido em Milhões	INE
Inflação	Taxa de inflação	INE
Câmbio	Taxa de câmbio USD—MZN	INE

3.3 Métodos

3.3.1 Teste de raiz unitária

Segundo Hamilton (1994) ao estudar séries temporais, o investigador procura saber se a série temporal é estacionária. Se for realizado um procedimento de estimação com duas séries não estacionárias, existe uma elevada probabilidade de obter estimativas enviesadas e inconsistentes. Isto porque a regressão estimada pode apresentar estatísticas significativas entre as

variáveis, mas sem qualquer relação de causa-efeito, Granger e Newbold (1974) referiram-se a esse fenómeno como “regressão espúria”.

Assim, um coeficiente de determinação (R^2) elevado, uma estatística de Durbin-Watson muito baixa, parâmetros significativos e a ausência de qualquer relação económica podem ser sinais de relações espúrias entre as variáveis. Por isso, é fundamental ter cautela ao estimar um modelo econométrico com séries temporais, especialmente na identificação da estacionaridade da série.

Nesse contexto, a literatura sugere a realização de testes econométricos para ajudar na identificação do processo estacionário das variáveis e na tomada de decisões. Neste trabalho, foram aplicados três tipos de testes: Dickey-Fuller Aumentado (ADF), Phillips e Perron (PP) e Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin (KPSS).

Teste de Dickey e Fuller

O teste de estacionariedade proposto por Dickey e Fuller (1979), que permite verificar a presença de raízes unitária em séries temporais. Dessa maneira, considere a seguinte equação:

$$y_t = \phi y_{t-1} + \epsilon_t \quad (3.1)$$

Onde

- ϕ representa o coeficiente de determinação da variável defasada
- ϵ_t é um termo de ruído branco com média zero e variância σ^2

A ideia inicial do teste é estimar o modelo (3.1) e usar um teste convencional t sobre o parâmetro ϕ , tendo como hipótese nula $H_0 : \phi = 0$ para a presença de raiz unitária.

Segundo Enders (2014), o teste consiste em estimar uma ou mais equações utilizando Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para obter o valor estimado de ϕ e o erro padrão associado. Em seguida, compara-se a estatística t resultante com o valor adequado da estatística Dickey-Fuller, permitindo a rejeição ou não da hipótese nula $H_0 : \phi = 0$. Dickey e Fuller (1979) propuseram

recalcular a estatística de teste considerando que o modelo de série temporal pode assumir uma das seguintes equações (3.2, 3.3 e 3.4), que representam, respetivamente, um modelo de passeio aleatório, um modelo de passeio aleatório com deslocamento e um modelo de passeio aleatório com deslocamento e tendência determinística.

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + \epsilon_t \quad (3.2)$$

$$\Delta y_t = \alpha + \gamma y_{t-1} + \epsilon_t \quad (3.3)$$

$$\Delta y_t = \alpha + \mu_t + \gamma y_{t-1} + \epsilon_t \quad (3.4)$$

Onde

- Δy_t representa a transformação da série
- α é o coeficiente de desvio
- μ_t indica a tendência determinística
- γ é o coeficiente da variável defasada
- ϵ_t é o termo de erro independente com média zero e variância σ^2 .

Dessa forma, existem diferentes estatísticas de teste para cada uma das situações em que as séries se comportam. Além disso, o cálculo do teste baseia-se na estatística de teste Dickey-Fuller, cuja estatística é obtida através de simulações de Monte Carlo. Assim, ao rejeitar a hipótese nula, conclui-se que a série não possui raiz unitária. Por outro lado, a não rejeição da hipótese nula indica que a série possui raiz unitária.

- **Teste de Dickey e Fuller Aumentado (ADF)**

O teste Augmented Dickey-Fuller (ADF) é uma extensão do teste desenvolvido por Dickey e Fuller (1979). No teste original, considerava-se que o termo de erro ϵ_t não estava correlacionado com a série. Além disso, admitia-se que a variável poderia ter apenas uma defasagem. No entanto, no teste ADF, a variável pode incluir qualquer ordem p de defasagem, e o termo de erro ϵ_t é correlacionado com a série.

Em suma, o objetivo do teste é verificar a presença de raiz unitária em y_t levando em conta variáveis defasadas com uma ordem p , assumindo que o termo ϵ_t é correlacionado. Assim, conforme Enders (2014), ao incluir defasagens de ordens superiores, as equações inicialmente propostas por Dickey-Fuller manterão a seguinte forma:

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \epsilon_t \quad (3.5)$$

O teste ADF assume a seguinte hipótese nula $\gamma = 0$, ou seja, a série possui raiz unitária (não-estacionário), além disso, o teste pode ser realizado utilizando a mesma estatística-tau crítica encontrada no teste Dickey-Fuller (DF). Com isso, caso a hipótese nula seja rejeitada assumiremos que a série y_t é estacionária. Caso contrário, a série em estudo contém raiz unitária.

- **Teste de Phillips e Perron (PP)**

O outro teste utilizado para verificar a existência de raiz unitária é o teste de Phillips e Perron (1988), que é semelhante ao teste Dickey-Fuller (DF). No entanto, apresenta-se como uma extensão para casos em que o termo de erro ϵ_t está correlacionado e pode ser heteroscedástico. Neste contexto, o teste PP é um procedimento não paramétrico que contorna as dificuldades na análise de séries temporais mais complexas, identificando a presença de raiz unitária, ao mesmo tempo que aborda o problema da correlação serial, ajustando a estatística do teste DF.

O procedimento de análise é semelhante ao do teste DF, mas a principal diferença é que no teste PP admite-se a existência de variáveis dependentes defasadas e correlacionadas nos termos de erro. Além disso, a estatística de Phillips-Perron é dada por:

$$Z_{t,\mu} = \frac{\tau_\mu}{\sigma} \left(v - \frac{1}{2} \left(\frac{v^2 - \sigma^2}{v} \right) \sum_{t=1}^{T-2} y_{t-1}^2 \right) \quad (3.6)$$

Onde

- $Z_{t,\mu}$ representa a estatística do teste de Phillips e Perron
- τ_μ corresponde à estatística de Dickey e Fuller
- σ_v representa a correção da amplitude da estatística

- v^2 e σ^2 referem-se, respetivamente, à variância de longo prazo e à variância populacional.

O teste parte da hipótese nula de que a série possui raiz unitária. Assim, se não rejeitarmos a hipótese nula, consideraremos que a série é não estacionária. Além disso, o teste utiliza como valores críticos a estatística z calculada por Phillips (1987).

- **Teste de Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin (KPSS)**

Além dos testes ADF e PP mencionados anteriormente, outro teste utilizado no estudo foi o teste de Kwiatkowski et al. (1992), empregado como complemento na identificação da possível presença de raiz unitária na série temporal.

Segundo Bueno (2012) um dos problemas dos testes de raiz unitária desenvolvidos por Dickey e Fuller (1979, 1981) é o seu baixo poder de teste, especialmente na presença de um componente de médias móveis próximo ao círculo unitário. Isso significa que, frequentemente, não rejeitamos a hipótese nula de não estacionariedade para séries macroeconômicas.

Diante disso, Kwiatkowski et al. (1992) propuseram um teste que visa distinguir entre raízes unitárias e dados que não são conclusivos, funcionando como um complemento aos demais testes. No entanto, ao contrário dos testes ADF e PP, o teste KPSS tem como hipótese nula que a série é estacionária, enquanto a hipótese alternativa indica não estacionariedade. Assim, a estatística do teste baseia-se principalmente na teoria da distribuição assintótica, utilizando os multiplicadores de Lagrange (LM), conforme descrito por Kwiatkowski et al. (1992).

$$T \cdot LM = \sum_{i=1}^T \frac{S_t^2}{\sigma^2} \quad (3.7)$$

- S_t^2 representa a soma parcial dos termos dos resíduos ao quadrado
- σ_ϵ^2 é o estimador da variância do erro da regressão

Assim, ao realizar o teste LM, os valores obtidos são comparados com os valores críticos estabelecidos. Se rejeitarmos a hipótese nula, assumiremos que a nossa série contém raiz unitária. Por outro lado, a não rejeição da hipótese nula indica que a série é estacionária.

Se for identificada a não estacionariedade das séries, será realizado um teste de co-integração entre as variáveis, utilizando o teste de Johansen. Caso as variáveis apresentem cointegração, optaremos pela modelagem VEC para a estimativa. Por outro lado, se não houver cointegração, seguiremos com o processo de diferenciação e estimaremos o modelo VAR em primeira diferença.

3.3.2 Critérios de Selecção

Nesta secção serão descritos os critérios de informação utilizados na identificação de uma hierarquia entre os modelos candidatos pela parcimonia, o que pode ser feito pelos critérios de Akaike, Schwarz, Hannan-Quinn. Segundo Gujarati e Porter (2011), os critérios de informação impõe uma medida corretiva pelo acréscimo de regressores ao modelo, escolhendo os de menor valor.

Critério de informação de Akaike (AIC)

Segundo Gujarati e Porter (2011), o critério de informação de Akaike (AIC) pode ser definido :

$$AIC = e^{\frac{2k}{n}} \frac{\sum \hat{u}_i^2}{n} = e^{\frac{2k}{n}} \frac{SQR}{n}, \quad (3.8)$$

Onde:

- k é o número de regressores (incluindo o intercepto)
- u representa o erro estocástico
- SQR é a soma dos quadrados dos resíduos
- n é o número de observações

Por conveniência matemática, a Equação 3.8 pode ser reescrita como

$$\ln AIC = \left(\frac{2k}{n} \right) + \ln \left(\frac{SQR}{n} \right) \quad (3.9)$$

Alguns textos e programas definem AIC apenas em termos de sua transformação logarítmica, de modo que não há necessidade de colocar o termo $\ln$ antes do AIC. Na comparação de dois ou mais modelos, o que possuir o AIC mais baixo é o preferido.

Critério de informação de Schwarz (CIS)

Segundo Gujarati e Porter (2011), semelhante ao CIA, o critério CIS é definido pela Equação

$$CIS = n^{k/n} \frac{\sum u^2}{n} = n^{k/n} \frac{SQR}{n}, \quad (3.10)$$

em que:

- k é o número de regressores (incluindo o intercepto)
- u representa o erro estocástico
- SQR é a soma dos quadrados dos resíduos
- n é o número de observações

Por conveniência matemática, a equação 3.10 pode ser reescrita na equação 3.11.

$$\ln CIS = \frac{k}{n} \ln n + \ln \frac{SQR}{n}, \quad (3.11)$$

O critério de informação de Schwarz impõe medidas correctivas mais duras que o critério de informação de Akaike, como fica evidente na comparação entre a equação 3.9 e a equação 3.11. Assim como AIC, quanto mais baixo o valor do CIS, melhor será o modelo, que também pode ser usado para comparar o desempenho do modelo quando as previsões são feitas dentro e fora da amostra.

3.3.3 Modelo VAR

Segundo Gujarati e Porter (2011), em um modelo de vectores autorregressivos (VAR), as variáveis devem apresentar verdadeira simultaneidade, tratando-se todas de forma equitativa, sem distinção prévia entre variáveis endógenas e exógenas. O termo 'autorregressivo' refere-se à presença do valor defasado da variável dependente no lado direito da equação, enquanto 'vector' indica que se está trabalhando com um conjunto de duas ou mais variáveis. Como muitas variáveis económicas apresentam efeitos diversos sobre as outras, e estas afectam elas mesmas, existem indícios que há uma relação dinâmica, não somente temporal entre as variáveis, mas também

dentro do próprio modelo. Nesse sentido, a modelagem VAR é adequada para captar esse tipo de comportamento, o que é útil para determinar as relações económicas e realizar previsões.

Assim, uma das principais vantagens da modelagem é a sua capacidade de captar a interdependência entre séries temporais com um mínimo de pressupostos teóricos. Além disso, este processo ajuda a resolver o problema da endogeneidade das variáveis.

Segundo Sims (1980), esta é uma das grandes vantagens do método, pois quanto mais restrições são impostas num modelo, mais irrealista se torna a análise, afastando-se assim dos verdadeiros comportamentos da economia.

Para Lütkepohl (2005) e Enders (2014) é crucial destacar que o modelo VAR também apresenta algumas limitações, tais como:

- A dificuldade em identificar a escolha adequada do número de defasagens para o modelo;
- A interpretação complexa dos coeficientes devido ao elevado número de equações resultantes;
- A exigência de que todos os componentes do modelo sejam estacionários;
- A restrição quanto ao número limitado de variáveis, especialmente ao analisar a qualidade das previsões económicas

Hamilton (1994) descreve o VAR como um sistema onde as variáveis são regredidas sobre uma constante e um número p de defasagens, considerando também cada uma das variáveis dentro do sistema. Além disso, todas as variáveis são tratadas como endógenas.

De modo geral, pode-se expressar um modelo autorregressivo de ordem p por um vector com n variáveis endógenas, X_t , conectadas entre si por meio de uma matriz A , dado pela equação (Bueno, 2011):

$$AX_t = B_0 + \sum_{i=1}^p B_i X_{t-i} + B\epsilon_t \quad (3.12)$$

3.3.4 Modelo VEC

Segundo Engle e Granger (1987) a modelagem VEC é adequada para modelar séries não estacionárias que possuem uma dinâmica em comum, ou seja, que podem ser expressas como uma relação de cointegração possuindo uma componente de longo prazo e um de curto prazo, além de ser uma versão mais completa da classe de modelos VAR. Assim como a modelagem VAR, os modelos VEC são amplamente utilizados quando há uma possível relação entre as variáveis. No entanto, quando uma das variáveis é não estacionária, a estimação pela abordagem VAR deixa de ser válida, dado que uma das hipóteses para utilização dessa técnica é que as variáveis sejam estacionárias, ou seja, estejam em nível $I(0)$. Outro problema está relacionado com a perda/omissão de variáveis relevantes. Neste caso, o modelo VEC torna-se adequado para corrigir esse problema (Enders, 2014). Segundo Lütkepohl (2005) se Y_t é definido como $I(1)$ as variáveis são potencialmente cointegrais. Neste caso é adequado fazer uma reparametrização na equação 3.12, subtraindo Y_{t-1} em ambos os lados da equação e rearranjando os termos, obtém-se a seguinte equação do VAR:

$$\Delta y_t = \alpha \beta' y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-i} + u_t \quad (3.13)$$

Onde:

- $\alpha \beta' = \Pi$ são conhecidas como as r relações de cointegração e refletem a trajetória de longo prazo entre as variáveis do sistema
- α é definido como a matriz de coeficientes de ajustamento
- Γ_i representa a matriz de coeficientes que definem a dinâmica de curto prazo.

3.3.5 Função impulso resposta

Uma abordagem comumente utilizada junto do VAR/VEC é a análise da função de impulso resposta, que decorre a partir de um choque exógeno no termo de erro, ou então uma perturbação na matriz de termos, impactando directamente as variáveis do sistema.

Segundo Sims (1980) a função impulso resposta consiste em um recurso adicional, o método

permite observar o comportamento da variável no decorrer do tempo após um choque exógeno nas variáveis contidas no VAR.

A Função de Impulso-Resposta (FIR) parte do princípio de que um choque na i -ésima variável não apenas afecta directamente os valores da i -ésima variável, mas também é transmitido para todas as outras variáveis endógenas, através de uma estrutura dinâmica (defasada) dentro do sistema VAR. Assim, busca-se verificar o comportamento das variáveis ao longo do tempo quando algum dos resíduos sofre uma perturbação no seu valor (choque exógeno) (Enders, 2014).

Para Hamilton (1994), a forma uni-variada do modelo 3.12 representada na forma do processo de um vector de média móvel (decomposição de Wald), como pode ser expresso por:

$$Y_t = \mu + \Psi_1 u_{t-1} + \cdots + \sum_{i=0}^{\infty} \Psi_i u_{t-i} \quad (3.14)$$

Onde:

- Ψ_i são as matrizes de média móvel com dimensão
- $(k \times k)$, que representam os choques de u_{t-i} em Y_t
- Ψ_{ij}^n é o termo (i, j) da matriz Ψ_s que é interpretado como a resposta do impulso,
- $\sum_{i=0}^{\infty} \Psi_i u_{t-i}$ representa a resposta ao impulso acumulado total

Assim, a equação 4.9 é chamada Função Impulso Resposta, mostrando o comportamento da variável frente a um choque exógeno.

$$\Psi_{ij}(S) = \Psi_{ij}^s = \frac{dY_{i,t+1}}{du_{i,j}} - \frac{dY_{i,t}}{du_{j,t-s}}, \quad \text{em que } i, j = 1, 2, \dots, n \quad (3.15)$$

3.3.6 Decomposição da variância

A decomposição da previsão da variância, determina a proporção da variação de Y_t causada pelo choque de $u_{j,t}$ versus o choque das outras variáveis $u_{i,t}$ para $i \neq j$.

A decomposição da variância dos erros tem como principal objectivo mostrar a importância relativa de cada uma das variáveis do modelo a partir das suas respectivas variâncias dos resíduos.

Capítulo 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico são apresentados os resultados obtidos do modelo VEC e a discussão. No entanto, antes de iniciarmos a apresentação dos resultados dos modelos, é apresentada a análise inicial das séries temporais que trabalhamos neste estudo.

4.1 Análise exploratória

A representação gráfica dos dados geralmente é o primeiro passo na análise de séries temporais. Os gráficos da Figura A1 em anexo mostram a evolução cronológica das variáveis preço de gasolina, PIB, Câmbio, inflação e preço de petróleo.

O gráfico do preço de combustível apresenta uma tendência crescente, com um aumento acentuado no mês de julho do ano 2022, em que aumentou de 69.04 para 86.97 meticais o litro, o PIB e preço de petróleo apresentam comportamento crescente ao longo do tempo, o que sugere uma instabilidade das variáveis, ou seja, esses gráficos sugerem que estas 3 séries (gasolina, petróleo e PIB) não são estacionárias.

No que diz respeito a variável câmbio, constatou-se a existência de 4 sub-períodos. No primeiro período a série apresentou uma tendência decrescente (de janeiro de 2017 até dezembro do mesmo ano), no segundo e quarto sub-período, de Janeiro de 2018 a setembro de 2019 e de Março de 2021 a Agosto de 2023, a série apresentou um período de estabilização em torno da média, porém, no segundo período, com uma variância inconstante estas apresentam períodos de flutuações, com um comportamento sazonal e no terceiro sub-período (de outubro de 2019 a fevereiro de 2021) a série apresentou uma tendência crescente, conforme mostram as Figuras A2 e A3 em anexo, o que sugere que as mesmas são estacionárias.

A Tabela 4.1 mostra os resultados das estatísticas descritivas das variáveis. Com base nesses

Tabela 4.1: Estatísticas descritivas das variáveis

Variáveis	Gasolina	Petróleo brent	PIB	Inflação	Câmbio
Máximo	86.97	7668	65097.57	2.15	75.25
Mínimo	53.57	118	51541.94	-1.2	57.59
1º quartil	62.64	3634.395	54171.37	0.06	61.43
Média	66.88	4.170445	56975.74	0.44	63.83
3º quartil	67.47	5016.496	59415.72	0.85	64.92
Variância	104.56	1 624 064	13262520	0.429007	15.83
Desvio padrão	10.22	1 274.388	3641.774	0.654986	3.98
Assimetria	1.11	0.0903	0.6801220	0.179112	1.205722
Curtose	-0.041	1.095	-0.3005760	-0.168166	0.951046

resultados, verifica-se que o valor mínimo observado do preço de gasolina é de 53.57 referente ao mês de janeiro de 2017, o valor máximo é de 86.97 meticais por litro referente ao último mês em análise, os preços da gasolina se desviam cerca de 10.22 meticais do valor médio. O preço do petróleo aumentou do seu valor mínimo de 118 observado em janeiro de 2017 para 7668 meticais, registado em junho de 2022, com o desvio de 1274.38. O crescimento económico aumentou do seu valor mínimo de 51541.94 em Janeiro de 2017 para o seu valor máximo de 65097.57 em setembro de 2023 como taxa de variação do PIB real. A disparidade do PIB em relação à sua média registou um desvio padrão de 3641.77. Em relação as variáveis inflação e câmbio, verificou-se o valor mínimo de -1.2, observado em junho de 2017, 57.59 observado em abril de 2021 e máximo de 2.15 observado em janeiro de 2017, 75.25 observado em janeiro de 2021, respectivamente.

A assimetria sugere uma distribuição assimétrica à direita para todas as variáveis, o que significa que há uma cauda mais longa no lado direito da distribuição, indicando que existem muitos valores abaixo da média.

4.1.1 Relação entre as variáveis

Para avaliar o nível e a intensidade da relação entre as variáveis, foi criada uma matriz de correlação representada na Tabela 4.2

Tabela 4.2: Correlação entre as variáveis

	PIB	Gasolina	Petróleo	Inflação	Câmbio
PIB	1	0.69	0.56	-0.109	-0.08
Gasolina	0.69	1	0.602	0.008	-0.016
Petróleo	0.56	0.602	1	0.176	-0.241
Inflação	-0.109	0.007	0.176	1	0.322
Câmbio	-0.08	-0.016	-0.241	0.322	1

A Tabela 4.2 mostra uma relação negativa fraca à positiva moderada. Ainda na mesma tabela, pode-se verificar que a variável câmbio tem uma relação negativa fraca com todas as variáveis, exceptuando a inflação, que tem uma relação positiva, isso sugere que mudanças na taxa de câmbio podem ter diferentes impactos sobre as variáveis económicas em Moçambique.

A relação positiva entre câmbio e inflação pode ser analisada sob a perspectiva da teoria da paridade do poder de compra (PPP). Segundo Balassa (1964), a teoria PPP postula que as taxas de câmbio devem ajustar-se para refletir as diferenças nos níveis de preços entre países, influenciando assim a inflação.

As variáveis PIB, Gasolina e Petróleo têm uma relação positiva moderada entre elas, indicando que mudanças positivas no PIB podem afectar os preços da gasolina e do petróleo positivamente, e vice-versa, ou seja, um aumento no petróleo e na gasolina, aumentam o PIB. Além disso, essas variáveis têm uma relação negativa fraca com a inflação, sugerindo que aumentos no PIB e nos preços de energia podem não necessariamente levar a pressões inflacionárias elevadas.

A interação entre PIB, gasolina e petróleo pode ser explicada pela teoria dos preços dos recursos naturais, que segundo Hamilton (1983), essa teoria examina como os preços dos recursos naturais, como o petróleo, influenciam a economia de um país, afectando variáveis como o PIB e os preços de produtos relacionados, como a gasolina.

A correlação entre PIB e gasolina, PIB e petróleo indica que o crescimento económico pode impulsionar a demanda por energia, afectando os preços de commodities como a gasolina. A relação negativa com a inflação sugere que um crescimento económico sustentável pode ocorrer sem pressões inflacionárias significativas, o que é positivo para a estabilidade económica de

longo prazo.

4.2 Teste de estacionaridade

A fim de verificar a característica de estacionaridade, as séries foram submetidas ao teste Dickey-Fuller Aumentado(ADF), Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) e Phillips e Perron (PP). A Tabela 4.3 mostra os resultados obtidos com a realização dos testes. Em geral, esses testes indicam se as séries podem ser descritas adequadamente como um processo estacionário. Além disso, permite identificar a ordem de integração da variável em questão. Vale ressaltar, que os testes foram realizados com a presença da constante e tendência.

Tabela 4.3: Testes de raiz unitária para as séries temporais.

ADF				
H_0 : Raiz unitária	Em nível		1ª diferença	
Variável	Estatística	P-valor	Estatística	P-valor
<i>Gasolina</i>	-1.6833	0.7054	-2.8986	0.000
<i>Petróleo</i>	-2.0095	0.5719	-3.4677	0.000
<i>PIB</i>	-3.6055	0.03824	-	-
<i>Inflação</i>	-5.7896	0.01	-3.4677	0.000
<i>Câmbio</i>	-2.0605	0.551	-	-
KPSS				
H_0 : Estacionariedade	Em nível		1ª diferença	
Variável	Estatística	P-valor	Estatística	P-valor
<i>Gasolina</i>	0.046	0.000	0.146	0.5919
<i>Petróleo</i>	7.28	0.000	-0.8436	0.40
<i>PIB</i>	9.46	0.00	9.011	0.77
<i>Inflação</i>	0.9253	0.3576	-	-
<i>Câmbio</i>	1.9597	0.053	-	-
PP				
H_0 : Raiz unitária	Em nível		1ª diferença	
Variável	Estatística	P-valor	Estatística	P-valor
<i>Gasolina</i>	-1.7817	0.0787	-9.06	0.00
<i>Petróleo</i>	3.68	0.0004	-	-
<i>PIB</i>	3.34	0.0013	-	-
<i>Inflação</i>	-4.50	0.00	-	-
<i>Câmbio</i>	-2.61	0.0109	-	-

Com os resultados da Tabela 4.3, como hipótese nula, o teste ADF assume que a série testada é não estacionária, ou seja, possui raiz unitária. Como resultado, observou-se a não rejeição

da hipótese nula para as variáveis: preço da gasolina, preço do petróleo e câmbio . As demais variáveis o teste apontou para estacionariedade em nível das séries temporais.

Para o teste KPSS, o qual foi realizado considerando a presença da constante e tendência para as variáveis, possui como hipótese nula que a série temporal é estacionária. Os resultados do teste indicaram a rejeição da hipótese nula de estacionariedade para as variáveis gasolina, petróleo e PIB, as variáveis inflação e câmbio mostraram-se estacionárias em nível.

Já o teste PP , assume como hipótese nula que a série é não estacionária. Como resultado, o teste indicou a rejeição da hipótese nula para todas as variáveis analisadas, excepto para a série preço de gasolina, concluindo que todas as séries analisadas, com exceção da série preço de gasolina, são estacionárias. Já a série preço de gasolina apresenta evidências de não estacionariedade e, por isso, poderá necessitar de transformação (como diferenciação) antes de ser incluída em modelos econométricos.

De acordo com Enders (2001), quando mais de uma série possui raiz unitária, ou é não estacionária, é necessária a estimação de vectores de correcção de erro para saber o comportamento das variáveis no longo prazo. Assim, tendo em conta que a série preço de gasolina é não estacionária, e caso se verifique cointegração entre ela e as demais variáveis, será apropriado utilizar um modelo VEC para representar adequadamente as relações de equilíbrio de longo prazo entre as variáveis.

Um dos pressupostos para que haja cointegração no modelo, é que as séries sejam cointegradas na mesma ordem, com esses resultados podemos ter um indício de que as séries não são cointegradas, visto que elas apresentam ordem de integração diferente, porém os testes de cointegração são feitos com especificações mais formais.

4.2.1 Análise de cointegração das séries

Para verificar a cointegração das séries realizou-se dois testes, o teste uni-equacional de Engle-Granger, e o teste multi-equacional de Johansen.

Tabela 4.4: Teste de co-integração de Engle-Granger

Dependent	Tau-Statist	prob	Z-statist	prob
Gasolina	-2.5011	0.9135	-11.3750	0.9337
PIB	-1.6465	0.9932	16.6730	0.7378
Petróleo	-5.5570	0.0109	-38.9509	0.0344
Câmbio	-4.9026	0.0546	-42.0226	0.0176
Inflação	-5.8436	0.0050	-41.2991	0.0210

Com os resultados da Tabela 4.4 verifica-se que existem pelo menos três equações de co-integração, ou seja, rejeitamos a hipótese nula de que as séries não são co-integradas para as equações de Petróleo, Câmbio e Inflação, com um nível de significância de 5%. Dadas essas circunstâncias, existe pelo menos 3 equações ou pelo menos uma combinação linear entre as variáveis que apresenta um processo integrado de ordem zero, que no caso é o resíduo das equações de Petróleo, câmbio e inflação.

Tabela 4.5: Teste de Johansen

Nº de equações	Autovalor	Traço		Max autovalor	
		Valor crítico	P-valor	Valor crítico	P-valor
Nenhuma	0.3834	96.5297	0.0001	33.8767	0.0137
No máximo 1	0.2913	47.8561	0.0040	27.5823	0.0560
No máximo 2	0.2580	29.7970	0.0362	21.1316	0.0222
No máximo 3	0.0897	15.4947	0.5289	14.2646	0.4406
No máximo 4	3.60×10^{-5}	3.8421	0.9549	3.8414	0.9546

De acordo com a Tabela 4.5, o teste de traço e de máximo valor próprio indicam a rejeição da hipótese nula de que não existe relação a longo prazo entre as variáveis, ambos testes apontam para existência de duas equações co-integrantes, com um nível de significância de 5%.

O vector normalizado resultante do procedimento do Johansen é apresentado na Tabela 4.6.

Tabela 4.6: Vectors de co-integração normalizado

PIB	Gasolina	Petróleo	Inflação	Câmbio
1.00	0.00	$\frac{-4.19}{(1.37)}$	$\frac{20998.02}{(3122.11)}$	$\frac{-516.95}{(401.19)}$
0.00	1.00	$\frac{-0.013}{(0.002)}$	$\frac{10.9}{(3.84)}$	$\frac{-1.57}{(0.49)}$

4.2.2 Teste de Causalidade

As funções impulso resposta e decomposição da variância mostram-se sensíveis a ordenação das variáveis, no modelo VAR, portanto o presente trabalho valeu-se do teste de causalidade de Granger para definir uma ordenação estatisticamente consistente das variáveis.

A Tabela ?? mostra o resultado do teste de causalidade de Granger. De acordo com os resultados, não há causalidade significativa entre as séries petróleo e PIB, Câmbio e PIB, inflação e petróleo, câmbio e petróleo. Assim sendo pode-se ordenar conforme a teoria económica.

A inflação causa o PIB, portanto a inflação deve preceder PIB. Há causalidade bidirecional entre a gasolina e o PIB, mas gasolina causa PIB com uma probabilidade mais baixa, portanto gasolina pode preceder PIB. O petróleo causa a gasolina, portanto petróleo deve preceder a gasolina.

Com base nas conclusões acima e na ausência de causalidade significativa em muitos casos, uma possível ordenação das variáveis, seguindo um raciocínio económico geral, poderia ser:

Petróleo, Gasolina, Inflação, Câmbio e PIB

Petróleo precedendo Gasolina devido à causalidade observada, Inflação precedendo PIB devido à forte causalidade unidirecional e PIB como a última variável, pois é afectado por várias outras variáveis no sistema.

Tabela 4.7: Teste de causalidade de Granger

Null Hypothesis	Obs	F-Statistic	Prob
PETROLEO não causa PIB	76	1.83941	0.1175
PIB não causa PETROLEO	76	0.73531	0.5997
INFLACAO não causa PIB	76	5.05901	0.0006
PIB não causa INFLACAO	76	0.70105	0.6246
GASOLINA não causa PIB	76	4.38443	0.0017
PIB não causa GASOLINA	76	2.47917	0.0407
CAMBIO não causa PIB	76	1.13260	0.3522
PIB não causa CAMBIO	76	0.60294	0.6978
INFLACAO não causa PE-TROLEO	76	2.05788	0.0821
PETROLEO não causa INFLACAO	76	2.19624	0.0653
GASOLINA não causa PE-TROLEO	76	0.58924	0.7082
PETROLEO não causa GASOLINA	76	9.52997	7.E-07
CAMBIO não causa PETROLEO	76	0.33126	0.8923
PETROLEO não causa CAMBIO	76	1.15333	0.3417
GASOLINA não causa INFLACAO	76	0.81789	0.5414
INFLACAO não causa GASOLINA	76	0.92661	0.4696
CAMBIO não causa INFLACAO	76	1.62019	0.1672
INFLACAO não causa CAMBIO	76	1.04219	0.4006

4.2.3 Determinação da ordem de defasagem

Para a construção do modelo VAR é necessário determinar o número de defasagens a serem consideradas no modelo. Dessa forma foram usados os critérios de informação de akaike, Schwartz e Hannan-Quinn, onde escolheu se o lag com menor valor em cada critério.

De acordo com os resultados dos critérios de informação, apresentados na Tabela 4.8, o modelo mais parcimonioso é o com uma defasagem, visto que os três critérios sugerem que este modelo seja o adequado.

Sendo assim será estimado o modelo VEC, uma vez que as séries se mostraram co-integradas.

Tabela 4.8: Critérios de seleção do modelo

Lag	AIC	SC	HQ
0	49.65	49.81	49.71
1	41.76	42.70	42.14
2	41.98	43.70	42.66
3	42.25	44.76	43.25
4	41.87	45.16	43.18
5	42.06	46.14	43.69
6	42.12	46.98	44.06
7	42.20	47.85	44.46
8	42.31	48.74	44.88

4.2.4 Estimação do modelo VAR-VEC

A Tabela 4.10 mostra as equações de cointegração e os parâmetros do modelo VECM, embora o interesse deste modelo seja diminuto, residindo seu interesse apenas no facto dele nos conduzir as funções impulso-resposta, e à decomposição da variância, questões que já são adequadas para interpretações económicas das inter-relações ente as séries.

Tabela 4.9: Resultados de VECM

Error Correction:	D(PETROLEO)	D(GASOLINA)	D(PIB)	D(INFLACAO)	D(CAMBIO)
CointEq1	-0.082128 (0.06714) [-1.22326]	0.001322 (0.00032) [4.17760]	-0.620150 (0.24316) [-2.55041]	0.000156 (6.3E-05) [2.46412]	-0.000309 (0.00026) [-1.17950]
CointEq2	6.895281 (5.18044) [1.33102]	-0.106204 (0.02442) [-4.34906]	19.65859 (18.7622) [1.04778]	-0.005244 (0.00487) [-1.07600]	0.038271 (0.02021) [1.89361]
D(PETROLEO.MZN(-1))	0.131429 (0.09637) [1.36434]	-0.000646 (0.00045) [-1.42188]	-0.135897 (0.34889) [-0.38952]	-2.57E-05 (9.6E-05) [-0.28405]	-0.000330 (0.00048) [-0.87734]
D(GASOLINA.MZN L(-1))	-16.15938 (24.0934) [-0.67070]	-0.151748 (0.11357) [-1.33612]	-191.8153 (87.2598) [-2.19821]	-0.028721 (0.02267) [-1.26701]	-0.021361 (0.09400) [-0.22726]
D(PIB(-1))	0.032008 (0.03313) [0.96626]	-4.05E-05 (0.00016) [-0.25952]	-0.327345 (0.11997) [-2.72855]	-3.88E-05 (3.1E-05) [-1.24340]	3.61E-05 (0.00013) [0.27929]
D(INFLACAO(-1))	109.3330 (119.675) [0.91358]	-0.343660 (0.56413) [-0.60918]	129.6090 (433.430) [0.29903]	0.122276 (0.11260) [1.08596]	-0.086559 (0.46689) [-0.18540]
D(CAMBIO.MZN_USD(-1))	8.947269 (30.0618) [0.29763]	0.036952 (0.14171) [0.26076]	-81.56063 (108.876) [-0.74912]	0.067902 (0.02828) [2.40074]	0.294861 (0.11728) [2.51416]
C	24.58575 (50.9766) [0.48229]	0.520627 (0.24039) [2.16659]	313.3052 (184.623) [1.69700]	0.017936 (0.04796) [0.37397]	-0.029891 (0.19887) [-0.15030]

Tabela 4.10: Resultados de VECM

Estatísticas do Modelo					
R-squared	0.094002	0.225808	0.357100	0.417599	0.219702
Adj. R-squared	0.055204	0.194979	0.293716	0.360179	0.142771
Sum sq. resids	19576162	484.1458	5.47E+08	11.75514	287.7722
S.E. equation	432.1008	2.036903	1564.978	0.34681	1.68578
F-statistic	2.535274	4.613386	5.683474	6.272742	3.885337
Log likelihood	-587.3042	-164.0818	-688.873	-36.77521	-149.1936
Akaike AIC	15.41364	4.550928	17.87904	1.557815	4.824801
Schwarz SC	15.85565	4.992938	18.32105	1.649836	5.093868
Mean dependent	28.99284	0.264017	136.8837	0.025562	-0.056832
S.D. dependent	448.0066	2.543972	1862.557	0.43840	1.80410

O coeficiente da primeira equação de cointegração (CointEq1) para a variável gasolina é positivo e estatisticamente significativo ($t = 4.18$), indicando que a gasolina ajusta positivamente os desvios do equilíbrio de longo prazo. Ou seja, quando a gasolina está fora do equilíbrio, ela reage para corrigir esse desequilíbrio na próxima observação.

Para PIB, o coeficiente de CointEq1 é negativo e significativo ($t = -2.55$), o que indica que o PIB também responde ao desequilíbrio, porém em sentido oposto, reduzindo o desvio no período seguinte. A inflação apresenta ajuste positivo e significativo ao desequilíbrio ($t = 2.46$), sugerindo que ela também corrige desvios de longo prazo. Os coeficientes de petróleo e câmbio não são estatisticamente significativos ($t < 1,96$), indicando que essas variáveis não ajustam significativamente os desequilíbrios no curto prazo.

O efeito das variáveis defasadas, o coeficiente da variável defasada da gasolina sobre o PIB é negativo e significativo ($t = -2.20$), sugerindo que aumentos na gasolina defasada causam redução na variação do PIB, o que pode indicar um efeito adverso do aumento do preço da gasolina no crescimento econômico. A variação defasada do câmbio tem impacto positivo e significativo na inflação ($t = 2.40$), mostrando que uma depreciação cambial passada tende a pressionar a inflação no curto prazo. Outras variáveis defasadas não apresentam coeficientes estatisticamente significativos, indicando ausência de efeitos relevantes no curto prazo para as demais relações.

Quanto ao ajuste e qualidade do Modelo os valores de R^2 indicam que o modelo explica

melhor as variações da inflação ($R^2 = 0,418$) e do PIB ($R^2 = 0,357$), enquanto para petróleo, gasolina e câmbio, a capacidade explicativa é menor, sugerindo que esses últimos são influenciados por outros fatores não incluídos no modelo.

4.2.5 Decomposição da variância

A Tabela A.1 em anexo, apresenta os resultados da decomposição da variância das variáveis em estudo. Assim, como estimativas para 10 períodos após o choque tem-se que no primeiro período após o choque, todo o movimento do PIB (100%) é explicado por ele mesmo. Isso sugere que qualquer alteração no PIB nesse período é resultado directo de seus próprios factores internos e externos, como investimentos, consumo e exportações. À medida que o tempo avança, a influência do próprio PIB sobre suas variações diminui, indo de 100% para 46,33% após 10 períodos. A inflação mostra uma contribuição crescente ao longo do tempo, começando com 0% no primeiro período e aumentando para 37,97% no décimo período. Isso significa que a inflação começa a desempenhar um papel mais significativo na explicação das variações observadas nas variáveis económicas. Teoricamente, isso pode ser explicado pela teoria monetária, que sugere que mudanças na inflação podem afectar outras variáveis económicas, como os preços dos produtos e a actividade económica em geral.

O petróleo e a gasolina também mostram contribuições para as variações das variáveis económicas, com o petróleo explicando 7,18% e a gasolina 5,08% das variações no décimo período. Essas variáveis estão intimamente ligadas ao sector energético e podem refletir choques de oferta global, custos de produção e políticas de preços internos. A teoria dos preços dos recursos naturais, como discutido por Hamilton (1983), sugere que mudanças nos preços do petróleo podem ter efeitos significativos na economia, afectando desde o custo de transporte até os custos de produção industrial.

Por fim, o câmbio contribui com apenas 0,42% das variações no décimo período. Isso indica que, após um choque inicial, as variações no câmbio têm um impacto mínimo nas outras variáveis económicas estudadas. Essa baixa contribuição pode ser explicada pela política cambial e pelo grau de abertura da economia de Moçambique ao comércio internacional.

4.2.6 Função Impulso Resposta

Os gráficos da Figura 4.2, em anexo, referem-se à função impulso-resposta que analisa a resposta da inflação, câmbio e do PIB a choques nos preços do petróleo e da gasolina ao longo de 10 períodos.

Resposta da Inflação:

- Um choque positivo em petróleo inicialmente aumenta a inflação, com um impacto que diminui ao longo do tempo, estabilizando após o período 10.
- Um choque positivo em gasolina inicialmente reduz a inflação, mas o impacto torna-se positivo e estabiliza após o período 10.

Resposta do Câmbio:

- Um choque positivo em petróleo aumenta a taxa de câmbio no primeiro período, mas o impacto se torna negativo e se estabiliza ao longo do tempo.
- Um choque positivo em gasolina tem um impacto positivo crescente na taxa de câmbio, estabilizando após o período 10.

Resposta do PIB:

- Um choque positivo em Petróleo tem um impacto inicial muito grande e positivo no PIB, mas esse impacto torna-se negativo nos períodos subsequentes e se estabiliza ao longo do tempo.
- Um choque positivo em gasolina tem um impacto negativo significativo no PIB desde o início, estabilizando após o período 10.

-

4.3 DISCUSSÃO

O presente trabalho analisou a relação entre as variações dos preços de combustível(gasolina e petróleo) e diversos indicadores económicos em Moçambique, como a taxa de câmbio, inflação, e o PIB. A análise baseada na aplicação de modelos econométricos como o VAR (Vetores Autotregressivos) e o VEC (Vetores de Correção de Erros), permitiu compreender como essas variáveis se comportam e interagem ao longo do tempo.

Os resultados indicaram uma relação significativa entre o preço do combustível e os indicadores económicos analisados. A taxa de câmbio mostrou-se sensível às flutuações do preço do petróleo bruto, o que pode ser explicado pela dependência de Moçambique em importações de energia. Quando o preço do petróleo aumenta, o custo das importações sobe, pressionando a taxa de câmbio e, consequentemente, os preços domésticos de combustível. Silva et al. (2020) realizaram uma análise semelhante em Angola, focando na correlação entre o preço do petróleo e o câmbio. Eles encontraram uma forte correlação positiva, sugerindo que aumentos no preço do petróleo tendem a fortalecer a moeda local devido ao aumento das receitas de exportação. No presente estudo, a correlação entre o preço do petróleo bruto e a taxa de câmbio em Moçambique apresentou resultados similares, corroborando a ideia de que economias dependentes de commodities mostram uma sensibilidade significativa às variações nos preços do petróleo.

Ao comparar com o trabalho de Lopes (2018), que investigou a relação entre o preço do combustível e a inflação em países da África Austral, encontramos diferenças significativas. Lopes concluiu que o impacto do preço do combustível na inflação é menos pronunciado devido às políticas de subsídios implementadas por alguns governos. Em contraste, os resultados deste trabalho indicam uma correlação mais forte entre o preço do combustível e a inflação em Moçambique.

Os testes de causalidade de Granger realizados para verificar a direcção da relação entre o preço do combustível e outros indicadores económicos em Moçambique revelaram que o preço

do petróleo, bruto Granger-cause tanto a taxa de câmbio quanto o PIB, mas não o inverso. Esses resultados estão em conformidade com o estudo de Hamilton (1983), que encontrou evidências de que choques nos preços do petróleo têm um efeito causal significativo sobre o crescimento económico nos Estados Unidos. No entanto, ao contrário de Hamilton, que observou uma causalidade bidirecional em alguns casos, os resultados indicam uma relação unidirecional em Moçambique.

As funções impulso-resposta calculadas neste estudo mostraram que um choque positivo no preço do petróleo bruto gera um aumento significativo na taxa de câmbio e na inflação, que se dissipa ao longo de alguns períodos. Esses achados são comparáveis aos de Sims (1980), que introduziu as funções impulso-resposta em modelos VAR e demonstrou que choques nas variáveis macroeconómicas podem ter efeitos prolongados e variados dependendo da estrutura económica do país. Contudo, ao comparar com o estudo de Jiménez-Rodríguez e Sánchez (2005), que analisou o impacto dos choques do petróleo nas economias da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico), observamos que, enquanto os países desenvolvidos tendem a absorver os choques de forma mais eficiente, em Moçambique, o efeito de um choque nos preços do petróleo é mais prolongado e acentuado, refletindo a maior vulnerabilidade da economia às flutuações externas.

Na decomposição da variância, o preço do petróleo bruto explicou uma proporção significativa da variância das previsões para a inflação e o PIB, especialmente nos primeiros períodos. Esse resultado está de acordo com os achados de Sims e Zha (1999), que mostraram que choques em variáveis-chave, como os preços do petróleo, podem explicar uma grande parte da variância de outras variáveis macroeconómicas em um curto período. No entanto, os resultados indicam que, com o tempo, a taxa de câmbio se torna um factor mais dominante, o que difere do estudo de Peersman e Van Robays (2009), que analisou economias da zona do euro e concluiu que o impacto dos preços do petróleo na variância de outras variáveis diminui mais rapidamente.

Capítulo 5

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O objectivo principal deste trabalho consistiu em analisar o impacto dos preços de combustíveis no desenvolvimento económico de Moçambique, ou seja, a reação por parte da economia moçambicana face a uma variação no preço do combustível (gasolina e petróleo), concretamente, quantificar qual a intensidade e duração do efeito que um choque positivo no combustível provoca nos seguintes indicadores macroeconómicos da actividade económica moçambicana: PIB, inflação e taxa de câmbio, no período de 2017 a Agosto de 2023. Começou-se por apresentar a evolução cronológica das séries e algumas estatísticas descritivas. Verificou-se que as séries apresentavam um comportamento crescente, o que sugeria que as séries apresentavam raiz unitária, sendo assim procedeu-se a realização de testes de estacionaridade.

Após a realização dos testes de raiz unitária de ADF, KPSS e o teste de PP verificou-se que as séries apresentavam diferentes ordens de integração, ou seja, as séries de câmbio e PIB mostraram-se estacionárias em nível e as séries de gasolina, petróleo e inflação mostraram-se estacionárias na primeira diferença. Utilizou-se o modelo VECM proposto por Johansen.

Os resultados do teste de co-integração indicam a presença de dois vectores de co-integração, mostrando que existe uma relação de longo prazo entre as variáveis.

A ordenação das variáveis, visando a obtenção das funções impulso resposta e decomposição da variância, foi feita usando o teste de causalidade de Ganger. Com base nos resultados obtidos no teste, a ordenação foi feita da seguinte maneira petróleo, gasolina, seguidas posteriormente por variáveis como, inflação e Câmbio. A variável PIB foi colocada em último, por não se esperar que ela afecte contemporaneamente as outras.

Recorrendo à decomposição de Cholesky, foi possível obter, para cada variável macroeconómica a função impulso-resposta, considerando um choque positivo no preço do combustível (petróleo e gasolina), o resultado das funções impulso resposta do PIB, inflação e câmbio, em relação a

inovações do petróleo e gasolina, mostraram se relevantes, mostrando desse modo a existência de inter-relação no comportamento das séries.

5.1 Recomendações

- Recomenda-se que futuros estudos ampliem o escopo das variáveis analisadas, incluindo indicadores como a taxa de desemprego, a balança comercial e a dívida pública, para avaliar de forma mais abrangente o impacto dos preços dos combustíveis na economia moçambicana.
- Investigar o impacto dos preços de combustíveis em setores estratégicos da economia de Moçambique, como a agricultura, o transporte e a mineração, permitirá uma compreensão mais detalhada sobre os efeitos setoriais dos choques de preços

5.2 Limitações

- Falta de estudos similares, que possibilitem a comparação dos resultados
- A complexidade das variáveis económicas, dificultou na análise e discussão de resultados, pois a sua interpretação requer conhecimento profundo de macroeconomia.

Referências

- [1] Akram, Q. F. (2009). *Commodity prices, interest rates and the dollar* Energy Economics, 31(6), 838-851. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.02.006>
- [2] Arndt, Channing; Luis Matsinhe; Peter Mulder; Eugénio Paulo & João E. Van Dunem (2005). *O Impacto do Aumento do Preço do Petróleo na Economia Moçambicana*. Discussion papers No. 19P. Direcção Nacional de Estudos e Análise de Políticas.
- [3] Auty, R. M. (1993). *Sustaining development in mineral economies: The resource curse* thesis. Routledge.
- [4] Banco Central Europeu. (2018). Relatório Anual.
- [5] Banco Mundial. (2020-2023). Relatórios Anuais.
- [6] Barsky, R. B., & Kilian, L. (2004). *Oil and the Macroeconomy since the 1970s*. Journal of Economic Perspectives, 18(4), 115-134.
- [7] Bauer, M. W., & Gaskell, G. (2017). *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. Editora Vozes Limitada.
- [8] Blanchard, O. J., & Gali, J. (2007). The Macroeconomic Effects of Oil Price Shocks: Why are the 2000s so Different from the 1970s? NBER Working Paper No. 13368.
- [9] Blanchard, O., & Galí, J. (2010). The macroeconomic effects of oil price shocks: Why are the 2000s so different from the 1970s? International Dimensions of Monetary Policy, 373-428.
- [10] Boletim da República (2008), Estatuto Orgânico do Instituto para Promoção das Pequenas e Médias Empresas, de 3 de Dezembro, I Série, Número 49, Publicação Oficial da República de Moçambique: Maputo.
- [11] Brito, Luís de; Egídio Chaimite, Crescêncio Pereira, Lúcio Posse, Michael Sambo & Alex Shankland (2015). *Revoltas da Fome: Protestos Populares em Moçambique (2008-2012)*. Cadernos IESE Nº 14P/2015. Instituto de Estudos Sociais e Económicos (IESE). <http://www.iese.ac.mz/lib/publication/cad-iese/IESE-Cad14.pdf>

- [12] Brue, S. L. (2005). *História do pensamento económico*. São Paulo. Pioneira Thomson Learning, 6th edition.
- [13] Chen, S. S., & Chen, H. C. (2007). *Oil Prices and Real Exchange Rates*. *Energy Economics*, 29(3), 390-404.
- [14] Christiano, L. J., Eichenbaum, M., & Evans, C. L. (2005). Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy. *Journal of Political Economy*, 113(1), 1-45.
- [15] Diebold, F.X. (2001). *Elements of forecasting*, 2nd ed. South Western Publishing, p. 254.
- [16] Edwards, S. (1989). *Exchange rate misalignment in developing countries*. *The World Bank Research Observer*, 4(1), 3-21.
- [17] Enders, W. (2008). *Applied econometric time series*. John Wiley & Sons.
- [18] Fundo Monetário Internacional (FMI). (2021-2022). Relatórios Anuais.
- [19] Friedman, M. (1963). *Inflation: Causes and Consequences*. Asia Publishing House.
- [20] Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. (6ª ed.). São Paulo: Atlas.
- [21] Gujarati, D. (1995). *Econometria Básica*. Mc Graw Hill, 5th edition.
- [22] Gujarati, D. (2000). *Econometria Básica*. Mc Graw Hill, 5th edition.
- [23] Gujarati, D. (2006). *Econometria Básica*. São Paulo, 4th edition. Markron Books. Editora Campus, pp. 636-666.
- [24] Gujarati, D. (2011). *Econometria Básica*. Mc Graw Hill, 5th edition.
- [25] Hamilton, J. D. (1983). *Oil and the Macroeconomy since World War II*. *Journal of Political Economy*, 91(2), 228-248.
- [26] INE (Instituto Nacional de Estatística de Moçambique). (2020). Inquérito aos Orçamentos Familiares 2018/2019.

- [27] Jahan-Parvar, M. R., & Mohammadi, H. (2011). *Oil prices and exchange rates in oil-exporting countries*. *OPEC Energy Review*, 35(4), 386-422. <https://doi.org/10.1111/j.1753-0237.2011.00194.x>
- [28] Kendall, M. G., & Stuart, A. (1961). *The advanced theory of statistics*, Charles Griffin Publishers, Nova York.
- [29] Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest, and Money*. Macmillan.
- [30] Kilian, L. (2008). *The Economic Effects of Energy Price Shocks*. *Journal of Economic Literature*, 46(4), 871-909.
- [31] Koop, G. (2000). *Analysis of economic data*. Nova York: John Wiley & Sons.
- [32] Kydland, F. E., & Prescott, E. C. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 50(6), 1345-1370.
- [33] Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (2017). *Metodologia científica* (7ª ed.). Atlas.
- [34] Leaner, E. E. (1985). *Vector auto-regression for causal inference*, BK Brunner e A. Meltezer (org). *Understanding Monetary Regimes*, Journal of Monetary Economics, Supplement, 255-304.
- [35] Lopes, A. C. (2018). Oil price and inflation in Southern African countries. *Journal of African Economies*, 27(3), 391-416.
- [36] Mate, R., & Constantino, L. (2022). *Aumento do preço de combustível*. 3ª edição. Centro de Integridade.
- [37] Mensah, L., Awunyo-Vitor, D., & Asamoah, E. (2017). *The impact of oil price changes on the exchange rates of oil-importing Sub-Saharan African economies*. *Energy*, 120, 103-113. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.12.126>
- [38] Ministério de Economia e Finanças, Manual de Projecções Macroeconómicas e Fiscais, Março de 2020, Maputo-Moçambique.

- [39] Ministério da Planificação e Desenvolvimento. (Novembro 2005). <http://www.petermulder.net/sites/default/files/publication/files/19P-Oil-Memorandum.pdf>
- [40] Mishkin, F. S. (2019). *The Economics of Money, Banking, and Financial Markets*. (13^a ed.). Pearson.
- [41] Morettin, P. A., & Toloi, C. M. d. C. (1985). *Previsão de séries temporais*.
- [42] Mulder, P., & Paulo, E. (2007). *O impacto do alto preço do petróleo na Economia moçambicana*. Nota nº1 da Direcção Nacional de Estudos e Análise de Políticas (DNEAP), Ministério de Planificação e Desenvolvimento, Moçambique.
- [43] Nascimento, F. P. (2016). Classificação da Pesquisa: Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos. Brasília, Brasil.
- [44] Peersman, G., & Van Robays, I. (2009). Oil and the euro area economy. **Economic Policy**, 24(60), 603-651.
- [45] Ribeiro, D. (2014). *Combustíveis fósseis*. **Revista de Ciência Elementar**, 2(2).
- [46] Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (2009). *Macroeconomics*. 19th ed. McGraw-Hill Higher Education.
- [47] Silva, F. J., Mendes, R., & Costa, M. (2020). The impact of oil prices on exchange rates: Evidence from Angola. **Journal of African Economies**, 29(4), 379-395.
- [48] Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and reality. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, 48(1), 1-48.
- [49] Sims, C. A., & Zha, T. (1999). Error bands for impulse responses. **Econometrica**, 67(5), 1113-1155.
- [50] Yates, R. D., & Goodman, D. J. (2004). *Probability and Stochastic Processes*. John Wiley & Sons.

Apêndice A

Tabela A.1: Decomposição da Variância

Variance Decomposition of INFLACAO						
Period	S.E.	PETROLEO	GASOLINA	INFLACAO	CAMBIO	PIB
1	432.1080	0.352844	3.122924	96.52423	0.000000	0.000000
2	637.8540	4.564641	3.149117	83.23706	6.243625	2.805554
3	769.8935	9.172729	2.805419	72.32424	12.25006	3.447553
4	862.0875	11.66045	3.234547	66.71125	14.35152	4.042234
5	930.7550	12.76279	4.134041	64.13690	14.44583	4.520438
6	985.8884	13.24990	5.050868	62.67715	14.02210	5.000159
7	1033.074	13.53142	5.906069	61.53484	13.54964	5.478029
8	1075.394	13.75547	6.681044	60.49642	13.11704	5.950020
9	1114.529	13.96339	7.393032	59.51320	12.72696	6.403414
10	1151.432	14.16124	8.054282	58.58145	12.37072	6.832309

Variance Decomposition of CAMBIO_MZN_USD						
Period	S.E.	PETROLEO	GASOLINA	INFLACAO	CAMBIO	PIB
1	2.036903	6.030034	3.635956	2.949114	87.38490	0.000000
2	2.666657	3.127538	4.866212	1.326146	90.67616	0.003949
3	3.231595	1.988216	7.092064	1.049812	89.83765	0.032256
4	3.709396	2.135879	9.396248	1.577211	86.81846	0.072201
5	4.173861	3.036635	11.46304	2.057364	83.23272	0.173724
6	4.633614	4.242437	13.12051	3.047376	79.42568	0.163997
7	5.087204	5.479908	14.89703	3.622804	76.21354	0.757205
8	5.524794	6.621336	15.56434	4.432614	73.49155	1.268153
9	5.949983	7.625988	16.44539	4.435831	71.27051	1.281616
10	6.353176	8.493355	17.16779	4.727395	69.30017	0.311293

Tabela A.2: Decomposição da Variância

Variance Decomposition of PIB						
Period	S.E.	PETROLEO_	GASOLINA_	INFLACAO	CAMBIO_	PIB
1	0.40551	0.367226	7.160265	0.044189	0.164811	92.26351
2	0.532270	1.0866664	17.59984	13.24218	0.824656	67.24666
3	0.580072	1.471119	18.40548	24.64378	0.566221	54.913406
4	0.504723	1.757081	18.81472	31.19729	0.405852	47.82505
5	0.622753	2.036747	18.73347	34.76960	0.355446	44.11473
6	0.637873	2.356019	18.61126	36.76252	0.328163	41.94401
7	0.651281	2.694478	18.46667	37.98569	0.295888	40.5572
8	0.663650	3.025935	18.33026	38.80488	0.266235	39.57269
9	0.675468	3.331260	18.20591	39.40169	0.239931	30.82121
10	0.686988	3.602429	18.09616	39.86388	0.217589	38.21994
Cholesky One S.D. (d.f. adjusted)						
Cholesky ordering: PETROLEO_MZN GASOLINA_MZN LITER						
INFLACAO CAMBIO_MZN_USD PIB						

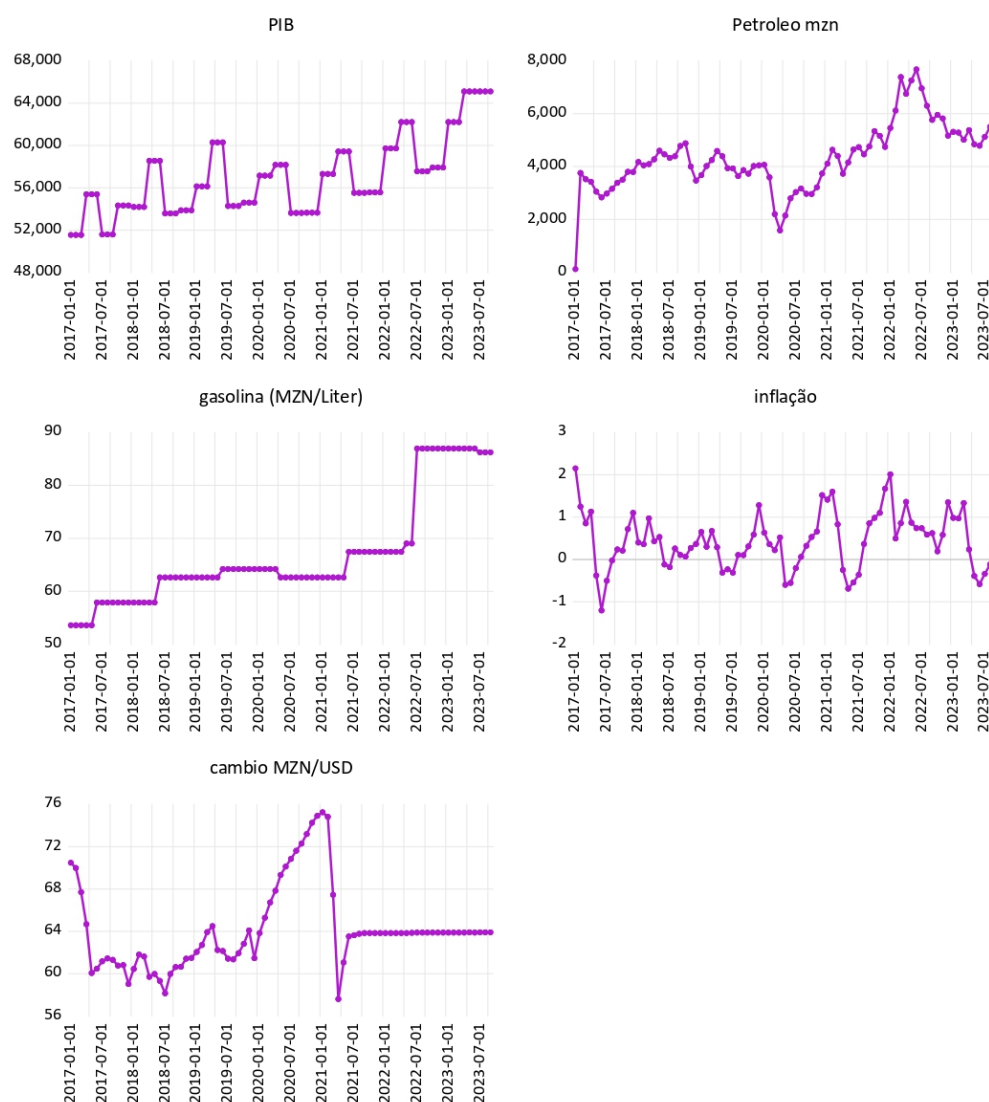


Figura A.1: Evolução cronológica das séries

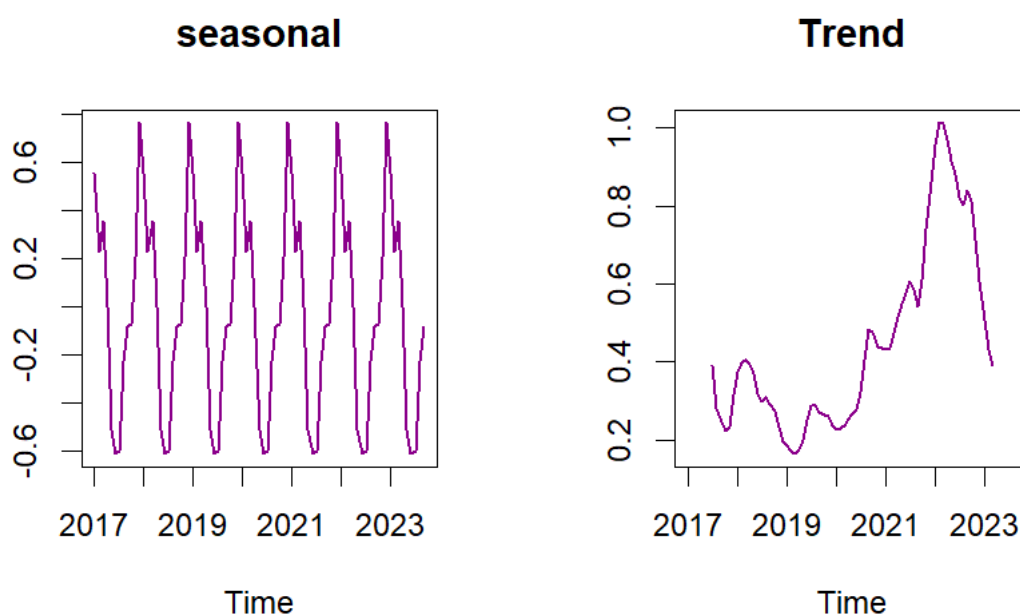


Figura A.2: Decomposição gráfica da série Inflação

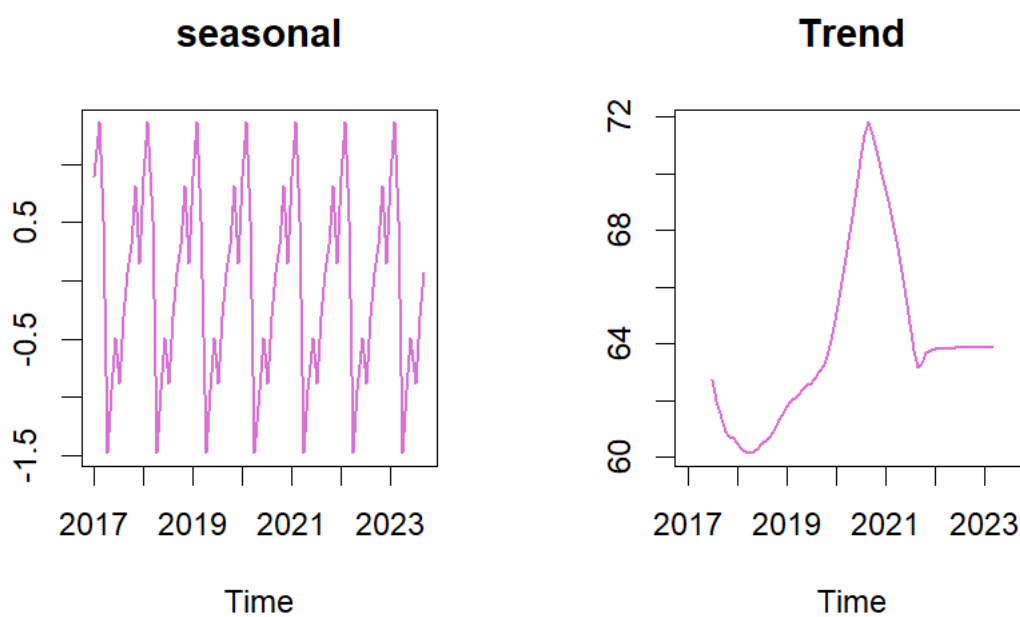


Figura A.3: Decomposição gráfica da série Câmbio

Tabela A.3: Funções Impulso-Resposta

Response of INFLACAO		
Period	PETROLEO	GASOLINA
1	0.024149	-0.071845
2	0.111126	-0.061320
3	0.133913	0.022759
4	0.108521	0.048875
5	0.082797	0.064840
6	0.066442	0.067213
7	0.059028	0.067091
8	0.056459	0.066135
9	0.055907	0.065619
10	0.055905	0.065431
Response of CAMBIO_MZN_USD		
Period	PETROLEO	GASOLINA
1	0.413963	0.321448
2	0.223517	0.490954
3	-0.068990	0.679772
4	-0.324733	0.807498
5	-0.512810	0.883421
6	-0.637577	0.925679
7	-0.715361	0.948920
8	-0.762369	0.962220
9	-0.790624	0.970294
10	-0.807813	0.975447
Response of PIB		
Period	PETROLEO	GASOLINA
1	94.83641	-418.7672
2	-220.2881	-869.6278
3	-269.4951	-834.8323
4	-303.0102	-865.1353
5	-333.0091	-827.5141
6	-369.8544	-805.2557
7	-404.3994	-786.4533
8	-427.1415	-776.2861
9	-443.7082	-770.4691
10	-454.0519	-767.4364
Cholesky ordering		
PETROLEO_MZN		
GASOLINA_MZN_LITER		
INFLACAO		
CAMBIO_MZN_USD		
PIB		

Variance Decomposition using Cholesky (d.f. adjusted) Factors

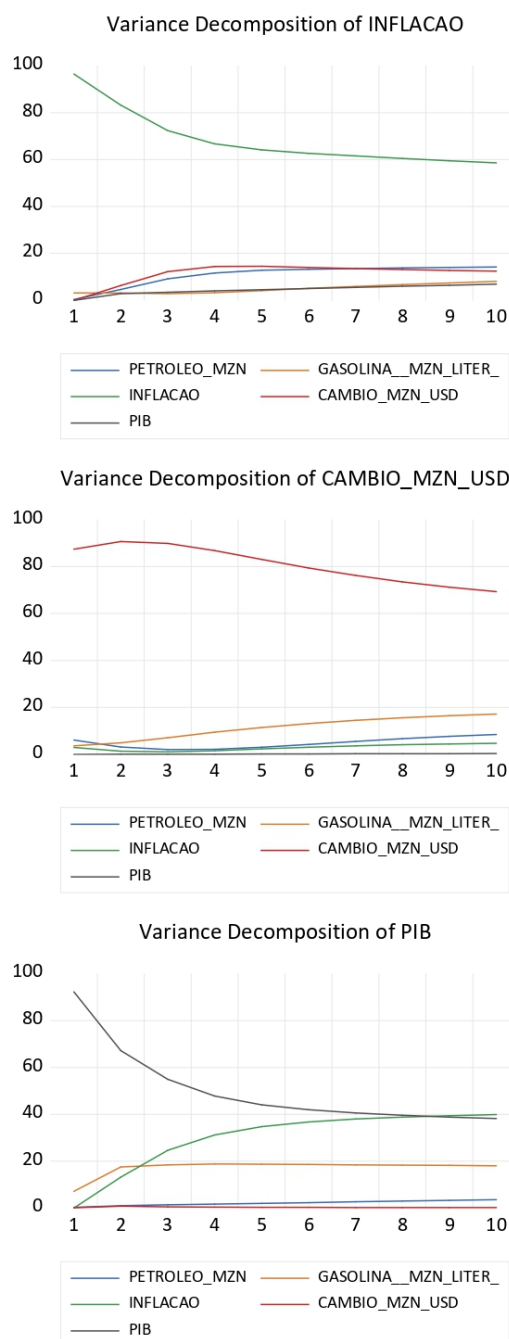


Figura A.4: Decomposição da variância dos indicadores económicos

Response to Cholesky One S.D. (d.f. adjusted) Innovations

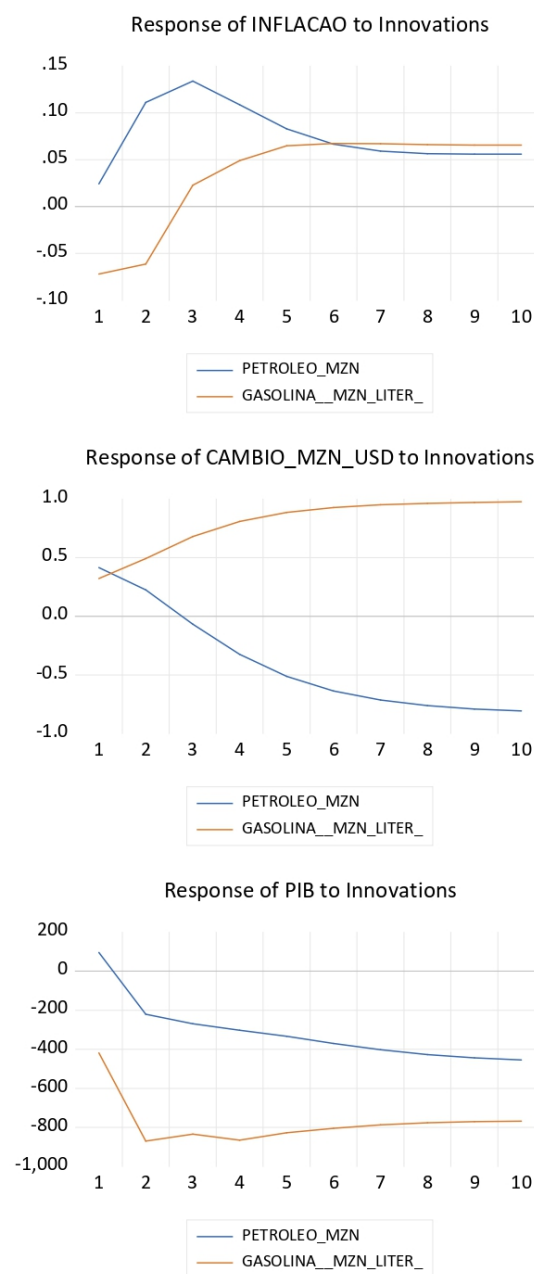


Figura A.5: Respostas dos indicadores económicos aos choques de gasolina e petróleo