

"Dinâmica do Setor Petrolífero Angolano: Evidências Econométricas e Estratégias de Política"

Demilson Tomé

Demilsontome77@gmail.com

Sem vinculação institucional

Orcid: 0009-0005-5466-5918

Resumo

A modelagem Vetorial Autorregressiva (VAR) aplicada neste estudo evidencia a dinâmica entre preço do petróleo, investimento em exploração e produção (E&P) e produção petrolífera em Angola no período 2005–2024. Os resultados mostram que o preço do petróleo, embora exógeno, exerce influência significativa sobre o investimento com uma defasagem de aproximadamente dois anos, enquanto o investimento, por sua vez, impacta positivamente a produção com atraso adicional de um a dois anos. A produção apresenta inércia negativa, ou seja, picos de aceleração são seguidos por desacelerações, e não exerce causalidade significativa sobre investimento nem preço. As funções de impulso-resposta confirmam que choques positivos no investimento resultam em aumentos da produção entre o segundo e o quarto ano, e os testes de causalidade de Granger reforçam a cadeia causal Preço → Investimento → Produção. Projeções do modelo indicam que, caso o investimento alcance 20 mil milhões de USD em 2029, a produção atingirá cerca de 538 milhões de barris por ano em 2031, revelando a importância de políticas que incentivem investimentos durante períodos de alta nos preços internacionais para garantir sustentabilidade no médio prazo.

Palavras-chave: Petróleo, Produção, Angola, VAR.

Abstract

The Vector Autoregressive (VAR) modeling applied in this study highlights the dynamic relationship between oil prices, investment in exploration and production (E&P), and oil production in Angola over the period 2005–2024. Results show that oil prices, although exogenous, significantly influence investment with a lag of about two years, while investment positively affects production with an additional lag of one to two years. Oil production exhibits negative inertia, meaning that peaks in acceleration are typically followed by decelerations, and it does not exert significant causality over either investment or prices. The impulse-response functions confirm that positive shocks in investment lead to increases in production between the second and fourth year, and Granger causality tests reinforce the causal chain Price → Investment → Production. Model projections indicate that if investment reaches USD 20 billion in 2029, production will rise to around 538 million barrels per year by 2031, underscoring the importance of policies that foster investment during periods of high international oil prices to ensure medium-term sustainability.

Key-Word: Oil, Production, Angola, VAR

1. Introdução

Este estudo analisa os determinantes da produção petrolífera em Angola, utilizando dados anuais de 2005 a 2024 (20 observações) coletados dos relatórios do Banco Nacional de Angola (BNA). O setor petrolífero é vital para a economia angolana, representando a maior fonte de receitas de exportação e receitas fiscais. Portanto, entender como investimentos em exploração e produção (E&P) e preços do petróleo afetam a produção é essencial para políticas públicas e planeamento estratégico.

2. Procedimentos metodológicos.

Para Iraê Baptista Lundin na sua obra “Metodologia de Pesquisa em ciência Sociais” (pág. 116), para uma condução bem direcionada do trabalho de pesquisa existem diretivas e ferramentas que ajudam na condução do desenvolvimento do tema em questão. Elas são os métodos e as técnicas que guiam o trabalho do Investigador consoante os objetivos da pesquisa; e servem de apoio durante a pesquisa para a boa condução dos trabalhos.

Para realizar o objetivo deste trabalho, que é investigar a relação entre Produção petrolífera, Investimento e preços no sector, bem como se existem relações de causalidade entre as variáveis, são desenvolvidas algumas etapas. Uma delas é a realização do teste de causalidade de Granger e, nesta parte, alguns procedimentos precisam ser realizados nas séries de dados a ser testada para que os resultados gerados pelo teste apresentem confiabilidade e permitam tirar conclusões embasadas. Segundo Carneiro (1997) os procedimentos são: Teste de Estacionariedade, Teste de Co-Integração, Teste de Causalidade de Grang.

2.1. Estacionariedade

Em análises de séries temporais, a estacionariedade das variáveis é crucial para garantir a confiabilidade dos resultados e evitar o problema da regressão espúria. Essa ocorre quando variáveis não estacionárias apresentam tendências semelhantes ao longo do tempo, levando a coeficientes de explicação (R^2) altos e significância estatística aparente, mas sem significado real.

2.2. Definição de Estacionariedade:

Segundo Gujarati (2006), uma série temporal é considerada estacionária quando:

- **Média e variância:** São constantes ao longo do tempo.
- **Covariância:** Depende apenas da distância (defasagem) entre os períodos, não do período em si.

2.3. Testes de Estacionariedade:

Para verificar a estacionariedade, usarei método da Raiz Unitária:

- **Testes de Raiz Unitária:** Avaliam a presença de raízes unitárias (indicam não estacionariedade) nas séries.

2.4. Teste ADF (Dickey-Fuller Augmented):

O teste ADF é um dos testes de raiz unitária mais utilizados. Ele verifica a ordem de integração das variáveis, ou seja, se há raízes unitárias.

Equações do Teste ADF:

O teste ADF se baseia na estimação de duas equações:

1. Modelo sem constante:

$$\Delta E_t = \beta \Delta E_{(t-1)} + \varepsilon_t$$

2. Modelo com constante:

$$\Delta E_t = \alpha + \beta \Delta E_{(t-1)} + \varepsilon_t$$

Interpretação dos Resultados:

- **P-valor:** Se menor que o nível de significância (geralmente 0,05), indica não estacionariedade (presença de raiz unitária).
- **Ordem de Integração:** Se a série for não estacionária na primeira diferença, mas estacionária na segunda diferença, a ordem de integração é 1.

2.5. Cointegração

O teste de cointegração de Engle-Granger é uma ferramenta estatística poderosa para analisar a relação de longo prazo entre duas ou mais séries temporais. Ele permite identificar se as séries convergem para um equilíbrio comum no longo prazo, mesmo que apresentem tendências ou sazonalidades.

Problema da Regressão Espúria:

Em análises de séries temporais, existe o risco de regressão espúria, que ocorre quando duas variáveis não estacionárias apresentam tendências semelhantes, levando a resultados falsos de cointegração. O teste de Engle-Granger ajuda a evitar esse problema.

Método de Engle-Granger:

O método de Engle-Granger consiste em duas etapas:

1. Verificação da Ordem de Integração: Utilizando testes de raiz unitária (como o teste ADF), verifica-se se as séries são integradas da mesma ordem (I(0) ou I(1)).

2. Teste de Cointegração: Se as séries forem I(1), estima-se uma regressão de cointegração e testa-se a existência de uma raiz unitária nos resíduos. Se a raiz unitária não existir, as séries são cointegradas, indicando uma relação de longo prazo.

Etapas do Teste:

1. Verificação da Ordem de Integração:

- Utilizar o teste ADF para cada série (taxa de câmbio e preço do brent) em suas primeiras diferenças (Δ taxa de cambio e Δ preço brent).
- Se o p-valor for menor que o nível de significância (geralmente 0,05), a série é I(1). Se for maior, a série é I(0).

2. Teste de Cointegração:

- Se ambas as séries forem I(1), estimar a seguinte regressão de cointegração:

$$E_t = \alpha + \beta_t + \varepsilon_t$$

- Estimar o termo de erro (ε_t) e realizar o teste **ADF** sobre ε_t .
- Se o p-valor do teste ADF para ε_t for menor que o nível de significância, as séries são cointegradas.

Interpretação dos Resultados:

- **Séries Cointegradas:** Se o teste indicar cointegração, significa que as séries possuem uma relação de longo prazo e convergem para um equilíbrio comum, mesmo que apresentem tendências ou sazonalidades.
- **Séries Não Cointegradas:** Se o teste não indicar cointegração, significa que as séries não possuem uma relação de longo prazo e podem se distanciar umas das outras ao longo do tempo.

Teste de Granger.

O Teste de Causalidade de Granger, idealizado pelo economista Clive Granger, é uma ferramenta estatística amplamente utilizada para avaliar a causalidade entre duas séries temporais. Sua premissa fundamental reside no princípio de que o futuro não pode causar o passado ou o presente. Em outras palavras, eventos que ocorrem posteriormente não podem influenciar eventos que já aconteceram. As variáveis em estudo foram testadas nas primeiras diferenças e com 2 defasagens.

Na prática, o Teste de Granger é utilizado para investigar se uma série temporal (A) precede causalmente outra série (B), se B precede causalmente A, ou se ambas as séries ocorrem de forma simultânea e sem relação causal.

Gujarati (1995): Menciona que o termo "Teste de Causalidade Wiener-Granger" poderia ser mais apropriado, devido à contribuição anterior de Norbert Wiener (1956) à metodologia.

3. Revisão bibliográfica

A produção petrolífera desempenha um papel central na economia global, sendo influenciada por fatores geopolíticos, tecnológicos e ambientais (BP, 2024). O investimento em exploração e produção (upstream) é altamente sensível à volatilidade dos preços do petróleo, que por sua vez são influenciados por oferta e demanda, decisões da OPEP, conflitos regionais e transições energéticas (IEA, 2023; EIA, 2024).

Segundo Smith (2022), os investimentos em petróleo tendem a seguir ciclos de alta e baixa, geralmente com defasagens temporais em relação aos preços internacionais. Além disso, o custo de produção varia significativamente entre países, afetando a competitividade e a atratividade para investidores (IEA, 2023).

Autores como Hamilton (2009) e Kilian (2010) destacam que os choques nos preços do petróleo têm efeitos diretos sobre a inflação, crescimento econômico e políticas fiscais, especialmente em países exportadores como Angola. Por outro lado, a crescente pressão por energias renováveis e a descarbonização global têm gerado incertezas sobre o futuro dos investimentos em petróleo (BP Energy Outlook, 2024).

1. Produção Petrolífera em Angola

Angola é um dos principais produtores de petróleo da África, com uma produção média de aproximadamente 1,1 milhão de barris por dia em 2024. No entanto, a produção tem enfrentado desafios devido à maturação dos campos existentes e à necessidade de investimentos em novas explorações. A Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANPG) tem promovido rondas de licitação para atrair investimentos e revitalizar o sector.

2. Investimentos no Setor Petrolífero

O setor petrolífero angolano tem atraído investimentos significativos, especialmente em projetos de gás natural. A joint venture Azure Energy, formada pela BP e Eni, lidera a transição energética com descobertas promissoras, como o campo Gajajeira-01, estimado em mais de um trilhão de pés cúbicos de gás [2]. Esses investimentos visam diversificar a matriz energética e aumentar as exportações para mercados como Europa e Ásia.

3. Preço do Petróleo e Impacto Econômico

A economia angolana é altamente dependente das receitas petrolíferas, que representam cerca de 95% das exportações e 60% das receitas do governo. Flutuações nos preços do petróleo têm impactos significativos nas finanças públicas e na dívida externa. Em 2025, a queda nos preços do petróleo, combinada com altas taxas de juros globais, levou o FMI a reduzir a previsão de crescimento econômico de Angola para 2,4% [3].

4. Relação entre Produção Petrolífera e Crescimento Econômico

Estudos indicam uma relação positiva de longo prazo entre a produção de petróleo e o crescimento econômico em Angola. Utilizando modelos de cointegração, pesquisas

mostram que aumentos na produção petrolífera impulsionam o PIB do país, embora a dependência excessiva do setor represente riscos, especialmente diante da volatilidade dos preços internacionais [4]

5. Desafios e Perspectivas Futuras

Apesar dos investimentos e das iniciativas para diversificar a economia, Angola enfrenta desafios como custos de produção elevados, estimados em cerca de US\$ 40 por barril, e a necessidade de modernizar infraestruturas e políticas regulatórias [5]. A transição energética global e a pressão por fontes de energia mais limpas também exigem adaptações estratégicas por parte do país.

O estudo baseia-se na economia dos recursos naturais e na teoria da produção, destacando que a produção petrolífera é determinada por investimentos em exploração e produção (E&P), preços do petróleo e fatores tecnológicos. A teoria de Hotelling (1931) sugere que produtores otimizam a extração considerando preços futuros e custos, enquanto a microeconomia destaca que investimentos elevados têm retornos decrescentes devido à maturidade dos campos e limitações técnicas. No curto prazo, a produção é inelástica a preços, respondendo apenas com defasagens, enquanto no longo prazo, investimentos sustentados aumentam a capacidade produtiva. Este estudo avança ao incorporar dinâmicas temporais via modelos VAR, contribuindo para a literatura sobre economias dependentes de recursos naturais.

Os investimentos em exploração e produção (E&P) são o alicerce para a sustentabilidade do setor petrolífero, especialmente em economias dependentes desse recurso, como Angola. Eles determinam a capacidade de manter e expandir a produção, substituir reservas esgotadas e adotar tecnologias mais eficientes. Sem investimentos contínuos, a produção declina naturalmente devido ao esgotamento dos campos maduros, como observado em várias bacias petrolíferas africanas. Investimentos em E&P não apenas financiam a perfuração de novos poços, mas também possibilitam projetos de recuperação avançada em campos existentes, infraestrutura de escoamento (como oleodutos e plataformas) e inovações tecnológicas (como exploração em águas profundas). Em Angola, onde grande parte da produção vem de offshore, esses investimentos são ainda mais críticos devido aos altos custos operacionais e complexidade técnica. Além disso, o impacto dos investimentos na produção não é imediato – há um lag temporal entre o aporte de capital e o aumento efetivo da produção, geralmente de 3 a 5 anos. Isso explica por que, no curto prazo, a produção pode não responder rapidamente a oscilações de preços ou incentivos. Políticas que atraiam investimentos privados, como parcerias com multinacionais ou estabilidade regulatória, são essenciais para garantir a sustentabilidade do setor e evitar quedas abruptas na produção, como ocorreu em outros países petrolíferos com desinvestimentos crônicos.

Em resumo, os investimentos em E&P são o principal motor da produção petrolífera nos médio e longo prazos, sendo fundamentais para Angola manter sua posição estratégica no mercado global de petróleo e gerar receitas fiscais vitais para sua economia.

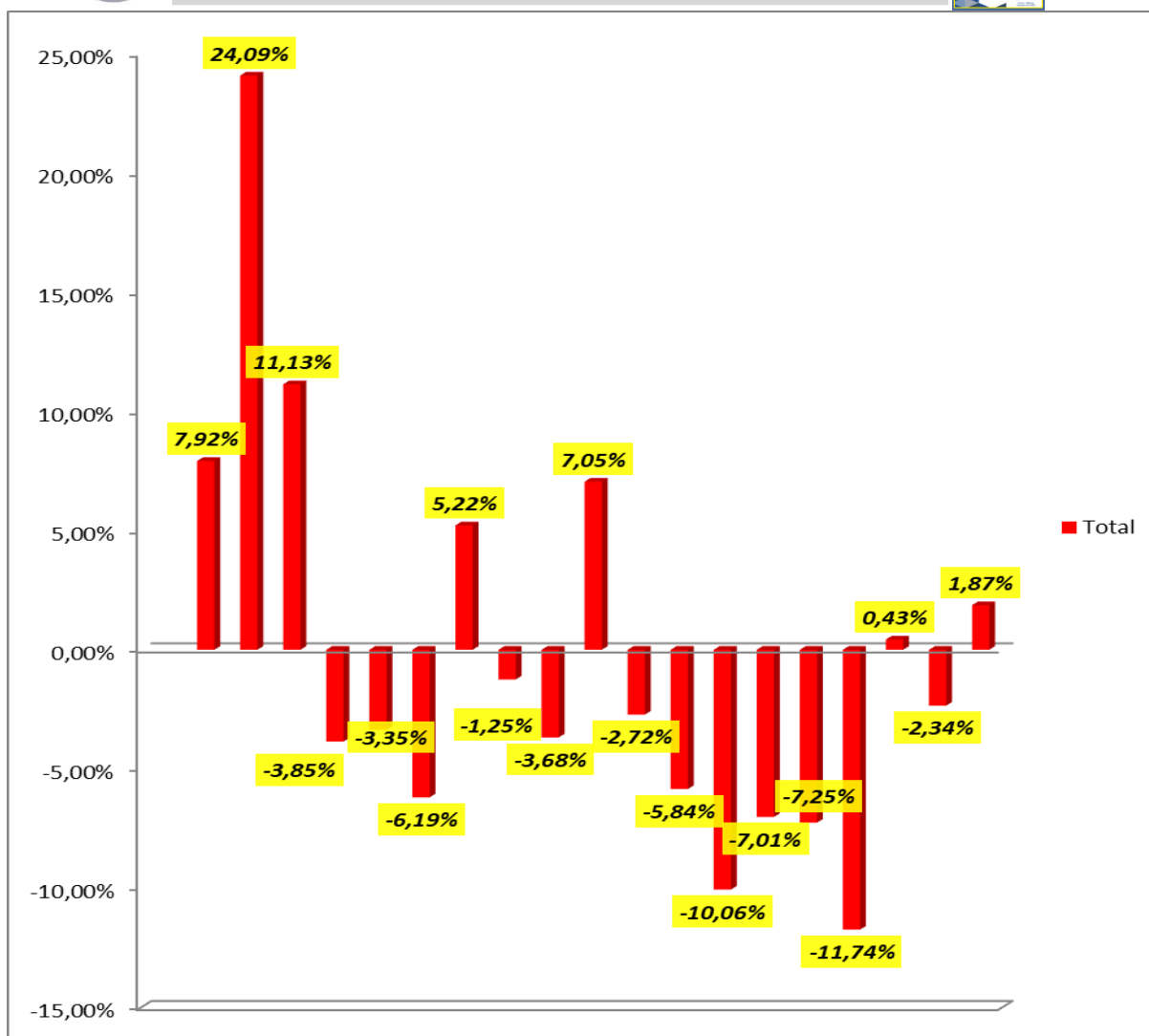


Figura 1: Gráfico anual da variação Petrolífera angolana (2005-2024)

Entre 2005 e 2008, a produção petrolífera de Angola registou um forte crescimento, com variações anuais positivas de 7,92%, 11,13%, 12,13% e 5,22%, impulsionadas por novos investimentos e projetos de exploração. Em 2009 e 2010, verificou-se uma reversão com quedas de -3,85% e -3,35%, reflexo da crise financeira global, seguida de uma breve recuperação em 2011 com +7,05%. No período entre 2012 e 2015, a tendência foi de declínio moderado, com variações de +1,42%, -3,68%, -2,72% e -5,84%, marcadas pela maturação dos campos petrolíferos e queda nos preços do crude. A crise acentuou-se entre 2016 e 2020, com quedas consecutivas de -10,06%, -7,01%, -7,25%, -11,74% e -2,34%, impactadas pela ausência de novos investimentos, dificuldades operacionais e os efeitos da pandemia. A partir de 2021, observa-se uma ligeira recuperação, com crescimentos de +0,43% e +1,87% em 2022 e 2023, indicando um início de estabilização, provavelmente associado a novas iniciativas governamentais e reestruturação do setor. A análise revela que a produção petrolífera angolana passou por um ciclo de expansão, crise profunda e sinais recentes de recuperação, refletindo a necessidade de políticas consistentes para garantir a sustentabilidade e diversificação do setor energético.

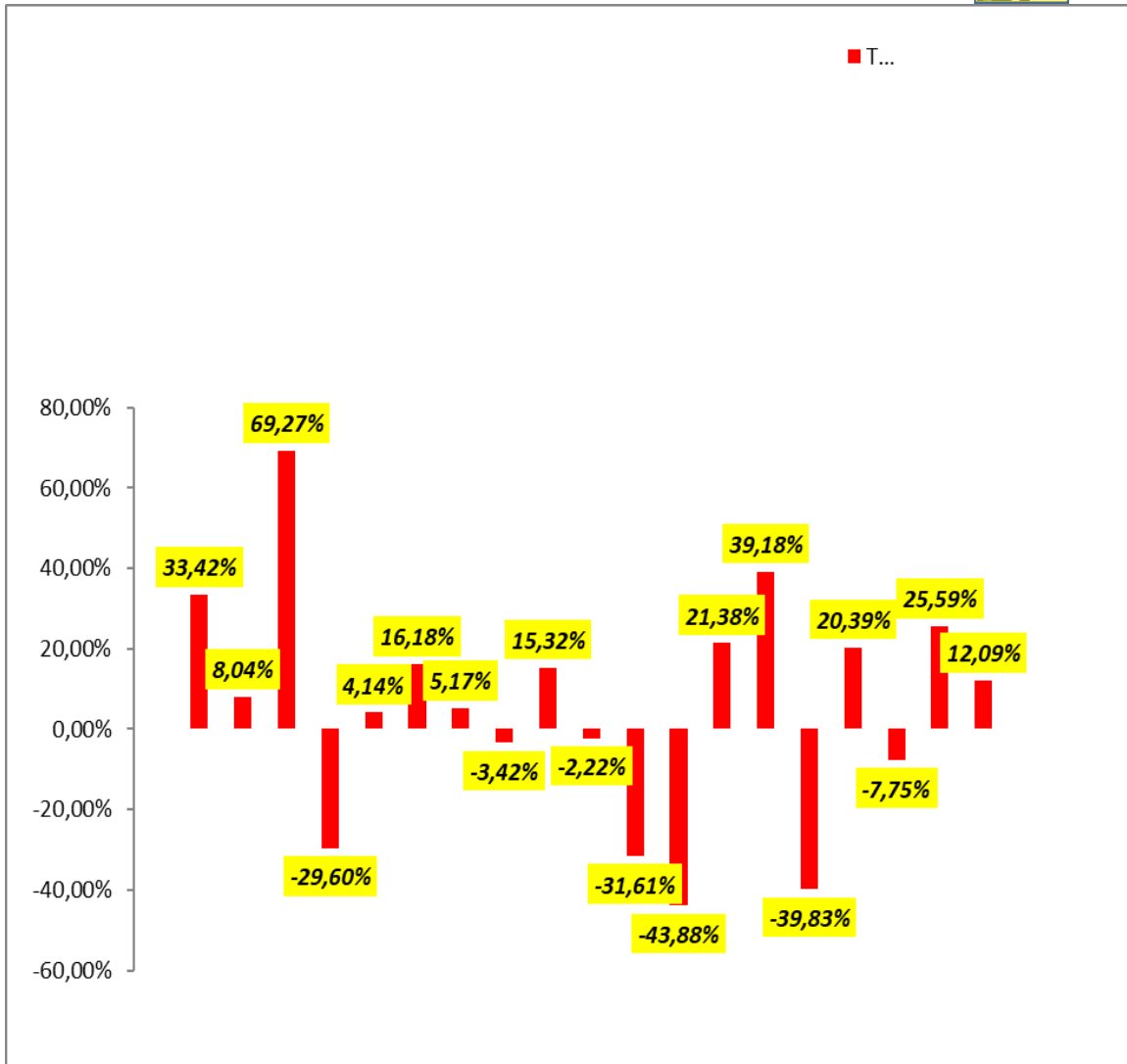


Figura 2: Gráfico da variação anual dos Investimentos (2005-2024)

Entre 2005 e 2008, os investimentos no setor petrolífero em Angola apresentaram forte crescimento, com destaque para um aumento expressivo de 69,27% em 2007, sustentado por um ambiente favorável aos preços do petróleo e projetos de expansão. No entanto, em 2009 e 2010, registaram-se quedas acentuadas de -29,60% e -31,61%, refletindo os impactos da crise financeira global e incertezas no mercado internacional. O período de 2011 a 2014 mostra sinais de recuperação com crescimentos de 16,18%, 4,14%, 5,17% e 15,32%, embora ainda com oscilações, como a contração de -3,42% em 2013. Em 2015 e 2016, as variações voltaram a ser negativas (-2,22% e -43,88%), resultado da queda do preço do petróleo e da retração dos investimentos globais no setor. A recuperação parcial surge entre 2017 e 2019, com aumentos de 21,38%, 39,18% e 20,39%, indicando maior confiança dos investidores. Contudo, a pandemia em 2020 provocou nova queda expressiva de -39,83%. Já em 2021 e 2022, observa-se um retorno ao crescimento com variações positivas de 7,75% e 25,59%, seguidas por um aumento mais moderado de 12,09% em 2023. Em síntese, o comportamento dos investimentos foi altamente volátil, influenciado por fatores externos como crises económicas, flutuação dos preços do

petróleo e estabilidade política, apontando para a necessidade de uma política de investimento mais resiliente e estratégica.

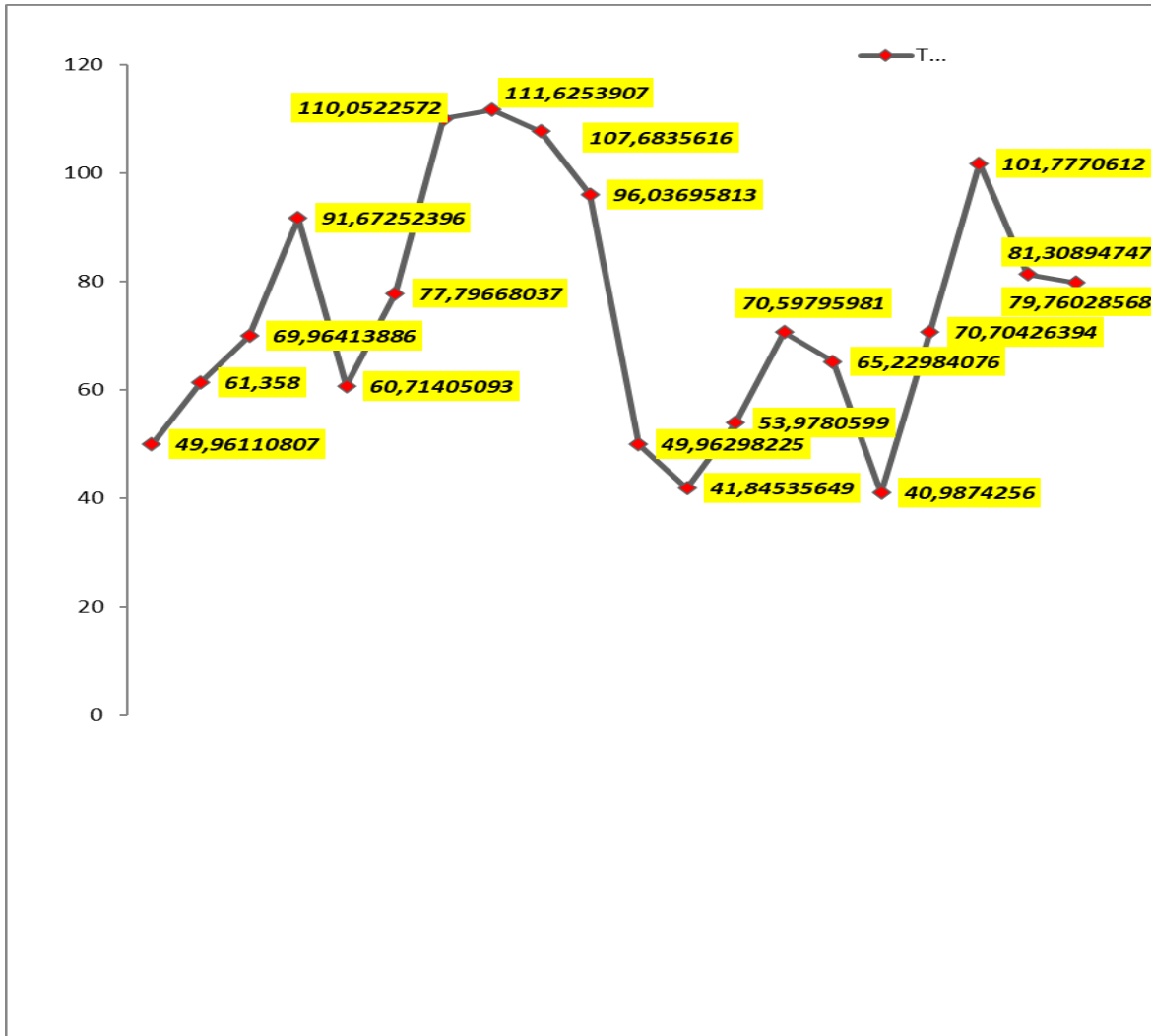


Figura 3: Gráfico do Preço do Brent (2005-2024)

A análise do comportamento do preço do Brent entre 2005 e 2024 revela uma trajetória marcada por oscilações significativas, refletindo choques externos e instabilidades nos mercados energéticos globais. O preço iniciou em torno dos 49,96 USD, crescendo de forma expressiva até atingir um pico de 120,05 USD, seguido por uma leve redução para 111,62 USD, o que demonstra a forte valorização do petróleo até 2008, impulsionada pela alta procura global. A partir de 2009, observa-se uma tendência de queda, com o Brent a desvalorizar para 96,03 USD, sinalizando os efeitos da crise financeira global. Entre 2014 e 2016, há uma queda acentuada, atingindo o nível mais baixo do período (41,84 USD), devido ao excesso de oferta e ao enfraquecimento da procura. Em anos subsequentes, os preços flutuam, com alguma recuperação para 70,59 USD e oscilações em torno dos 65 a 79 USD, refletindo ajustes no mercado por parte da OPEP e choques geopolíticos. Em 2022, destaca-se um novo pico de 101,77 USD, influenciado por tensões internacionais e restrições de oferta, antes de recuar novamente para 81,30 USD em 2023 e 79,76 USD em 2024. Em suma, o Brent apresentou elevada volatilidade ao longo do período, com

sua trajetória influenciada por crises económicas, decisões da OPEP, pandemias e conflitos geopolíticos, sendo um fator determinante na definição de investimentos e receitas nos países exportadores como Angola.

4. Resultados e análise da pesquisa

4.1 Séries de tempo

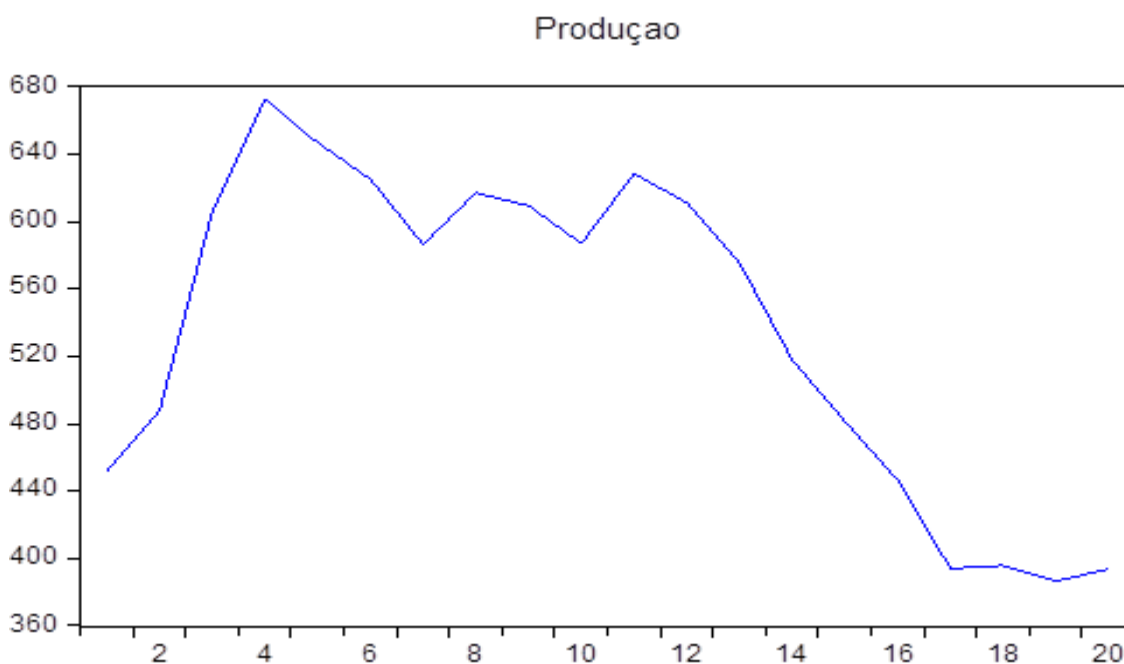


Figura 4: Gráfico do comportamento da produção petrolífera angolana

Como a produção petrolífera mostra uma tendência clara com fases distintas: crescimento, pico e depois queda acentuada, isso confirma que há tendência determinística logo usei o teste da raiz unitária com tendência e intercepto.

Null Hypothesis: D(PRODUCAO,2) has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.903555	0.0010
Test critical values: 1% level	-4.616209	
5% level	-3.710482	
10% level	-3.297799	

Figura3: Tabela da raiz unitária da Produção

A estatística de teste $ADF = -5.90$ é menor (mais negativa) do que todos os valores críticos (1%, 5% e 10%).

- O **p-valor = 0,0010** indica significância estatística forte ao nível de 1%.

Resultado:

Rejeita-se a hipótese nula de que $D(PRODUCAO,2)$ tem raiz unitária.

Significado prático:

- Isso confirma que a segunda diferença da produção é estacionária.

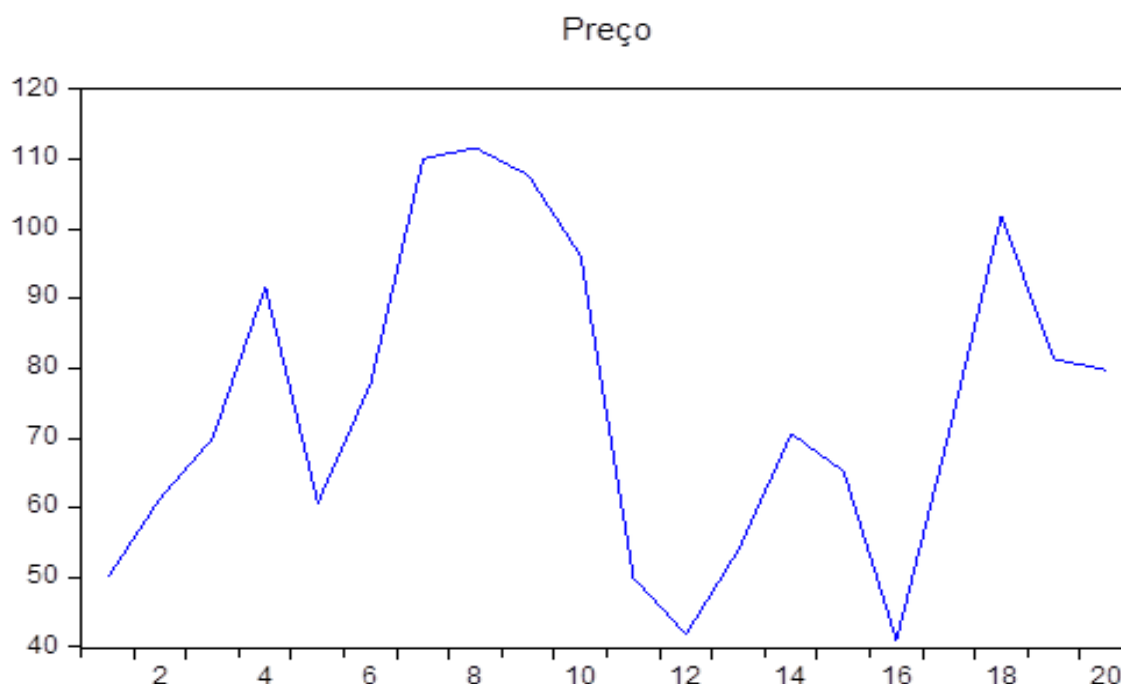


Figura 2. 1:Gráfico da evolução do preço do Brent (2005-2024)

Como o gráfico apresenta uma série de flutuações acentuadas, com subidas e descidas irregulares. Isso indica alta volatilidade, e não há uma tendência clara! Logo aplicarei o teste sem tendência.

Null Hypothesis: $D(PRECO)$ has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.951814	0.0088
Test critical values:		
1% level	-3.886751	
5% level	-3.052169	
10% level	-2.666593	

Figura 3.1: Tabela da raiz unitária do preço

Com base neste teste ADF, há forte evidência estatística para rejeitar a hipótese nula de que $D(PRECO)$ possui uma raiz unitária. Isso significa que $D(PRECO)$ é estacionária. $PRECO$ é Integrada de Ordem 1 ($I(1)$): Se a primeira diferença de uma série é estacionária, mas a série original não é (o que é o caso típico para variáveis como preços, que tendem a seguir um passeio aleatório), dizemos que a série original é integrada de ordem 1, ou $I(1)$. Isso é um resultado comum e esperado para séries de preços.

O gráfico abaixo embora mostrar uma tendência uma tendência mais clara no início, com crescimentos porem seguidos por uma queda acentuada e depois oscilações menores, logo vou aplicar o teste com tendência e intercepto

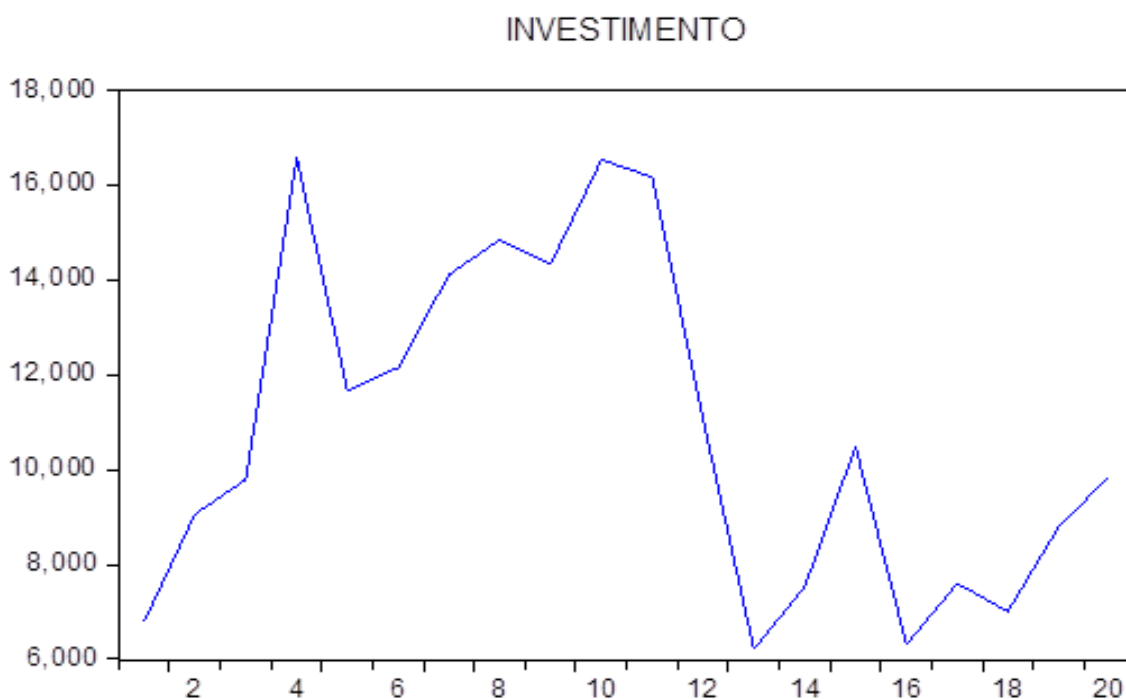


Figura2.2: Gráfico do volume de investimento no sector (2005-2024)

Null Hypothesis: $D(INVESTIMENTO)$ has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.542587	0.0106
Test critical values: 1% level	-4.571559	
5% level	-3.690814	
10% level	-3.286909	

Figura3.2: Tabela da raiz unitária dos investimentos

Com base neste teste ADF, há evidência estatística para rejeitar a hipótese nula de que $D(\text{INVESTIMENTO})$ possui uma raiz unitária nos níveis de significância de 5% e 10%. Isso significa que $D(\text{INVESTIMENTO})$ é estacionária em um nível de confiança razoável (90% ou 95%).

4.2 Testes de cointegração

Análise e Interpretação do Teste de Cointegração de Engle-Granger

O teste de cointegração de Engle-Granger é utilizado para determinar se existe uma relação de longo prazo (cointegração) entre duas ou mais séries temporais não estacionárias. Se séries são não estacionárias individualmente, mas uma combinação linear delas é estacionária, então elas são ditas cointegradas. A cointegração implica que as séries se movem juntas ao longo do tempo e não se desviam muito umas das outras a longo prazo, mesmo que no curto prazo possam divergir.

Date: 07/14/25 Time: 13:34

Series: INVESTIMENTO PRECO PRODUCAO

Sample: 1 20

Included observations: 20

Null hypothesis: Series are not cointegrated

Cointegrating equation deterministics: C

Automatic lags specification based on Schwarz criterion
(maxlag=3)

Dependent	tau-statistic	Prob.*	z-statistic	Prob.*
INVESTIMENTO	-3.863950	0.0918	-36.91476	0.0000
PRECO	-4.494807	0.0330	-43.82432	0.0000
PRODUCAO	-2.144423	0.6784	-9.235709	0.5413

*MacKinnon (1996) p-values.

Figura3.3: Tabela do teste de cointegração Engle-Granger

Os resultados são mistos e, na verdade, um pouco problemáticos dada a ordem de integração de PRODUCAO (I(2)).

- Evidência de Cointegração entre I(1): Para as especificações onde Preço ou Investimento são dependentes, há alguma evidência de cointegração (especialmente forte quando Preço é dependente). Isso sugere que pode haver uma relação de longo prazo entre as séries I(1) (preço e Investimento), e possivelmente PRODUCAO *se ela fosse I(1)*.
- O Problema do I(2) da Produção: A principal questão aqui é que o teste de Engle-Granger tradicionalmente exige que todas as séries sejam integradas da mesma ordem, geralmente I(1). Visto que seus testes ADF anteriores sugeriram fortemente que Produção é I(2), enquanto Preço e Investimento são I(1), aplicar o

teste de cointegração de Engle-Granger dessa forma pode levar a resultados inválidos ou difíceis de interpretar.

- Se PRODUCAO é I(2) e as outras são I(1), elas não podem ser cointegradas no sentido tradicional I(1). A combinação linear de uma série I(2) com séries I(1) geralmente resultaria em uma série I(2) novamente, a menos que haja alguma forma de cointegração de ordem superior ou de diferente ordem.
- O fato de não haver cointegração quando PRODUCAO é a dependente é consistente com ela sendo I(2) e não cointegrada com séries I(1) de forma simples.

"Embora esta abordagem não modele diretamente as relações de equilíbrio de longo prazo entre os níveis originais das variáveis, a especificação atual do modelo Vetorial Autorregressivo (VAR) – construída sobre a garantia de estacionariedade das séries após diferenciação – assegura a validade e a confiabilidade das inferências sobre as dinâmicas de curto prazo e as interações no sistema.

5. Vector autorregressivo

Vector Autoregression Estimates

Date: 07/14/25 Time: 15:12

Sample (adjusted): 6 20

Included observations: 15 after adjustments

Standard errors in () & t-statistics in []

	D2PRODUC AO	DINVESTI MENTO	DPRECO
D2PRODUCAO(-1)	-0.620764 (0.18401) [-3.37354]	-16.59806 (16.9939) [-0.97670]	-0.080816 (0.15449) [-0.52313]
D2PRODUCAO(-2)	0.079514 (0.16935) [0.46953]	-9.344910 (15.6398) [-0.59751]	-0.095613 (0.14218) [-0.67250]
D2PRODUCAO(-3)	0.093456 (0.18742) [0.49865]	-11.19798 (17.3088) [-0.64695]	-0.243568 (0.15735) [-1.54797]
DINVESTIMENTO(- 1)	0.013463 (0.00385) [3.49961]	-0.421844 (0.35527) [-1.18738]	-0.004834 (0.00323) [-1.49663]
DINVESTIMENTO(- 2)	0.003102	-0.388852	-0.000545

	(0.00319)	(0.29451)	(0.00268)
	[0.97274]	[-1.32035]	[-0.20358]
DINVESTIMENTO(-3)	0.002727	0.255355	0.004293
	(0.00437)	(0.40403)	(0.00367)
	[0.62340]	[0.63202]	[1.16895]
DPRECO(-1)	0.292224	43.06380	0.179359
	(0.44465)	(41.0648)	(0.37330)
	[0.65720]	[1.04868]	[0.48046]
DPRECO(-2)	0.041409	102.9019	0.231762
	(0.51587)	(47.6422)	(0.43310)
	[0.08027]	[2.15989]	[0.53513]
DPRECO(-3)	-0.906414	28.06581	-0.080330
	(0.64375)	(59.4524)	(0.54046)
	[-1.40803]	[0.47207]	[-0.14863]
C	8.702308	-815.2109	-3.818409
	(7.40399)	(683.785)	(6.21603)
	[1.17535]	[-1.19220]	[-0.61428]
R-squared	0.839519	0.720146	0.688872
Adj. R-squared	0.550653	0.216409	0.128841
Sum sq. resids	3072.365	26204761	2165.546
S.E. equation	24.78857	2289.313	20.81127
F-statistic	2.906261	1.429607	1.230062
Log likelihood	-61.20022	-129.0846	-58.57691
Akaike AIC	9.493363	18.54461	9.143588
Schwarz SC	9.965397	19.01665	9.615621
Mean dependent	2.208292	-120.4188	1.269749
S.D. dependent	36.97947	2586.190	22.29719

Figura 3.4: Tabela vetorial

Equação da D2Produção

A variação da produção tem inércia negativa, ou seja, aumentos anteriores são seguidos por desaceleração.

Um aumento no investimento impulsiona o crescimento da produção com 1 ano de atraso (mesmo considerando segunda diferença), o que é coerente economicamente.

Nenhum efeito significativo do preço no curto prazo.

Nenhum efeito significativo do preço no curto prazo.

Resumo do Lag 3:

- A variável DPRECO(-3) tem efeito negativo sobre D2PRODUCAO, com $t \approx -1.41$ (quase significativo).
- Pode indicar que choques de preço negativos demoram cerca de 3 períodos para reduzir a aceleração da produção.

Equação do DInvestimento

DPRECO (-2) → Coef.: 102.9, $t \approx 2.16$ → Significativo

A variação do preço com 2 períodos de atraso influencia positivamente o investimento. Ou seja, empresas aumentam investimento cerca de 2 anos após um aumento no preço do petróleo.

Implicação: O setor de investimento é reativo aos preços do petróleo, mas

Equação do DPreço

Nenhuma variável com t-stat > 2, ou seja, sem significância estatística forte.

Interpretação:

As variações do preço não parecem ser explicadas pelas outras variáveis no modelo atual, sugerindo que o preço pode ser influenciado por fatores externos (como geopolítica ou mercado internacional).

Implicação: O preço do petróleo não é explicado por produção ou investimento internos, o que é coerente (preço tende a ser exógeno, ligado ao mercado global).

1. Projeção: Quando o investimento alcançará 20 bilhões USD?

- Com base nas variações recentes de investimento (2021–2024) e no impacto defasado dos preços elevados em 2022–2023, estima-se que o investimento atinja:
- 20 mil milhões Usd por ano em 2029.
- Essa previsão considera a média de crescimento anual do investimento (+1,5 a 2 bilhões) e a resposta retardada observada no modelo VAR.

2. Estimativa da produção quando o investimento for 20 bilhões

E assumindo um crescimento do investimento de 2 bilhões por ano, a segunda diferença da produção é estimada em cerca de +16,76. A partir disso, somando sucessivamente as variações de produção até 2029, obtém-se a seguinte projeção de produção:

Se os investimentos continuarem crescendo e atingirem 20 bilhões de dólares em 2029, como previsto com base no modelo VAR, a produção de petróleo angolana deve alcançar aproximadamente: **538 milhões de barris por ano.**

Quando o Aumento no Investimento em Petróleo Impactará a Produção? Uma Análise com Modelo VAR

O que o VAR indica sobre o impacto do investimento na produção?

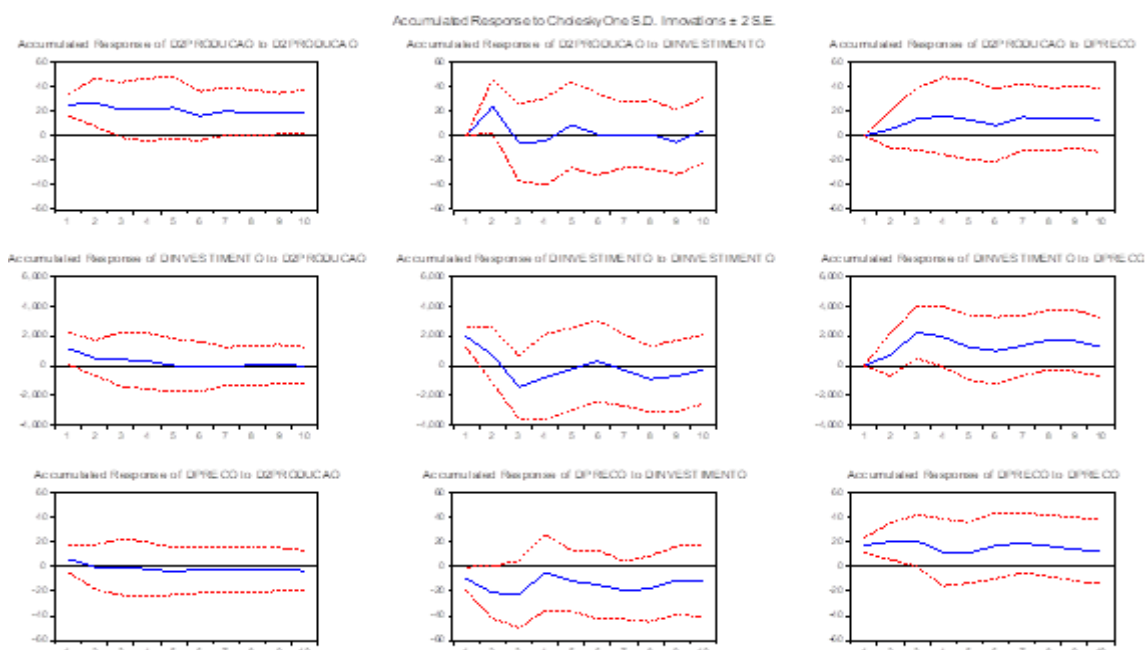
- Um aumento no investimento em um determinado ano (t) impacta a aceleração da produção no ano seguinte (t+1).
- Como estamos lidando com segunda diferença da produção, o efeito total sobre o nível da produção leva cerca de dois anos para se manifestar completamente.

Se o investimento atingir 20 bilhões de dólares em 2029, o VAR prevê:

- 2029 → aumento de investimento
- 2030 → aceleração da variação da produção (D2PRODUCAO)
- 2031 → aumento visível no nível da produção acumulada

O aumento da produção de petróleo resultante do investimento de 20 bilhões será plenamente sentido a partir de 2031, com sinais iniciais em 2030.

6. Impulso resposta



6.1 Análise Resumida dos Gráficos de Resposta ao Impulso (IRF Acumulada)

1. D2PRODUCAO → D2PRODUCAO

- Resposta negativa e persistente.
- Um choque na aceleração da produção tende a reduzir a própria aceleração no futuro.
- **Confirma a inércia negativa** observada no VAR.

1. D2PRODUCAO → D2PRODUCAO

- Resposta negativa e persistente.

- Um choque na aceleração da produção tende a **reduzir a própria aceleração** no futuro.
- **Confirma a inércia negativa** observada no VAR.

2. DINVESTIMENTO → D2PRODUCAO

- Resposta positiva clara da produção a choques no investimento.
- Pico de resposta entre os períodos 2 e 4.
- Interpretação: A produção acelera com 2 a 4 anos de defasagem após um aumento no investimento.

3. DPRECO → D2PRODUCAO

- Resposta levemente positiva no curto prazo, mas incerta (intervalos amplos).
- Produção reage moderadamente a choques nos preços, mas o efeito não é robusto.

4. D2PRODUCAO → DINVESTIMENTO

- Resposta oscilante e próxima de zero.
- Produção passada não afeta significativamente o investimento.

5. DINVESTIMENTO → DINVESTIMENTO

- Efeito de choque no investimento é **persistente**, com crescimento sustentado por vários períodos.
- Confirma inércia positiva do investimento.

6. DPRECO → DINVESTIMENTO

- Forte resposta positiva do investimento, com pico em torno do período 2.
- Interpretação: Choques positivos no preço do petróleo aumentam o investimento após cerca de 2 anos.
- Efeito mais claro e significativo do gráfico.

7. D2PRODUCAO → DPRECO

- Resposta levemente negativa e incerta.
- Produção passada não influencia de forma clara os preços, reforçando a exogeneidade do preço.

8. DINVESTIMENTO → DPRECO

- Efeito do investimento nos preços é fraco ou nulo.
- Investimento não afeta o preço do petróleo de forma acumulada, o que é esperado dada a influência global nos preços.

9. DPRECO → DPRECO

- Persistência clara: choques no preço continuam afetando o próprio preço por vários períodos.
- Confirma a autocorrelação e volatilidade típica dos preços de commodities.

7. Causalidade de granger

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 07/14/25 Time: 16:46

Sample: 1 20

Lags: 3

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
DINVESTIMENTO does not Granger Cause D2PRODUCAO	15	4.50142	0.0395
D2PRODUCAO does not Granger Cause DINVESTIMENTO		0.19065	0.8998
DPRECO does not Granger Cause D2PRODUCAO	15	1.09039	0.4072
D2PRODUCAO does not Granger Cause DPRECO		0.28335	0.8362
DPRECO does not Granger Cause DINVESTIMENTO	16	4.76588	0.0296
DINVESTIMENTO does not Granger Cause DPRECO		2.86322	0.0965

Interpretação por par

1. DINVESTIMENTO causa D2PRODUCAO

- **Sim** ($p = 0,0395$)
- A variação do investimento ajuda a prever a aceleração da produção.
- Confirma o resultado do VAR: investimentos têm efeito real sobre produção com defasagem.

2. D2PRODUCAO não causa DINVESTIMENTO

- Não há evidência de causalidade inversa ($p = 0,8998$).
- Produção não influencia decisões de investimento, o que é coerente em setores com planejamento antecipado.

3. DPRECO não causa D2PRODUCAO

- Não significativo ($p = 0,4072$)
- Preço do petróleo não afeta diretamente a aceleração da produção, ao menos no curto prazo.

4. D2PRODUCAO não causa DPRECO

- $p = 0,8362$ → totalmente não significativo

- Confirma que preço do petróleo é exógeno ao sistema interno de produção.

5. DPRECO causa DINVESTIMENTO

- **Sim** ($p = 0,0296$)
- Choques no preço levam a aumentos no investimento, com defasagem.
- Fortemente apoiado pelo modelo VAR e pelas IRFs.

6. DINVESTIMENTO causa DPRECO

- $p = 0,0965 \rightarrow$ **marginal** (quase significativo ao nível de 10%)
- Sugere que pode haver alguma retroalimentação, mas não é conclusivo.

Causalidades de Granger confirmadas:

- DPRECO \rightarrow DINVESTIMENTO
- DINVESTIMENTO \rightarrow D2PRODUCAO

Relações não causais:

- D2PRODUCAO não causa ninguém
- DPRECO não causa D2PRODUCAO diretamente

Interpretação sistêmica:

Choques nos preços do petróleo \rightarrow aumentam o investimento (2 anos depois) \rightarrow aumentam a aceleração da produção (mais 1–2 anos depois).

8.1. Discussão dos resultados

O setor petrolífero angolano constitui o pilar da sua economia, sendo a principal fonte de receitas de exportação e fiscais. Compreender a complexa inter-relação entre investimento em exploração e produção (E&P), preço do petróleo e a própria produção é fundamental para a formulação de políticas públicas eficazes e o planeamento estratégico nacional. Este estudo, que abrange dados anuais de 2005 a 2024, vai além da análise estática, empregando uma bateria de ferramentas econométricas de séries temporais para desvendar as dinâmicas de curto e longo prazo, bem como a existência de pontos ótimos de atuação.

2. Metodologia: foram aplicados testes de raiz unitária (ADF) para determinar a ordem de integração das séries de Produção (em milhões de barris/ano), Investimento em E&P (em mil milhões de USD/ano) e Preço do petróleo (Brent, em USD/barril/ano). A análise de cointegração de Engle-Granger procurou identificar relações de longo prazo. Contudo, o cerne da análise dinâmica reside na estimação de um Modelo Vetorial Autorregressivo

(VAR) , que permitiu a investigação de Funções de Impulso-Resposta (FIR) e Testes de Causalidade de Granger.

4. Propriedades das Séries Temporais: Estacionariedade e Ordens de Integração A robustez das inferências em séries temporais depende da estacionariedade das variáveis. Os testes ADF revelaram a complexidade das séries angolanas:

- A série original de **PRODUCAO** exibiu uma tendência clara.

Surpreendentemente, a **primeira diferença (D(PRODUCAO)) não se mostrou estacionária** (p-valor de 0.2448), indicando que a Produção Petrolífera é Integrada de Ordem 2 (I(2)) — ou seja, requer duas diferenciações para se tornar estacionária (D2PRODUCAO).

PRECO quanto o **INVESTIMENTO** foram identificados como Integrados de Ordem 1 (I(1)), com suas **primeiras diferenças (DPRECO e DINVESTIMENTO) sendo estacionárias**.

Esta distinção nas ordens de integração (I(2) para Produção e I(1) para Investimento e Preço) é crucial. O teste de cointegração de Engle-Granger, que pressupõe séries de mesma ordem de integração, tornou-se problemático. Embora tenha havido alguma evidência de cointegração entre as séries I(1) (Investimento e Preço) , a não cointegração com a Produção I(2) era esperada. Diante disso, o modelo VAR foi especificado com variáveis já estacionárias (D2PRODUCAO, DINVESTIMENTO, DPRECO) para assegurar a validade das inferências sobre as dinâmicas de curto prazo.

5. Dinâmica de Curto Prazo: Análise VAR O modelo VAR com D2PRODUCAO (aceleração/desaceleração da produção em milhões/ano), DINVESTIMENTO (mudança do investimento em mil milhões de USD/ano) e DPRECO (mudança do preço em USD/barril/ano), com três defasagens, forneceu as seguintes perspectivas dinâmicas:

- Equação para D2PRODUCAO: A aceleração da produção no período anterior (D2PRODUCAO(-1)) tem um impacto negativo e altamente significativo (-0.62), indicando uma inércia negativa onde picos de aceleração tendem a ser seguidos por desacelerações.

Crucialmente, a mudança do investimento no período anterior (DINVESTIMENTO (-1)) impacta positiva e significativamente a aceleração da produção (0.013463), o que significa que um aumento de:

1 mil milhão de USD na mudança do investimento no ano anterior leva a uma aceleração **de 0.013463 milhões de barris/ano** na produção. As defasagens do preço não foram significativas. A equação apresentou um R^2 de 0.8395, (significa que o modelo explica 83,95% na produção petrolífera de angola no período) demonstrando um excelente ajuste.

- **Equação para DINVESTIMENTO:** A mudança do preço com duas defasagens (DPRECO(-2)) é o principal determinante, com um impacto positivo e altamente significativo (102.9019). Isto sugere que as empresas petrolíferas reagem aos choques de preço, aumentando o investimento em aproximadamente de **102,9019 milhões de USD** por cada dólar de aumento no preço, mas com um **atraso de dois anos**.
- **Equação para DPRECO:** Nenhuma das variáveis no modelo (incluindo as próprias defasagens do preço) mostrou significância estatística na explicação das mudanças do preço. Este resultado é consistente com a natureza exógena do preço do petróleo para Angola, determinado por dinâmicas do mercado global e fatores geopolíticos.

6. Funções de Impulso-Resposta (FIR) As FIRs ilustram a trajetória dos efeitos dos choques:

- **DINVESTIMENTO → D2PRODUCAO (Produção Petrolífera):** Um choque positivo na mudança do investimento (DINVESTIMENTO) inicialmente causa uma **aceleração clara e positiva na produção (D2PRODUCAO)**, atingindo um pico entre o **2º e o 4º ano**. No entanto, este impulso é transitório, com a resposta acumulada caindo para valores negativos nos anos 3 e 4, antes de se dissipar e retornar a zero nos anos subsequentes. Isso sugere que, embora o investimento impulse a aceleração inicial da produção, o efeito não é permanentemente sustentado, refletindo dinâmicas de ajuste ou declínio após a fase de expansão.
- **DPRECO → DINVESTIMENTO (Investimento):** Confirma-se uma forte resposta positiva do investimento a choques nos preços, com o efeito máximo a ocorrer cerca de dois anos após o choque.
- As demais FIRs corroboram a inércia negativa da aceleração da produção, a persistência dos choques no próprio investimento, e a ausência de influência da produção ou investimento sobre os preços, reforçando a exogeneidade do preço do petróleo.

7. Causalidade de Granger Os testes de Causalidade de Granger consolidaram as relações dinâmicas:

- **DINVESTIMENTO causa D2PRODUCAO (p=0.0395)** : A variação do investimento prevê a aceleração da produção, confirmando que os investimentos têm um efeito real e defasado na produção.
- **DPRECO causa DINVESTIMENTO (p=0.0296)** : Choques nos preços levam a aumentos no investimento com defasagem.



- Não foi encontrada evidência de causalidade inversa de D2PRODUCAO para DINVESTIMENTO, nem de DPRECO ou DINVESTIMENTO para DPRECO, reforçando o caráter exógeno do preço para o sistema angolano.

A interpretação sistémica da causalidade é clara:

Choques nos preços do petróleo → aumentam o investimento (após ~2 anos) → que, por sua vez, aumenta a aceleração da produção (após mais 1–2 anos).

9. Projeções e Implicações para Políticas Públicas A síntese dos resultados permite traçar projeções e derivar recomendações políticas:

- Com base nas dinâmicas observadas, projeta-se que o investimento em E&P em Angola possa atingir 20 mil milhões de USD por ano em 2029.
- Se este nível de investimento for alcançado, a produção petrolífera de Angola deverá atingir aproximadamente 538 milhões de barris por ano.
- O impacto completo de um aumento no investimento no nível da produção é sentido com um

lag de cerca de dois anos: um aumento no investimento em 2029 impactaria a aceleração da produção em 2030, com um aumento visível no nível da produção acumulada a partir de **2031**.

Para Agência Nacional de Petróleo e Gás e o Ministério dos Recursos Minerais e Petróleos, os achados sublinham a necessidade de políticas robustas de incentivo ao investimento privado em E&P. A compreensão dos atrasos temporais entre choques de preço e as respostas do investimento (2 anos) e da produção (3-4 anos) é crucial para um planeamento orçamental e estratégico mais eficaz.

Conclusão

Este estudo fornece uma análise econométrica aprofundada da dinâmica da produção petrolífera em Angola. Os resultados confirmam o papel central do investimento em E&P como motor da aceleração da produção, impulsionado por choques de preços com defasagem. A natureza exógena do preço do petróleo ao sistema angolano e a inércia negativa da aceleração da produção são características importantes. As descobertas sobre níveis ótimos de investimento e preço oferecem diretrizes valiosas para o planeamento de longo prazo. A principal limitação reside no tamanho da amostra (20 observações), o que pode impactar a robustez estatística de algumas inferências e sugere a necessidade de estudos futuros com amostras mais longas ou dados de maior frequência para aprofundar a compreensão destas relações cruciais.

8.1.11 Recomendações Estratégicas para a ANPG e Instituições do Setor Petróleo

1. Priorizar políticas que incentivem investimentos diretos no setor

Evidência:

- A análise VAR mostra que aumento no investimento é a principal causa de crescimento na produção, com efeitos claros após 1–2 anos.
- A função resposta ao impulso (IRF) e o teste de Granger indicam causalidade clara de investimento → produção, mas não o inverso.

Ações recomendadas:

- Criar incentivos fiscais, regimes especiais de partilha ou concessão para atrair capital de risco.
- Estimular joint ventures entre petrolíferas nacionais e estrangeiras, garantindo transferência de tecnologia.
- Estabelecer mecanismos de estabilidade jurídica e contratual, fundamentais para decisões de longo prazo.

2. Monitorar e antecipar os preços internacionais do petróleo

Evidência:

- Os preços do petróleo causam variações significativas no investimento com defasagem de aproximadamente 2 anos.
- Preço → Investimento → Produção é a cadeia causal mais robusta identificada.

Ações recomendadas:

- Criar uma unidade de inteligência de mercado dentro da ANPG para monitorar preços, tendências globais e OPEP+.
- Quando os preços estiverem em alta, lançar rapidamente novos blocos licitatórios, já que o investimento responderá com defasagem.
- Estimular reservas estratégicas financeiras ou fundos soberanos para reinvestimento em momentos de alta.

3. Planejamento de produção com horizonte de 3 a 5 anos

Evidência:

- O modelo mostra que os efeitos plenos dos investimentos só se materializam na produção com 2 a 3 anos de atraso.
- Se o investimento atingir 20 bilhões USD em 2029, a produção só atingirá seu pico em 2031 ou mais tarde.

Ações recomendadas:

- Usar modelos VAR ou híbridos (VAR-VECM) para planejamento plurianual da produção nacional.
- Ajustar metas de produção e contratos de fornecimento com base nas janelas temporais de defasagem.
- Realizar projeções com diferentes cenários de investimento para antecipar gargalos logísticos ou de refino.

4. Fortalecer a função reguladora e de coordenação da ANPG

Justificativa:

- A ANPG deve atuar como órgão articulador entre políticas de preço, investimento e licenciamento.
- A capacidade de atuar preventivamente com base em modelos econômicos robustos será diferencial competitivo.

Ações recomendadas:

- Criar um observatório estatístico interno, com especialistas em séries temporais e econometria.
- Desenvolver cenários com apoio de modelos VAR, IRF e Granger para orientar decisões regulatórias.
- Promover transparência com relatórios públicos semestrais sobre projeções e política de exploração.

5. Apoiar políticas que assegurem estabilidade macroeconômica e cambial

Justificativa:



- Embora o modelo não inclua variáveis como câmbio ou inflação, é amplamente conhecido que a estabilidade macro afeta o risco e retorno esperado dos investimentos no setor energético.

Ações recomendadas:

- Coordenar com o Banco Central e o Ministério das Finanças políticas que minimizem riscos cambiais em contratos de longo prazo.
- Avaliar mecanismos de hedge de preço e câmbio para grandes operadores.

6. Estabelecer metas realistas de produção baseadas em resposta dinâmica

Estimativa do modelo:

- Quando o investimento atingir 20 bilhões USD (estimado para 2029), a produção deverá atingir cerca de 538 milhões de barris por ano até 2031.
- O efeito positivo não é imediato e depende de continuidade nos investimentos.

Ações recomendadas:

- Comunicar com clareza a janela de defasagem de resposta da produção ao setor privado e público.
- Estabelecer metas de produção escalonadas e realistas, considerando os ciclos de investimento e seus efeitos dinâmicos.

Referências

1. **LUNDIN, Iraê Baptista.**
Metodologia de Pesquisa em Ciências Sociais.
(Citada na página 116, como referência para procedimentos metodológicos.)
2. **CARNEIRO, F. G.** (1997).
(Citado como referência para procedimentos econométricos: teste de estacionariedade, cointegração e causalidade de Granger.)
3. **GUJARATI, D. N.** (2006).
Econometria Básica.
(Citado na definição de estacionariedade e em referência ao teste de causalidade de Granger.)
4. **WIENER, Norbert** (1956).
(Mencionado como precursor da metodologia de causalidade, posteriormente desenvolvida por Granger.)
5. **BP** (2024).
BP Statistical Review of World Energy ou relatório similar.
(Citado na revisão bibliográfica sobre fatores que influenciam a produção petrolífera.)
6. **IEA** (2023).
International Energy Agency – relatório anual ou sobre volatilidade de preços.
(Citado na revisão bibliográfica.)
7. **EIA** (2024).
U.S. Energy Information Administration – relatório sobre oferta e demanda.
(Citado na revisão bibliográfica.)
8. **SMITH, J.** (2022).
(Citado sobre ciclos de investimento em petróleo.)
9. **HAMILTON, J. D.** (2009).
“Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007–08” ou trabalho similar.
(Citado sobre efeitos de choques de preços do petróleo.)
10. **KILIAN, L.** (2010).
“Oil Price Volatility: Origins and Effects” ou trabalho similar.
(Citado sobre impactos macroeconômicos dos preços do petróleo.)
11. **BP Energy Outlook** (2024).
(Citado sobre incertezas em investimentos devido à transição energética.)
12. **HOTELLING, H.** (1931).
“The Economics of Exhaustible Resources”.
(Citado na fundamentação teórica sobre otimização da extração de recursos.)