

# ANÁLISE ECONOMETRICA DO MODELO KEYNESIANO DE DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO (MERCADO REAL). UMA APLICAÇÃO AOS INDICADORES MACROECONÓMICOS DA ECONOMIA ANGOLANA.

## ECONOMETRIC ANALYSIS OF THE KEYNESIAN MODEL OF YIELD DETERMINATION (REAL MARKET). AN APPLICATION TO THE MACROECONOMIC INDICATORS OF THE ANGOLAN ECONOMY.

Pedro Domingos Chitandula<sup>1\*</sup> ; Alcides Onésimo Nunda<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Faculdade de Economia da UJES. Huambo-Angola. <sup>2</sup> Faculdade de Economia da UJES. Huambo-Angola

\* Email para correspondência: [pedrochitandula@gmail.com](mailto:pedrochitandula@gmail.com) / [pedro.chitandula@ujes.ao](mailto:pedro.chitandula@ujes.ao)

### RESUMO

O presente artigo procura analisar econometricamente o modelo *Keynesiano* de determinação do rendimento (mercado real), com aplicação aos indicadores macroeconómicos da economia angolana no período de 1993 a 2023. Para a concretização da pesquisa foi aplicado o modelo de regressão linear múltipla, cuja a estimação expressa a natureza do comportamento do rendimento (PIB) da economia angolana no período em análise. Os resultados obtidos e os testes estatísticos realizados, provam que as exportações líquidas tiveram maior impacto (estatístico e económico) no PIB, em relação a outras variáveis, evidenciando a dependência da economia angolana no sector externo, e que o governo pode utilizar este modelo para possíveis definições e formulações de políticas económicas, por intermédio da manipulação dos instrumentos das variáveis estratégicas: consumo, investimento, gastos públicos, exportações e importações.

**Palavras-chave:** Análise Econométrica, Modelo Keynesiano, Políticas Económicas.

### ABSTRACT

This article seeks to econometrically analyze the Keynesian model of income determination (real market), with application to the macroeconomic indicators of the Angolan economy in the period from 1993 to 2023. To carry out the research, the multiple linear regression model was applied, whose estimation expresses the nature of the income behavior (GDP) of the Angolan economy in the period under analysis. The results obtained and the statistical tests performed prove that net exports had a greater impact (statistical and economic) on GDP, in relation to other variables, evidencing the dependence of the Angolan economy on the external sector, and that the government can use this model to possible definitions and formulations of economic policies, through the manipulation of the instruments of strategic variables: consumption, investment, public spending, exports and imports.

**Keywords:** Econometric Analysis, Keynesian Model, Economic Policies.

## Introdução

Os modelos macroeconómicos da economia constituem uma maneira de avaliar propostas de políticas económicas, uma vez que descrevem a economia não apenas em termos qualitativos, mas também quantitativos. Os economistas desenvolvem modelos macroeconómicos para simular os efeitos de políticas económicas alternativas, para tal, utilizam dados históricos para estimar parâmetros. Saber quais são os verdadeiros parâmetros da função rendimento a ser especificado ou o verdadeiro modelo de regressão amostral, permite ter uma ideia do nível de variação do rendimento, dada uma variação para cada uma das componentes da procura agregada (consumo, investimento, gastos públicos e exportações líquidas), *ceteris paribus* (Cristino De Souza et al., 2019). Portanto analisar a função rendimento por intermédio de um modelo econométrico é uma forma mais realista de quantificar os principais indicadores macroeconómicos relevantes a economia.

A função rendimento Keynesiana, constitui a principal identidade macroeconómica utilizada para calcular o valor de mercado de todos os bens e serviços finais produzidos num país durante um determinado período de tempo. Nela integram o consumo privado, o investimento das empresas, os gastos públicos e as exportações líquidas conforme afirma (Pinho, 2015). A presente pesquisa consiste em efectuar um estudo econométrico da função rendimento, a partir do modelo de determinação do rendimento de equilíbrio (mercado real), proposto pelo economista *John Maynard Keynes*, proporcionando assim uma descrição mais realista do peso de cada uma das variáveis da procura agregada (consumo, investimento, gastos públicos e exportações líquidas) no rendimento de Angola, bem como um arcabouço para o apuramento e avaliação dos dados concretos e relevantes à economia. Servindo assim como base no processo de formulação e implementação de políticas económicas, uma vez que se prove através de testes estatísticos, a adequação do modelo estimado aos dados da economia angolana. Os dados (anuais) utilizados para a estimação da função rendimento estão expressos em mil milhões de dólares, compreendem o período de 1993 a 2023 (retirados do site do Banco Mundial). Para a estimação do modelo serão utilizados os *softwares* de tratamento econométrico (*Eviens* e *Gretl*) que também permitirão obter, os testes estatísticos, como, os testes t e F, o teste *RESET*, o teste de *White*, o teste de *Breusch- Godfrey*, o teste de *Durbin Watson* e outros testes para averiguar a robustez e a validade geral do modelo.

## Metodologia

A análise económica no lado da procura, foi introduzido por *Keynes*, quando analisou a procura agregada de todos sectores da economia. Definiu o mercado real composto por um lado da procura agregada e um lado da oferta agregada. A oferta agregada (*Aggregate supply*) refere-se à quantidade total de bens e serviços que as empresa de um país estão dispostas a produzir e vender num dado período. Depende do nível de preços, da capacidade produtiva e do nível dos custos dos factores. A procura agregada (*Aggregate demand*) refere-se ao montante total que os diferentes sectores da economia estão dispostos a gastar num dado período. Depende do nível de preços, das políticas de curto prazo, entre outros. O equilíbrio neste mercado é dado pela igualdade entre procura e a oferta agregada de bens e serviços (Schmidt & Giambiagi, 2015).

Bernardo (2015), afirma que este equilíbrio representa a função rendimento de uma economia no lado real. A oferta agregada de bens e serviços ( $Y$ ), corresponde ao rendimento da economia (PIB). A procura agregada de bens e serviços ( $AD$ ), corresponde ao somatório da procura de todos sectores da economia, nomeadamente: a procura das famílias ( $C$ ), a procura das empresas ( $I$ ), a procura do estado ( $G$ ) e a procura do sector externo ( $NX$ - Exportações Líquidas), correspondente a diferença entre as exportações de bens e serviços ( $X$ ) e as importações de bens e serviços ( $M$ ). O modelo *keynesiano* procura explicar a determinação do produto ou rendimento de uma economia, através da igualdade entre rendimento e a procura, para que isso seja possível, é necessário relacionar cada uma das componentes da procura agregada com o rendimento. Assim agregando todas as variáveis, obtêm-se a equação (1) geral da procura agregada da economia:

$$AD = C + I + G + (X - M) = C + I + G + NX \quad (1)$$

### Forma Estrutural do Modelo Keynesiano de Determinação do Rendimento (Equilíbrio no Mercado Real).

Para Gomes (2012), a forma estrutural permite, indicar a estrutura do modelo, o mercado em estudo, os sectores considerados, as equações de comportamento consideradas, a equação de equilíbrio, a equação de definição, e a identificação das variáveis objectivo e estratégicas.



No caso do mercado real há variáveis que podem assumir diferentes tipos de equações de comportamento: os gastos públicos, os impostos, as transferências, o consumo, o investimento, as importações e as exportações. A equação de equilíbrio, traduz-se na igualdade entre a procura agregada (AD) e a oferta agregada (Y) de bens e serviços; as equações de definição, traduzem conceitos ou, identidades da contabilidade, são o caso da definição de despesa agregada e a definição de oferta agregada; as equações de comportamento são utilizadas para as variáveis que, consoante os pressupostos considerados, podem ter diferentes expressões analíticas. Estas equações têm uma parcela autónoma, e outras acrescentam uma parcela induzida verificada por uma relação directa e inversa entre as variáveis. Ainda seguindo (Gomes, 2012), a forma estrutural do modelo referente ao mercado real de determinação do rendimento é a seguinte:

$$Y = AD \quad (2)$$

$$AD = C + I + G + (X - M) \quad (3)$$

$$C = \bar{C} + cY_d \quad (4)$$

$$Y_d = Y - T + T_r \quad (5)$$

$$T = \bar{T} + tY \quad (6)$$

$$T_r = \bar{T}_r \quad (7)$$

$$I = \bar{I} - ei \quad (8)$$

$$G = \bar{G} \quad (9)$$

$$X = \bar{X} \quad (10)$$

$$M = \bar{M} + mY \quad (11)$$

Em que (2) é a equação de equilíbrio; (3) e (5) são equações de definição; (4), (6), (7), (8), (9), (10) e (11) são equações de comportamento.

A procura agregada conjugada com a oferta agregada permite encontrar o equilíbrio macroeconómico, ou seja, uma situação em que quer o PIB real, quer o nível geral de preços satisfazem quer os compradores, quer os vendedores. A função rendimento (PIB) de equilíbrio será assim definida por (Bernardo, 2015):

$$Y = C + I + G + NX \quad (12)$$

### Modelo de Regressão linear múltipla

Em um modelo geral de regressão múltipla, uma variável explicada  $Y_t$  está relacionada com várias variáveis explicativas  $X_{2t}$ ,  $X_{3t}$ ,  $X_{4t}$ , ...,  $X_{kt}$ , por uma equação linear que pode ser escrita como (Hill et al., 2012):

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{2t} + \beta_2 X_{3t} + \beta_3 X_{4t} + \dots + \beta_k X_{kt} + \mu_t \quad (13)$$

Os coeficientes  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k$  são parâmetros desconhecidos. O parâmetro  $\beta_k$  mede o efeito de uma variação (unitária) na variável  $X_{kt}$  sobre o valor esperado de  $Y_t$ ,  $E(Y_t)$ , mantidas constantes todas as outras variáveis. O parâmetro  $\beta_0$  é o termo intercepto. A variável à qual  $\beta_0$  está ligado é  $X_{1t} = 1$  e  $u_t$  é uma perturbação estocástica não observável. A relação entre as variáveis  $Y_t, X_{2t}, X_{3t}, X_{4t}, \dots, X_{kt}$  e  $u_t$  descrita pela equação (13) é verificada numa certa população, sendo então válida para todos os elementos que integram essa população.

Segundo (Oliveira et al., 2011), para cada subgrupo de  $n$  indivíduos dessa população são conjuntamente válidas as relações:

$$\begin{cases} Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_{21} + \beta_2 X_{31} + \beta_3 X_{41} + \dots + \beta_k X_{k1} + \mu_1 \\ Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_{22} + \beta_2 X_{32} + \beta_3 X_{42} + \dots + \beta_k X_{k2} + \mu_2 \\ \dots \\ Y_n = \beta_0 + \beta_1 X_{2n} + \beta_2 X_{3n} + \beta_3 X_{4n} + \dots + \beta_k X_{kn} + \mu_n \end{cases} \quad (14)$$

O sistema de equações em (14) pode ser representado de forma mais simplificada, recorrendo à notação matricial, como:

$$Y = X\beta + \mu \quad (15)$$

Em que  $Y$  designa um vector ( $n \times 1$ ) de observações da variável  $Y$ ;  $X$  é uma matriz ( $n \times k$ ), cuja primeira coluna todos os elementos são iguais a 1 e em que cada uma das restantes colunas contém as  $n$  observações de, sucessivamente,  $X_{2t}$ ,  $X_{3t}$ ,  $X_{4t}$ , ...,  $X_{kt}$ ;  $\beta_k$  é um vector ( $k \times 1$ ) de coeficientes de regressão e  $\mu$  é um vector ( $n \times 1$ ) de perturbações aleatórias. O termo linear no modelo de regressão linear não significa uma relação linear entre as variáveis, mas um modelo em que os parâmetros comparecem na forma linear. Ou seja, o modelo é linear nos parâmetros, mas não necessariamente linear nas variáveis, o que significa que os parâmetros não são multiplicados entre si, nem divididos, nem elevados ao quadrado, ao cubo, etc. Contudo as variáveis podem ser transformadas em qualquer forma conveniente, desde que o modelo resultante satisfaça as hipóteses do modelo de regressão linear (Horta, 2020).

Para analisar as propriedades estatísticas dos estimadores é necessário conhecer a distribuição de propriedade da variável  $\mu$  ou, pelo menos, de conhecer os principais momentos dessa distribuição. Não sendo essa distribuição conhecida, nem sendo a variável  $\mu$  observável, terão de estabelecer-se determinadas hipóteses relativas a sua distribuição de probabilidade. Essas hipóteses e outras relativas às variáveis explicativas, são conhecidas como hipóteses clássicas do modelo de regressão linear (Oliveira et al., 2011):

1. Hipótese ( $H_0$ ): Esta hipótese diz respeito à verificação, numa dada população do modelo de regressão linear. Existe numa certa população uma relação entre as variáveis  $Y_t$ ,  $X_{2t}$ ,  $X_{3t}$ ,  $X_{4t}$ , ...,  $X_{kt}$  descrita pela equação:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{2t} + \beta_2 X_{3t} + \beta_3 X_{4t} + \dots + \beta_k X_{kt} + \mu_t \quad (16)$$

Esta subjacente em ( $H_0$ ) a definição de um sentido de causalidade com fundamentos a teoria económica: são as variações das variáveis explicativas que determinam, provocam, causam, variações na variável explicada; “Esta também implícita uma decomposição dos valores assumidos pela variável explicada numa componente sistemática (associada pela teoria económica a variações ocorridas nas variáveis explicativas) e numa componente residual, a que expressamente se confere a natureza aleatória; Subentende-se em ( $H_0$ ) que está identificada a lista completa das variáveis explicativas com influência sobre a variável dependente” (Hill et al., 2012).

2. Hipótese ( $H_1$ ): Esta hipótese postula que o valor observado ou esperado do termo de perturbação é igual a 0, é plausível se se considerar a justificação apresentada para a sua presença no modelo, relacionada, com a não inclusão explícita de determinados factores explicativos de  $Y$  de carácter aleatório ou residual. Alguns destes factores terão influência positiva sobre  $Y$ , enquanto que, para outros, essa influência será negativa, de tal forma que essas influências tendem a compensar-se tornando assim nulo o valor de  $\mu$ :

$$E(\mu/X_{2t}, X_{3t}, X_{3t}, \dots, X_{kt}) = 0, \quad \forall_t \quad (17)$$

3. Hipótese ( $H_2$ ): Esta hipótese postula que a variância do termo de perturbação, é uma constante, idêntica qualquer que seja a sequência ordenada  $X_{2t}, X_{3t}, X_{3t}, \dots, X_{kt}$ , ou seja, esta hipótese postula que para a mesma sequência de variáveis explicativas, que ela seja, ter-se-ão diversos valores da variável explicativa e conseqüentemente diversos valores para  $\mu$ , mas no entanto, a dispersão desses valores (variância) será sempre igual:

$$Var(\mu/X_{2t}, X_{3t}, X_{3t}, \dots, X_{kt}) = \sigma^2, \quad \forall_t \quad 0 < \sigma^2 < \infty \quad (18)$$

Esta hipótese é conhecida como hipótese da homoscedasticidade (igual variância). Assim por hipótese, diz-se que as perturbações aleatórias são homoscedásticas (Loures, 2019)

4. Hipótese ( $H_3$ ): Esta hipótese postula que a covariância entre dois quaisquer termos de perturbação é nula, ou seja, não estão correlacionadas. Esta hipótese é conhecida por hipótese de ausência de autocorrelação. De forma simplificada, vem:

$$Cov(\mu_i, \mu_j) = 0, \quad \forall_{i,j}: i \neq j \quad (19)$$

5. Hipótese ( $H_4$ ): As variáveis explicativas  $X_{2t}, X_{3t}, X_{3t}, \dots, X_{kt}$  são variáveis não aleatórias. “As variáveis quanto as naturezas são consideradas em aleatórias e não aleatórias. Se uma variável for aleatória, os valores que ela assume para os diferentes momentos dependem do acaso, não sendo possível determinar esses valores a priori a través de uma qualquer relação determinística com outras variáveis ou factores explicativos. No caso de uma variável não aleatória, os valores que assume para os diferentes momentos não dependem do acaso” (Oliveira et al., 2011).

6. Hipótese ( $H_5$ ): Na amostra, de dimensões  $n > k$ , são linearmente independentes as variáveis explicativas  $X_{2t}, X_{3t}, X_{3t}, \dots, X_{kt}$  e o termo independente, se incluído. Não há relação linear exacta entre as variáveis explicativas, não há multicolinearidade ou colinearidade entre as variáveis explicativas. “Esta hipótese postula, em primeiro lugar, que a dimensão da amostra é superior ao número de coeficientes de regressão. Se o número de observações for igual a  $k$ , ou menor, não será possível estimar  $k + 1$  coeficientes desconhecidos. Em segundo lugar, postula que as variáveis explicativas não podem ser linearmente dependentes ou seja não há relação linear exacta entre as variáveis explicativas, em outras palavras não há multicolinearidade entre essas variáveis” (Gujarati & Porter, 2008).
7. Hipótese ( $H_6$ ): Esta hipótese postula, que o termo perturbação  $\mu$  segue uma distribuição normal de média 0 e variância  $\sigma^2$ , ou seja, as perturbações estão normalmente distribuídas. A distribuição de probabilidade dos estimadores mínimos quadrados ordinários (MQO) depende da distribuição das perturbações estocásticas  $\mu$ . Nestas condições, os estimadores de MQO dos coeficientes de regressão têm variância mínima na classe dos estimadores cêntricos (Hill et al., 2012):

$$\mu_t \sim (0, \sigma^2) = 0, \quad \forall_t \quad (20)$$

Segundo Hoffmann (2017), o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO) é o mais utilizado para análise de regressão porque é intuitivamente convincente e matematicamente muito mais simples em relação a outros métodos, tem algumas propriedades estatísticas muito atraente que o tornaram um dos métodos de análise de regressão mais poderosos e difundidos na ciência econométrica. Para Morais et al. (2016), o método dos mínimos quadrados (MQ) determina os estimadores para os coeficientes de regressão através da minimização da soma dos quadrados dos resíduos de estimação. Os erros ou resíduos de estimação  $e_t$  são definidos como a diferença entre os valores observados para a variável explicada e os valores estimados para essa mesma variável, ou seja:

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t = Y - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{2t} + \hat{\beta}_2 X_{3t} + \dots + \hat{\beta}_k X_{kt}) \quad (21)$$

Onde  $\widehat{Y}_t$  é o valor estimado para a variável Y e  $\widehat{\beta}_0 + \widehat{\beta}_1 X_{2t} + \widehat{\beta}_2 X_{3t} + \dots + \widehat{\beta}_k X_{kt}$  são as estimativas dos parâmetros desconhecidos  $\beta_0 + \beta_1 X_{2t} + \beta_2 X_{3t} + \beta_3 X_{4t} + \dots + \beta_k X_{kt}$ . Oliveira et al. (2011), afirmam que a estimação dos coeficientes de regressão é feita através da equação:

$$\widehat{Y}_t = \widehat{\beta}_0 + \widehat{\beta}_1 X_{2t} + \widehat{\beta}_2 X_{3t} + \dots + \widehat{\beta}_k X_{kt} \quad (22)$$

Ou em notação matricial:

$$\widehat{Y} = X\widehat{\beta} \quad (23)$$

As estimativas de mínimos quadrados dos parâmetros  $\beta_k$ , são obtidas minimizando a soma dos quadrados dos resíduos. Partindo do modelo de regressão escrito na forma matricial dado pela equação (13). A expressão (24) é a que permite obter as estimativas de mínimos quadrados  $\widehat{\beta}_k$  em função das matrizes X e Y, ou seja, em função das observações das variáveis exógenas e endógena (Hill et al., 2012):

$$\widehat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (24)$$

Para Horta (2020), a expressão (24) é um resultado fundamental da teoria dos MQO. Ela mostra como o vector  $\widehat{\beta}$  pode ser estimado com base nos dados fornecidos pela amostra. Para obter as estimativas dos parâmetros  $\beta_k$  tem-se, especificamente, de trabalhar com a inversa da matriz  $(X^T X)^{-1}$  e com o vector  $X^T Y$ . As matrizes  $X^T X$  e  $X^T Y$  (considerando  $i = 1, 2, \dots, n$ ) são dadas por:

$$X^T X = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & \dots & X_{2n} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} & \dots & X_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{k1} & X_{k2} & X_{k3} & \dots & X_{kn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & X_{21} & X_{31} & \dots & X_{k1} \\ 1 & X_{22} & X_{32} & \dots & X_{k2} \\ 1 & X_{23} & X_{33} & \dots & X_{k3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{2n} & X_{3n} & \dots & X_{kn} \end{pmatrix} \Leftrightarrow$$

$$X^T X = \begin{pmatrix} n & \sum X_{2i} & \sum X_{3i} & \dots & \sum X_{ki} \\ \sum X_{2i} & \sum X_{2i}^2 & \sum X_{2i} X_{3i} & \dots & \sum X_{2i} X_{ki} \\ \sum X_{3i} & \sum X_{3i} X_{2i} & \sum X_{3i}^2 & \dots & \sum X_{3i} X_{ki} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum X_{ki} & \sum X_{ki} X_{2i} & \sum X_{ki} X_{3i} & \dots & \sum X_{ki}^2 \end{pmatrix} \quad (25)$$

A matriz (25) é uma matriz quadrada de dimensão  $(n \times k)$  simétrica e cujos elementos da diagonal principal são necessariamente não negativos. Contém informação sobre os somatórios de quadrados das variáveis explicativas e sobre os somatórios de produtos cruzados dessas variáveis. Se na matriz  $X$  houver uma coluna de elementos iguais a 1, a matriz  $X^T X$  conterà também informação sobre a dimensão da amostra ( $n$ ) e sobre as somas de valores observados de cada uma das variáveis explicativas (Horta, 2020). De modo análogo, da multiplicação da transposta da matriz  $X$  pelo vector  $Y$ , resulta a matriz  $X^T Y$ :

$$X^T Y = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & \dots & X_{2n} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} & \dots & X_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{k1} & X_{k2} & X_{k3} & \dots & X_{kn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \dots \\ Y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum Y_i \\ \sum X_{2i} Y_i \\ \sum X_{3i} Y_i \\ \dots \\ \sum X_{ki} Y_i \end{pmatrix} \quad (26)$$

Da matriz (26) se pode aferir que os estimadores dos parâmetros  $\beta$  vêm expressos em função unicamente de  $n$ , o número de observações, e de somatórios, em  $i$ , das variáveis endógena e exógenas, e dos produtos cruzados destas variáveis. Com base numa determinada amostra, usando esses estimadores obter-se-ão estimativas para os parâmetros  $\beta$  do modelo de acordo com o critério de minimização da soma de quadrados dos resíduos (Loures, 2019).

### Transição do Modelo Económico para o Modelo Econométrico

A teoria económica faz declarações ou hipóteses principalmente de natureza qualitativa. Fornece informações importantes sobre o comportamento das variáveis económicas e a forma como elas se relacionam. Essas relações são representadas por intermédio de um modelo económico, expresso de forma matemática. O modelo matemático, postula a existência de uma relação determinística entre as variáveis económicas, conforme afirmam. O modelo em estudo na forma determinística é dado por (Gujarati & Porter, 2008):

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 C_t + \beta_2 I_t + \beta_3 G_t + \beta_4 NX_t \quad (27)$$

Em que  $Y_t$ ,  $C_t$ ,  $I_t$ ,  $G_t$  e  $NX_t$  representam o rendimento, o consumo, o investimento, os gastos públicos e as exportações líquidas;  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  e  $\beta_4$  representam os parâmetros do modelo, são, respectivamente o termo intercepto e os coeficientes angulares, cujo seus significados serão abordados mais adiante.

O modelo do rendimento Keynesiano (12) a ser utilizado para estimar a função rendimento (PIB) de Angola, postula que no curto prazo o rendimento da economia depende

exclusivamente da procura agregada (consumo, investimento, gastos públicos e exportações líquidas). Esta afirmação de certo modo não é correcta. Além destas variáveis (determinantes endógenos, variáveis cujo comportamento se pretende explicar através de um modelo económico), existem outras variáveis ou determinantes exógenos (as variáveis que não se conseguem explicar ou modelar num dado modelo) que afectam a despesa agregada e consequentemente o rendimento e que não são levadas em consideração no modelo apresentado, devido ao seu grau de abstracção envolvente, isto é não palpável, mais, influentes em seu contexto causa-efeitos (Gomes, 2012).

As variáveis que podem influenciar a procura agregada e consequentemente o rendimento, mais que devido ao seu grau de abstracção não podem ser consideradas no modelo, destacam-se, por exemplo: as crises económicas e políticas, as guerras, as catástrofes naturais, as perturbações sociais, os resultados eleitorais, os eventos de política externa ou uma previsão pessimista sobre o futuro por uma figura política proeminente, etc. (Morettin, 2006). Embora fossem incorporadas outras variáveis (exógenas) no modelo para a modelação da função rendimento de Angola, ainda assim não seria obtido um modelo que relacionasse de forma exacta o rendimento com essas variáveis, dado que existiria sempre factores aleatórios que influenciariam o rendimento. A formulação estocástica ou econométrica do modelo do rendimento será dada por:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 C_t + \beta_2 I_t + \beta_3 G_t + \beta_4 NX_t + \mu_t \quad (28)$$

A equação (28), representa o modelo típico de regressão linear múltipla em que  $Y_t$ ,  $C_t$ ,  $I_t$ ,  $G_t$  e  $NX_t$  são variáveis observáveis e  $u_t$  é uma variável aleatória não observável. A inclusão do termo de perturbação no modelo do rendimento, é forma prática e conveniente de acomodar no modelo uma multiplicidade de outros factores que têm influência sobre a variável explicada (Y), mas não estão adequadamente explicitados pelas variáveis explicativas (C, I, G, NX). Outra razão para explicar a inclusão do termo de perturbações no modelo, é que eles servem para acomodar os erros de medida na variável explicada desde que tais erros revistam a natureza aleatória.

### Colecta e Análise de Dados

Os dados anuais referentes ao rendimento (PIB), consumo das famílias, investimento das empresas, gastos do governo e exportações líquidas expressos em mil milhões de dólares referentes ao período de 1993 a 2023, utilizados na pesquisa, foram colectados no site oficial do Banco Mundial. A técnica utilizada para análise dos dados é a regressão linear múltipla.



Para a estimação do modelo foi utilizado o método dos mínimos quadrados ordinários, vulgarmente conhecido por OLS (*Ordinary least squares*) aplicado aos *softwares* econométricos *Eviens e Gretl* que também permitirão obter resultados para os testes estatísticos.

### Especificação do Modelo

Para estimar a função rendimento (PIB), foi utilizada a análise de regressão linear múltipla descrita pela equação:

$$PIB_t = \beta_0 + \beta_1 Cons_t + \beta_2 Inve_t + \beta_3 Gast_t + \beta_4 Exlq_t + u_t \quad (29)$$

Em que  $PIB_t$ , representa o rendimento no período em análise (com  $t = 1, 2, \dots, 31$ );  $Cons$ , representa as despesas de consumo final das famílias;  $Inve$ , representa as despesas com o investimento das empresas;  $Gast$ , representa os gastos públicos;  $Exlq$ , representa as exportações líquidas. O termo intercepto  $\beta_0$  representa a quantidade média do rendimento (PIB) quando não forem registados níveis de consumo, investimento, gastos e exportações líquidas, ou seja, quando cada uma das variáveis da procura agregada toma valor zero. "Em muitos os casos, esse parâmetro não tem interpretação económica clara, mas está quase sempre incluído no modelo de regressão, auxiliando na estimação global do modelo e na previsão" (Hill et al., 2012)  $\beta_1$  representa a magnitude do efeito de uma variação unitária nas despesas de consumo das famílias sobre o rendimento (PIB), *ceteris paribus*;  $\beta_2$  representa a magnitude do efeito de uma variação unitária nas despesas de investimento das empresas sobre o rendimento (PIB), *ceteris paribus*;  $\beta_3$  representa a magnitude do efeito de uma variação unitária nas despesas do governo sobre o rendimento (PIB), *ceteris paribus*;  $\beta_4$  representa a magnitude do efeito de uma variação unitária nas exportações líquidas sobre o rendimento, *ceteris paribus*.

A estimação da função rendimento (PIB) (29), pelo método MQO, da origem a especificação do modelo keynesiano do rendimento, que relaciona, o rendimento (PIB) com o consumo, investimento, gastos públicos e exportações líquidas, aos dados da economia angolana:

$$\widehat{PIB}_t = \widehat{\beta}_0 + \widehat{\beta}_1 Cons_t + \widehat{\beta}_2 Inve_t + \widehat{\beta}_3 Gast_t + \widehat{\beta}_4 Exl_t \quad (30)$$

Após a estimação há necessidade de verificar a adequação do modelo estimado aos dados da economia angolana, ou seja, verificar se o modelo *keynesiano* (mercado real) é o mais adequado para explicar o comportamento do rendimento (PIB) de Angola. Para o efeito serão utilizados testes estatísticos de significância individual (teste t) e global dos coeficientes de regressão (teste F), para averiguar se as variáveis explicativas (consumo, investimento, gastos públicos e

exportações líquidas) são estatisticamente e economicamente significantes de forma individual (mantendo o resto constante) e de forma conjunta para explicarem o comportamento do PIB em Angola; O teste *RESET*, para averiguar a correcta especificação do modelo, o teste de *Durbin - Watson* e *Breusch - Godfrey* para averiguar se os resíduos estão correlacionados e o teste de *White* para procurar identificar se as variâncias dos resíduos são homoscedásticas. Serão ainda analisados outros testes para averiguar a robustez e a validade geral do modelo.

## Resultados e Discussão

**Tabela 1:** Modelo 1-Mínimos Quadrados (OLS), usando as observações 1993-2023 (T = 31)

Variável dependente: PIB.

	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>Rácio-t</b>	<b>Valor p</b>
<b>Constante</b>	5.04214e+09	5.78033e+09	0.8723	0.3910
<b>Consumo</b>	0.644511	0.479348	1.345	0.1904
<b>Investimento</b>	0.253909	0.493869	0.5141	0.6115
<b>Gastos</b>	0.585176	0.622392	0.9402	0.3558
<b>Exp.Líquidas</b>	1.16673	0.335658	3.476	0.0018 ***

<b>Média var. dependente</b>	5.47e+10	<b>D.P. var. dependente</b>	4.26e+10
<b>Soma resíd. quadrados</b>	7.27e+21	<b>E.P. da regressão</b>	1.67e+10
<b>R-quadrado</b>	0.866589	<b>R-quadrado ajustado</b>	0.846064
<b>F(4, 26)</b>	42.22164	<b>valor P(F)</b>	5.20e-11
<b>Log. da verosimilhança</b>	-771.0093	<b>Critério de Akaike</b>	1552.019
<b>Critério de Schwarz</b>	1559.189	<b>Critério Hannan-Quinn</b>	1554.356
<b>Rho (ρ)</b>	0.783714	<b>Durbin-Watson</b>	0.465327

$$\widehat{PIB} = 5.04214 \times 10^9 + 0.644511Cons + 0.253909Inv + 0.585176Gastos + 1.16673Exp\_Líquidas \quad (31)$$

### Coefficientes e Significância Estatística (teste t)

Os valores obtidos pelas estimativas (31), indicam uma relação de linearidade positiva entre o rendimento da economia (PIB) e as despesas de consumo das famílias, de investimento das empresas, do governo e as exportações líquidas, onde se pode inferir o seguinte:

- Constante ( $\beta_0 = 5.04214 \times 10^9$ ): a constante representa o valor base estimado do PIB (em bilhões de USD) quando todas as variáveis independentes (consumo, investimento, gastos públicos e exportações líquidas) são zero. No contexto económico, esse valor não



tem uma interpretação prática significativa, pois o PIB nunca seria independente desses factores. Este valor no modelo econométrico serve apenas para ajustar a linha de regressão aos dados observados e, portanto, não tem uma interpretação prática significativa dentro do contexto económico, uma vez que em termos económicos, é irreal e praticamente impossível que todas as variáveis explicativas sejam zero ao mesmo tempo.

O consumo nunca será zero, pois sempre há algum nível de despesa dos agentes económicos, mesmo em condições de crise extrema, o investimento e os gastos públicos não podem ser zero em uma economia funcional e as exportações líquidas dificilmente seriam exactamente zero, especialmente em uma economia como a de Angola, que depende fortemente do comércio internacional (principalmente do petróleo). Significância ( $p = 0.3910 > 0.05$ ): a contribuição da constante para o modelo não é estatisticamente relevante porque seu valor- $p = 0.3910$  é maior que o nível de significância padrão  $\alpha = 0.05(5\%)$ , isso significa que a constante não é estatisticamente diferente de zero, ou seja, ela não tem um impacto significativo no ajuste do modelo. A irrelevância estatística da constante no modelo indica que ela não é essencial para explicar o PIB ou melhorar o ajuste estatístico. O foco principal da análise está nas variáveis independentes que são os verdadeiros determinantes da variação no PIB, especialmente as exportações líquidas, que se mostraram altamente significativas no contexto de Angola.

- Consumo ( $\beta_1 = 0.644511$ ): para cada aumento de 1 bilhão de USD no consumo, o PIB aumenta em 0.644511 bilhões de USD, mantendo as outras variáveis constantes. Isso reflecte o papel do consumo como uma componente importante da procura agregada no modelo *keynesiano*. Em um modelo keynesiano, esperar-se-ia que o consumo tivesse um impacto maior, especialmente em economias onde a procura interna desempenha um papel central. No entanto, no caso de Angola o papel dominante das exportações líquidas (como evidenciado pela alta significância e magnitude do coeficiente de 1.16673 para essa variável), sugere que o crescimento é mais impulsionado pelo comércio externo do que pelo consumo doméstico. Significância ( $p = 0.1904 > 0.05$ ): O valor- $p$  para o coeficiente do consumo é 0.1904, que é maior do que 0.05, indicando que a relação entre consumo e o PIB não é estatisticamente significativa no nível de significância de 5%, *ceteris paribus*. A relação entre consumo e o PIB não é estatisticamente robusta, variáveis omitidas ou uma economia com alta dependência externa, como é o caso de Angola. O valor- $p$  alto para o coeficiente do consumo reflecte os desafios estruturais da economia angolana, como a alta dependência de factores externos e a presença de multicolinearidade no modelo. Além

disso, ressalta a necessidade de políticas para fortalecer o mercado interno e diversificar a economia, permitindo que o consumo desempenhe um papel mais significativo no crescimento económico.

- Investimento ( $\beta_2 = 0.253909$ ): cada aumento de 1 bilhão de USD no investimento eleva o PIB em 0.253909 bilhões de USD, mantendo as outras variáveis constantes. O impacto é positivo, mas baixo. Isso sugere que o investimento em Angola pode não estar sendo traduzido de forma eficiente em crescimento económico. Esse impacto baixo pode ser explicado por vários factores estruturais e conjunturais da economia de Angola: Investimentos improdutivos - muitos investimentos podem estar direcionados para sectores de baixa produtividade ou projectos que não geram um retorno económico significativo; Infraestrutura inadequada - a ausência de infraestrutura básica eficiente (estradas, energia, telecomunicações) pode limitar o impacto dos investimentos no crescimento económico, Burocracia e corrupção - problemas de governança podem desviar recursos ou reduzir a eficiência do uso de investimentos; Dependência de recursos naturais - investimentos concentrados em sectores como o petróleo podem não gerar efeitos de transbordamento (spillover) suficientes para o restante da economia. Significância ( $p = 0.6115 > 0.05$ ): O valor-  $p$  do coeficiente do investimento é 0.6115, que é maior que 0.05.

Isso indica que o impacto estimado do investimento no PIB não é estatisticamente significativo no nível significância de 5%, *ceteris paribus*. Em termos práticos, não há evidências suficientes para afirmar que o investimento, no período analisado, teve um impacto consistente e robusto sobre o crescimento do PIB. Possíveis razões para a falta de significância: Multicolinearidade - o investimento pode estar correlacionado com outras variáveis independentes (como os gastos públicos), dificultando a identificação do impacto isolado do investimento; Heterogeneidade dos investimentos - o impacto económico do investimento pode variar dependendo do sector ou da natureza do projecto, investimentos em infraestrutura têm um efeito de longo prazo, enquanto investimentos em consumo imediato podem ter um efeito mais rápido no PIB; Período analisado - o período de 1993 a 2023 incluiu crises económicas, flutuações no preço do petróleo e mudanças políticas em Angola, o que pode ter influenciado a relação entre investimento e o PIB.

- Gastos Públicos ( $\beta_3 = 0.585176$ ): um aumento de 1 bilhão de USD nos gastos públicos aumenta o PIB em 0.585176 bilhões de USD, mantendo as outras variáveis constantes. O impacto é positivo, o que é esperado, já que os gastos públicos são uma componente directa da procura agregada no modelo *keynesiano*. Contudo, o impacto é reactivamente baixo, sugerindo que os gastos públicos em Angola não estão gerando todo o potencial de



crescimento económico esperado. Dentre os factores que podem explicar o impacto baixo dos gastos públicos no PIB, destacam-se: A ineficiência na gestão pública - recursos podem estar sendo alocados em projectos improdutivos ou mal geridos; A alta dependência de importações - se grande parte dos gastos públicos é usada para adquirir bens e serviços externos, o efeito multiplicador sobre a economia local é reduzido; Foco em consumo imediato - gastos públicos voltados mais para consumo do governo (salários ou subsídios) do que para investimentos em infraestrutura e capital humano podem ter um impacto limitado no crescimento de longo prazo; Corrupção e desvio de recursos - problemas de governança podem reduzir o impacto dos gastos no PIB. Significância ( $p = 0.3558 > 0.05$ ): O valor-  $p$  do coeficiente dos gastos público é 0.3558, que é maior que o nível usual de significância (5%), indicando que o impacto dos gastos públicos sobre o PIB não é estatisticamente significativo, *ceteris paribus*.

Possíveis razões para a falta de significância: Multicolinearidade - os gastos públicos podem estar correlacionados com outras variáveis do modelo, como consumo ou investimento, o que dificulta a identificação de seu impacto isolado;

Composição dos gastos públicos: uma parcela considerável dos gastos pode estar sendo direcionada para itens de baixo impacto no crescimento económico, como despesas administrativas, em vez de investimentos produtivos; Dependência de factores externos - Angola é uma economia altamente dependente do petróleo. Oscilações nos preços das *commodities* podem mascarar o efeito dos gastos públicos no crescimento do PIB.

- Exportações Líquidas ( $\beta_4 = 1.16673$ ): Um aumento de 1 bilhão de USD nas exportações líquidas aumenta o PIB em 1.16673 bilhões de USD, mantendo as outras variáveis constantes. Este é o maior impacto entre as variáveis explicativas, reflectindo a dependência da economia angolana nas exportações, principalmente no petróleo e outras *commodities*. A alta sensibilidade do PIB às exportações líquidas evidencia a importância do sector externo para o crescimento económico do país: Dependência de *commodities* - Angola possui uma economia altamente dependente das exportações de petróleo e outras *commodities*, que representam a maior parte das receitas de exportação; Os preços elevados das *commodities* durante parte do período analisado (1993-2023) amplificaram o impacto das exportações líquidas no PIB; Efeito multiplicador - receitas provenientes das exportações líquidas podem financiar importações essenciais, investimentos internos e gastos públicos, gerando um efeito multiplicador no restante da economia; Desempenho

do sector externo - como o sector externo está menos sujeito a problemas estruturais internos (como ineficiência na gestão de recursos públicos).

Ele pode responder de maneira mais directa às condições globais favoráveis, resultando em maior impacto no PIB. Significância ( $p = 0.0018 < 0.05$ ): O valor-p do coeficiente das exportações líquidas é de 0.0018, que é menor que o nível usual de significância (5%), indicando que as exportações líquidas são altamente significativa, confirmando que o impacto das exportações líquidas no PIB é estatisticamente robusto, *ceteris paribus*, isto é, a relação entre as exportações líquidas e o PIB é estatisticamente significativa ao nível de confiança de 95%. A alta significância estatística das exportações líquidas evidencia que o sector externo é um motor confiável e consistente do crescimento económico em Angola. Esse resultado é consistente com a estrutura económica do país, que depende fortemente das exportações de *commodities*, como petróleo, que são sensíveis à procura internacional e preços globais.

#### Qualidade do Ajustamento do Modelo (Coeficiente de Determinação e Estatística F)

- Coeficiente de determinação normal e ajustado ( $R^2 = 0.866589$ ;  $R_{Ajustado}^2 = 0.846064$ ): O  $R^2$  indica que 86.66% das variações do PIB são explicadas pelas variáveis independentes do modelo (Consumo, Investimento, Gastos Públicos e Exportações Líquidas). Esse valor sugere que o modelo tem um ajuste muito bom, capturando uma parcela significativa da variabilidade do PIB. Isso indica que o consumo, investimento, gastos públicos e exportações líquidas juntos têm um papel determinante no desempenho do PIB angolano. Os 13.34% restantes representam as variações no PIB que podem ser atribuídas a outros factores não incluídos no modelo, como variáveis exógenas (choques externos, flutuações no preço do petróleo, políticas monetárias, fiscais e cambiais); O  $R_{Ajustado}^2$  considera o número de variáveis no modelo e penaliza a inclusão de variáveis que não contribuem significativamente para explicar a variação da variável dependente. Com um valor de 84.61%, o seu resultado confirma que o modelo continua sendo robusto, mesmo ao considerar possíveis redundâncias ou variáveis com impacto fraco (como Consumo, Investimento e Gastos Públicos). A proximidade entre  $R^2$  e  $R_{Ajustado}^2$  indica que o modelo não está superajustado (*overfitted*) e que as variáveis explicativas selecionadas são adequadas para explicar as variações do PIB. A forte capacidade explicativa das variáveis é consistente com a teoria *keynesiana*, onde a procura agregada (incluindo consumo, investimento, gastos públicos e sector externo) é um motor principal



do crescimento económico. A dependência da economia angolana nas exportações (especialmente do petróleo) justifica o ajuste elevado.

- Estatística F ( $F = 42.22164, p = 5.20e^{-11}$ ): A estatística F, testa a hipótese nula ( $H_0$ ) de que todos os coeficientes das variáveis independentes são iguais a zero ( $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$ ). O valor  $p = 5.20e^{-11} < 0.05$  é altamente significativo, permitindo rejeitar  $H_0$ . Isso implica que, conjuntamente, as variáveis explicativas têm um impacto estatisticamente significativo sobre o PIB, isto é a significância da Estatística F, indica que, colectivamente, o consumo, o investimento, os gastos públicos e as exportações líquidas têm um impacto conjunto significativo sobre o PIB. Mesmo que algumas variáveis individualmente (consumo, investimentos e gastos públicos) não sejam estatisticamente significativas, o modelo como um todo é válido para explicar a dinâmica do PIB, isso reforça o papel das políticas macroeconómicas focadas na combinação desses factores.

Por exemplo: incentivar exportações líquidas como principal motor do crescimento e melhorar a eficiência dos investimentos e dos gastos públicos para aumentar sua contribuição ao PIB. A alta qualidade do ajustamento do modelo reflecte a forte relação entre a procura agregada e o crescimento económico em Angola, consistente com a teoria *keynesiana*. No entanto, o modelo também evidencia: A dependência estrutural da economia nas exportações líquidas; A necessidade de políticas públicas que melhorem a eficiência de investimentos e gastos públicos; A importância de diversificar a base económica para reduzir a vulnerabilidade a choques externos.

### Diagnósticos de Resíduos

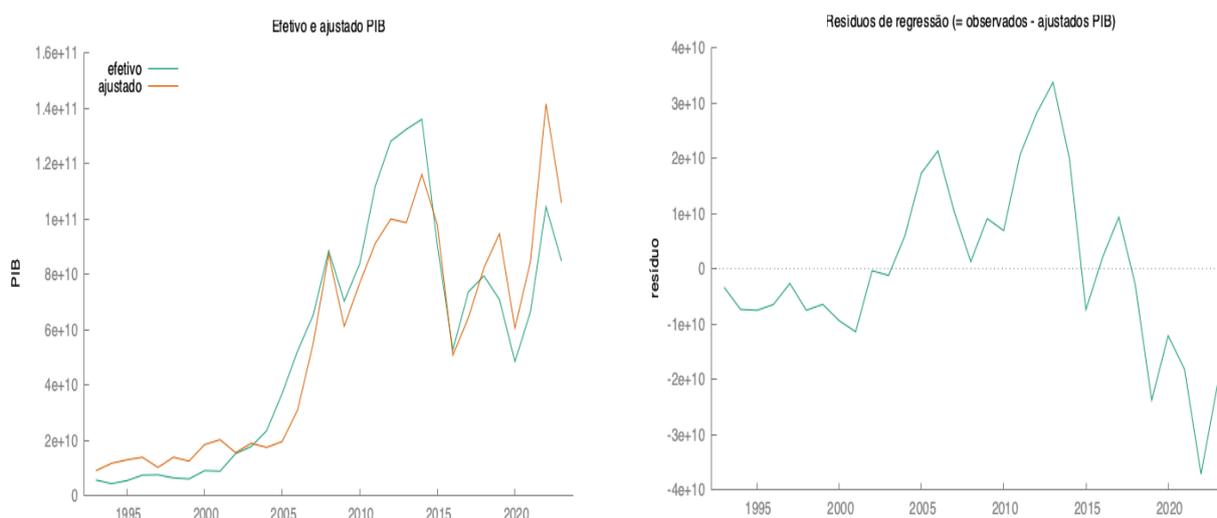
A análise dos resíduos é fundamental para avaliar a validade das inferências do modelo e identificar possíveis limitações na sua aplicação prática:

- Soma dos Quadrados dos Resíduos ( $7.27 \times 10^{21}$ ): Representa a magnitude do erro acumulado entre os valores observados e os valores estimados do PIB. Um valor elevado sugere que, embora o modelo explique uma parte significativa da variação do PIB ( $R^2 = 0.866589$ ), ainda há discrepâncias notáveis entre os valores previstos e os valores reais, isso pode indicar que existem factores não capturados pelo modelo que afectam o PIB angolano, como volatilidade dos preços do petróleo, mudanças políticas ou acontecimentos externos.

- Estatística de Durbin-Watson ( $DW = 0.465327$ ) e Estatística Rho ( $\rho = 0.783714$ ): Um valor próximo de zero indica autocorrelação positiva significativa nos resíduos, Isso significa que os erros do modelo em um período estão correlacionados com os erros em períodos anteriores, um problema comum em séries temporais económicas. A existência de autocorrelação positiva alta nos resíduos, sugere que as flutuações no PIB são parcialmente explicadas por factores que têm efeitos persistentes ao longo do tempo, como ciclos de preços de *commodities* ou atrasos na execução de políticas fiscais e investimentos. A presença de autocorrelação pode indicar que o modelo não capturou adequadamente a dinâmica temporal do PIB. Por exemplo: Factores como atrasos na resposta da economia a políticas públicas ou dependência do sector externo que não foram representados no modelo.

A autocorrelação viola uma das premissas básicas do método de mínimos quadrados ordinários (OLS), ou seja, que os resíduos sejam independentes. Isso compromete a precisão dos erros padrão estimados, tornando os testes de significância menos confiáveis. Assim para efeitos de correcção, outros testes de detecção e análise serão feitos mais adiante, para se obter um modelo com ausência de correlação entre as variáveis.

As comparações dos valores do PIB efectivo e ajustado ao longo do tempo, com o consumo, com o investimento, com os gastos públicos e com as exportações líquidas, são ilustradas nos gráficos abaixo:



**Figuras 1** : PIB ajustado e actual comparação com o tempo; Resíduos de regressão = (PIB observado – PIB ajustado) .

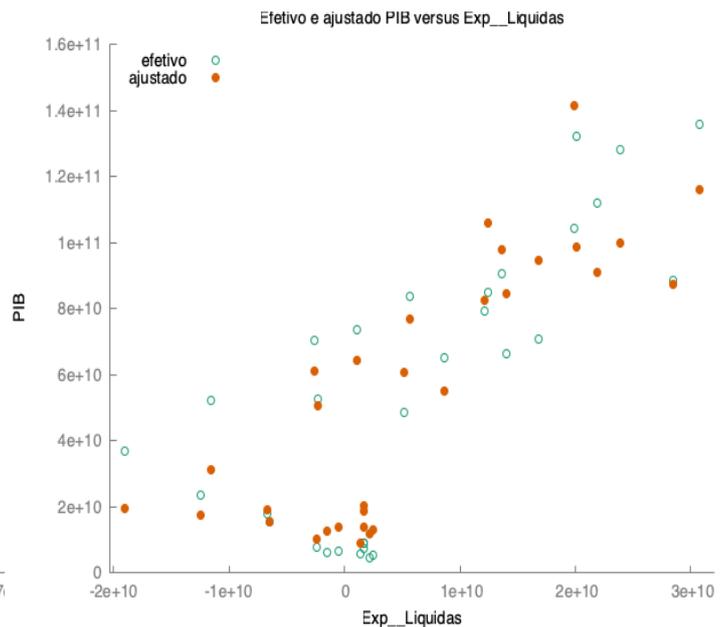
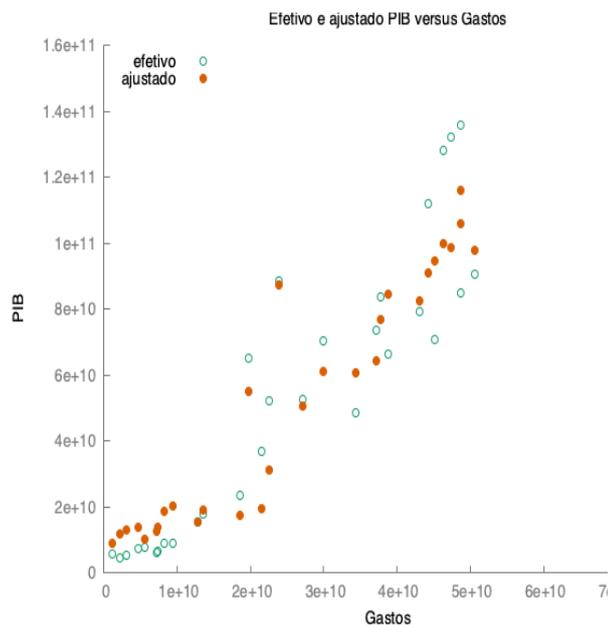
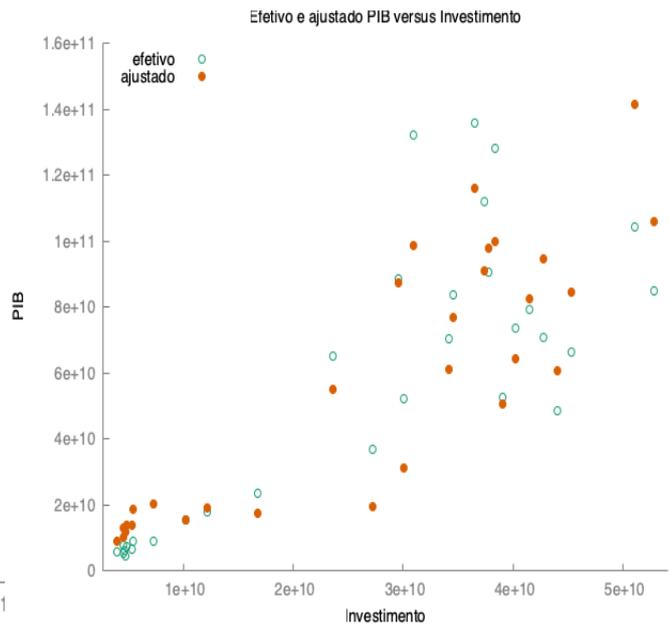
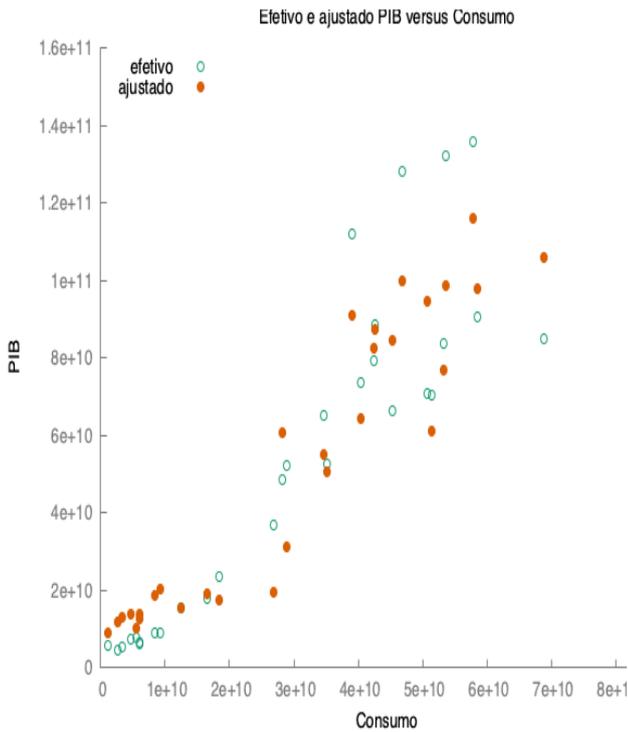
O gráfico do lado esquerdo (Figura 1) apresenta as trajetórias do PIB efectivo (realizado) e do PIB ajustado (estimado pelo modelo econométrico) ao longo do período analisado, de 1993 a 2023. Abaixo está a análise económica baseada nas características observadas:

- O PIB efectivo apresenta crescimento significativo ao longo do tempo, com aceleração expressiva na década de 2000, o que pode ser atribuído ao boom do petróleo e ao aumento dos preços das *commodities*. Após 2014, nota-se uma queda acentuada e maior volatilidade, reflexo de choques externos, como a queda dos preços do petróleo e a crise económica global.
- A trajetória estimada pelo modelo segue de forma geral a evolução do PIB efectivo, indicando que o modelo captura bem as principais tendências de longo prazo da economia; Em grande parte do período analisado (1995-2010), o PIB ajustado acompanha de perto o efectivo, o que sugere que as variáveis do modelo (consumo, investimento, gastos públicos e exportações líquidas) explicam bem o crescimento económico nesse intervalo. Após 2010, os desvios entre o PIB ajustado e o efectivo aumentam, com destaque para: 2008-2010: O modelo subestima o PIB, possivelmente devido à não inclusão de variáveis relacionadas ao boom das *commodities*; 2014 em diante: O modelo apresenta discrepâncias maiores durante a desaceleração económica, indicando que factores externos (ex.: crise do petróleo) ou estruturais (ex.: redução do investimento público) não foram plenamente capturados.

O gráfico do lado direito (Figura 1) apresenta os resíduos da regressão (resíduo= observado - ajustado), mostrando a diferença entre o PIB efectivo (realizado) e o estimado pelo modelo ao longo do tempo. Os resíduos variam ao longo do tempo, com períodos de valores positivos e negativos. A presença de grandes desvios indica que o modelo não ajustou completamente o PIB em determinados períodos, particularmente em momentos de maior instabilidade económica. Antes de 2005, os resíduos são menores, indicando que o modelo capturou reactivamente bem a variação do PIB nesse período. Após 2005, observa-se uma maior dispersão, com resíduos mais amplos e flutuações mais acentuadas, especialmente entre 2010 e 2020.

Quando os resíduos são positivos, o PIB efectivo foi maior do que o estimado pelo modelo. Isso pode estar relacionado a: boom das *commodities* nos anos 2000, o crescimento económico foi impulsionado pela alta dos preços do petróleo, o que pode não ter sido totalmente capturado pelo modelo; efeitos externos positivos: como o aumento da procura internacional por exportações angolanas. Quando os resíduos são negativos, o modelo estimou um PIB maior do

que o observado. Isso ocorreu principalmente após 2014, indicando que: Choques negativos: quedas acentuadas nos preços do petróleo e crises económicas reduziram o PIB efectivo, enquanto o modelo não ajustou completamente para esses acontecimentos; Eficiência reduzida do investimento público: recursos alocados podem não ter gerado o retorno esperado no crescimento económico.



**Figura 2:** PIB efectivo e ajustado versus Consumo, Investimento, Gastos Públicos e Exportações Líquidas.

Os gráficos (Figura 2) mostram a relação entre o PIB efectivo e ajustado em função das variáveis explicativas: Consumo, Investimento, Gastos Públicos e Exportações Líquidas. A análise fornece *insights* sobre o desempenho económico e a contribuição dessas variáveis ao longo do período analisado. A relação entre o consumo (variável independente) e o PIB (variável dependente), com pontos representando o PIB efectivo (círculos vazios) e ajustado pelo modelo (pontos preenchidos), mantendo o resto constante, permite compreender o desempenho do modelo na explicação do PIB com base nos valores observados de consumo. Existe uma relação positiva entre o consumo e o PIB. À medida que o consumo aumenta, tanto o PIB efectivo quanto o ajustado tendem a crescer, o que é consistente com a teoria económica *keynesiana*, onde o consumo é um dos principais componentes da procura agregada. Essa relação reforça a importância do consumo como um dos determinantes do crescimento económico em Angola.

Para níveis mais baixos de consumo (próximos de  $2 \times 10^9$ ), o modelo ajusta melhor os valores do PIB efectivo. À medida que o consumo aumenta, especialmente para valores acima de  $6 \times 10^9$ , os desvios entre os valores ajustados e efectivos tornam-se mais evidentes. Nos níveis mais elevados de consumo, o modelo subestima ou superestima o PIB efectivo em alguns casos. Isso pode indicar que o impacto marginal do consumo no PIB pode não ser completamente linear ou que factores externos (como exportações ou investimentos) têm um papel mais relevante nessas faixas de consumo. Esse comportamento sugere a necessidade de incluir outras variáveis ou não linearidades no modelo para capturar melhor o impacto do consumo em cenários extremos. Embora o consumo seja um importante componente do PIB, outros factores podem ter influenciado o PIB efectivo, como flutuações nos preços do petróleo, crises económicas ou políticas públicas de estímulo. A subestimação do PIB em níveis mais altos de consumo pode reflectir ineficiências no modelo ao lidar com choques económicos externos ou variáveis omitidas. O gráfico reforça a importância de políticas públicas que incentivem o consumo de maneira eficiente, mas também aponta para a necessidade de diversificar as fontes de crescimento económico em Angola.

A relação entre o investimento (variável independente) e o PIB (variável dependente), com os pontos representando os valores do PIB efectivo (círculos vazios) e ajustados pelo modelo (pontos preenchidos), mantendo o resto constante, permite avaliar o impacto do investimento no PIB e a capacidade do modelo de ajuste específico dos dados.

Observa-se uma relação positiva entre o investimento e o PIB. À medida que o investimento aumenta, tanto o PIB efectivo quanto o ajustado apresentam uma tendência geral de crescimento. Esta relação confirma a teoria económica, onde o investimento é um componente crucial da procura agregada e do crescimento económico. Em níveis baixos de investimento (próximos de  $1 e^{+10}$ ), o modelo ajusta bem o PIB efectivo. À medida que o investimento aumenta para níveis acima de próximos de  $4 e^{+10}$ , começam a surgir discrepâncias mais significativas entre os valores efectivos e ajustados. Nos níveis mais elevados de investimento, o modelo frequentemente subestima ou superestima o PIB efectivo, indicando que o impacto do investimento pode não ser linear ou que outros factores influenciam o PIB nesses casos. Essa discrepância sugere que o modelo pode não estar capturando a complexidade do impacto do investimento na economia, como a eficiência dos investimentos realizados ou a qualidade da infraestrutura.

A relação entre os gastos públicos (variável independente) e o PIB (variável dependente), destacando os valores efectivos do PIB (círculos vazios) e os valores ajustados pelo modelo (pontos preenchidos), mantendo o resto constante, permite compreender o papel dos gastos públicos na economia e avaliar o desempenho do modelo. Observa-se uma tendência geral de crescimento do PIB à medida que os gastos públicos aumentam, alinhando-se à teoria económica, que considera os gastos públicos um importante componente da procura agregada. Essa relação positiva reflecte o impacto dos gastos governamentais no estímulo à actividade económica. Para níveis mais baixos de gastos públicos ( $2 e^{+10}$ ), o modelo ajusta bem os valores do PIB efectivo. Em níveis mais elevados de gastos ( $4 e^{+10}$ ), começam a surgir discrepâncias mais notáveis entre o PIB efectivo e ajustado, indicando que o modelo pode não capturar totalmente o impacto das despesas públicas em contextos de maior magnitude.

Nos níveis mais elevados de gastos públicos, algumas discrepâncias indicam que o modelo subestima ou superestima os valores reais do PIB. Essas discrepâncias podem sugerir ineficiências na utilização dos gastos públicos ou a presença de outros factores que influenciam a economia. Apesar de desvios em níveis extremos, o modelo é capaz de capturar a tendência geral da relação entre gastos públicos e PIB.

A relação entre as exportações líquidas e o PIB, comparando os valores efectivos do PIB (círculos vazios) com os valores ajustados pelo modelo (pontos preenchidos), mantendo o resto constante, reflecte a importância do sector externo para a economia angolana e a capacidade do modelo em capturar essa relação. Observa-se que o PIB aumenta à medida que as exportações líquidas crescem, o que está alinhado à estrutura económica de Angola, dependente das exportações de petróleo e outras *commodities*. Nos níveis mais altos de exportações líquidas



( $2 e^{+10}$ ), o PIB também atinge valores mais elevados, destacando o papel crucial do sector externo. O modelo ajusta bem os valores do PIB para a maioria das observações, especialmente em níveis intermediários de exportações líquidas (0 a  $1.5 e^{+10}$ ). Em níveis extremos (altos ou baixos) de exportações líquidas, algumas discrepâncias entre os valores efectivos e ajustados do PIB são notadas, indicando limitações do modelo em capturar variações extremas.

Os gráficos destacam que, entre as variáveis analisadas, as exportações líquidas têm o maior impacto no PIB, evidenciando a dependência da economia angolana do sector externo. O consumo, investimento e gastos públicos, embora positivos, apresentam impactos limitados e baixa significância estatística, indicando desafios estruturais e ineficiências na economia interna. A interpretação económica reforça a necessidade de: Diversificação económica para reduzir a dependência do petróleo; Melhor alocação de recursos públicos e privados; Políticas voltadas para o fortalecimento do mercado interno e do sector produtivo.

### Teste *RESET*

**Tabela 2:** Regressão auxiliar para o teste de especificação *RESET* Mínimos Quadrados (OLS), usando as observações 1993-2023 (T = 31) Variável dependente: PIB.

	Coeficiente	Erro Padrão	Rácio-t	Valor P
<b>Constante</b>	-2.65786e+09	8.08251e+09	-0.3288	0.7451
<b>Consumo</b>	1.17943	0.766245	1.539	0.1368
<b>Investimento</b>	-0.844636	0.560881	-1.506	0.1451
<b>Gastos</b>	1.97163	0.992132	1.987	0.0584
<b>Exp. Líquidas</b>	1.70532	1.44081	1.184	0.2482
$\hat{Y}^2$	-1.40478e-12	1.68586e-11	-0.08333	0.9343
$\hat{Y}^3$	0.00000	0.00000	-0.4734	0.6402
<b>Estatística de teste F</b>	5.236402			
<b>Valor p</b>	P(F(2,24) > 5.2364) = 0.13			

O teste *RESET* (*Regression Specification Error Test*) avalia a adequação da especificação do modelo, testando se há omissões de variáveis, forma funcional inadequada, ou interação não capturada entre as variáveis explicativas (Hoffmann, 2006). O valor-p de 0.13 é maior que 0.05 (nível de significância), o que significa que não rejeitamos a hipótese de especificação adequada ao nível de significância de 5%. Não há evidências estatísticas suficientes para afirmar que o modelo está incorrectamente especificado. O teste *RESET* sugere que o modelo, como está especificado, não apresenta omissões graves de variáveis nem forma funcional inadequada. Isso

significa que a estrutura teórica utilizada para modelar o PIB em função do Consumo, Investimento, Gastos Públicos e Exportações Líquidas é consistente com os dados:

1. **Consumo:** Embora positivo (1.179431), o coeficiente não é significativo ( $p = 0.1368$ ). Isso reflecte um impacto limitado do consumo no PIB angolano, possivelmente devido ao baixo poder de compra doméstico e à alta dependência de importações;
2. **Investimento:** O coeficiente (-0.844636) é negativo e não significativo ( $p=0.1451$ ). Essa relação negativa pode indicar ineficiências nos investimentos, como má alocação de recursos ou baixa produtividade do capital;
3. **Gastos Públicos:** O coeficiente (1.971631) é positivo e próximo da significância ( $p = 0.0584$ ). Isso sugere que os gastos públicos têm potencial para impulsionar o PIB, mas sua efectividade depende da alocação eficiente em sectores produtivos.
4. **Exportações Líquidas:** O coeficiente (1.705321) é positivo, mas não significativo ( $p = 0.2482$ ). Apesar disso, como evidenciado em análises anteriores, as exportações líquidas desempenham um papel crucial no crescimento económico de Angola devido à dependência de *commodities* como o petróleo.

O teste *RESET* não apresenta evidências de problemas significativos de especificação no modelo, indicando que a forma funcional e as variáveis escolhidas são adequadas para capturar a dinâmica do PIB. O modelo reflecte bem a economia angolana, mas destaca desafios estruturais, como a dependência de exportações e ineficiências no uso de recursos domésticos. Políticas públicas voltadas para diversificação económica, melhoria da eficiência nos gastos e fortalecimento do mercado interno podem potencializar o impacto positivo no crescimento económico.

### Teste de *White*

**Tabela 3:** Teste de *White* para a heterocedasticidade Mínimos Quadrados (OLS), usando as observações 1993-2023 (T = 31) Variável dependente:  $\text{uhat}^2$ .

	<b>Coeficiente</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Rácio-t</b>	<b>Valor p</b>
<b>Constante</b>	1.82561e+20	2.26851e+20	0.8048	0.4328
<b>Consumo</b>	3.88866e+10	7.69184e+10	0.5056	0.6201
<b>Investimento</b>	-6.29372e+10	8.30020e+10	-0.7583	0.4593
<b>Gastos</b>	-7.00286e+09	5.44423e+10	-0.1286	0.8993
<b>Exp_Líquidas</b>	1.11354e+09	2.74958e+10	0.04050	0.9682
<b>Sq_Consumo</b>	-0.757880	1.01662	-0.7455	0.4668
<b>X<sub>2</sub>_X<sub>3</sub></b>	0.661379	1.89048	0.3498	0.7310



$X_2\_X_4$	0.326655	3.19608	0.9199	0.1022
$X_2\_X_5$	-1.08920	1.56066	-0.6979	0.4953
<b>Sq_Investimento</b>	2.77581	1.97265	1.407	0.1785
$X_3\_X_4$	-4.34179	2.96209	-1.466	0.1621
$X_3\_X_5$	-0.131784	1.64363	-0.08018	0.9371
<b>Sq_Gastos</b>	2.03846	2.36820	0.8608	0.4021
$X_4\_X_5$	1.17964	0.935731	1.261	0.2255
<b>Sq_Exp_Líquidas</b>	0.611163	0.764225	0.7997	0.4356
<b>R-quadrado não-ajustado</b>	0.76064			
<b>Estatística de teste: TR<sup>2</sup></b>	23.580015			
<b>Valor p = P (Qui-quadrado (14) &gt; 23.580015)</b>	0.051462			

O teste de *White* avalia se existe heterocedasticidade nos resíduos de um modelo de regressão. A heterocedasticidade ocorre quando a variância dos resíduos não é constante, violando uma das premissas fundamentais da regressão linear (OLS) (Morettin, 2010). Ao nível de significância de 5% ( $\alpha = 0.05$ ): Como  $p = 0.051462 > 0.05$ , não rejeitamos a hipótese: “Não há heterocedasticidade; a variância dos resíduos é constante”. Não há evidências estatísticas suficientes para concluir que existe heterocedasticidade no modelo. O teste de White sugere que, ao nível de significância de 5%, a variância dos erros do modelo é aproximadamente constante. Isso indica que os resíduos não apresentam problemas graves de heterocedasticidade. A ausência de heterocedasticidade implica que os erros-padrão estimados para os coeficientes são confiáveis, e os testes t e F realizados no modelo são válidos.

A ausência de heterocedasticidade aumenta a confiança nas inferências realizadas no modelo inicial, sugerindo que as variáveis explicativas (Consumo, Investimento, Gastos e Exportações Líquidas) têm uma relação estável com o PIB. Como os resíduos são consistentes, as recomendações de política económica baseadas no modelo são robustas. Por exemplo: O impacto de gastos públicos ou investimentos no PIB pode ser avaliado com maior confiança; Não há sinais de distorções estatísticas provenientes de variabilidade nos erros. A ausência de heterocedasticidade reforça a confiabilidade dos coeficientes estimados e das políticas derivadas do modelo. Contudo, o valor-p próximo a 0.05 alerta para a necessidade de análises adicionais de robustez.

### Teste ARCH

#### Tabela 4: Teste AECH de ordem 1

	<b>Coeficiente</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>Rácio-t</b>	<b>Valor p</b>
$\alpha_0$	1.42268e+20	6.89936e+19	2.062	0.0486 **
$\alpha_1$	0.438227	0.169618	2.584	0.0153 **
<b>Hipótese nula:</b> o efeito ARCH não está presente				
<b>Estatística de teste:</b> LM = 5.77509				
<b>Valor p</b> = P(Qui-quadrado(1) > 5.77509) = 0.162548				

O Teste *ARCH* (*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) verifica a presença de heterocedasticidade condicional nos resíduos de um modelo econométrico. Heterocedasticidade condicional ocorre quando a variância dos erros depende de informações passadas, ou seja, a variância dos erros não é constante e pode variar ao longo do tempo (Afonso & Nunes, 2019).  $\alpha_0 = 1.42268 \times 10^{20}$ : Representa o termo constante da variância condicional. Este valor é estatisticamente significativo ( $p = 0.0486$ ) ao nível de significância de 5 %, indicando que há uma variância inicial relevante;  $\alpha_1 = 0.438227$ : Representa o impacto do quadrado dos resíduos defasados na variância condicional actual. Este coeficiente também é significativo ( $p = 0.0153$ ), mostrando que os resíduos passados têm um efeito importante na variância dos erros. Estatística de teste: LM = 5.77509: É a estatística *Lagrange Multiplier* associada ao teste *ARCH*, ( $p = 0.1625$ ): O valor - p é maior que o nível de significância usual (5 \%), o que implica que “não rejeitamos a hipótese nula” de ausência de efeito *ARCH*.

Apesar dos coeficientes  $\alpha_0$  e  $\alpha_1$  serem estatisticamente significativos, a estatística LM sugere que, no conjunto, “não há evidências suficientes para concluir que a variância dos erros é heterocedástica condicional”. Isso significa que, no contexto económico, as flutuações na variância dos erros ao longo do tempo podem ser consideradas estáveis, indicando um comportamento relativamente previsível do modelo. A ausência de efeito *ARCH* é favorável para o modelo econométrico usado, pois a variância constante dos erros facilita a confiabilidade das previsões e para efeitos de políticas económicas. A relevância do termo ( $\alpha_1$ ) implica que, mesmo que o efeito *ARCH* como um todo não seja significativo, ainda pode haver uma relação de curto prazo entre os resíduos passados e a variância dos erros. Em termos económicos, isso pode ser interpretado como pequenos choques exógenos nos resíduos, que afectam a volatilidade, mas não a tornam estruturalmente instável.

Assim, não há evidências estatísticas para concluir que o modelo sofre de heterocedasticidade condicional. Apesar disso, os coeficientes individuais sugerem que os resíduos passados têm um impacto na variância, o que pode ser um aspecto relevante em análises de curto prazo. Este comportamento é típico em modelos aplicados a séries temporais económicas, como taxas de



inflação ou crescimento económico, onde choques passados podem ter efeitos transitórios na volatilidade, mas sem comprometer a estabilidade do modelo.

**Teste de Breush-Godfrey**

**Tabela 5:** Teste de *Breush-Godfrey* para autocorrelação de primeira-ordem Mínimos Quadrados (OLS), usando as observações 1993-2023 (T = 31) Variável dependente: *uhat\_1*

	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Rácio-t</b>	<b>Valor p</b>
<b>Constante</b>	-6.92644e+08	3.36492e+09	- 0.2058	0.8386
<b>Consumo</b>	-0.270559	0.281453	- 0.9613	0.3456
<b>Investimento</b>	0.504031	0.295792	1.704	0.1008
<b>Gastos</b>	-0.103613	0.362452	-0.2859	0.7773
<b>Exp_ Líquidas</b>	-0.268079	0.198838	- 1.348	0.1897
<b>uhat_1</b>	0.915907	0.127275	7.196	0.153
<b>R-quadrado não-ajustado = 0.674422</b>				
<b>Estatística de teste: LMF = 51.786436,</b>				
<b>Valor p = P(F(1,25) &gt; 51.7864) = 0.153</b>				
<b>Estatística alternativa: TR<sup>2</sup> = 20.907072,</b>				
<b>Valor p = P(Qui-quadrado(1) &gt; 20.9071) = 0.482</b>				
<b>Ljung-Box Q' = 18.4891,</b>				
<b>Valor p = P(Qui-quadrado(1) &gt; 18.4891) = 0.171</b>				

O Teste de *Breusch-Godfrey* (BG) é utilizado para verificar a presença de autocorrelação nos resíduos de um modelo econométrico. Essa autocorrelação ocorre quando os erros (resíduos) de um período estão correlacionados com os de períodos anteriores, violando a suposição de independência dos erros nos Mínimos Quadrados Ordinários (OLS) (Hoffmann, 2006). LMF (*Lagrange Multiplier F*) = 51.7864, p = 0.153: Como o valor p associado é maior que 0.05, não rejeitamos a hipótese nula de “ausência de autocorrelação de primeira ordem”; Estatística alternativa (TR<sup>2</sup>) = 20.9071, p = 0.482: Também indica que a autocorrelação não é significativa; *Ljung-Box Q'* = 18.4891, p = 0.171: Confirma a ausência de autocorrelação de primeira ordem.

Esses testes indicam que não há evidências estatisticamente significativas de autocorrelação nos resíduos. Os coeficientes das variáveis (Consumo, Investimento, Gastos e Exportações líquidas) são em geral baixos e apresentam valores-p superiores a 0.05, indicando que essas variáveis não são estatisticamente significativas na explicação dos resíduos.

A ausência de autocorrelação implica que o modelo econométrico inicial foi bem especificado em termos de dinâmica temporal. Isso sugere que os factores não observados (resíduos) são independentes ao longo do tempo e que não há evidências de omissão de variáveis importantes relacionadas à estrutura temporal dos dados. Consumo e Investimento: Embora o coeficiente do investimento (0.504 ) seja reactivamente maior, seu valor- p de 0.1008 ainda é maior que 0.05, o que indica que o impacto dessas variáveis nos resíduos não é significativo. Isso pode significar que a influência do consumo e do investimento já foi capturada adequadamente no modelo inicial; Exportações líquidas e Gastos: Ambos os coeficientes são baixos e estatisticamente insignificantes. Isso reforça que o modelo de base capturou bem essas relações económicas; Coeficiente (uhat\_1): A magnitude alta (0.915907) indica que, embora os resíduos estejam fortemente correlacionados entre si, essa relação não é estatisticamente significativa. No contexto econômico, isso pode apontar para flutuações no erro do modelo que não comprometem sua capacidade explicativa.

A análise dos resultados do Teste de *Breusch-Godfrey* sugere que o modelo não apresenta problemas significativos de autocorrelação. Isso indica que: O modelo econométrico é confiável e bem especificado em termos de estrutura temporal; Não há necessidade de ajustes adicionais para lidar com autocorrelação nos resíduos. Essa estabilidade é relevante ao usar o modelo para analisar e prever variáveis económicas, especialmente em contextos de longo prazo (1993-2023) como este.

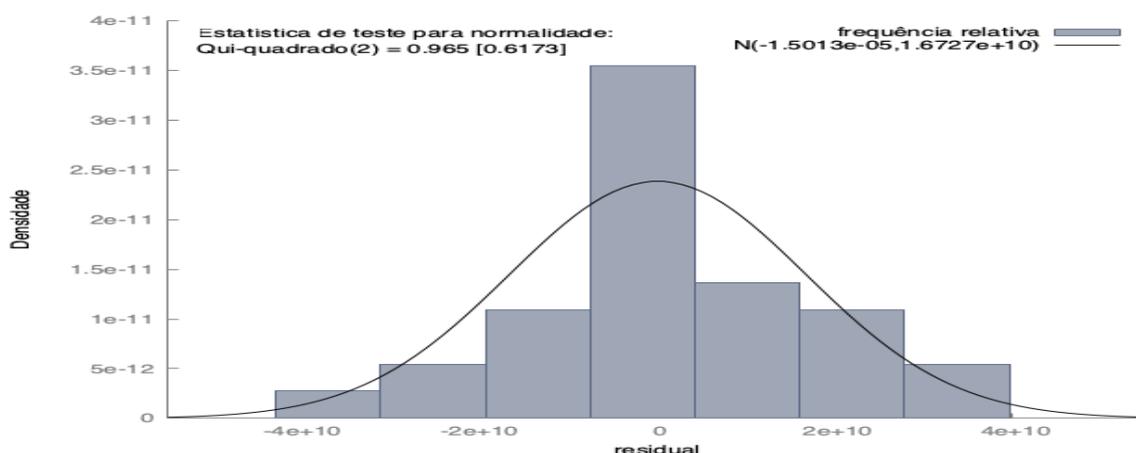
### Teste de Normalidade

**Tabela 6:** Distribuição de frequência para residual, observações 1-31 número de classes = 7, média =  $-1.50127 e^{-05}$ , desvio padrão =  $1.67268 e^{+10}$

Intervalo	Ponto médio	Frequência	Rel.	Acum.
< -3.120e+10	- 3.710e+10	1	3.23 %	3.23
(-3.120e+10) – (-1.939e+10)	-2.530e+10	2	6.45 %	9.68 % **



$(-1.939e+10) - (-7.592e+09)$	$-1.349e+10$	4	12.90 %	22.58 %
$(-7.592e+09) - (4.211e+09)$	$-1.691e+09$	13	41.94 %	64.52 %
$(4.211e+09) - (1.601e+10)$	$1.011e+10$	5	16.13 %	80.65 %
		4	12.90 %	93.55 %
		2	6.45 %	100.00 %
<b>Teste para a hipótese nula de distribuição normal:</b>	Qui-Quadrado (2) = 0.965			
<b>Valor p</b>	0.61732			



**Figura 3:** Estatística de Normalidade

O teste de normalidade dos resíduos é um pré-requisito para a validade de muitos testes estatísticos, como os intervalos de confiança e testes de hipóteses baseados no modelo (Morettin, 2010). Aqui, o valor-p elevado indica que não há evidências para rejeitar a hipótese de normalidade: Estatística calculada: 0.965; Valor-p = 0.61732; Hipótese nula: Os resíduos seguem uma distribuição normal. Como o valor  $p > 0.05$ , não rejeitamos hipótese nula, os resíduos são consistentes com uma distribuição normal.

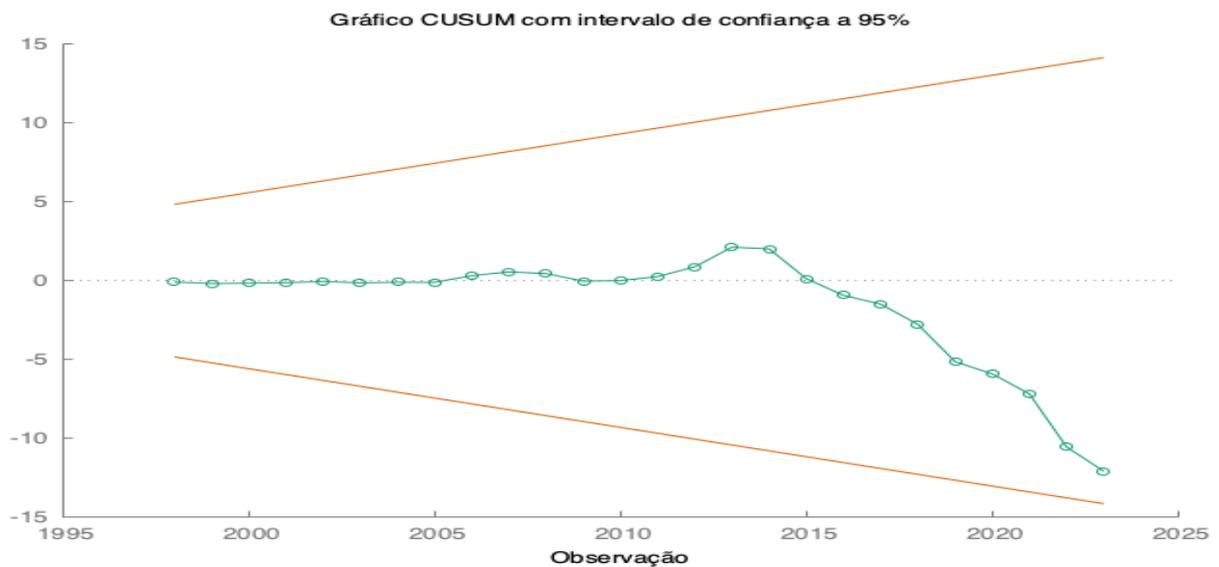
Como os resíduos são aproximadamente normais, o modelo está adequadamente especificado do ponto de vista estatístico. Isso fortalece a confiabilidade das conclusões económicas baseadas no modelo. O alto desvio padrão sugere variações consideráveis entre os valores observados e os ajustados, isso pode ser atribuído à presença de factores não capturados ou ruído elevado nos dados económicos analisados. A maior parte dos resíduos está nos intervalos centrais, indicando boa performance do modelo em prever a maioria das observações. A normalidade dos resíduos sugere que o modelo pode ser utilizado para análises de previsão e

inferência confiáveis. No entanto, a alta dispersão dos resíduos pode sinalizar a necessidade de explorar factores adicionais para aumentar a precisão do modelo.

**Teste CUSUM e Harvey-Collier**

**Tabela 7:** Teste CUSUM e Teste de Harvey-Collier

Teste CUSUM para a estabilidade dos parâmetros					Soma acumulada dos resíduos escalados		
Média dos resíduos escalados = -7.15883e+09					(*' indica um valor fora do intervalo de confiança a 95%)		
Sigmahat = 1.54168e+10							
Harvey-Collier t (25) = -2.36774 com valor-p = 0.2594							
1998	-0.083	2006	0.316	2014	2.010	2022	- 10.535
1999	-0.180	2007	0.556	2015	0.123	2023	- 12. 073
2000	-0.157	2008	0.448	2016	- 0.933		
2001	-0.126	2009	-0.031	2017	-1.489		
2002	-0.047	2010	0.004	2018	-2.770		
2003	-0.139	2011	0.258	2019	-5.133		
2004	-0.098	2012	0.882	2020	- 5.909		
2005	-0.104	2013	2.125	2021	- 7.171		



**Figura 4:** Gráfico CUSUM com intervalo de confiança a 95 %.



O Teste *CUSUM* é utilizado para verificar a estabilidade dos parâmetros em um modelo econométrico ao longo do tempo. Ele analisa a soma acumulada dos resíduos escalados em relação ao intervalo de confiança (Afonso & Nunes, 2019). Valores que ultrapassam os limites de confiança indicam instabilidade estrutural:

- Média dos resíduos escalados ( $-7.15883 \times 10^9$ ): Este valor reflecte um viés negativo médio nos resíduos do modelo ao longo do tempo. Embora grande em magnitude, sua relevância é analisada em termos económicos. Sigmahat ( $1.54168 \times 10^{10}$ ): Representa a estimativa do desvio-padrão dos resíduos escalados. Soma acumulada dos resíduos escalados: Inicialmente, os valores oscilam dentro do intervalo de confiança. A partir de 2012 (0.882), os valores começam a aumentar rapidamente, culminando em 2023 (-12.073), com uma violação clara do intervalo de confiança a partir do final 2019 (-5.133), onde os resíduos escalados ultrapassam os limites de confiança de 95 %. Isso indica instabilidade estrutural no modelo a partir deste período, possivelmente devido a mudanças nas condições económicas.
- A instabilidade estrutural observada a partir de 2019 pode estar relacionada a eventos económicos significativos, como: Choques externos: Queda nos preços do petróleo (principal fonte de receita de Angola) ou outras mudanças globais (provocadas pela pandemia da COVID-19); Mudanças internas: Reformas económicas e algumas alterações nas políticas fiscais e monetárias.

Essa instabilidade pode indicar que o modelo não capturou adequadamente mudanças nas variáveis explicativas ou no comportamento das relações económicas a partir de 2019.

O Teste de *Harvey-Collier* verifica a hipótese de linearidade no modelo (De Losso et al., 2011). Um valor (p) alto indica que não há evidência de violação da linearidade:

- $t(25) = -2.36774$ ,  $p = 0.2594$ : O valor - p = 0.2594 é maior que o nível de significância usual de 5 %. Isso implica que não rejeitamos a hipótese nula de que o modelo é linear. Portanto, o modelo é considerado linear ao longo do período analisado.
- A linearidade sugere que, dentro dos períodos estáveis, o modelo foi bem especificado em termos de forma funcional. Mesmo assim, a falta de estabilidade estrutural sugere que a relação linear pode não ser suficiente para capturar eventos extremos ou mudanças abruptas nas condições económicas.

Portanto, até 2018: o modelo era estruturalmente estável, indicando consistência nos parâmetros estimados; Após 2019: a estabilidade foi perdida, indicando a necessidade de revisar o modelo para incorporar mudanças estruturais, como a inclusão de variáveis que capturem os efeitos de choques económicos. O modelo apresenta uma estrutura linear adequada no período analisado, mas isso não compensa os problemas de instabilidade estrutural observados.

## Conclusões e Recomendações

A presente pesquisa teve como finalidade, o estudo econométrico do modelo *Keynesiano* de determinação do rendimento para a economia angolana utilizando como técnica de análise o modelo de regressão linear. Uma vez estimado o modelo, onde verificou-se que cerca de 86.66 % das variações do rendimento da economia (PIB) são explicadas de forma conjunta pelas despesas de consumo das famílias, de investimento das empresas, do governo e pelas exportações líquidas, procedeu-se a análise de alguns testes estatísticos relevantes para verificar a significância estatística do modelo estimado, bem como o cumprimento das hipóteses básicas do método utilizado, onde se pode inferir o seguinte:

- O modelo *Keynesiano* é válido para explicar o comportamento do PIB em Angola durante o período analisado (1993-2023), capturando adequadamente as relações de longo prazo entre a procura agregada (consumo, investimento, gastos públicos e exportações líquidas) e o PIB.
- As exportações líquidas constituem a variável mais significativa no modelo, reflectindo a forte dependência da economia angolana nas exportações de petróleo bem como em outras *commodities*. O consumo, o investimento e os gastos públicos apresentaram impactos positivos, porém estatisticamente não significativos, indicando desafios estruturais, como baixa eficiência nos investimentos, alocação eficiente em sectores produtivos e pouca diversificação da base económica.
- Os principais testes estatísticos como o *RESET*, *White*, *ARCH*, Normalidade e *Breusch-Godfrey* confirmaram a especificação adequada do modelo, ausência de heterocedasticidade e ausência de autocorrelação significativa nos resíduos. Apesar do bom ajuste geral, o modelo não capturou adequadamente choques externos e flutuações de curto prazo, evidenciadas pela instabilidade estrutural pós-2019 (Teste *CUSUM* e *Harvey-Collier*).

O estudo efectuado na presente pesquisa permitiu a criação de um modelo que espelha o comportamento do rendimento da economia (PIB) Angolana no período em análise. A



utilização deste modelo para fins de controle, formulação e implementação de políticas económicas, requer alguns ajustes pontuais do ponto de vista estatístico e económico, visando fortalecer a economia angolana, reduzir vulnerabilidades externas e maximizar o impacto das políticas económicas no crescimento sustentável, para o efeito recomenda-se o seguinte:

- A comunidade académica: Revisar o modelo para incorporar variáveis exógenas que capturem choques externos (como preços de petróleo) e considerar especificações dinâmicas para estudos futuros, para tal é necessário o fortalecimento da colecta e publicação de dados macroeconómicos, permitindo análises mais detalhadas e formulações de políticas baseadas em evidências;
- Ao executor da política económica: Reduzir gradualmente a dependência das exportações de petróleo, promovendo o desenvolvimento de sectores como agricultura, indústria e serviços; Priorizar investimentos em infraestruturas e sectores produtivos com alto impacto no crescimento económico de longo prazo; Implementar políticas públicas para aumentar o poder de compra das famílias e fortalecer o mercado interno; Combinar as políticas fiscais e monetárias para melhorar a eficiência dos gastos públicos e promover exportações de bens de maior valor agregado.

## Referências Bibliográficas

- Afonso, A., & Nunes, C. (2019). *PROBABILIDADES E ESTATÍSTICA Aplicações e Soluções em SPSS*. Universidade de Évora.
- Bernardo, M. do R. M. (2015). *Macroeconomia: Modelo IS-LM ou Modelo a Preços Constantes*.
- Cristino De Souza, T., Saith, W., & Cardoso, J. (2019). ANÁLISE ECONOMETRICA DA RELAÇÃO ENTRE A RENDA NACIONAL BRUTA E O CONSUMO DAS FAMÍLIAS BRASILEIRAS NO PERÍODO DE 2000 A 2017. *Ufac*. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/2072#resultado>.
- De Losso, R., Bueno, S., & Inhasz, J. (2011). *Econometria de Séries Temporais: Manual de Soluções*.
- Gomes, O. (2012). *Macroeconomia: Noções Básicas*.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2008). *ECONOMETRIA BÁSICA (5a)*. The McGraw-Hill.
- Hill, R. C., Judge, G. G., & Griffiths, W. E. (2012). *Econometria (3a)*. Editora Saraiva.
- Hoffmann, R. (2006). *Estatística Para Economistas (4a Edição)*. Cengage Learning.

- Hoffmann, R. (2017). *Análise de Regressão: uma Introdução à Econometria*. Univeridade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. <https://doi.org/10.11606/9788592105709>.
- Horta, E. (2020). Econometria. *PPGE-UFRGS*.
- Loures, A. (2019). Econometria com R. *Universidade Federal de Pelotas-Programa de Pós-Graduação em Economia*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34426.34244/2>
- Morais, I., Stona, F., & Schuck, G. (2016). *Econometria Aplicada no EViews*. Fundação de Economia e Estatística. [www.fee.rs.gov.br](http://www.fee.rs.gov.br).
- Morettin, L. G. (2010). *Estatística Básica, Probabilidade E Inferência: Vol. Único*. Pearson Prentice Hall.
- Morettin, P. A. (2006). *Econometria Financeira: Um Curso em Séries Temporais Financeiras* (2a). Blucher.
- Oliveira, M. M. de, Santos. Luis Delfin, & Fortuna, N. (2011). *Econometria* (1a). Escola Editora.
- Pinho, M. M. (2015). *Macroeconomia: Teoria e Prática Simplificada*. Edições Sílabo, LDA. <https://www.researchgate.net/publication/320536322>.
- Schmidt, C. A. J., & Giambiagi, F. (2015). *Macroeconomia para Executivos*. CIP-BRASIL.

