

ARIMA vs. Modelos Híbridos com Aprendizagem Automática para a Previsão do PIB do Equador.

ARIMA vs. Modelos Híbridos con aprendizaje automático para pronóstico del PIB de Ecuador.

Leonor Alejandrina Zapata Aspiazu^{1*}; Edwin Haymacaña Moreno²; Francisco Javier Duque-Aldaz³; Félix Genaro Cabezas García⁴; Raúl Alfredo Sánchez Ancajima⁵

Recebido: 28/09/2025 – Aceite: 02/12/2025 – Publicado: 01/01/2025

Artigos de
Investigação

Artigos de
Revisão

Artigos de
Ensaios

* Autor
correspondente.



Esta obra está licenciada sob uma licença internacional Creative Commons Atribuição-NãoComercial-Partilha Igual 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0). Os autores mantêm os direitos sobre os seus artigos e podem partilhar, copiar, distribuir, executar e comunicar publicamente a obra, desde que a autoria seja reconhecida, não utilizada para fins comerciais e que a mesma licença seja mantida em obras derivadas.

Resumo.

A análise do Produto Interno Bruto (PIB) é essencial para compreender a dinâmica económica do Equador e orientar decisões estratégicas em contextos de elevada volatilidade macroeconómica. O objetivo do estudo foi estimar e prever a taxa de crescimento do PIB do Equador a curto prazo, utilizando modelos estatísticos robustos e validados. Foram utilizadas séries históricas do PIB (1965–2023) obtidas junto do Banco Central do Equador. Testes de estacionariedade (ADF, KPSS), correlogramas e critérios de informação (AIC, BIC) foram aplicados para selecionar modelos ARIMA adequados. A análise foi realizada com o EViews 12, gerando projeções para o período 2024–2027 sob cenários otimistas, pessimistas e esperados. Os resultados mostraram que a série do PIB equatoriano não estava estacionária no seu nível original, o que exigiu a aplicação da primeira diferença para estabilizar a média. O modelo ARIMA identificado incorporou componentes autoregressivos e de média móvel, cujos coeficientes foram estatisticamente significativos. Os resíduos do modelo não apresentaram autocorrelação, o que confirmou a sua validade. As projeções geradas para o período 2024–2027 indicaram um crescimento moderado sob cenários otimistas, pessimistas e esperados. Estes resultados foram consistentes com estimativas oficiais, validando a metodologia Box-Jenkins como uma ferramenta eficaz para a previsão económica nacional. O estudo fornece evidências empíricas úteis para o planeamento económico nacional, validando a aplicabilidade dos modelos ARIMA na análise do PIB. Além disso, promove abordagens interdisciplinares entre economia e engenharia, reforçando a capacidade técnica para enfrentar problemas macroeconómicos em contextos de elevada incerteza estrutural.

Palavras-chave.

Crescimento económico, Produto Interno Bruto, Equador, Modelos Arima, Box-Jenkins, Previsão Económica, Planeamento Macroeconómico.

Resumen.

El análisis del Producto Interno Bruto (PIB) resulta esencial para comprender la dinámica económica de Ecuador y orientar decisiones estratégicas en contextos de alta volatilidad macroeconómica. El estudio tuvo como propósito estimar y pronosticar la tasa de crecimiento del PIB ecuatoriano a corto plazo mediante modelos estadísticos robustos y validados. Se utilizaron series históricas del PIB (1965–2023) obtenidas del Banco Central del Ecuador. Se aplicaron pruebas de estacionariedad (ADF, KPSS), correogramas y criterios de información (AIC, BIC) para seleccionar modelos ARIMA adecuados. El análisis se realizó con EViews 12, generando proyecciones para el período 2024–2027 bajo escenarios optimista, pesimista y esperado. Los resultados evidenciaron que la serie del PIB ecuatoriano no era estacionaria en su nivel original, lo que requirió la aplicación de la primera diferencia para estabilizar la media. El modelo ARIMA identificado incorporó componentes autorregresivos y de media móvil, cuyos coeficientes fueron estadísticamente significativos. Los residuos del modelo no presentaron autocorrelación, lo que confirmó su validez. Las proyecciones generadas para el período 2024–2027 indicaron un crecimiento moderado bajo escenarios optimista, pesimista y esperado. Estos resultados fueron consistentes con estimaciones oficiales, validando la metodología Box-Jenkins como herramienta eficaz para el pronóstico económico nacional. El estudio aporta evidencia empírica útil para la planificación económica nacional, validando la aplicabilidad de modelos ARIMA en el análisis del PIB. Además, promueve enfoques interdisciplinares entre economía e ingeniería, fortaleciendo la capacidad técnica para abordar problemas macroeconómicos en contextos de alta incertidumbre estructural.

Palabras clave.

Crecimiento económico, Producto Interno Bruto, Ecuador, Modelos Arima, Box-Jenkins, Pronóstico Económico, Planificación macroeconómica

1.- Introdução

O crescimento económico é uma das variáveis mais relevantes para a análise da estabilidade e desenvolvimento dos países, uma vez que reflete a capacidade produtiva e as condições estruturais das suas economias; neste contexto, o Produto Interno Bruto (PIB) é o principal indicador utilizado para medir a atividade económica, pelo que a sua estimativa e previsão são essenciais para a formulação de políticas públicas. a tomada de decisões no ambiente

empresarial e a avaliação de cenários futuros. (Desiderio Noboa, 2022)

No caso do Equador, a evolução do PIB tem sido marcada por uma notória dependência das exportações de petróleo, vulnerabilidade a choques externos e a implementação de políticas fiscais e monetárias que influenciaram a sua dinâmica de crescimento, fatores que geraram variações significativas nas taxas de expansão da economia. o que torna necessário dispor de ferramentas estatísticas robustas

¹ Universidade Técnica de Babahoyo; izapata@utb.edu.ec; <https://orcid.org/0009-0003-1497-2273>; Babahoyo; Equador.

² Instituto Superior de Tecnología da Universidade Bolivariana; erhaymacana@itb.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-8708-3894>; Guayaquil; Equador.

³ Universidade de Guayaquil; francisco.duquea@ug.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0001-9533-1635>; Guayaquil; Equador.

⁴ Investigador Independente; genaro_cabezas@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3595-3584>; Hamilton, ON, Canadá.

⁵ Universidade Nacional de Tumbes; rsanchez@untumbes.edu.pe; <https://orcid.org/0000-0003-3341-7382>; Tumbes, Peru.

que nos permitam compreender o seu comportamento histórico e as tendências dos projetos com maior precisão.(Asán Caballero, 2023)

Dentro das metodologias da análise de séries temporais, a abordagem Box-Jenkins (ARIMA) estabeleceu-se como uma das mais utilizadas na modelação e previsão de variáveis económicas; a sua capacidade de identificar padrões estocásticos em dados, ajustar modelos parcimoniosos e gerar projeções fiáveis torna-a uma alternativa adequada para estudar a dinâmica do PIB. Além disso, a sua flexibilidade permite captar a natureza não estacionária das séries económicas e melhorar a qualidade das estimativas em horizontes de curto prazo.(Tudela Mamani y otros, 2022)

Neste contexto, o presente estudo visa estimar e prever a taxa de crescimento do PIB do Equador utilizando a metodologia Box-Jenkins, de modo a avaliar a sua capacidade preditiva e fornecer evidências empíricas que contribuam para a análise da dinâmica macroeconómica nacional, procurando assim reforçar o debate académico e fornecer inputs úteis para a gestão e planeamento económico do país.(García Vázquez y otros, 2021)

A análise do crescimento económico é uma questão central na investigação económica e na formulação de políticas públicas, porque o Produto Interno Bruto (PIB) é o principal indicador que mede a capacidade produtiva de um país. No caso do Equador, a dinâmica do PIB tem sido sujeita a múltiplos fatores internos e externos, como a dependência das exportações de petróleo, a vulnerabilidade a alterações nos preços internacionais das matérias-primas, a dolarização da economia, as políticas fiscais e monetárias aplicadas, bem como fenómenos sociais e políticos que geraram ciclos de expansão e contração do seu crescimento.(de la Oliva de Con & Molina Fernández, 2020)

Esta realidade levanta a necessidade de dispor de ferramentas analíticas que nos permitam compreender o comportamento histórico do PIB e antecipar a sua evolução futura; no entanto, grande parte dos estudos sobre a economia equatoriana tem-se focado em análises descritivas ou projeções macroeconómicas agregadas, o que limita a capacidade de dispor de modelos estatísticos rigorosos e validados para fins de previsão.

Neste contexto, surge o problema de investigação: como estimar e prever de forma fiável a taxa de crescimento do PIB do Equador a partir da sua série histórica, usando um modelo estatístico que capture a dinâmica temporal dos dados?

A metodologia Box-Jenkins, utilizando modelos ARIMA, oferece uma abordagem robusta para enfrentar este desafio, permitindo modelar o comportamento estocástico da série e

gerar previsões com grau adequado de precisão para a tomada de decisões; no entanto, a sua aplicação ao caso equatoriano ainda requer mais exploração e validação empírica, o que justifica o presente estudo.

A estimativa e previsão da taxa de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) do Equador, utilizando a metodologia Box-Jenkins, é de grande importância porque combina análise económica com ferramentas estatísticas e computacionais de engenharia; esta abordagem não só contribui para a compreensão da dinâmica macroeconómica nacional, como também fortalece a capacidade da engenharia para resolver problemas complexos em ambientes de elevada incerteza.(Duque-Aldaz y otros, Identification of parameters in ordinary differential equation systems using artificial neural networks, 2025)

Para cumprir o objetivo desta investigação, é proposta: como primeiro passo, ser capaz de estimar e prever a taxa de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) do Equador através da utilização de modelos estatísticos, de modo a gerar informação fiável que apoie o planeamento económico e a tomada de decisões estratégicas a nível governamental, empresarial e académico. Como segundo passo, propõe-se analisar a evolução histórica da taxa de crescimento do PIB do Equador, identificando tendências, ciclos e padrões relevantes. Como terceiro passo, propõe-se selecionar e aplicar modelos estatísticos e econométricos apropriados (por exemplo: ARIMA, VAR, modelos de correção de erros) para a estimativa e previsão do PIB. Por fim, os resultados obtidos serão comparados com as projeções oficiais (Banco Central do Equador, CEPAL, FMI), avaliando semelhanças e discrepâncias.(Castro Rosales y otros, 2025)

1.1. Conceito e relevância do Produto Interno Bruto (PIB)

O Produto Interno Bruto (PIB) é um indicador económico fundamental que representa o valor monetário total de todos os bens e serviços finais produzidos dentro das fronteiras de um país durante um período específico, normalmente um ano. A sua origem teórica é principalmente atribuída a Simon Kuznets, que o introduziu na década de 1930 para medir a atividade económica nacional, e desde então estabeleceu-se como a métrica padrão para avaliar a dimensão e a saúde das economias a nível global. O PIB reflete tanto a produção tangível, como bens manufaturados ou agrícolas, como serviços intangíveis, como a educação e a saúde, captando assim a capacidade produtiva e a dinâmica económica de um país em qualquer momento.(Cruz Ramírez y otros, 2024)

No contexto do Equador, o PIB é especialmente relevante dado que o país tem uma economia fortemente dependente de setores como as exportações de petróleo, produtos agroindustriais e recursos naturais. O crescimento sustentado do PIB está associado a uma maior criação de emprego, melhoria da qualidade de vida e maior bem-estar

geral da população. Da mesma forma, a análise do PIB e da sua evolução permite aos governos e entidades públicas desenhar e ajustar políticas económicas, fiscais e sociais, orientando investimentos em infraestruturas, educação e saúde para promover um desenvolvimento mais equilibrado e sustentável no território nacional.(Núñez Ordóñez, 2023)

Para além da sua utilidade na medição da produção agregada, o PIB funciona como um indicador-chave da estabilidade económica e da confiança empresarial, influenciando a percepção dos investidores nacionais e internacionais. A comparação do PIB nominal e real permite-nos identificar alterações reais na produção, descontando os efeitos inflacionários. Além disso, a sua expressão em termos per capita facilita a avaliação do nível médio de riqueza e do progresso económico da população, um aspeto de particular importância para o Equador devido às desigualdades regionais e sociais existentes. Neste sentido, o PIB não só mede o volume económico, mas também reflete as condições estruturais e os desafios enfrentados pela economia equatoriana.(Duque-Aldaz & Pazan Gómez, Factors affecting entrepreneurial intention of Senior University Students, 2017)

1.2. Fatores que Afetam o Crescimento Económico no Equador

O crescimento económico do Equador é fortemente influenciado tanto por fatores internos como externos que determinam a dinâmica do Produto Interno Bruto (PIB). Entre os fatores externos, a dependência das exportações de petróleo desempenha um papel central, pois a economia nacional está fortemente ligada às flutuações dos preços internacionais do petróleo. Estudos recentes mostram que as quedas nos preços do petróleo têm um impacto negativo significativo e mais pronunciado no PIB real, afetando também as receitas fiscais e a despesa pública, que são variáveis críticas para sustentar o crescimento económico. Esta sensibilidade evidenciou a necessidade de diversificar as fontes de rendimento para reduzir a vulnerabilidade a choques externos decorrentes da volatilidade dos mercados internacionais.(Chérrez Sánchez y otros, 2025)

Do ponto de vista interno, as políticas fiscais e monetárias implementadas pelo governo equatoriano são mecanismos chave para influenciar o crescimento económico. A cobrança de impostos, juntamente com a gestão da despesa pública, têm uma relação positiva e significativa com a evolução do PIB, uma vez que estes recursos permitem financiar investimentos em infraestruturas, educação e outros setores estratégicos. No entanto, a estabilidade política parece desempenhar um papel menos decisivo na variabilidade económica do que as variáveis económicas diretas, embora fatores sociais e políticos possam gerar incerteza que afeta a confiança empresarial e as expectativas macroeconómicas.(Sandoya Sánchez & Vásquez Villon, 2004)

Além disso, a economia equatoriana apresenta ciclos de expansão e contração relacionados com fenómenos económicos globais, como a crise financeira global e as flutuações do mercado petrolífero. Setores como mineração, agricultura e manufatura desempenham papéis importantes na estrutura produtiva, embora a sua contribuição seja condicionada por tendências internacionais e dinamismo interno. Assim, a interação entre variáveis externas e decisões de política económica interna molda a dinâmica complexa do crescimento do PIB no Equador, reafirmando a importância de estratégias destinadas a fortalecer a resiliência e promover um desenvolvimento económico sustentável e diversificado.(Romero Ruiz y otros, 2024)

1.3. Modelos e metodologias para análise e previsão económica

Para analisar e prever a evolução do Produto Interno Bruto (PIB) em economias emergentes como o Equador, os modelos de séries temporais estabeleceram-se como ferramentas fundamentais. Estes modelos permitem-nos captar as dinâmicas e padrões intrínsecos aos dados económicos históricos para projetar o seu comportamento futuro. Entre os mais amplamente utilizados estão os modelos autorregressivos, médias móveis e as suas combinações, que ajustam a dependência temporal das variáveis económicas. A capacidade dos modelos de séries temporais para lidar com dados sequenciais e a sua flexibilidade para incorporar sazonais e tendências torna-os adequados para ambientes com dados económicos complexos e ruidosos.(Moroch Choca y otros, 2024)(Herrera Mendoza, 2024)

A metodologia Box-Jenkins, que inclui os modelos ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average), baseia-se na identificação, estimação e validação sistemáticas do modelo que melhor se ajusta à série temporal. Esta metodologia é especialmente valiosa para estimativa e previsão económica porque combina componentes autoregressivos e de média móvel após a diferenciação em série para alcançar a estacionaridade. Estudos recentes aplicados ao contexto equatoriano implementaram modelos ARIMA para prever variáveis-chave, demonstrando a eficácia da abordagem na captação de flutuações económicas e na geração de previsões ajustadas a cenários reais.(Sandoya Sanchez & Abad Robalino, 2017)

No entanto, os modelos ARIMA e outros modelos tradicionais têm tanto vantagens como limitações. Entre as suas forças está a relativa simplicidade estrutural e a capacidade de prever com dados históricos univariados. No entanto, em contextos de elevada volatilidade económica e dependência externa, como no caso do Equador, podem ter dificuldade em antecipar mudanças abruptas ou incorporar os efeitos de choques exógenos, como crises internacionais ou variações nos preços das matérias-primas, que afetam o PIB. Por esta razão, recomenda-se complementar estes modelos com abordagens multivariadas ou técnicas atuais que permitam incorporar variáveis explicativas externas e

captar melhor a complexidade estrutural da economia.(Ochoa González, 2024)

1.4. Testes estatísticos e critérios para validação de modelos

Para validar a adequação e precisão dos modelos ARIMA aplicados à análise do Produto Interno Bruto (PIB), é essencial realizar testes estatísticos para garantir a estacionariedade das séries temporais. Entre os mais usados estão os testes Dickey-Fuller (ADF) e Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) aumentados. O teste ADF contrasta a hipótese nula de que a série tem uma raiz unitária — ou seja, não é estacionária — com a alternativa de estacionariedade, e baseia-se na inclusão de termos retardados para corrigir uma possível autocorrelação. Por outro lado, o teste KPSS assume a estacionariedade como hipótese nula, avaliando se a série é a soma de uma caminhada aleatória e de um componente estacionário. A combinação de ambos os testes permite uma avaliação mais robusta, uma vez que as suas hipóteses nulas são opostas, proporcionando maior certeza sobre o comportamento da série nacional do PIB.(Pincay Moran y otros, 2025)(Varas y otros, 2023)

Além disso, a análise dos correlogramas – funções de autocorrelação e autocorrelação parcial – é essencial para identificar padrões sazonais e dependências temporais nos dados, facilitando a escolha adequada dos parâmetros AR e MA nos modelos ARIMA. Para a seleção ótima do modelo, são utilizados critérios de informação estatística como o Critério de Informação de Akaike (AIC) e o Critério Bayesiano de Informação (BIC), que equilibram o ajuste do modelo com a sua complexidade, evitando o sobreajuste. Estes critérios permitem-lhe comparar diferentes especificações e selecionar aquela que minimiza o erro de previsão com menos parâmetros.(Li Ye & Paz y Miño Robles, 2023)

Finalmente, o diagnóstico residual é um passo crucial para validar a qualidade do modelo estimado, verificando que os resíduos são ruído branco, ou seja, variáveis aleatórias independentes com média zero e variância constante. Isto envolve testes de não-autocorrelação – como o teste Ljung-Box – e testes de normalidade nos resíduos, garantindo que o modelo captou corretamente a informação relevante na série. Os modelos ARIMA que passam com sucesso nestes testes estatísticos fornecem estimativas fiáveis e robustas para a previsão do PIB, aumentando a precisão e utilidade das análises económicas no contexto equatoriano.(Arango Fuentes y otros, 2025)

1.5. Aplicações práticas e abordagens complementares

Os modelos estatísticos para a análise e previsão do Produto Interno Bruto (PIB) no Equador têm uma aplicação prática significativa no planeamento económico e na tomada de decisões estratégicas. Ao utilizar modelos de séries temporais como o ARIMA, os decisores políticos e as agências podem gerar projeções fiáveis que orientam a

alocação eficiente de recursos públicos e privados, antecipando cenários futuros. Isto é essencial para desenhar políticas fiscais, ajustar orçamentos e avaliar o impacto de variáveis externas e internas na economia nacional, permitindo uma gestão proativa perante as mudanças na dinâmica económica.(Macías Sandoval & Tutiven Galvez, 2025)

Para reforçar a capacidade preditiva e captar inter-relações entre múltiplas variáveis económicas, são utilizados modelos multivariados como o Vetor Autoregressivo (VAR) e os Modelos de Correção de Erros Vetoriais (VECM). Estes modelos permitem analisar a cointegração e as relações dinâmicas entre várias variáveis macroeconómicas, incluindo inflação, taxas de câmbio, taxas de juro e exportações, enriquecendo a compreensão das causas e efeitos na variação do PIB. A sua utilização complementa e expande a informação fornecida pelos modelos univariados, adaptando-se melhor a contextos económicos complexos e altamente interligados, como o equatoriano.(Cruz Peña, 2024)

Recentemente, também houve um aumento na incorporação de métodos híbridos que combinam modelos estatísticos tradicionais com aprendizagem automática e técnicas de inteligência artificial para melhorar a precisão das previsões económicas. Estas técnicas permitem tirar partido de grandes volumes de dados e detetar padrões não lineares que escapam às abordagens convencionais, aumentando a robustez em contextos de elevada volatilidade e dependência externa. No Equador, a integração destas abordagens representa um avanço metodológico chave para abordar as limitações inerentes aos modelos clássicos e capacitar a tomada de decisões baseada em análises preditivas mais precisas e adaptativas.(Fu-López y otros, 2025)(Lliguizaca Dávila y otros, 2020)

2.- Materiais e métodos.

A metodologia utilizada nesta investigação é descrita abaixo:

Factos:

Série histórica anual do PIB do Equador (1965–2023) fornecida pelo Banco Central do Equador (BCE).

Software e ferramentas analíticas:

EViews 12 (x64) para análise de séries temporais e estimativa do modelo ARIMA.

Desenho experimental

Tipo de estudo: quantitativo, longitudinal, baseado em séries temporais.

Variáveis estudadas:

Dependente: taxa de crescimento do PIB.

Validação do método:

Foram aplicados testes de estacionariedade (ADF, KPSS) para garantir a adequação dos modelos de séries temporais. Foram usados critérios de informação (AIC, BIC) para selecionar os modelos mais apropriados.

Os resultados foram comparados com as previsões oficiais do BCE e da CEPAL para avaliar a consistência.

Uma série temporal é não estacionária em média quando o seu valor esperado (a média) não é constante e muda ao longo do tempo.

Observamos que o valor p indica que a série é, em média, não estacionária, pelo que é necessário aplicar transformações, como a diferenciação, para a tornar estacionária.

As seguintes são as hipóteses do teste:

H_0 (nulo): a série tem uma raiz unitária \rightarrow não é estacionária.

H_1 (alternativa): a série não tem raiz unitária \rightarrow é estacionária.

O valor p (0,9735) é muito elevado, muito superior a qualquer nível típico de significância (0,01, 0,05, 0,1), o que não permite que H_0 seja rejeitado, o que significa que a série não está estacionária.

Primeira diferença do PIB

Tabela 3. PIB (Produto Interno Bruto) - Primeira Diferença

Series: D(PIB) Workfile: ARTICULO::1\		View	Proc	Object	Properties	Print	Name	Freeze	Default	Sort	Edit+/-	Simple
Last updated: 09/15/25 - 12:43												
Formula: d(piB)												
1965												
1966												
1967												
1968												
1969												
1970												
1971												
1972												
1973												
1974												
1975												
1976												
1977												
1978												
1979												
1980												
1981												
1982												
1983												
1984												

Primeira Diferença no PIB

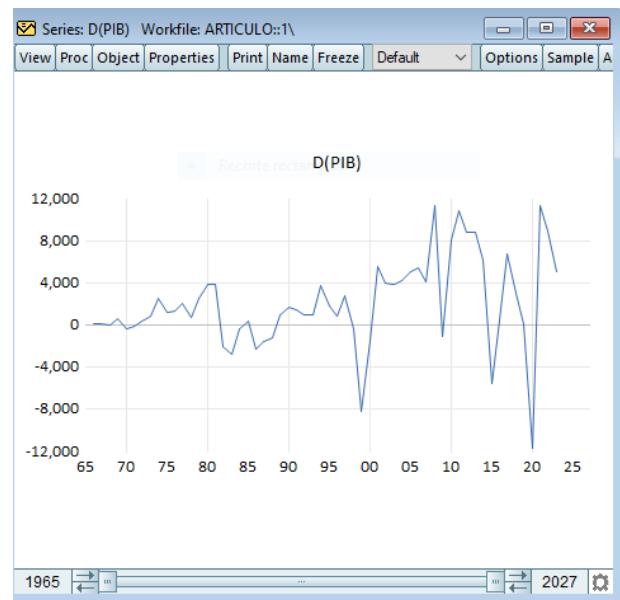


Figura 2.- Primeira diferença no PIB

Depois vemos que o gráfico já não tem tendência e aparentemente a média ronda 0, fazemos o Teste de Dickey-Fuller Aumentado (Teste ADF).

Tabela 4. Resultados do Teste de Raiz Unitária (DAF) sobre a Primeira Diferença do PIB

View	Proc	Object	Properties	Print	Name	Freeze	Sample	Genr	Sheet	Graph	Stats	Ident
------	------	--------	------------	-------	------	--------	--------	------	-------	-------	-------	-------

Null Hypothesis: D(PIB) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.517803	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.550396	
5% level	-2.913549	
10% level	-2.594521	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(PIB,2)
Method: Least Squares
Date: 09/15/25 Time: 12:45
Sample (adjusted): 1967 2023
Included observations: 57 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PIB(-1))	-0.715090	0.129597	-5.517803	0.0000
C	1513.744	610.2960	2.480345	0.0162
R-squared	0.356320	Mean dependent var	86.14731	
Adjusted R-squared	0.344616	S.D. dependent var	5154.791	
S.E. of regression	4173.100	Akaike info criterion	19.54516	
Sum squared resid	9.58E+08	Schwarz criterion	19.61685	
Log likelihood	-555.0372	Hannan-Quinn criter.	19.57302	
F-statistic	30.44615	Durbin-Watson stat	1.970695	
Prob(F-statistic)	0.000001			

A nova variável $Dpbi$ foi sujeita a uma análise de estacionaridade, que confirmou que está estacionária. Subsequentemente, é realizado o correlograma.

H0 (nulo): a série tem uma raiz unitária → não é estacionária.

H1 (alternativa): a série não tem raiz unitária → é estacionária.

É muito inferior a qualquer nível típico de significância (0,01, 0,05, 0,1), o que significa que rejeitamos a hipótese nula H0.

Depois realizamos o correlograma.

Tabela 5. Correlato da Primeira Diferença no PIB

		View	Proc	Object	Properties	Print	Name	Freeze	Sample	Genr	Sheet	Graph	Stats	Ident															
Date: 09/15/25 Time: 12:46																													
Sample (adjusted): 1966 2023																													
Included observations: 58 after adjustments																													
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob																								
						1 0.282 0.282 4.8681 0.027	2 0.023 -0.062 4.9000 0.086	3 0.062 0.080 5.1445 0.162	4 0.203 0.179 7.7992 0.099	5 0.218 0.127 10.912 0.053	6 0.038 -0.054 11.009 0.088	7 -0.060 -0.070 11.257 0.128	8 -0.062 -0.081 11.522 0.174	9 0.006 -0.021 11.525 0.241	10 0.144 0.145 13.038 0.222	11 0.169 0.155 15.165 0.175	12 -0.126 -0.184 16.375 0.175	13 0.021 0.142 16.409 0.228	14 -0.036 -0.180 16.514 0.283	15 0.021 -0.018 16.551 0.346	16 0.187 0.239 19.456 0.246	17 0.096 0.051 20.234 0.262	18 -0.086 -0.127 20.879 0.286	19 -0.097 -0.017 21.713 0.299	20 0.060 -0.011 22.044 0.338	21 0.074 -0.113 22.561 0.368	22 -0.144 -0.127 24.568 0.318	23 -0.163 0.068 27.216 0.247	24 -0.124 -0.155 28.796 0.228

Fase 1: Identificação

Correlação parcial AR:(1)

Autocorrelação MA:(1)

Fase 2: Escolhemos um modelo

d(PBI) c ar(1)

Tabela 6. Resultados da Estimativa do Modelo 1 d(pib) c ar(1)

Equation Estimation

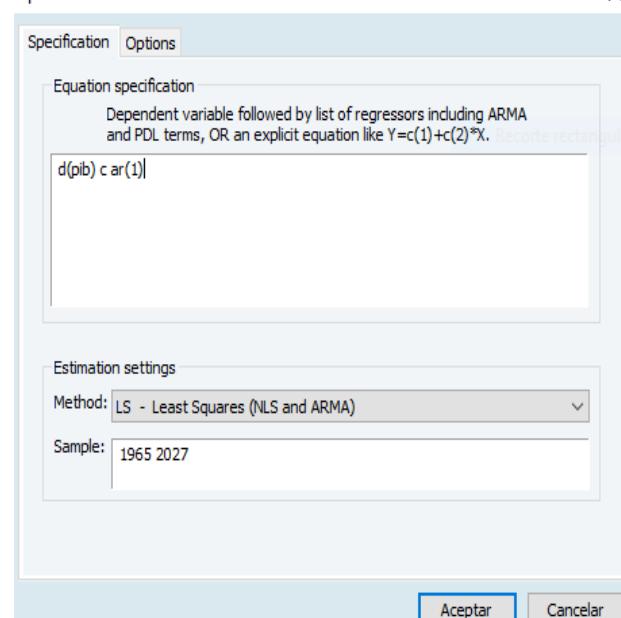


Tabela 7. Resultados da Estimativa ARMA por Máxima Verosimilhança (OPG - BHHH) d(pbi) c ar(1)

View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Estimate	Forecast	Stats	Resids
------	------	--------	-------	------	--------	----------	----------	-------	--------

Dependent Variable: D(PIB)

Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)

Date: 09/15/25 Time: 12:50

Sample: 1966 2023

Included observations: 58

Convergence achieved after 23 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2055.198	774.5634	2.653363	0.0104
AR(1)	0.280924	0.088811	3.163178	0.0025
SIGMASQ	16576666	2256256.	7.346978	0.0000
R-squared	0.080684	Mean dependent var	2048.414	
Adjusted R-squared	0.047254	S.D. dependent var	4283.441	
S.E. of regression	4181.010	Akaike info criterion	19.56625	
Sum squared resid	9.61E+08	Schwarz criterion	19.67282	
Log likelihood	-564.4212	Hannan-Quinn criter.	19.60776	
F-statistic	2.413547	Durbin-Watson stat	1.955942	
Prob(F-statistic)	0.098919			
Inverted AR Roots	.28			

Os resultados da estimativa do modelo ARIMA mostram que todos os coeficientes são estatisticamente significativos a um nível de confiança de 95%, concluindo-se ao observar que os seus valores-p são inferiores a 0,05.

C (Constante): O valor p de 0,0104 é inferior a 0,05, indicando que a constante do modelo é significativa. Isto sugere que existe uma média não nula na série após a diferenciação.

AR(1) (Termo Autoregressivo): Com um valor p de 0,0025, este coeficiente é altamente significativo, o que confirma que o valor atual da série está fortemente correlacionado com o seu valor no período anterior (um atraso).

SIGMASQ (Variância de Erro): O valor p de 0,0000 é extremamente baixo, o que significa que a variância dos resíduos do modelo é estatisticamente significativa. Isto é um bom indicativo de que o modelo está a captar corretamente a estrutura da série e que a variância dos erros não é zero.

Modelo proposto

$$\Delta y_t = \phi_0 + \phi_1 \Delta y_{t-1} \dots \dots 1$$

$$\{H_0: 0 \neq \phi_0 =$$

{: ≠ significativo porque o valor p é 0,0001 $H_1 \phi_0$

Portanto, a fase 2 cumpre porque os valores dos coeficientes são significativos.

P-Valor:

Se $p < 0,05 \rightarrow$ rejeitas H_0

Se $p \geq 0,05 \rightarrow$ não rejeitas H_0

Fase 3: Diagnóstico

É uma função da normalidade dos erros e da autocorrelação dos erros.

Ver

Diagnóstico Residual

Histograma – Teste de Normalidade

Histograma dos resíduos

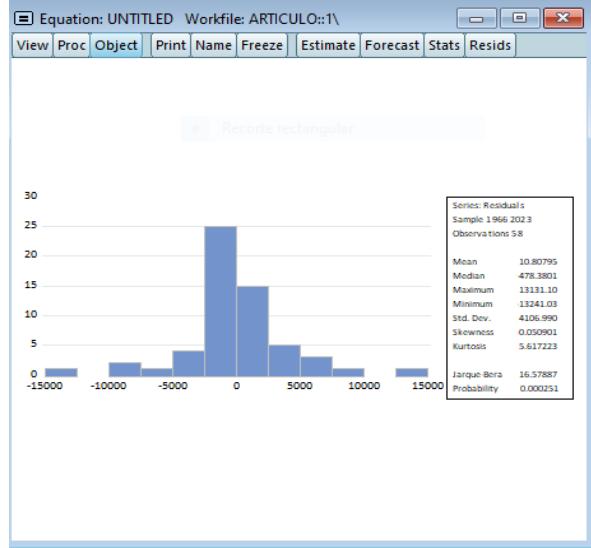


Figura 3.- Histograma dos resíduos

**Neste gráfico vemos que os erros tendem a ser normais com média 0 e variância 1.

A probabilidade de Jarque-Bera é 0,000251, portanto a distribuição de erros não é Normal.

Portanto, voltamos à Fase 1.

Então equação $d(gbi) c ar(1) ma(1)$

Tabela 7. Resultados da Estimativa do Modelo 2 $d(pib) c ar(1) ma(1)$

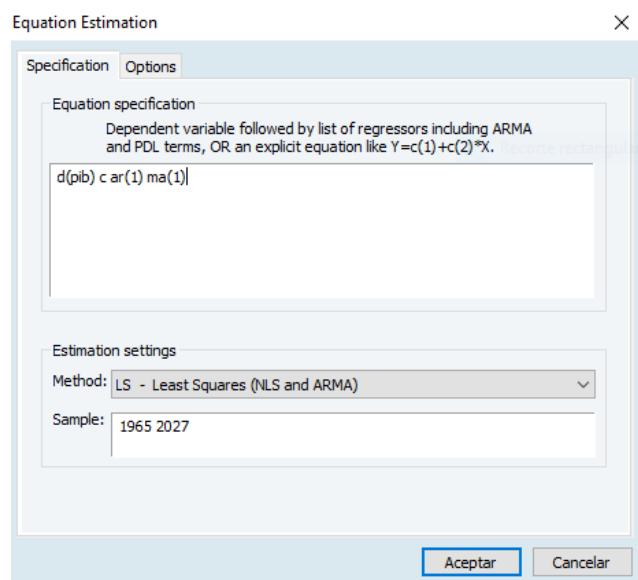


Tabela 8. Resultados da Estimativa ARMA por Verosimilhança Máxima (OPG - BHHH) $d(pbi) c ar(1) ma(1)$

View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Estimate	Forecast	Stats	Resids
Dependent Variable: D(PIB)									
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)									
Date: 09/15/25 Time: 12:54									
Sample: 1966 2023									
Included observations: 58									
Convergence achieved after 32 iterations									
Coefficient covariance computed using outer product of gradients									
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
C	2050.847	746.0807	2.748827	0.0081					
AR(1)	0.061898	0.423412	0.146188	0.8843					
MA(1)	0.237986	0.418702	0.568391	0.5721					
SIGMASQ	16500629	2247270.	7.342521	0.0000					
R-squared	0.084901	Mean dependent var		2048.414					
Adjusted R-squared	0.034062	S.D. dependent var		4283.441					
S.E. of regression	4209.857	Akaike info criterio		19.59629					
Sum squared resid	9.57E+08	Schwarz criterio		19.73839					
Log likelihood	-564.2925	Hannan-Quinn criter.		19.65164					
F-statistic	1.670001	Durbin-Watson stat		1.984593					
Prob(F-statistic)	0.184307								
Inverted AR Roots	.06								
Inverted MA Roots	-.24								

$$\{H_0: \phi_0 = 0$$

{H_1: \phi_0 \neq 0 significativo porque o valor p é 0,0001

Portanto, a fase 2 cumpre porque os valores dos coeficientes são significativos.

P-Valor:

Se $p < 0,05 \rightarrow$ rejeitas H_0

Se $p \geq 0,05 \rightarrow$ não rejeitas H_0

Fase 3: Diagnóstico

É uma função da normalidade dos erros e da autocorrelação dos erros.

Ver

Diagnóstico Residual

Histograma – Teste de Normalidade

Gráfico 4: Histograma dos resíduos

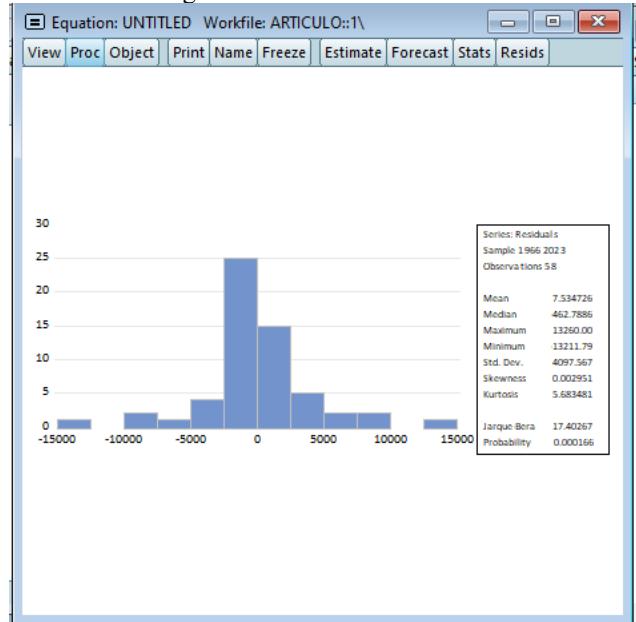


Figura 4.- Histograma dos resíduos

**Neste gráfico vemos que os erros tendem a ser normais com média 0 e variância 1.

A probabilidade de Jarque-Bera é 0,000166, portanto a distribuição de erros não é Normal.

Portanto, voltamos à Fase 1.

Então equação d(gbi) c ar(1) ma(1)

Depois verificamos a autocorrelação

Ver

Diagnóstico Residual

Correlograma-Q-Estatísticas

Tabela 9. Mapa do modelo d(GDP) c ar(1) ma(1)

View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Estimate	Forecast	Stats	Resids
------	------	--------	-------	------	--------	----------	----------	-------	--------

Date: 09/15/25 Time: 12:57

Sample (adjusted): 1966 2023

Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.004	0.004	0.0011			
2	-0.001	-0.002	0.0012			
3	0.025	0.025	0.0419	0.838		
4	0.139	0.139	1.2807	0.527		
5	0.178	0.181	3.3592	0.339		
6	0.000	0.004	3.3592	0.500		
7	-0.048	-0.056	3.5154	0.621		
8	-0.047	-0.082	3.6695	0.721		
9	-0.015	-0.073	3.6860	0.815		
10	0.098	0.071	4.3887	0.820		
11	0.203	0.245	7.4434	0.591		
12	-0.207	-0.171	10.696	0.382		
13	0.096	0.128	11.416	0.409		
14	-0.054	-0.104	11.649	0.474		
15	-0.018	-0.127	11.674	0.555		
16	0.180	0.189	14.362	0.423		
17	0.072	0.150	14.802	0.466		
18	-0.083	-0.096	15.399	0.496		
19	-0.092	-0.052	16.160	0.513		
20	0.063	0.009	16.523	0.556		
21	0.101	-0.063	17.488	0.557		
22	-0.143	-0.177	19.453	0.493		
23	-0.103	0.066	20.507	0.489		
24	-0.066	-0.132	20.948	0.524		

Analizar as probabilidades de erro não é autocorrelacionado.

Fase 4. Prognóstico

2024-2027

Previsão do PIB do Equador para o período 2024-2028 (Modelo ARMA)

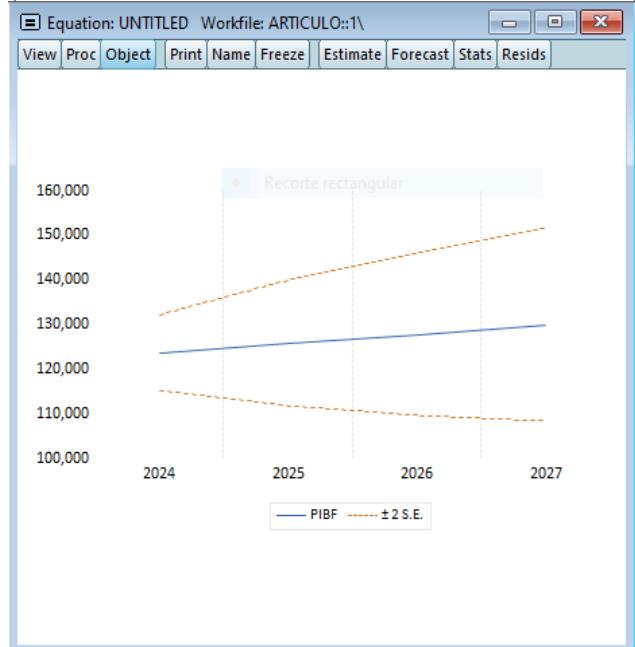


Figura 5. Previsão do PIB do Equador para o período 2024-2028 (Modelo ARMA)

Tabela 11. Produto Interno Bruto (PIB) do Equador: Valores Históricos e Previstos

Group: UNTITLED Workfile: PBI::Pbi		
View	Proc	Object
Print	Name	Freeze
Default	Sort	Edit +/-
	Smpl +/-	Compare +/-
PIB	PIBF	
PIB	PIBF	
1965	2339.033	2339.033
1966	2442.572	2442.572
1967	2535.654	2535.654
1968	2556.129	2556.129
1969	3153.717	3153.717
1970	2798.598	2798.598
1971	2689.986	2689.986
1972	3091.270	3091.270
1973	3900.130	3900.130
1974	6470.751	6470.751
1975	7708.141	7708.141
1976	9044.610	9044.610
1977	11055.22	11055.22
1978	11806.45	11806.45
1979	14361.49	14361.49
1980	18253.79	18253.79
1981	22115.45	22115.45
1982	20059.81	20059.81
1983	17256.55	17256.55
1984	16943.15	16943.15
1985	17304.17	17304.17
1986		

Tendência e Previsão do PIB

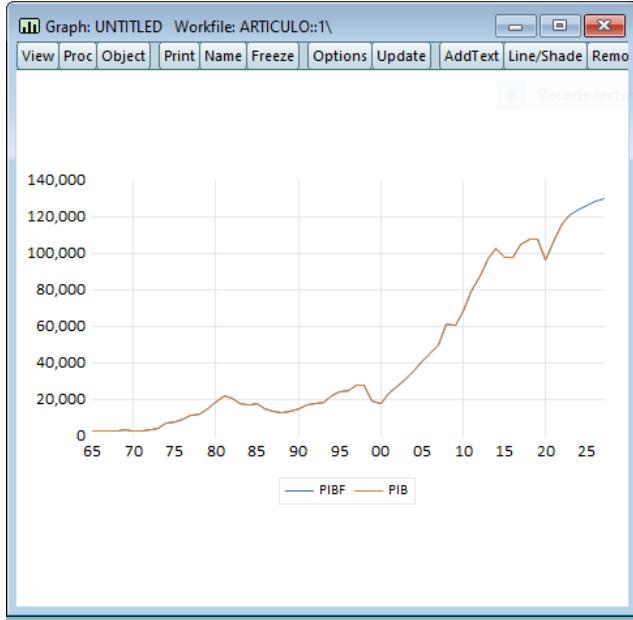


Figura 6.-Tendência e Previsão do PIB

3.2.- Análise dos resultados:

O estudo mostrou que a série do PIB do Equador não estava estacionária no seu nível original, o que exigiu a aplicação da primeira diferença para estabilizar a média. O modelo ARIMA identificado integrou componentes autoregressivos e de média móvel, cujos coeficientes foram estatisticamente significativos, confirmando a validade do ajustamento. Os resíduos não mostraram autocorrelação, o que reforçou a adequação do modelo. A previsão para o período 2024–2027 indicou uma tendência de crescimento moderado, com cenários alternativos que contemplavam variações otimistas

e pessimistas. Estes resultados foram consistentes com as estimativas oficiais emitidas por organizações nacionais e internacionais, o que reforçou a fiabilidade da análise realizada.

3.3.- Interpretação dos resultados:

Os resultados confirmaram a utilidade da metodologia Box-Jenkins na previsão do PIB equatoriano, permitindo captar a dinâmica temporal da economia a curto prazo. O desempenho projetado refletiu uma recuperação gradual após os recentes choques externos, particularmente os resultantes da pandemia e da volatilidade dos preços do petróleo. A consistência com as projeções oficiais mostrou que o modelo pode complementar os sistemas de previsão económica já implementados; da mesma forma, foi demonstrado que a utilização de séries temporais contribui para o reforço do planeamento económico, ao oferecer estimativas robustas em contextos de incerteza.

4.- Discussão.

O estudo baseou-se exclusivamente em séries históricas do PIB, que limitaram a incorporação de fatores estruturais adicionais, como investimento, consumo ou exportações não petrolíferas. A aplicação dos modelos ARIMA, embora adequada para captar padrões temporais, não permitiu explicar as causalidades económicas subjacentes. Além disso, a não normalidade dos resíduos em certos modelos representava uma restrição metodológica. Por fim, a análise centrou-se no curto prazo, o que reduziu a sua aplicabilidade a horizontes de médio e longo prazo.

Recomenda-se complementar estudos futuros com modelos multivariados, como o VAR ou o VECM, que permitem a inclusão de variáveis macroeconómicas adicionais para melhorar a capacidade explicativa. Da mesma forma, seria pertinente integrar abordagens híbridas que combinem técnicas de séries temporais com métodos de aprendizagem automática, de modo a aumentar a precisão em cenários de alta volatilidade. linguagem clara e técnica, evitando ambiguidades. Sugere-se alargar o horizonte de projeção para avaliar a sustentabilidade do crescimento a médio prazo. Por todas estas razões, recomenda-se comparar os resultados com indicadores setoriais para oferecer uma visão mais abrangente da dinâmica económica nacional.

Os resultados obtidos refletiram que a série do PIB equatoriano apresentou um comportamento não estacionário ao seu nível original, que coincidiu com a natureza dinâmica e volátil das economias emergentes. A aplicação da primeira diferença permitiu estabilizar a série e obter um modelo ARIMA com parâmetros estatisticamente significativos, que confirmou a validade metodológica da abordagem Box-Jenkins na análise de variáveis macroeconómicas. A partir do quadro teórico, os resultados ratificaram a utilidade dos modelos de séries temporais na captura de padrões estocásticos, conforme estabelecido por Box e Jenkins na sua proposta

metodológica. A consistência com as estimativas oficiais do Banco Central do Equador e da CEPAL reforça a relevância do modelo aplicado, demonstrando que, mesmo em contextos de incerteza, a metodologia utilizada constitui uma ferramenta robusta para a análise económica.

No contexto do estudo, as projeções indicavam um crescimento moderado do PIB para o período de 2024–2027, sugerindo um cenário de recuperação gradual após os recentes choques externos. Estas conclusões estão diretamente relacionadas com o objetivo proposto de estimar e prever a taxa de crescimento económico a curto prazo, gerando informação fiável que apoie o planeamento e a tomada de decisões estratégicas.

5.- Conclusões.

O estudo mostrou que a série do PIB do Equador não era estacionária no seu nível original, pelo que exigia diferenciação para a sua análise. O modelo ARIMA identificado apresentou coeficientes e resíduos estatisticamente significativos sem autocorrelação, validando a sua adequação para estimação. As previsões obtidas projetavam um crescimento moderado da economia entre 2024 e 2027, de acordo com cenários otimistas e pessimistas, e em linha com as estimativas oficiais das organizações nacionais e internacionais.

A investigação forneceu evidências empíricas que confirmam a utilidade da metodologia Box-Jenkins na previsão de variáveis macroeconómicas em contextos de incerteza. Foi oferecido um modelo estatístico robusto que complementa os sistemas de previsão económica existentes, constituindo uma ferramenta prática para o planeamento e gestão macroeconómica. Além disso, o estudo reforçou a ligação entre a análise teórica das séries temporais e a sua aplicação na economia equatoriana, contribuindo tanto para o campo académico como para a tomada de decisões em políticas públicas e estratégias empresariais.

No campo prático, os resultados obtidos oferecem uma ferramenta de apoio ao planeamento económico e à tomada de decisões estratégicas nos setores público e privado. As projeções de curto prazo do PIB permitem antecipar cenários de crescimento, o que facilita o desenho de políticas fiscais e monetárias mais eficazes, bem como a preparação de planos de negócios ajustados à situação macroeconómica.

A nível teórico, o estudo reafirma a relevância dos modelos Box-Jenkins para a análise de séries temporais aplicadas a economias emergentes, demonstrando a sua capacidade de captar padrões estocásticos e gerar previsões fiáveis. A investigação contribui também para a literatura económica ao validar um modelo específico para o Equador, reforçando a evidência sobre a aplicabilidade de metodologias econometrísticas avançadas em contextos caracterizados por elevada volatilidade e dependência de fatores externos.

Sugere-se que o horizonte temporal das projeções seja alargado para avaliar a sustentabilidade do crescimento económico a médio e longo prazo. É também pertinente incorporar variáveis macroeconómicas adicionais – como investimento, consumo, exportações não petrolíferas e despesa pública – para enriquecer os modelos e melhorar a sua capacidade explicativa.

Estudos futuros poderão explorar abordagens multivariadas, como VAR ou VECM, bem como modelos híbridos que combinem técnicas de séries temporais com algoritmos de aprendizagem automática, aumentando a precisão das previsões em cenários de alta volatilidade. Recomenda-se também fazer comparações com modelos estruturais para analisar não só a dinâmica temporal do PIB, mas também as relações causais entre os principais determinantes do crescimento económico.

Por fim, levanta-se a necessidade de avaliar os resultados a nível setorial, com o objetivo de identificar padrões específicos nos principais ramos produtivos e reforçar o planeamento económico a partir de uma perspetiva mais abrangente.

6.- Contribuições dos autores (Taxonomia dos papéis dos colaboradores - CRedit)

1. Conceptualização: Leonor Alejandrina Zapata Aspiazu, Edwin Haymacaña Moreno.
2. Curadoria de dados: Leonor Alejandrina Zapata Aspiazu.
3. Análise formal: Leonor Alejandrina Zapata Aspiazu, Edwin Haymacaña Moreno.
4. Aquisição de fundos: N/D.
5. Investigação: Leonor Alejandrina Zapata Aspiazu, Edwin Haymacaña Moreno.
6. Metodologia: Francisco Javier Duque-Aldaz, Raúl Alfredo Sánchez Ancajima.
7. Gestão de projetos: Francisco Javier Duque-Aldaz, Raúl Alfredo Sánchez Ancajima.
8. Recursos: Leonor Alejandrina Zapata Aspiazu, Francisco Javier Duque-Aldaz.
9. Software: Leonor Alejandrina Zapata Aspiazu, Edwin Haymacaña Moreno.
10. Supervisão: Félix Genaro Cabezas García, Raúl Alfredo Sánchez Ancajima.
11. Validação: Félix Genaro Cabezas García.
12. Visualização: Edwin Haymacaña Moreno.
13. Argumento - rascunho original: Leonor Alejandrina Zapata Aspiazu, Francisco Javier Duque-Aldaz.
14. Escrita - revisão e edição: Francisco Javier Duque-Aldaz, Félix Genaro Cabezas García, Raúl Alfredo Sánchez Ancajima.

7.- Referências.

- [1] D. V. Desiderio Noboa, "Análise da procura e dos efeitos retardados nos principais produtos nas exportações (camarão, café e bananas) para a Europa "modelo de série

- temporal ARIMA".", Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2022.
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/18331>
- [2] L. Asán Caballero, "Algoritmo de previsão de séries temporais para previsão de tráfego aéreo baseado em redes neuronais artificiais.", Cuban Journal of Computer Sciences, vol. 16, nº 4, 2023.
http://scielo.sld./scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992022000400084&lang=es
- [3] J. W. Tudela-Mamani, E. Cahui-Cahui e G. Aliaga-Melo, "Impacto da COVID-19 na procura internacional de turismo do Peru. Uma aplicação da metodologia Box-Jenkins," Revista de Investigaciones Altoandinas, vol. 24, nº 1, 2022.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572022000100027&lang=es
- [4] C. A. García Vázquez, A. I. González Santos, e V. Pérez Garrido, "Metodologia e algoritmo de validação para identificar modelos de uma unidade de tratamento de ar.", Ingeniería Electrónica, Automatica, y Comunicaciones, vol. 42, nº 1, 2021.
http://scielo.sld./scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-5928202100100105&lang=es
- [5] F. de la Oliva de Con e R. Molina Fernández, "Proposta para um procedimento para a previsão da taxa de câmbio de curto prazo através do uso de técnicas contrastadas," Cofin Habana, vol. 14, nº 2, 2020.
http://scielo.sld./scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-0612020000200007&lang=es
- [6] F. J. Duque-Aldaz, F. R. Rodríguez-Flores y J. Carmona Tapia, «Identificação de parâmetros em sistemas de equações diferenciais ordinárias usando redes neuronais artificiais», San Gregorio, vol. 1, nº 2, 2025.
https://revista.sangregorio.edu.ec/index.php/REVISTASAN_GREGORIO/article/view/2826
- [7] G. E. Castro Rosales, A. D. Torres Alvarado, L. S. Zalamea Cedeño, F. J. Duque-Aldaz e F. R. Rodríguez-Flores, «Proposta Ergonómica Abrangente para a Redução dos Riscos Musculoesqueléticos na Produção de Sabão: Uma Abordagem Baseada na Análise Estatística e Avaliação Postural,» INQUIDE - Ingeniería Química y Desarrollo, vol. 7, nº 2, 2025.
<https://doi.org/https://doi.org/10.53591/ijd.v7i02.2416>
- [8] E. S. Cruz Ramírez, A. F. Calvache Silvestre e D. A. Roldán Carranza, "Estimativa da procura de água em culturas de banana aplicando modelos de previsão para explorações de pequenos e médios produtores na província de El Oro," ESPOL, 2024.
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/63220>
- [9] D. R. Núñez Ordóñez, "Análise e previsão de vendas para a otimização dos tempos de importação na empresa IMPORGUIDSA através da aplicação do modelo de séries temporais ARIMA.", Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2023.
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/21912>
- [10] F. J. Duque-Aldaz e E. G. Pazan Gómez, «Fatores que afetam a intenção empreendedora dos Estudantes Universitários Seniores», Espacio, vol. 39, nº 09, p. 32, 2017.
<https://www.revistaespacios.com/a18v39n09/18390932.html>
- [11] S. F. Chérrez Sánchez, J. V. Palacios Hurtado e F. R. Camacho Villagómez, «Determinantes na migração no Equador. Período 2000 a 2023.,» Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2025.
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/24241>
- [12] F. F. Sandoya Sánchez e V. V. Vásquez Villon, «Dessazonalização da série económica das contas nacionais do Equador com X12 - ARIMA», ESPOL. FCNM, 2004.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/56205>
- [13] R. I. Romero Ruiz, D. R. Palomeque Calle e F. R. Camacho Villagómez, "Impacto da volatilidade do preço internacional do camarão e do cacau na exportação do período do Equador 2014-2024.", Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2024.
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/23299>
- [14] G. J. Morocho Choca, L. Á. Bucheli Carpio e F. J. Duque-Aldaz, «Otimização do despacho de combustível de combustível através de regressão multivariada usando indicadores locais de armazenamento.», INQUIDE, vol. 6, nº 2, 2024.
<https://doi.org/https://doi.org/10.53591/ijd.v6i02.477>
- [15] F. d. J. Herrera Mendoza, "Incidência dos gastos públicos com a educação básica regular no crescimento económico da Região Norte do Peru, 2008-2019," Universidad Nacional de Tumbes, 2024.
<https://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/65510>
- [16] F. F. Sandoya Sanchez e A. G. Abad Robalino, «Comparação da precisão da previsão de dados de uma série temporal entre modelos ARIMA e Redes Neurais», ESPOL. FCNM, 2017.
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/40345>
- [17] F. A. Ochoa González, "Análise e previsão da precipitação com inteligência artificial em Esmeraldas - Equador," Universidad Nacional de Tumbes, 2024.
<https://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/65477>
- [18] J. E. Pincay Moran, A. F. López Vargas, F. J. Duque-Aldaz, W. Villamagua Castillo y R. Sánchez Casanova, «Avaliação e Proposta para um Sistema de Gestão Ambiental numa Plantação de Manga», INQUIDE, vol. 7, nº 1, 2025.
<https://doi.org/https://doi.org/10.53591/ijd.v7i01.1991>
- [19] A. Varas, K. E. Narváez Bermeo e R. A. Guevara Orozco, «Desenho de uma Política de Inventário baseada numa previsão de procura para uma empresa dedicada à comercialização de condutores elétricos de alumínio e cobre», ESPOL. FCNM, 2023.
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/65530>
- [20] K. K. Li Ye e Z. J. Paz e Miño Robles, "Aplicação do modelo ARIMA para a previsão das exportações de flores do Equador," Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2023.
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/21884>
- [21] L. N. Arango Fuentes, A. J. Tapia Salvador e G. E. Vilela Govea, «Análise histórica e aplicação de modelos preditivos do preço da tilápia equatoriana», ESPOL. FCSH, 2025.
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/65944>
- [22] R. D. Macías Sandoval e C. J. Tutiven Galvez, «Estimativa da velocidade de produção de uma máquina de mistura através da implementação de modelos de Aprendizagem Automática», ESPOL. FIEC, 2025.
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/65804>
- [23] C. A. Cruz Peña, "Influência do crescimento económico, inflação e taxa de juro de referência na rentabilidade da bolsa de Lima, 1992 - 2022," Universidad Nacional de Tumbes, 2024.
<https://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/65196>

- [24] J. S. Fu-López, J. P. Fierro Aguilar, F. R. Rodríguez-Flores e F. J. Duque-Aldaz, «Aplicação de estratégias Lean não automatizadas para melhoria da qualidade em processos manuais de montagem: um estudo de caso na indústria de electrodomésticos.», INQUIDE - Ingeniería Química y Desarrollo, vol. 7, nº 1, 2025.
<https://doi.org/https://doi.org/10.53591/iqd.v7i02.2417>
- [25] J. Lliguizaca Dávila, M. A. Apolinario Rodríguez e B. S. Manzo Robles, "Análise do setor petrolífero equatoriano durante a pandemia de COVID-19 e a sua incidência na balança comercial do petróleo," ESPOL. FICT., 2020.
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/50497>