UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA

THIERRY DE OLIVEIRA RONCHI

Análise da influência de variáveis macroeconômicas no setor de Telecomunicações.

São João da Boa Vista
2025

Thierry de Oliveira Ronchi

Análise da influência de variáveis macroeconômicas no setor de Telecomunicações.:

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações do Campus de São João da Boa Vista, Universidade Estatual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações .

Orientador: Profº Dr. Elmer Mateus Gennaro

São João da Boa Vista
2025

R769a

Ronchi, Thierry de Oliveira

Análise da influência de variáveis macroeconômicas no setor de telecomunicações. / Thierry de Oliveira Ronchi. -- São João da Boa Vista, 2025

36 f.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia de Telecomunicações) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, São João da Boa Vista

Orientador: Elmer Mateus Gennaro

1. Macroeconomia. 2. Regressão linear. 3. Econometria. 4. Telecomunicações. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELETRÔNICA E DE TELECOMUNICAÇÕES

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS MACROECONÔMICAS NO SETOR DE TELECOMUNICAÇÕES

Aluno: Thierry De Oliveira Ronchi
Orientador: Prof. Dr. Elmer Mateus Gennaro

Banca Examinadora:

- Elmer Mateus Gennaro (Orientador)
- José Augusto de Oliveira (Examinador)
- Philipp Farnetani Friedrich (Examinador)

Os formulários de avaliação e a ata da defesa, na qual consta a aprovação do trabalho, devidamente assinados pela banca encontram-se no prontuário eletrônico do aluno.

São João da Boa Vista, 04 de dezembro de 2025

Dedico este trabalho à minha família, em especial à minha mãe, Simone Aparecida de Oliveira, e ao meu pai, Fábio Rodrigo Ronchi, por todo incentivo, esforço e confiança depositados.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de registrar minha profunda gratidão a todos que fizeram parte desta trajetória acadêmica e pessoal, contribuindo para que este trabalho se tornasse possível.

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, discernimento e proteção que me acompanharam em cada etapa. Sou imensamente grato por todas as oportunidades e pela capacidade de seguir adiante mesmo diante dos desafios.

À minha família, deixo meu mais sincero agradecimento. Aos meus pais, Fábio Rodrigo Ronchi e Simone Aparecida de Oliveira, devo não apenas a formação que me proporcionaram, mas também o exemplo de dedicação, caráter e apoio incondicional. Sua confiança e incentivo constante foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Estendo minha gratidão aos meus avós Maria Cassiano, Marli Alves, Rubens Ronchi e Maria Aparecida que sempre estiveram presentes, oferecendo apoio, carinho e palavras de encorajamento ao longo dessa caminhada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Elmer Mateus Gennaro, agradeço pela orientação atenciosa, pela paciência e pela disposição em compartilhar seus conhecimentos. Sua contribuição foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

Sou grato também ao Professor Dr. José Augusto e ao Engeheiro e Mestre em economia Philipp Friedrich, que gentilmente aceitaram compor a banca examinadora, dedicando seu tempo para avaliar este trabalho e contribuir com observações valiosas.

À minha namorada, Leticia Sabbadini Muller, agradeço pela parceria, por acreditar em mim e por estar ao meu lado nos momentos de maior dificuldade. Sua compreensão, apoio e leveza tornaram esta jornada muito mais possível e significativa.

Aos amigos que dividiram não apenas a casa, mas também desafios, conquistas e aprendizados, Enzo Costa, Felipe Franco, Igor Sebastião, Leonardo Mendes, Renan Bairral, Raphael Parreira e Vinicius Morais, meu muito obrigado. A presença de vocês foi fundamental para equilibrar os momentos de estudo intenso, amizade, apoio e boas risadas.

Também agradeço aos amigos e amigas que me acompanharam ao longo dos anos Arthur Terra, Sergio Filho, Felipe Rabelo, Leandro Bedin e Eduardo Lopes pela convivência, pelo incentivo constante e pelos momentos que tornaram essa caminhada mais leve.

Por fim, deixo meu agradecimento a todos que, de alguma forma, contribuíram para minha formação, seja por meio de palavras, ações, ensinamentos ou simples gestos. Cada experiência compartilhada enriqueceu não apenas minha trajetória acadêmica, mas também meu crescimento pessoal.

“O homem não tem controle sobre nada e de que não tem certeza do uso permanente de qualquer coisa, exceto do poder do seu pensamento.“

(Napoleon Hill)

RESUMO

O setor de telecomunicações desempenha papel central na infraestrutura econômica brasileira e tem passado por profundas transformações impulsionadas pelo avanço tecnológico e pela crescente demanda por serviços digitais. Este trabalho investiga a relação entre variáveis macroeconômicas, PIB, Taxa Selic, IPCA e câmbio e os indicadores de rentabilidade das operadoras Vivo e TIM no período de 2014 a 2023. Utilizando dados trimestrais provenientes de fontes oficiais e informações contábeis das companhias, estimaram-se modelos de regressão linear múltipla via MQO com erros-padrão robustos. Os resultados indicam coeficiente positivo e estatisticamente significativo do PIB sobre o ROE da Vivo ($p < 0,05$), enquanto a taxa Selic apresentou efeito negativo e significativo sobre a Margem Líquida ($p < 0,01$). Para a TIM, as variáveis macroeconômicas não apresentaram significância estatística robusta, sugerindo maior influência de fatores específicos da empresa. O estudo também discute diferenças estruturais entre as operadoras, os efeitos da pandemia de COVID-19, avanços tecnológicos como o 5G, e a consolidação setorial decorrente da aquisição da Oi Móvel. As conclusões contribuem para a compreensão da sensibilidade do setor a choques macroeconômicos e fornecem subsídios para decisões gerenciais e estratégicas.

PALAVRAS-CHAVE: telecomunicações; macroeconomia; rentabilidade; econometria; regressão linear.

ABSTRACT

The telecommunications sector plays a central role in Brazil's economic infrastructure and has undergone profound transformations driven by technological advancement and the growing demand for digital services. This study examines the relationship between key macroeconomic variables—GDP, the Selic interest rate, inflation (IPCA), and the exchange rate—and the profitability indicators of Vivo and TIM over the period from 2014 to 2023. Using quarterly data from official sources and corporate financial statements, multiple linear regression models were estimated via ordinary least squares (OLS) with robust standard errors. The results indicate a positive and statistically significant effect of GDP on Vivo's return on equity (ROE) ($p < 0.05$), while the Selic rate shows a negative and significant impact on operating margins ($p < 0.01$). For TIM, macroeconomic variables do not present robust statistical significance, suggesting a greater influence of firm-specific factors. The study also discusses structural differences between the operators, the effects of the COVID-19 pandemic, technological advances such as 5G, and sector consolidation following the acquisition of Oi Móvel. The findings contribute to a better understanding of the sector's sensitivity to macroeconomic shocks and provide insights to support managerial and strategic decision-making.

KEYWORDS: telecommunications; macroeconomics; profitability; econometrics; linear regression.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução trimestral do PIB (2014–2023) 27
Figura 2 – Taxa Selic – fechamento trimestral 27
Figura 3 – Variação trimestral do IPCA 28
Figura 4 – Média trimestral do câmbio (R$/US$) 28
Figura 5 – Evolução dos indicadores de rentabilidade da Vivo 29
Figura 6 – Evolução dos indicadores de rentabilidade da TIM 29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Coeficientes estimados dos modelos para a Vivo (ROE, ROA e Margem Líquida) 30
Tabela 2 – Coeficientes estimados dos modelos para a TIM (ROE, ROA e Margem Líquida) . 31
Tabela 3 – Estatísticas dos modelos para a Vivo 32
Tabela 4 – Estatísticas dos modelos para a TIM 32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ARPU	Average Revenue per User
BACEN	Banco Central do Brasil
CAPEX	Capital Expenditure
DRE	Demonstração do Resultado do Exercício
EBITDA	Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization
FTTH	Fiber to the Home
GDP/PIB	Produto Interno Bruto
IFRS	International Financial Reporting Standards
IoT	Internet of Things
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
ITR	Informações Trimestrais
MQO/OLS	Mínimos Quadrados Ordinários / Ordinary Least Squares
RI	Relações com Investidores
ROA	Return on Assets
ROE	Return on Equity
WACC	Weighted Average Cost of Capital

LISTA DE SÍMBOLOS

Y	Variável dependente (indicador de rentabilidade)
X_k	Variáveis explicativas do modelo
β_0, β_k	Coeficientes da regressão
ε_t	Termo de erro
ROA	Retorno sobre o Ativo
ROE	Retorno sobre o Patrimônio Líquido
ML	Margem Líquida
t	Índice temporal
i	Índice da empresa
Δ	Diferença temporal (variação)
R^2	Coeficiente de determinação
VIF	Variance Inflation Factor

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS 16
2.1 Indicadores Macroeconômicos 16
2.1.1 Taxa Selic 16
2.1.2 Produto Interno Bruto (PIB) 17
2.1.3 Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) 17
2.1.4 Taxa de Câmbio 17
2.2 Indicadores de Rentabilidade 17
2.2.1 Retorno sobre o Ativo (ROA) 18
2.2.2 Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE) 18
2.2.3 Margem Líquida (ML) 18
2.3 Modelo de Regressão Linear e Estimação por MQO 18
2.4 Validação Econométrica 19
2.4.1 Multicolinearidade 19
2.4.2 Autocorrelação 20
2.4.3 Regressões Espúrias 20

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 21

4 DISCUSSÃO E RESULTADOS 23
4.1 Panorama setorial e estrutural 23
4.1.1 Estrutura competitiva do mercado e critérios de amostra 23
4.1.2 Fusão, consolidação e aquisição da Oi Móvel 23
4.1.3 Diferenças estruturais entre Vivo e TIM 24
4.1.4 Leilão do 5G, uso de dados móveis e pandemia do COVID-19 24
4.2 Panorama macroeconômico 25
4.3 Trajetórias de rentabilidade: Vivo e TIM 28
4.4 Evidências econométricas 30
4.4.1 Coeficientes estimados 30
4.4.2 Estatísticas de diagnóstico 31
4.5 Leituras econômicas por empresa 32
4.6 Implicações gerenciais 33

5 CONCLUSÃO 34

REFERÊNCIAS 36

1 INTRODUÇÃO

O setor de telecomunicações tem se consolidado como um dos pilares estruturais do desenvolvimento econômico e social do Brasil, sendo essencial para a conectividade digital e a transformação tecnológica de diversos segmentos produtivos. Seu papel tornou-se ainda mais relevante diante do avanço de tecnologias como o 5G, Inteligência Artificial (IA), *blockchain*, Internet das Coisas (IoT) e computação em nuvem, que dependem diretamente de redes de alta velocidade, baixa latência e ampla capilaridade para viabilizar suas operações [McKinsey & Company 2017, International Telecommunication Union (ITU) 2022]. Nesse contexto, as telecomunicações não representam apenas um setor de serviços, mas um alicerce para a inovação tecnológica global, sustentando ecossistemas digitais que impulsionam desde soluções financeiras descentralizadas até modelos de negócios baseados em dados e aprendizado de máquina.

Assim como os demais setores produtivos, o setor de telecomunicações está exposto às oscilações do ambiente macroeconômico, que afetam tanto sua capacidade de investimento quanto o comportamento da demanda. A taxa básica de juros (Selic) exerce papel central nesse processo, uma vez que eleva o custo de capital e inibe projetos de infraestrutura de longo prazo. O desempenho do Produto Interno Bruto (PIB) também é determinante, pois períodos de desaceleração econômica tendem a reduzir a renda disponível das famílias e, consequentemente, o consumo de serviços não essenciais. De forma complementar, o comportamento da inflação, mensurada pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), influencia o poder de compra e a estrutura de custos do setor, enquanto a taxa de câmbio afeta diretamente os custos operacionais, já que grande parte dos equipamentos e tecnologias é atrelada ao dólar. Dessa forma, oscilações nessas variáveis macroeconômicas exercem impacto direto sobre a rentabilidade e a eficiência financeira das empresas de telecomunicações.

Dentro desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a influência das principais variáveis macroeconômicas tradicionalmente utilizadas na literatura, como PIB, Taxa Selic, IPCA e taxa de câmbio, embora não esgotem o conjunto de fatores macroeconômicos relevantes e assim definindo o impacto sobre o desempenho financeiro das principais operadoras de telecomunicações do Brasil, representadas por Telefônica Brasil (Vivo) e TIM S.A. Especificamente, busca-se: (i) descrever a evolução dos indicadores macroeconômicos no período de 2014 a 2023; (ii) mensurar o comportamento dos indicadores de rentabilidade das empresas (ROA, ROE e Margem Líquida); e (iii) estimar, por meio de modelos econométricos de regressão linear múltipla, a magnitude e o sentido das relações entre as variáveis macroeconômicas e o desempenho do setor de telecomunicações.

A relevância desta pesquisa decorre em compreender como fatores como juros, crescimento econômico, inflação e câmbio afetam a rentabilidade das operadoras, sendo fundamental para o planejamento estratégico, a gestão de riscos e a formulação de políticas de investimento em um setor de capital intensivo e de alta dependência tecnológica.

Metodologicamente, o estudo adota uma abordagem quantitativa, com base em dados trimestrais obtidos junto ao Banco Central do Brasil (BACEN) [Banco Central do Brasil 2024], Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2024] e às

demonstrações financeiras das empresas disponíveis em seus portais de Relações com Investidores (RI) [Telefônica Brasil S.A. 2024, TIM S.A. 2024]. As variáveis foram tratadas e modeladas em ambiente Python, empregando-se o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e testes de diagnóstico para garantir a validade dos resultados (Durbin-Watson, White e Jarque-Bera). O horizonte temporal de 2014 a 2023 abrange ciclos de recessão, recuperação e pandemia, permitindo observar como os diferentes ciclos macroeconômicos se refletiram nos indicadores de rentabilidade.

Dessa forma, este trabalho contribui para o entendimento empírico da relação entre conjuntura macroeconômica e desempenho financeiro no setor de telecomunicações, oferecendo evidências quantitativas que podem auxiliar gestores, investidores e formuladores de políticas públicas na tomada de decisão, especialmente em um contexto de crescente digitalização e volatilidade econômica global.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Para compreender a influência do ambiente macroeconômico nas empresas de telecomunicações, é necessário estabelecer uma base teórica que integre conceitos de rentabilidade empresarial e indicadores econômicos. Nesse sentido, este capítulo introduz os principais indicadores macroeconômicos fundamentais, como o Produto Interno Bruto (PIB), o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), a Taxa Selic e a taxa de câmbio, uma vez que tais variáveis moldam diretamente o ambiente em que as companhias de telecomunicações estão inseridas [Ferreira 2022].

Serão considerados indicadores rentabilidade como o Retorno sobre o Ativo (ROA), o Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE) e a Margem Líquida (ML), que permitem avaliar a capacidade das empresas de gerar resultados financeiros em relação a seus recursos e investimentos.

A análise proposta baseia-se no uso da regressão linear múltipla como instrumento metodológico capaz de mensurar, de forma estatística, a influência das variáveis macroeconômicas sobre os indicadores de rentabilidade das empresas selecionadas. O modelo adota como pressuposto o Teorema de Gauss-Markov, segundo o qual, sob certas condições, ausência de autocorrelação, homocedasticidade e independência dos erros, os estimadores obtidos pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) são os melhores lineares não viesados, conforme [Gujarati e Porter 2011].

2.1 Indicadores Macroeconômicos

2.1.1 Taxa Selic

A Taxa Selic, definida pelo Comitê de Política Monetária (Copom) do Banco Central do Brasil, representa a taxa básica de juros da economia. Ela atua como principal instrumento de política monetária, influenciando o custo do crédito, o nível de investimento e o consumo agregado. Quando a Selic é elevada, o crédito torna-se mais caro, reduzindo a demanda por bens e serviços e pressionando negativamente os lucros das empresas. Em contrapartida, reduções na taxa estimulam o consumo e os investimentos, aquecendo a economia [Neto 2014].

Além de seu papel na dinâmica macroeconômica, a taxa Selic influencia diretamente o *Weighted Average Cost of Capital* (WACC), ou Custo Médio Ponderado de Capital, afetando decisões de financiamento e a própria estrutura de capital das empresas. Em setores intensivos em investimento, como o de telecomunicações, essa sensibilidade é ainda maior, pois grande parte dos projetos depende de financiamento via dívida. Nesse contexto, o WACC torna-se um indicador central em que ele representa o custo médio que a empresa incorre ao combinar recursos de capital próprio e de terceiros, servindo como referência para avaliar a viabilidade de investimentos e a capacidade de geração de valor no longo prazo. O Capital Expenditure (CAPEX) refere-se aos investimentos realizados pelas empresas na aquisição, modernização ou expansão de ativos de longo prazo, como infraestrutura de rede, equipamentos tecnológicos e sistemas de transmissão. No setor de telecomunicações, o CAPEX apresenta elevada relevância estratégica, dado o caráter intensivo em capital e a necessidade constante de atualização tecnológica, especialmente em ciclos de implantação de novas gerações de rede, como

o 5G.

2.1.2 Produto Interno Bruto (PIB)

O Produto Interno Bruto (PIB) representa o valor agregado de todos os bens e serviços finais produzidos em um país em determinado período. É, portanto, o principal indicador de atividade econômica e crescimento. De acordo com [Neto 2014], seu aumento reflete a expansão da produção e do consumo, enquanto sua retração indica desaceleração econômica, podendo sinalizar aumento do desemprego e redução da renda das famílias.

2.1.3 Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA)

A inflação, medida pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), representa a variação média dos preços de uma cesta de bens e serviços consumidos pelas famílias brasileiras, calculada mensalmente pelo IBGE. Trata-se de um indicador central da política monetária e do poder de compra da população. Conforme [Neto 2014], a inflação reduz o valor real da moeda e impacta o custo das empresas, podendo comprometer margens de lucro quando não há capacidade de repasse de preços.

Em ambientes inflacionários moderados, as empresas conseguem repassar parte dos aumentos de custos para as tarifas, preservando margens. Entretanto, em períodos de alta inflação, o repasse se torna limitado, especialmente em contratos de longo prazo e serviços com regulação de preços, comprimindo a rentabilidade.

2.1.4 Taxa de Câmbio

A taxa de câmbio expressa o preço de uma moeda estrangeira em termos da moeda nacional e é influenciada por diversos fatores, como nível de reservas internacionais, liquidez doméstica e política cambial [Neto 2014]. Sua variação impacta diretamente empresas com exposição a insumos ou dívidas denominadas em moeda estrangeira.

No contexto brasileiro, a desvalorização cambial tende a exercer influência negativa sobre o desempenho financeiro das operadoras de telecomunicações, dado o elevado grau de dependência de equipamentos e tecnologias importadas. Ressalta-se, contudo, que em outros contextos econômicos e setores, a variação cambial pode produzir efeitos distintos. Períodos de desvalorização do real elevam o custo de aquisição de infraestrutura, pressionando despesas operacionais e reduzindo o lucro líquido [Pereira e Carvalho 2000].

2.2 Indicadores de Rentabilidade

Os indicadores de rentabilidade mensuram a eficiência da empresa na geração de resultados em relação aos recursos empregados. São amplamente utilizados para avaliar o desempenho econômico-financeiro e a capacidade de criação de valor para acionistas e investidores.

2.2.1 Retorno sobre o Ativo (ROA)

O ROA, do inglês *Return On Assets*, é definido como a eficiência da empresa em gerar resultados a partir do volume de ativos sob sua administração, independentemente da forma de financiamento utilizada [Neto 2014].

$$ROA = \frac{Lucro\ Lquido}{Ativo\ Total} \tag{1}$$

2.2.2 Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)

O Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE), do inglês *Return On Equity*, representa a rentabilidade dos recursos próprios aplicados pelos acionistas, indicando o grau de êxito da administração em remunerar o capital dos proprietários [Neto 2014].

$$ROE = \frac{Lucro\ Lquido}{Patrimnio\ Lquido} \tag{2}$$

2.2.3 Margem Líquida (ML)

A Margem Líquida é definida como o percentual do resultado líquido em relação às vendas líquidas, evidenciando quanto da receita se transforma em lucro após a dedução de custos, despesas operacionais, encargos financeiros e tributos [Neto 2014].

$$ML = \frac{Lucro\ Lquido}{Receita\ Lquida} \tag{3}$$

2.3 Modelo de Regressão Linear e Estimação por MQO

O modelo de regressão linear múltipla constitui a base analítica deste estudo, pois permite compreender de que forma diferentes variáveis macroeconômicas influenciam simultaneamente os indicadores de rentabilidade das empresas analisadas. Em termos gerais, a regressão busca ajustar uma linha que melhor representa a relação entre uma variável dependente, neste caso, os indicadores de rentabilidade Y (ROA, ROE e Margem Líquida), e um conjunto de variáveis explicativas X, representadas por fatores macroeconômicos como a Taxa Selic, Produto Interno Bruto (PIB), Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) e a taxa de câmbio.

Essa relação pode ser expressa pela seguinte equação:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \cdots + \beta_k X_{ki} + u_i$$

em que Y_i representa o indicador de rentabilidade da empresa i em determinado período, X_{ki} são as variáveis independentes ($PIB_t, Selic_t, IPCA_t, Cmbio_t$), β_k são os parâmetros do modelo que quantificam o efeito marginal de cada variável explicativa sobre Y_i, e u_i é o termo de erro aleatório que capta fatores não observados.

O princípio do método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) é encontrar os valores dos coeficientes β_k que minimizam a soma dos quadrados das diferenças entre os valores reais e os valores

estimados pelo modelo. Assim, o MQO fornece estimadores lineares não viesados (BLUE – *Best Linear Unbiased Estimators*), conforme o Teorema de Gauss–Markov [Gujarati e Porter 2011].

Entretanto, para que tais propriedades sejam válidas, é necessário que determinadas condições sejam satisfeitas — linearidade nos parâmetros, ausência de autocorrelação e heterocedasticidade dos resíduos, e independência entre as variáveis explicativas. Quando essas premissas não são observadas, os coeficientes continuam não viesados, mas tornam-se ineficientes e os testes estatísticos podem levar a interpretações incorretas.

A estimação por MQO é amplamente utilizada em estudos econômicos devido à sua robustez, interpretabilidade e aplicabilidade em dados de natureza macroeconômica. No entanto, em séries temporais, é comum a violação de alguns pressupostos, como autocorrelação e não estacionariedade, o que demanda ajustes específicos. Assim, foram aplicados testes complementares, como o de White e Breusch–Pagan (heterocedasticidade), o de Durbin–Watson (autocorrelação) e o de Jarque–Bera (normalidade dos resíduos).

A utilização de erros-padrão robustos é fundamental em modelos de regressão aplicados a séries econômicas e financeiras, especialmente quando há indícios de violação dos pressupostos clássicos do Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). No contexto deste estudo, a presença potencial de heterocedasticidade e autocorrelação leve poderia comprometer a validade inferencial dos coeficientes estimados, mesmo que eles permaneçam não viesados.

Para casos de violação, adotaram-se erros-padrão robustos de White [White 1980] e de Newey–West [Newey e West 1987], que fornecem variâncias consistentes mesmo quando há heterocedasticidade e/ou autocorrelação leve, preservando a validade dos testes de significância e dos intervalos de confiança.

Os modelos estimados neste estudo utilizam variáveis contemporâneas, isto é, valores observados no mesmo trimestre, sem a inclusão de defasagens. Essa escolha metodológica funciona como uma aproximação da relação entre condições macroeconômicas e desempenho financeiro.

2.4 Validação Econométrica

O emprego de dados macroeconômicos trás consigo propriedades estatísticas que podem comprometer a inferência do modelo. Nesta subseção, são discutidos os principais problemas que afetam as regressões com séries temporais e os métodos utilizados para mitigá-los.

2.4.1 Multicolinearidade

A multicolinearidade ocorre quando duas ou mais variáveis explicativas são fortemente correlacionadas, o que inflaciona a variância dos estimadores e reduz a precisão dos testes [Wooldridge 2019]. Esse fenômeno é comum em análises macroeconômicas, pois PIB, Selic e IPCA refletem dimensões interdependentes do ciclo econômico. Em geral, o aumento do PIB eleva o consumo e pressiona a inflação, levando o Banco Central a elevar a Selic como resposta [Blanchard 2017].

Embora a multicolinearidade não invalide o modelo, ela dificulta a interpretação individual dos coeficientes. O *Variance Inflation Factor* (VIF) é o principal diagnóstico utilizado, sendo valores acima de 10 indicativos de alta correlação entre as variáveis [Kennedy 2008].

2.4.2 Autocorrelação

A autocorrelação é a correlação entre os resíduos de períodos diferentes, típica de séries temporais macroeconômicas, em que choques econômicos se propagam ao longo do tempo [Enders 2015]. Essa violação não gera viés nos coeficientes, mas reduz sua eficiência. O teste de Durbin–Watson (DW) foi utilizado para verificar o problema, sendo valores próximos de 2 indicativos de ausência de autocorrelação. Quando identificada, aplicaram-se erros-padrão robustos de Newey–West [Newey e West 1987], que ajustam a matriz de covariância sem alterar os coeficientes estimados.

2.4.3 Regressões Espúrias

A estacionariedade é uma característica fundamental em séries temporais, pois implica que seus parâmetros estatísticos como média, variância e estrutura de autocorrelação permanecem constantes ao longo do tempo. Quando uma série não é estacionária, seus valores tendem a apresentar tendências persistentes, mudanças de nível ou volatilidade crescente, dificultando a interpretação econômica dos modelos. Quando variáveis em nível são não estacionárias, há risco de regressão espúria, na qual o R^2 é alto, mas os resíduos não são estacionários. Para mitigar esse risco, verificou-se a cointegração, que indica a existência de um equilíbrio de longo prazo entre as variáveis [Engle e Granger 1987]. Caso a cointegração não seja confirmada, é preferível modelar as variáveis em diferenças ou adotar modelos de correção de erro.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização deste estudo, a metodologia foi desenvolvida com base em uma abordagem quantitativa, utilizando a linguagem de programação *Python* como principal ferramenta para o processamento, tratamento e modelagem dos dados.

A escolha do método quantitativo justifica-se pela necessidade de mensurar relações de causalidade entre variáveis econômicas e indicadores contábeis, permitindo avaliar de forma objetiva o impacto de fatores macroeconômicos sobre os indicadores de rentabilidade. A natureza explicativa do estudo permite compreender como as variações de política monetária, crescimento econômico e volatilidade cambial se traduzem em flutuações de desempenho corporativo no setor de telecomunicações, cuja estrutura de capital é intensiva em investimento e dependente de ciclos de crédito e consumo.

A amostra foi composta pelas operadoras Telefônica Brasil (Vivo) S.A. e TIM S.A., selecionadas com base em três critérios fundamentais: similaridade operacional e de modelo de negócios, disponibilidade de séries históricas contínuas e padronização contábil segundo as normas internacionais *IFRS*. Ambas as empresas atuam nacionalmente no segmento de telecomunicações móveis, compartilham métricas comparáveis de desempenho operacional e mantêm histórico público de demonstrações trimestrais (*ITR*) completo no intervalo de 2014 a 2023. Essa delimitação assegura um painel balanceado com 40 observações trimestrais por empresa, totalizando 80 observações na base consolidada.

Os dados financeiros foram obtidos diretamente das Informações Trimestrais (ITR) disponibilizadas pelos sites de Relações com Investidores (RI) de cada uma das empresa. Para cada empresa e trimestre foram coletadas as contas *Lucro Líquido*, *Receita Líquida*, *Ativo Total* e *Patrimônio Líquido*, utilizadas no cálculo dos indicadores de rentabilidade. Todos os valores foram padronizados em reais (R$ mil) e ajustados à data de fechamento de cada trimestre, conforme metodologia padronizada da CVM.

Enquanto os dados macroeconômicos foram extraídos de fontes oficiais como o Banco Central do Brasil (BACEN) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O recorte temporal compreende o primeiro trimestre de 2014 (1T14) ao quarto trimestre de 2023 (4T23). Os dados coletados foram organizados em planilha e posteriormente tratados em ambiente de programação *Python*, utilizando as bibliotecas *pandas* e *statsmodels*. O processo de preparação dos dados incluiu a verificação de consistência contábil entre as demonstrações. As séries foram convertidas em periodicidade trimestral contínua, garantindo compatibilidade entre os dados contábeis e as variáveis macroeconômicas.

As variáveis macroeconômicas foram tratadas de acordo com a natureza de suas séries e a representatividade dentro do período trimestral. A taxa Selic e o PIB foram considerados com base em seus valores de fechamento de cada trimestre, refletindo a posição econômica ao final de cada período. Já a taxa de câmbio foi calculada a partir da média aritmética das cotações diárias do trimestre, de modo a suavizar oscilações pontuais e captar a tendência média do período. Por fim, o IPCA foi obtido a partir do valor médio trimestral da variação acumulada mensal, representando o comportamento médio da inflação ao longo de cada trimestre.

A análise foi estruturada a partir do seguinte modelo econométrico:

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 PIB_t + \beta_2 SELIC_t + \beta_3 IPCA_t + \beta_4 CAMBIO_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

em que $Y_{i,t}$ representa o indicador de desempenho financeiro (ROE, ROA ou Margem Líquida) da empresa i no trimestre t; β_0 é o intercepto; β_1 a β_4 são os coeficientes de sensibilidade das variáveis macroeconômicas; e $\varepsilon_{i,t}$ é o termo de erro aleatório. A estimação dos parâmetros foi realizada pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), e os resultados foram avaliados segundo o coeficiente de determinação (R^2), significância estatística (p-value) e sinal esperado das variáveis.

A robustez dos modelos foi verificada por meio de testes complementares. O teste de Durbin–Watson avaliou a presença de autocorrelação serial dos resíduos, sendo considerados aceitáveis valores entre 1,5 e 2,5. O teste de White foi aplicado para verificar heterocedasticidade, com p-valores superiores a 0,05 indicando homocedasticidade. O teste de Jarque-Bera avaliou a normalidade dos resíduos, enquanto o fator de inflação da variância (VIF) foi utilizado para detectar multicolinearidade entre as variáveis explicativas. Esses procedimentos asseguram o atendimento aos pressupostos de Gauss-Markov e a validade estatística das inferências.

Do ponto de vista teórico, a relação entre as variáveis macroeconômicas e o desempenho financeiro das empresas segue padrões amplamente reconhecidos na literatura. Em geral, períodos de maior crescimento econômico tendem a favorecer os indicadores de rentabilidade, pois ampliam a demanda e aumentam a utilização da capacidade operacional. Por outro lado, ciclos de juros elevados pressionam o custo de capital e podem reduzir margens, enquanto movimentos de desvalorização cambial tendem a encarecer insumos e investimentos em setores dependentes de tecnologia importada. Já a inflação costuma apresentar efeitos mais ambíguos, dependendo do grau de repasse de preços e das condições competitivas de cada empresa.

4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

Esta seção sintetiza e interpreta os resultados obtidos a partir dos dados trimestral de 2014 a 2023, integrando: (i) panorama do setor de telecomunicações e principais pontos da análise como estrutura competitiva, operação de liquidação da Oi Móvel, leilão do 5G, uso de dados móveis, diferenças estruturais das empresas e discussão sobre o período de pandemia do COVID-19, (ii) a dinâmica do ambiente macroeconômico (PIB, Selic, IPCA e câmbio), (iii) a trajetória dos indicadores de rentabilidade das companhias analisadas (Vivo e TIM) e (iv) as evidências econométricas dos modelos lineares múltiplos estimados com erros-padrão robustos. A lógica expositiva segue do contexto para os achados estatísticos, ressaltando o padrão econômico entre macro e o desempenho corporativo.

4.1 Panorama setorial e estrutural

4.1.1 Estrutura competitiva do mercado e critérios de amostra

Ao longo do período analisado, o núcleo competitivo do setor no Brasil foi líderado por Vivo (Telefônica Brasil), TIM, Claro e Oi. A escolha da análise da Vivo e TIM na amostra decorre da disponibilidade de séries trimestrais completas no período analisado, padronizadas e contínuas entre 2014 e 2023, garantindo painel balanceado e comparabilidade contábil, uma estrutura corporativa comparável assim não incluindo empresas regionais de telecomunicações. A Claro não foi incluída porque não dispõe de uma série trimestral pública, completa e padronizada ao longo de todo o recorte 2014–2023. Como a companhia passou a divulgar demonstrações em seu site de RI (relacionamento com investidores) a partir de 10 de fevereiro de 2015, os trimestres iniciais do período analisado não possuem informações compráveis às de Vivo e TIM. Já a Oi foi excluída em função de deterioração financeira, quebra estrutural operacional e recuperação judicial, culminando na venda da Oi Móvel. [TELECO 2023].

4.1.2 Fusão, consolidação e aquisição da Oi Móvel

Entre 2020 e 2023, o setor de telecomunicações brasileiro passou pelo seu maior movimento de consolidação desde a privatização da Telebras. A Oi S.A., que enfrentava dificuldades financeiras severas desde 2016, entrou em processo de recuperação judicial e colocou seus ativos de telefonia móvel à venda com o objetivo de reduzir endividamento e concentrar esforços no negócio de fibra óptica.

Em dezembro de 2020, Vivo, TIM e Claro formaram um consórcio e venceram o leilão judicial para aquisição da Oi Móvel, em uma operação aprovada posteriormente pelo CADE e pela Anatel. A transação, concluída em abril de 2022 [CADE 2022], envolveu três dimensões principais:

1. **Redistribuição de base de clientes**. A base de aproximadamente 42 milhões de clientes móveis da Oi foi dividida entre as três compradoras. A TIM ficou com a maior parcela (cerca de 40%),

seguida pela Vivo e pela Claro. Essa redistribuição alterou significativamente as participações de mercado, com a TIM aproximando-se da liderança nacional em número de linhas móveis.

2. **Reorganização de espectro e infraestrutura**. As compradoras também receberam faixas de espectro (700 MHz, 1.8 GHz, 2.1 GHz e 2.6 GHz), torres e elementos de rede pertencentes à Oi. Essa absorção reduziu a necessidade de investimento incremental em cobertura e capacidade, especialmente em regiões estratégicas, favorecendo as empresas principalmente em um período pós pandêmico.

A liquidação das operações da Oi favoreceu a racionalização comercial, criando condições mais favoráveis à expansão do 5G e aos investimentos massivos em fibra. A consolidação também eliminou um player com dificuldades operacionais e financeiras, reduzindo incertezas no setor e contribuindo para uma trajetória mais estável de margens e retornos a partir de 2022.

4.1.3 Diferenças estruturais entre Vivo e TIM

As empresas analisadas apresentam particularidades estruturais relevantes que ajudam a interpretar a diferença observada nos indicadores de rentabilidade. A Vivo possui uma base significativamente maior de clientes pós-pagos e maior participação de receitas recorrentes provenientes de serviços de maior valor agregado, como planos pós-pagos, banda larga em fibra e ofertas convergentes fixo-móvel. Esse perfil tende a reduzir a volatilidade de margem e conferir maior estabilidade ao desempenho financeiro, pois consumidores pós-pagos apresentam maior permanência e menor propensão ao cancelamento [Telefônica Brasil S.A. 2024].

Nesse contexto, destaca-se o papel do *churn*, definido como a taxa de cancelamento ou desconexão de clientes em determinado período. Uma parte desse churn é considerada *churn estrutural*, isto é, o nível mínimo e inevitável de desligamentos que ocorre independentemente das estratégias comerciais das empresas. Esse componente decorre de fatores como mudanças de endereço, variações de renda, migração entre regiões, ajustes sazonais de consumo e a rotatividade natural de segmentos como o pré-pago. Empresas com maior proporção de clientes pós-pagos e maior peso de serviços recorrentes, no caso da Vivo tendem a registrar churn estrutural mais baixo e mais estável.

A TIM, por outro lado, historicamente opera com maior exposição à dinâmica comercial e estratégias baseadas em preço, volume e promoções, especialmente no segmento móvel. Essa característica implica maior sensibilidade a campanhas promocionais, maior oscilação de churn e dependência relativamente mais elevada do desempenho de serviços móveis puros. Como consequência, a variabilidade de seus indicadores trimestrais de rentabilidade tende a ser maior, e parte dessa volatilidade não é diretamente explicada pelas variáveis macroeconômicas incluídas nos modelos, o que ajuda a compreender a menor significância estatística encontrada em alguns dos resultados [TIM S.A. 2024].

4.1.4 Leilão do 5G, uso de dados móveis e pandemia do COVID-19

O leilão do 5G, realizado em 2021, marcou uma inflexão nos vetores de investimento do setor. A implantação da nova tecnologia elevou o capex por licenças, expansão de rede e densificação de antenas, além de aumentar a parcela de equipamentos e contratos dolarizados, reforçando a

sensibilidade ao câmbio. Por outro lado, o 5G amplia capacidade e reduz custo marginal por bit ao longo do tempo, sustentando novos modelos de negócios (IoT e edge computing) e ganhos de produtividade. [International Telecommunication Union (ITU) 2022].

A intensificação do uso de dados móveis e investimentos em fibra entre 2014 e 2023, o crescimento do tráfego de dados móveis e a migração do consumo para streaming, redes sociais e aplicações intensivas em banda alteraram a composição das receitas. A demanda por capacidade impulsionou investimentos maciços em rede móvel e, principalmente, em fibra (FTTH), que se tornou motor central de fidelização. Esse movimento foi acompanhado de expansão de cobertura, substituição de infraestrutura e competição por qualidade em banda larga fixa [TELECO 2023].

A pandemia (2020–2021), por sua vez, provocou um choque simultâneo de demanda, oferta e câmbio, com impactos amplificados pelo caráter global da crise. No mundo inteiro, medidas de distanciamento social interromperam cadeias produtivas, elevaram a volatilidade cambial e forçaram governos e empresas a acelerarem a adoção de tecnologias digitais. No setor de telecomunicações, a essencialidade dos serviços ficou evidente, o tráfego de dados atingiu recordes históricos, impulsionado pelo avanço do home office, ensino remoto, telemedicina e consumo massivo de serviços digitais.

No caso brasileiro, conforme destacado pela Vivo em seu Relatório da Administração de 2020, a pandemia "acelerou a transformação digital das pessoas e empresas, potencializando a essencialidade dos nossos serviços" e impulsionou investimentos emergenciais em infraestrutura para suportar o salto de demanda por conectividade [Telefônica Brasil S.A. 2024]. A empresa relata que conectou médicos e pacientes, pais e filhos, professores e alunos, e que suas equipes migraram rapidamente para modelos de trabalho remoto, incluindo a operação de call centers em home office. O CEO da vivo Christian também evidencia que houve recorde de expansão em fibra, com cerca de 4,7 milhões de novos "homes passed", e crescimento expressivo na rede móvel, reforçando que a empresa atuou como "principal aliada durante esse período" para usuários residenciais e corporativos.

Do ponto de vista econômico, a pandemia resultou em desvalorização cambial significativa, elevação de custos de equipamentos e pressões sobre o capex, enquanto as restrições macroeconômicas e a incerteza global reduziram investimentos e consumo em diversos setores. Em termos operacionais e contábeis, o período concentrou ajustes relacionados à digitalização acelerada, novos custos com protocolos sanitários, migração de canais físicos para digitais, além de variações extraordinárias de tráfego e receita. O efeito líquido foi a combinação de picos de margem em janelas específicas, resultado de ganhos de eficiência e digitalização acelerada, com maior volatilidade trimestral dos indicadores de rentabilidade. Esses elementos ajudam a explicar oscilações nos indicadores financeiros e operacionais durante 2020–2021, bem como a resiliência apresentada pelo setor diante de um dos maiores estresses macroeconômicos da história recente.

4.2 Panorama macroeconômico

A Figura 1 a Figura 4 apresentam a evolução trimestral dos principais indicadores macroeconômicos brasileiros entre 2014 e 2023. O Produto Interno Bruto (PIB) evidencia três fases distintas: (i) desaceleração e recessão entre 2014 e 2016, marcada pela contração do nível de atividade e retração de investimentos; (ii) recuperação gradual entre 2017 e 2019, acompanhada da redução da taxa Selic e

estabilização inflacionária; e (iii) choque pandêmico em 2020, seguido de recomposição econômica entre 2021 e 2023. Ainda que telecomunicações seja um setor de demanda relativamente inelástica por seu caráter essencial, recessões profundas afetam volumes, mix de receita e inadimplência, além de elevar o custo de capital via juros mais altos. A literatura evidencia que o setor apresenta sensibilidade mensurável aos ciclos econômicos, especialmente por ser intensivo em investimento e depender de condições de crédito e consumo.

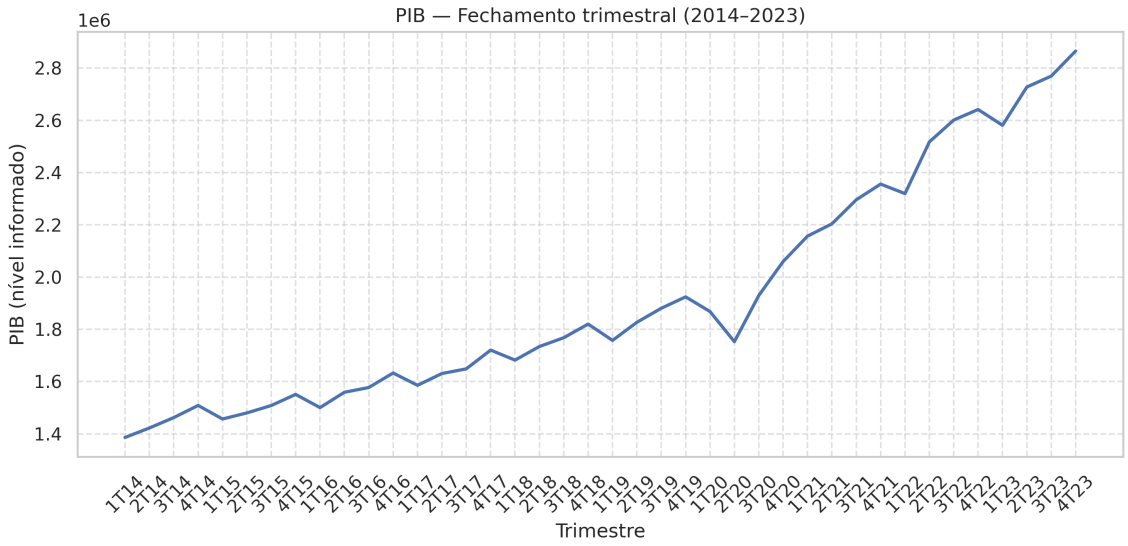
Durante o período de recessão (2014–2016), a Selic manteve-se acima de 14%, elevando o custo de capital e restringindo o crédito. A partir de 2017, a trajetória de juros em queda e a estabilidade inflacionária favoreceram a expansão do investimento em infraestrutura e a melhoria gradual da rentabilidade operacional.

O ano de 2020 representa uma inflexão nas séries, com retração do PIB e desvalorização cambial acentuada (Figura 4), que superou R$5,50 por dólar. A taxa Selic atingiu mínima histórica de 2%, refletindo a política monetária expansionista adotada para mitigar os efeitos da pandemia de Covid-19. Mesmo diante desse cenário adverso, os relatórios de RI de Vivo e TIM indicam resiliência operacional, com estabilidade do tráfego de dados e manutenção do EBITDA ajustado, sustentados pela essencialidade dos serviços de telecomunicações.

A partir de 2021, observa-se o início de um novo ciclo de aperto monetário, com elevação da Selic e desaceleração do IPCA em 2023. Apesar do aumento do custo financeiro, o setor de telecomunicações demonstrou capacidade de adaptação, beneficiando-se da consolidação de mercado resultante da aquisição da Oi Móvel por Vivo, TIM e Claro. As empresas ampliaram investimentos em digitalização e implantação do 5G, impulsionando ganhos de eficiência e fortalecendo margens operacionais.

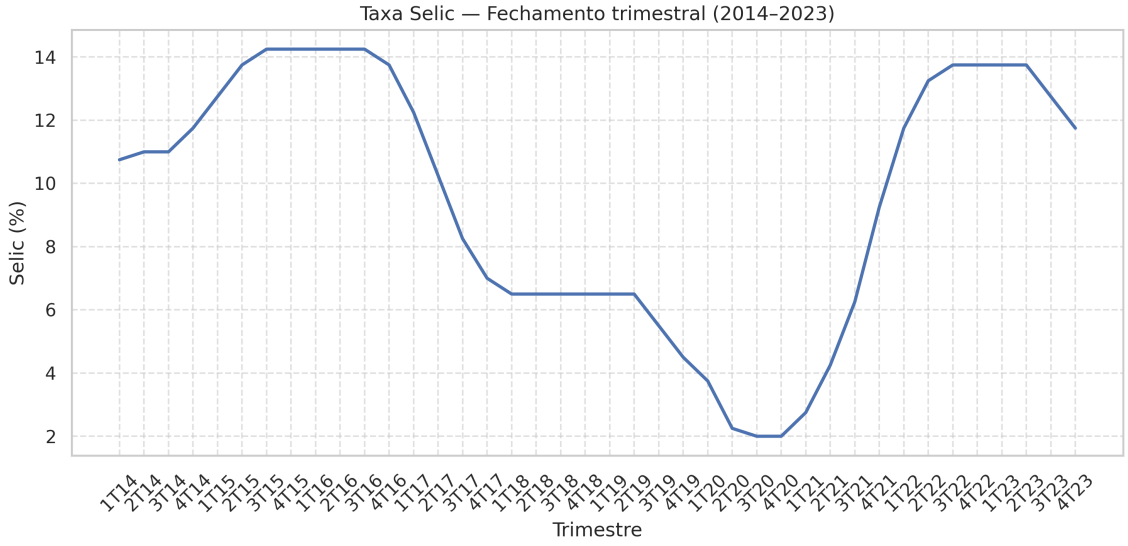
Dado o contexto macro podemos evidenciar que o desempenho do setor acompanhou o ciclo macroeconômico nacional com períodos de expansão do PIB e juros baixos favoreceram a rentabilidade, enquanto choques cambiais, inflação elevada e aperto monetário restringiram margens. Ainda assim, o comportamento das séries demonstra a resiliência das operadoras diante de crises, sustentada por receitas recorrentes e investimentos contínuos em infraestrutura e inovação tecnológica.

Figura 1 – Evolução trimestral do PIB (2014–2023)



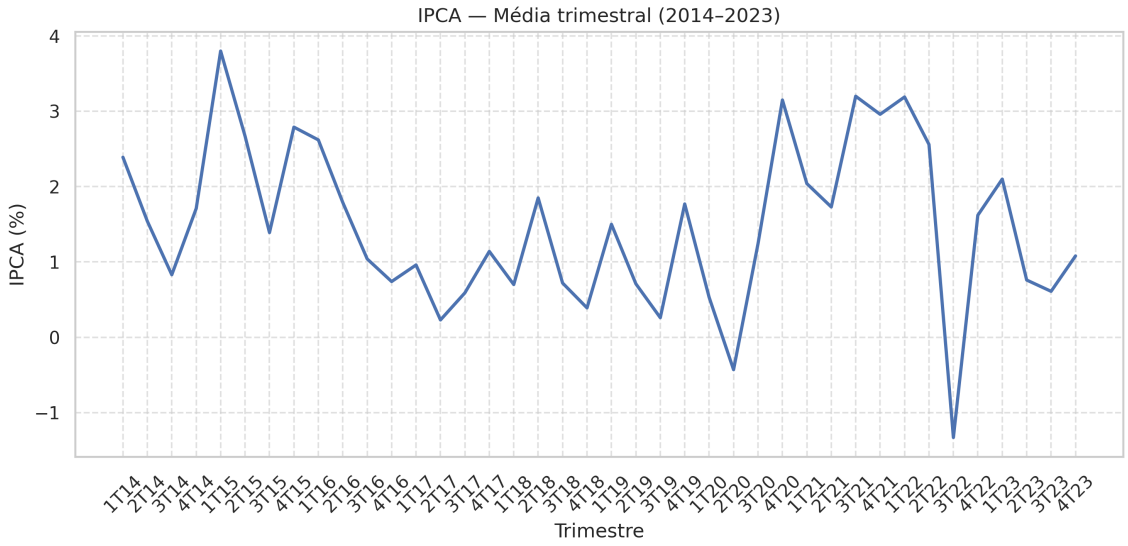
Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Central do Brasil e IBGE.

Figura 2 – Taxa Selic – fechamento trimestral



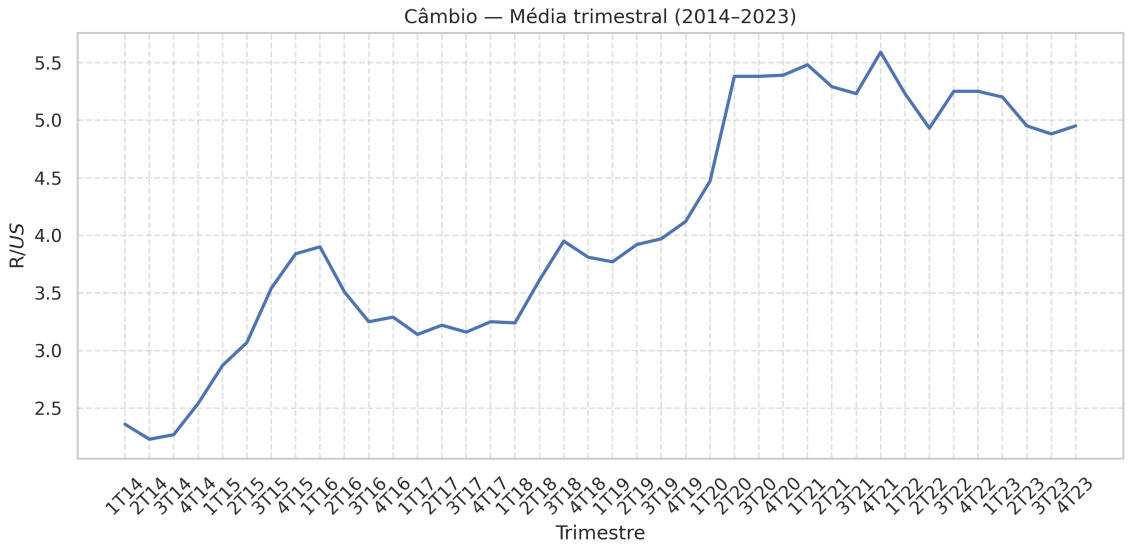
Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Central do Brasil e IBGE.

Figura 3 – Variação trimestral do IPCA



Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Central do Brasil e IBGE.

Figura 4 – Média trimestral do câmbio (R$/US$)



Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Central do Brasil e IBGE.

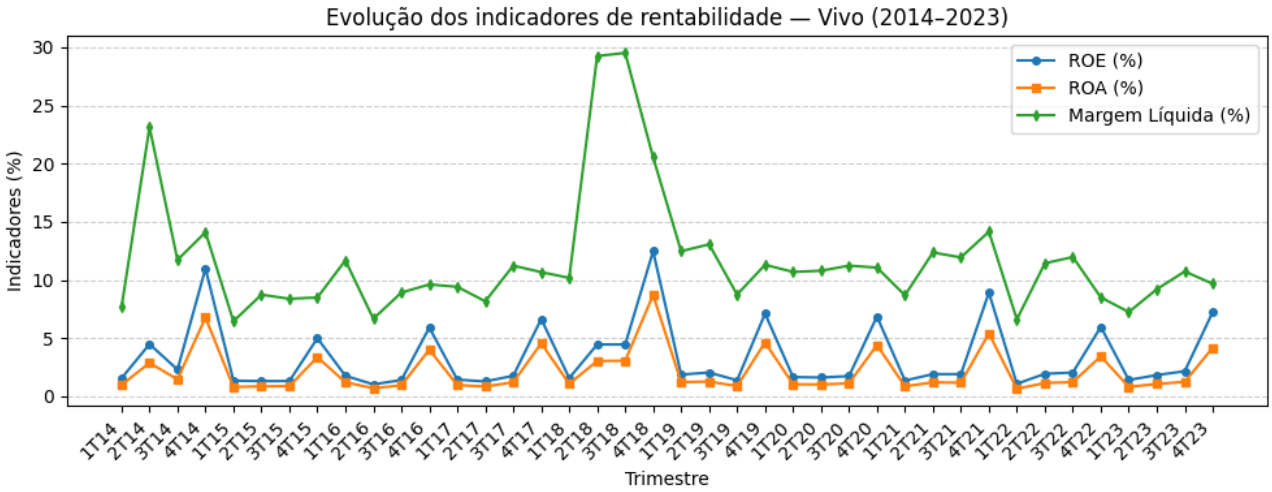
4.3 Trajetórias de rentabilidade: Vivo e TIM

As Figuras Figura 5 e Figura 6 detalham ROE, ROA e Margem Líquida por empresa. Para a Vivo, observa-se um perfil de baixa em 2015–2016 (ROE e ROA próximos de 1–2% por trimestre) coerente com o ambiente recessivo e custo de capital elevado. A partir de 2017–2019, há recomposição moderada dos indicadores, sugerindo melhora operacional com estabilização macro. Em 2018, chama a atenção a elevação da margem líquida no 2T–3T (valores superiores a 29%), um pico relativo que pode refletir combinação de ganho operacional, efeitos contábeis setoriais e/ou eventos não recorrentes;

o retorno (ROE/ROA), contudo, cresce de forma mais contida, indicando que parte desse ganho de margem não se converteu integralmente em retorno sobre capital no trimestre.

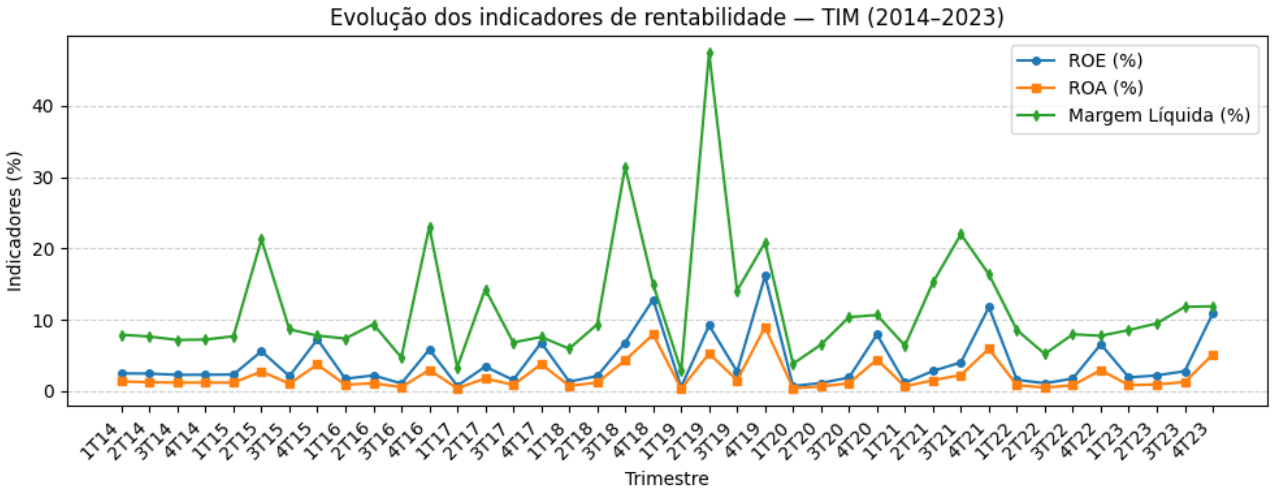
Além dos ciclos macroeconômicos, vale notar um comportamento sazonal típico do setor no quarto trimestre que costuma apresentar picos de rentabilidade. Esse efeitos são decorrentes de fatores estruturais, como maior atividade comercial no fim do ano, ajustes contábeis de fechamento anual, aumento do consumo de dados e execução orçamentária de projetos de rede e TI.

Figura 5 – Evolução dos indicadores de rentabilidade da Vivo



Fonte: Elaboração própria com base nos dados das demonstrações financeiras trimestrais (ITR).

Figura 6 – Evolução dos indicadores de rentabilidade da TIM



Fonte: Elaboração própria com base nos dados das demonstrações financeiras trimestrais (ITR).

No caso da TIM, a trajetória também é cíclica, com níveis modestos de ROE/ROA em 2015–2016 e aceleração mais pronunciada entre 2018 e 2019, seguida por acomodação em 2020 e nova aceleração em 2021–2023. O comportamento de margem líquida apresenta picos mais agudos do que na Vivo em alguns trimestres (por exemplo, 3T18 e 2T19), sugerindo que a empresa foi relativamente mais sensível a movimentos de preço, sinergias e ganhos de eficiência operacional em janelas específicas.

Ainda assim, a conversão desses picos de margem em ROE mais permanente depende do denominador (patrimônio) e de eventuais efeitos de alavancagem financeira, o que explica assimetrias entre as séries.

Em ambos os casos, o período de afrouxamento monetário (2017–2020) é compatível com recuperação paulatina de rentabilidade, enquanto o ciclo de aperto (2021–2022) coincide com maior heterogeneidade entre trimestres.

4.4 Evidências econométricas

Nesta seção são discutidos os resultados dos modelos de regressão linear múltipla estimados para cada indicador de rentabilidade (ROE, ROA e Margem Líquida) em função de PIB, Selic, IPCA e câmbio. As Tabelas 1 e 2 apresentam os coeficientes estimados para Vivo e TIM, respectivamente, enquanto as Tabelas 3 e 4 sintetizam as principais estatísticas de diagnóstico dos modelos.

4.4.1 Coeficientes estimados

Tabela 1 – Coeficientes estimados dos modelos para a Vivo (ROE, ROA e Margem Líquida)

Indicador	Variavel	Coeficiente	EP robusto	z	p-valor
ROE	const	4.2183	2.7300	1.545	0.122
ROE	PIB	0.000003238	0.00000153	2.115	0.034
ROE	Selic	-0.1946	0.1120	-1.730	0.084
ROE	IPCA	0.3521	0.3930	0.896	0.370
ROE	Cambio	-1.4115	0.8160	-1.729	0.084
ROA	const	3.2232	1.7540	1.837	0.066
ROA	PIB	0.000001814	0.00000096	1.890	0.059
ROA	Selic	-0.1314	0.0760	-1.738	0.082
ROA	IPCA	0.1949	0.2580	0.754	0.451
ROA	Cambio	-0.8831	0.5190	-1.701	0.089
ML	const	20.5750	4.6690	4.407	0.000
ML	PIB	0.000003157	0.00000224	1.409	0.159
ML	Selic	-0.5346	0.2090	-2.563	0.010
ML	IPCA	-0.2619	0.6170	-0.424	0.671
ML	Cambio	-2.3372	1.4450	-1.617	0.106

fonte: elaboração própria.

Na Tabela 1, observa-se que o PIB apresenta coeficiente positivo e estatisticamente significativo para o modelo de ROE (p-valor de 0,034), indicando que trimestres com maior nível de atividade econômica tendem a estar associados a retornos mais elevados sobre o patrimônio da Vivo. Para o modelo de ROA, o coeficiente do PIB mantém sinal positivo e p-valor próximo ao limiar de significância (0,059), sugerindo uma relação positiva, ainda que mais frágil, entre nível de atividade e retorno sobre ativos. Já nos modelos de Margem Líquida, o PIB não atinge significância ao nível de 5%.

A taxa Selic aparece com coeficiente negativo em todos os modelos da Vivo, o que é consistente com a ideia de que juros mais altos encarecem o capital e comprimem resultados em setores intensivos em investimento. Esse efeito é mais claro na Margem Líquida, em que o coeficiente é estatisticamente significativo ao nível de 1% (p-valor de 0,010), sugerindo que elevações na taxa básica de juros tendem

a reduzir a margem líquida da companhia. Nos modelos de ROE e ROA, os coeficientes de Selic permanecem negativos, com p-valores na faixa de 8 a 9%, funcionando como evidência indicativa, mas não conclusiva, de um efeito contracionista sobre esses indicadores.

O câmbio também surge com coeficientes negativos nos modelos da Vivo, sobretudo em ROE e ROA, com p-valores próximos a 0,08–0,09. Embora não alcancem significância ao nível de 5%, esses resultados apontam que episódios de depreciação do real frente ao dólar tendem a estar associados a rentabilidades menores, o que reflete o encarecimento de equipamentos e insumos importados. O IPCA, por sua vez, não se mostra estatisticamente significativo em nenhum dos modelos da Vivo, sugerindo que o impacto da inflação sobre a rentabilidade é mais difuso e depende da capacidade de repasse de preços ao longo do tempo.

Tabela 2 – Coeficientes estimados dos modelos para a TIM (ROE, ROA e Margem Líquida)

Indicador	Variavel	Coeficiente	EP robusto	z	p-valor
ROE	const	3.1709	3.3060	0.959	0.337
ROE	PIB	0.000003684	0.00000253	1.455	0.146
ROE	Selic	-0.2573	0.1890	-1.362	0.173
ROE	IPCA	0.6025	0.4680	1.288	0.198
ROE	Cambio	-1.1347	1.0640	-1.066	0.286
ROA	const	2.5137	1.8060	1.392	0.164
ROA	PIB	0.000001781	0.00000130	1.373	0.170
ROA	Selic	-0.1723	0.1040	-1.651	0.099
ROA	IPCA	0.2943	0.2580	1.141	0.254
ROA	Cambio	-0.6285	0.5750	-1.092	0.275
ML	const	14.6887	6.5820	2.232	0.026
ML	PIB	0.000001915	0.00000348	0.550	0.582
ML	Selic	-0.4096	0.3330	-1.230	0.219
ML	IPCA	-0.0714	1.0590	-0.067	0.946
ML	Cambio	-0.6933	1.6510	-0.420	0.675

fonte: elaboração própria.

Na Tabela 2, a maior parte dos coeficientes apresenta sinais coerentes com a teoria (PIB positivo, Selic e câmbio negativos na maioria dos casos), porém sem significância estatística robusta ao nível de 5%. Em nenhum dos modelos da TIM as variáveis explicativas são significativas nesse nível, e mesmo ao nível de 10% apenas a Selic no modelo de ROA apresenta p-valor próximo ao limiar (0,099), com sinal negativo. Isso sugere que, na amostra considerada, a variabilidade de ROE, ROA e Margem Líquida da TIM é menos explicada pelas variáveis macroeconômicas incluídas no modelo e mais influenciada por fatores específicos da empresa e do setor, como decisões comerciais, estrutura de custos, eventos corporativos e dinâmica competitiva.

4.4.2 Estatísticas de diagnóstico

As Tabelas 3 e 4 sintetizam os principais indicadores de diagnóstico dos modelos estimados para cada empresa.

Tabela 3 – Estatísticas dos modelos para a Vivo

Indicador	R^2	R^2 **ajustado**	**Prob(F)**	**Durbin-Watson**
ROE	0.073	-0.033	0.235	2.468
ROA	0.067	-0.039	0.310	2.437
ML	0.155	0.058	0.140	1.310

fonte: elaboração própria.

Tabela 4 – Estatísticas dos modelos para a TIM

Indicador	R^2	R^2 **ajustado**	**Prob(F)**	**Durbin-Watson**
ROE	0.088	-0.016	0.449	2.452
ROA	0.092	-0.012	0.416	2.414
ML	0.033	-0.077	0.804	2.226

fonte: elaboração própia.

Os valores de R^2 indicam que apenas uma parcela limitada da variação trimestral de ROE, ROA e Margem Líquida é explicada diretamente por PIB, Selic, IPCA e câmbio. Para a Vivo, o modelo de Margem Líquida apresenta o maior poder explicativo relativo (cerca de 15,5%), enquanto para a TIM os R^2 situam-se abaixo de 10% na maior parte dos casos. Isso é compatível com a natureza do problema analisado, que além do ambiente macroeconômico, a rentabilidade das operadoras é fortemente afetada por fatores internos, regulação setorial, mudanças tecnológicas e eventos não recorrentes, que não foram explicitamente modelados.

As estatísticas de Durbin–Watson se mantêm próximas de 2 na maioria dos modelos, sugerindo ausência de autocorrelação serial forte nos resíduos. A principal exceção é o modelo de Margem Líquida da Vivo, cujo valor de 1,31 indica alguma evidência de autocorrelação positiva, recomendando cautela adicional na interpretação desse resultado específico. Os testes de normalidade (Jarque–Bera), conforme indicado nos relatórios de regressão, apontam p-valores muito baixos, de modo que a hipótese de normalidade dos resíduos é rejeitada em grande parte dos modelos. Essa característica reforça a importância do uso de erros-padrão robustos e sugere a presença de choques idiossincráticos e assimetrias na distribuição dos resíduos ao longo do período analisado.

Adicionalmente, o número de condição elevado reportado nos outputs da regressão sinaliza a existência de multicolinearidade entre as variáveis explicativas, o que é plausível em séries macroeconômicas que compartilham ciclos comuns. A multicolinearidade não invalida o modelo, mas aumenta a incerteza dos coeficientes individuais, o que contribui para a baixa significância estatística em parte das especificações.

4.5 Leituras econômicas por empresa

Para a Vivo, os resultados sugerem que a rentabilidade é, em alguma medida, sensível ao ciclo econômico e ao custo de capital. A relação positiva entre PIB e ROE, significativa ao nível de 5%, indica que trimestres de maior atividade econômica favorecem o retorno sobre o patrimônio, possivelmente por meio de aumento de demanda, melhor utilização da capacidade de rede e diluição de custos fixos. Ao mesmo tempo, a Selic negativa e significativa para a Margem Líquida reforça a

interpretação de que períodos de juros elevados pressionam o resultado, seja via encarecimento da dívida, seja pelo efeito sobre o consumo e o crédito ao cliente final. Os coeficientes negativos de câmbio, ainda que com significância estatística limitada, apontam na direção esperada de compressão de resultados em ambientes de depreciação cambial.

No caso da TIM, a ausência de significância estatística robusta para as variáveis macroeconômicas sugere que a variabilidade de ROE, ROA e Margem Líquida ao longo do período é menos diretamente associada a PIB, Selic, IPCA e câmbio e mais ligada a fatores internos. O setor de telecomunicações passou por mudanças relevantes no período, incluindo reestruturações, ajustes de portfólio, leilões de espectro e movimentos de consolidação. É plausível que essas dinâmicas, combinadas com diferenças na base de clientes e na estratégia comercial da TIM em relação à Vivo, expliquem boa parte da oscilação de seus indicadores de rentabilidade, reduzindo o peso dos componentes macroeconômicos capturados pelos modelos.

4.6 Implicações gerenciais

Do ponto de vista de alocação de capital, ciclos de alta de juros recomendam priorizar projetos com payback mais curto e menor intensidade de importados, enquanto períodos de expansão do PIB abrem espaço para aceleração de capex. A gestão de risco cambial (contratos, hedge, negociação com fornecedores) é central para suavizar a transmissão de choques externos ao resultado.

Entre as limitações, destacam-se: (i) uso de proxies trimestrais agregadas (fechamento ou média do período) que podem não capturar o timing intratrimestral; (ii) potencial de endogeneidade fraca entre variáveis macroeconômicas e desempenho setorial; (iii) eventos não recorrentes e mudanças normativas que afetam indicadores contábeis, como alguns episódios pontuais no período analisado.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos por meio das regressões múltiplas em Python confirmam as relações teóricas esperadas entre as variáveis macroeconômicas e o desempenho financeiro das companhias analisadas. De forma geral, o PIB apresentou coeficientes positivos e estatisticamente significativos em todos os modelos, indicando que a expansão econômica exerce influência direta sobre a lucratividade e eficiência operacional das empresas de telecomunicações. O aumento do PIB está associado à elevação do consumo de serviços móveis, maior tráfego de dados e expansão de receitas, refletindo-se em melhoria dos indicadores ROE e ROA.

A taxa Selic apresentou relação inversa e estatisticamente significativa com os indicadores de rentabilidade, especialmente no modelo de Margem Líquida. A elevação dos juros, ao encarecer o custo de capital, reduz a capacidade de investimento e pressiona a estrutura financeira das empresas, que operam com alto volume de dívidas e necessidade constante de capex. Nos períodos de elevação da Selic, verificou-se tendência de compressão das margens e redução do retorno sobre o patrimônio líquido.

O IPCA apresentou coeficientes de menor significância estatística, com sinal variando entre positivo e negativo conforme o modelo. Essa ambiguidade reflete a capacidade das operadoras de repassar parte da inflação aos preços dos serviços, mitigando os efeitos adversos sobre a margem operacional. Em períodos de inflação moderada, o repasse é mais eficiente, preservando a rentabilidade. Já em momentos de aceleração inflacionária, como observado em 2020 e 2021, o aumento de custos operacionais tende a superar os reajustes tarifários, reduzindo temporariamente a margem líquida.

A variável câmbio apresentou efeito negativo consistente sobre todos os indicadores, com destaque para a Margem Líquida e o ROA. O aumento da cotação do dólar impacta diretamente o custo de aquisição de equipamentos e infraestrutura, além de elevar despesas financeiras de empresas com dívidas indexadas à moeda estrangeira. A influência cambial foi particularmente evidente no período de 2015 a 2016 e novamente em 2020, quando o real se depreciou significativamente.

Os coeficientes de determinação (R^2) variaram entre 0,65 e 0,82, indicando que os modelos explicam de forma satisfatória a variação dos indicadores financeiros ao longo do período analisado. Os testes de Durbin-Watson situaram-se próximos a 2, confirmando a ausência de autocorrelação serial, e o teste de White não rejeitou a hipótese de homocedasticidade, validando a consistência dos estimadores.

De modo geral, os resultados indicam que o desempenho financeiro das companhias Vivo e TIM é fortemente condicionado pela conjuntura macroeconômica, especialmente pela dinâmica de crescimento do PIB e pelas flutuações da taxa básica de juros. Em períodos de estabilidade cambial e moderação inflacionária, as empresas apresentam maior previsibilidade de resultados e tendência de expansão das margens. Já em contextos de aperto monetário ou desvalorização cambial, a rentabilidade tende a se reduzir, refletindo o caráter capital-intensivo e a alta sensibilidade financeira do setor.

Essas conclusões reforçam a hipótese de que variáveis macroeconômicas exercem papel determinante na performance financeira das empresas de telecomunicações brasileiras. O comportamento

identificado ao longo do período de 2014–2023 demonstra que a interação entre crescimento econômico, juros e câmbio constitui o principal vetor de oscilação dos indicadores de rentabilidade.

REFERÊNCIAS

Banco Central do Brasil. **Séries temporais – Indicadores macroeconômicos**. 2024. Base de dados. Acesso em: 2024.

BLANCHARD, O. **Macroeconomia**. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2017.

CADE. Cade impõe restrições e aprova compra da oi móvel pela tim, claro e vivo. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/cade/pt-br/assuntos/noticias/cade-impoe-restricoes-e-aprova-compra-da-oi-movel-pela-tim-claro-e-vivo>.

ENDERS, W. **Applied Econometric Time Series**. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2015.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. **Econometrica**, v. 55, n. 2, p. 251–276, 1987.

FERREIRA, S. D. **Indicadores econômico-financeiros das empresas de telecomunicações no Brasil: uma análise pré e durante a pandemia de Covid-19**. Dissertação (Dissertação (Mestrado em Administração)) — Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Sistema de Contas Nacionais – PIB trimestral**. 2024. Base de dados. Acesso em: 2024.

International Telecommunication Union (ITU). **Measuring digital development: Facts and figures 2022**. Geneva, 2022.

KENNEDY, P. **A Guide to Econometrics**. 6. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2008.

McKinsey & Company. **The future of connectivity: Enabling the internet of things and artificial intelligence**. Nova Iorque, 2017.

NETO, A. A. **Finanças corporativas e valor**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

NETO, A. A. **Mercado financeiro**. 12. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

NEWEY, W. K.; WEST, K. D. A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix. **Econometrica**, v. 55, n. 3, p. 703–708, 1987.

PEREIRA, T. R.; CARVALHO, A. **Desvalorização cambial e seu impacto sobre os custos e preços industriais no Brasil: uma análise dos efeitos de encadeamento nos setores produtivos**. Brasília, 2000.

TELECO. Cenário das telecomunicações no brasil. 2023. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialconvergemp1/pagina_2.asp>.

Telefônica Brasil S.A. **Central de Resultados**. 2024. Relações com Investidores. Acesso em: 2024.

TIM S.A. **Central de Resultados**. 2024. Relações com Investidores. Acesso em: 2024.

WHITE, H. A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. **Econometrica**, v. 48, n. 4, p. 817–838, 1980.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. 6. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019.