

# Determinantes da Formação Bruta de Capital Fixo no Brasil (1999-2023): Uma Análise com Modelo VECM

Marianna Baia de Andrade\*  
Matheus de Lucas Ribeiro Mota†  
Fernando Antonio Lucena Aiube ‡  
Edison Americo Huarsaya Tito §

16 de Junho de 2025

## Resumo

Este artigo investiga os determinantes da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) no Brasil entre 1999 e 2023, por meio da aplicação do Modelo Vetorial de Correção de Erros (VECM). As variáveis explicativas analisadas incluem o Produto Interno Bruto (PIB), a Taxa Selic, os Depósitos de Poupança (DP), o Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) e a Utilização da Capacidade Instalada. Os resultados indicam que, no curto prazo, PIB, DP, ICEI e a própria FBCF exercem influência positiva sobre o investimento, enquanto a Capacidade Instalada apresenta efeito negativo. A Taxa Selic mostrou-se estatisticamente pouco relevante no período analisado. No longo prazo, foram identificadas relações de cointegração entre as variáveis, confirmindo a existência de equilíbrios econômicos estáveis. As funções de impulso-resposta reforçam os resultados obtidos, evidenciando os efeitos dinâmicos dos choques nas variáveis sobre a FBCF. Os resultados contribuem para o entendimento da dinâmica dos investimentos produtivos no Brasil e fornecem subsídios para políticas voltadas à sua promoção.

**Palavras-chave:** Formação Bruta de Capital Fixo, Modelo Vetorial de Correção de Erros, Taxa Selic, PIB, Investimento, Economia Brasileira.

**Código JEL:** C32, E22, E27

## 1 Introdução

A Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) desempenha um papel central no crescimento econômico de longo prazo, ao representar os investimentos em ativos fixos necessários à

---

\*Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (PPGCE-UERJ)

†Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (PPGCE-UERJ)

‡Professor Associado da Faculdade de Ciências Econômicas - UERJ

§Professor Adjunto do Instituto de Matemática e Estatística - UERJ

expansão da capacidade produtiva de uma economia. No Brasil, os movimentos da FBCF refletem fortemente as condições macroeconômicas, os níveis de confiança empresarial e a disponibilidade de recursos financeiros, fatores que se tornam ainda mais relevantes em períodos de instabilidade.

A crise cambial enfrentada pelo Brasil recentemente, marcada pela saída significativa de Investimento Estrangeiro Direto (IED), intensificou questionamentos sobre o futuro do investimento doméstico e seus efeitos sobre a produtividade e o crescimento. Em um cenário de elevada volatilidade, compreender os determinantes da FBCF torna-se essencial para a formulação de políticas econômicas que favoreçam a retomada da atividade produtiva.

A literatura econômica destaca a importância do investimento para a geração de renda e emprego (Meurer, 2018) [9] e aponta sua sensibilidade às condições monetárias, fiscais e institucionais (Da Rocha Gonçalves et al., 2019) [3]. Experiências históricas, como a década de 1980 – caracterizada por hiperinflação e baixo crescimento – e a década de 1990 – marcada pela estabilização proporcionada pelo Plano Real – ilustram como mudanças nos fundamentos econômicos impactam diretamente os níveis de investimento.

Dante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar os principais fatores que influenciam a Formação Bruta de Capital Fixo no Brasil, utilizando o Modelo Vetorial de Correção de Erros (VECM). Busca-se mensurar o impacto de variáveis macroeconômicas, como o Produto Interno Bruto (PIB), a Taxa Selic, o Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI), os Depósitos de Poupança e a Utilização da Capacidade Instalada, sobre a dinâmica da FBCF no curto e longo prazo.

Este artigo está organizado em sete seções: além desta introdução, a Seção 2 revisa a literatura relevante; a Seção 3 descreve a metodologia empregada; a Seção 4 apresenta os dados utilizados; a Seção 5 explora as relações lineares entre as variáveis; a Seção 6 discute os resultados econometrivos; e, finalmente, a Seção 7 sintetiza as conclusões e propõe direções para futuras pesquisas.

## 2 Revisão da Literatura

Os modelos econômicos de investimento são fundamentais para debater o funcionamento da dinâmica econômica. Dentre diversos arcabouços que surgiram ao longo da história econômica, faz-se necessário evocar os conceitos propostos pelo modelo keynesiano, o modelo acelerador e o modelo neoclássico, cujo direcionamento teórico aborda a decisão de investir sob diferentes perspectivas. Neste sentido, esta seção fará um resgate sintético dessas teorias, relacionando com o desenvolvimento de estudos empíricos que basearam-se nesse referencial teórico, e que também serviram como objeto de inspiração na composição deste presente trabalho.

Primeiramente, apresenta-se o modelo keynesiano. Este foi pioneiro ao trazer o princípio do investimento como uma variável endógena, sendo esta a motivação para a criação de diversas teorias subsequentes. Para John Maynard Keynes, a decisão de investir está

intrinsecamente ligada às expectativas de retorno, especialmente à eficiência marginal do capital, definida como as previsões dos empresários sobre os fluxos futuros de rendimento de um ativo, descontados pelo seu custo de aquisição. Além disso, fatores como a taxa de juros, os preços de bens de capital e o custo de oportunidade desempenham papel fundamental nas decisões de investimento. Keynes enfatiza o caráter monetário da taxa de juros, que depende da preferência pela liquidez e da oferta de moeda regulamentada pelas autoridades monetárias. Outro ponto central de sua teoria é o caráter intertemporal do investimento, que implica que o capital seja comprometido antes que os retornos sejam realizados, o que torna a formação de expectativas um elemento crucial. Isso confere ao investimento uma natureza volátil e altamente sensível às condições econômicas esperadas, conforme Ribeiro (2021) [11].

Por outro lado, o modelo acelerador, proposto por Clark (1917) [2] e amplamente difundido nas décadas de 1950 e 1960, apresenta uma abordagem mais simples, postulando uma relação linear e proporcional entre investimento e produto. Nesse modelo, o nível de investimento varia diretamente com o nível de produção, mantendo uma relação constante entre ambos. Apesar de sua simplicidade, o modelo negligencia aspectos importantes, como a autocorrelação do investimento e a influência do período anterior sobre as decisões presentes. Para enfrentar essas limitações, surgiu o modelo acelerador flexível, que incorpora uma variável de defasagem para capturar a velocidade de ajuste do investimento entre períodos. Contudo, mesmo essa evolução deixa de lado fatores relevantes, como custos de capital, rentabilidade e as expectativas dos tomadores de decisão.

Já o modelo neoclássico, proposto por Jorgenson (1963) [6], combina elementos da teoria keynesiana e do modelo acelerador, mas com maior foco nos custos e incentivos associados ao investimento. Ele sugere que o capital investido depende tanto do nível de produção quanto do custo de utilização do capital, sendo influenciado por variáveis como a taxa de juros, a depreciação, os preços de bens de capital, os impostos e os subsídios ao investimento. Chirinko (1993) [?], formalizou esse modelo em uma função que relaciona o investimento total a esses fatores, incluindo parâmetros como elasticidade de substituição entre capital e trabalho, defasagens na entrega de equipamentos e erros aleatórios. Apesar de sua abrangência, o modelo neoclássico se distancia das expectativas subjetivas defendidas por Keynes, priorizando fatores objetivos que moldam as decisões de investimento.

Esses modelos, ao longo de suas evoluções, revelam a complexidade da dinâmica do investimento, integrando aspectos de expectativas, custos, incentivos e ajustes intertemporais. Juntos, oferecem uma base teórica robusta para analisar como os agentes econômicos respondem às variáveis macroeconômicas e institucionais que influenciam suas decisões de investimento. A partir desse arcabouço conceitual, foram desenvolvidos inúmeros trabalhos empíricos que buscaram validar essas teorias e explorar suas implicações práticas em diferentes contextos econômicos, contribuindo para um entendimento mais amplo e aplicado das dinâmicas de investimento nas economias modernas.

Gonzales et al. (2014)[4], utilizando-se do modelo vetorial de correção de erros (VECM), objetivou analisar as principais variáveis determinantes do investimento no Brasil, com dados trimestrais compreendidos entre o período de 1995 a 2013. Obtiveram a seguinte

constatação, há uma relação positiva e significativa entre PIB, taxa de câmbio, demanda agregada e infraestrutura com o investimento. Por outro lado, observou-se uma relação negativa entre o aumento da taxa de juros e o nível de investimento.

Da Rocha Gonçalves et al. (2019) [3], analisaram os determinantes macroeconômicos do investimento no Brasil entre os anos 1996 e 2014, utilizando a Formação Bruta de Capital Fixo como proxy para investimento, sendo utilizada a metodologia vetorial de correção de erros no modelo. Com os resultados e constatações do estudo, foram estruturadas funções de impulso-resposta para analisar no longo prazo, como um choque em determinadas variáveis impactaria o comportamento de outras séries dentro de um dado período de tempo. Além disso, foi empregado o teste de Causalidade de Granger para investigar a influência que uma variável pode ter sobre a outra. As variáveis analisadas foram poupança interna, poupança externa, crescimento do PIB, inflação e taxa de juros. Os resultados indicaram causalidade unidirecional entre o investimento e as variáveis PIB, poupança interna, inflação e taxa de juros. A formação bruta de capital fixo apresentou maior elasticidade em relação à poupança interna, mas também foi sensível aos choques na taxa de juros e inflação.

Lélis, Bredow e Cunha (2015) [8], aplicaram o modelo vetorial de correção de erros para analisar as variáveis macroeconômicas que determinaram o investimento privado no Brasil entre 1996 e 2012. Os resultados indicaram que variáveis como o consumo das famílias e a utilização da capacidade instalada influenciam diretamente a formação bruta de capital. No entanto, o crédito total da economia foi identificado como a variável mais significativa para o aumento do investimento. Por outro lado, variáveis como o preço de máquinas e equipamentos, taxa de juros e custo do crédito, a longo prazo, atuam como condicionantes do investimento.

Meurer (2018) [9], analisou os determinantes da Formação Bruta de Capital Fixo no Brasil de 1996 a 2016, utilizando séries temporais e mínimos quadrados ordinários. No curto prazo, apenas o PIB foi significativo, enquanto no longo prazo, o PIB, a Utilização da Capacidade Instalada e as Operações de Crédito impactaram positivamente. Ainda assim, a inflação e taxa de juros tiveram um impacto negativo, sendo apenas a inflação significativa. O modelo concluiu que o PIB, a Utilização da Capacidade Instalada e as Operações de Crédito impactam positivamente a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), enquanto a inflação exerce um efeito negativo. A taxa de juros real não apresentou significância estatística.

Em Ribeiro (2021) [11], o autor buscou investigar a determinação da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) no Brasil entre 1996 e 2020, utilizando um modelo vetorial de correção de erros (VECM). Os resultados destacaram a importância do PIB e seu efeito cíclico sobre a FBCF, além da relação negativa e estatisticamente significativa entre FBCF e as variáveis Juros e Câmbio, refletindo os custos de investimento. O modelo mostrou relevância estatística para o coeficiente do próprio FBCF, indicando autocorrelação positiva, enquanto os coeficientes do PIB e do IPCA não apresentaram significância estatística, sugerindo a necessidade de explorar lags maiores na análise do impulso-resposta.

Apesar de distintas em suas formulações, as abordagens keynesiana, aceleradora e neo-

clássica reconhecem a relevância de fatores macroeconômicos na decisão de investir. A modelagem com VECM permite incorporar simultaneamente elementos dessas correntes, captando tanto o ajuste dinâmico quanto os equilíbrios de longo prazo.

### 3 Metodologia

Este estudo emprega o modelo vetorial de correção de erros para analisar as relações entre a Formação Bruta de Capital Fixo e variáveis econômicas determinantes, incluindo a Taxa Selic, o volume de Depósitos de Poupança, o Produto Interno Bruto (PIB), o Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) e a Utilização da Capacidade Instalada. Os dados utilizados foram transformados em trimestres e logaritmados, abrangendo o período do primeiro trimestre de 1999 ao último trimestre de 2023, totalizando 100 observações. A delimitação do período de análise até 2023 deve-se à indisponibilidade de dados completos para algumas variáveis no ano de 2024, garantindo assim a consistência e a robustez das séries temporais analisadas. Dessa forma, nesta seção serão abordados os testes referentes às propriedades necessárias para séries temporais, a metodologia utilizada e o modelo econométrico proposto.

#### 3.1 Raiz unitária e Teste de Dickey-Fuller Aumentado

Em 1979, Dickey e Fuller desenvolveram o teste chamado Dickey-Fuller Aumentado (ADF). A construção do teste visa avaliar a estacionariedade de uma série temporal, ou seja, verificar se a série possui uma raiz unitária. Anteriormente a este teste, foi proposto o modelo original (apenas "Dickey-Fuller"), entretanto, após problemas devido a inclusão de defasagens da variável dependente, foi introduzido o modelo aumentado, permitindo assim que fossem corrigidos os problemas de correlação serial nos erros da regressão conforme Bueno (2018) [1].

Segundo Gujarati [5], o teste ADF é formulado como:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \epsilon_t \quad (1)$$

No qual  $\Delta Y_t$  representa a primeira diferença da série,  $\beta_1$  e  $\beta_2$  são coeficientes associados a um intercepto e uma tendência, respectivamente,  $\delta$  é o coeficiente a ser testado, e  $\epsilon_t$  é um termo de erro ruído branco.

As hipóteses do teste ADF são definidas como:

- **Hipótese Nula ( $H_0$ ):**  $\delta = 0$ , o que indica que a série possui uma raiz unitária e é não estacionária.
- **Hipótese Alternativa ( $H_1$ ):**  $\delta < 0$ , o que sugere que a série é estacionária.

Caso o valor do teste ADF indique que a hipótese nula deve ser rejeitada, isso significa que a série é estacionária. Se a hipótese nula não for rejeitada, será necessário realizar transformações adicionais na série, sendo comum a diferenciação, para garantir a estacionariedade e adequação do modelo.

### 3.2 Teste de Johansen

Conforme proposto por Bueno (2018) [1], o Teste de Cointegração de Johansen tem como finalidade verificar a estacionariedade de um conjunto de variáveis endógenas. A metodologia do teste se concentra em determinar o posto da matriz  $\Phi$  ( $n \times n$ ), onde a presença de cointegração é indicada quando  $r < n$ .

A concepção de  $\Phi = 0$  é análoga à ideia de raiz unitária em modelos univariados; no entanto, no contexto do Teste de Cointegração de Johansen, uma matriz  $\Phi = 0$  sugere uma raiz unitária multivariada. Na análise, o determinante da matriz é obtido através do produto de seus autovalores. Para que o posto de  $\Phi$  esteja dentro dos limites entre 0 e  $n$ , é necessário que existam  $r$  autovalores distintos de zero e  $n - r$  autovalores iguais a zero conforme Bueno (2018) [1].

O Teste de Cointegração de Johansen oferece dois formatos estatísticos para calcular os autovalores de  $\Phi$ . O primeiro é conhecido como Teste do Traço, expresso pela equação abaixo:

$$\lambda_{tr}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (2)$$

Neste caso, a hipótese nula postula a presença de  $\hat{r}$  vetores de cointegração ( $r = \hat{r}$ ), enquanto a hipótese alternativa sugere que  $r > \hat{r}$ . Na ausência de cointegração, os autovalores obtidos tendem a ser próximos de zero, sinalizando a não estacionariedade e a instabilidade da matriz  $\Phi$ , impossibilitando a rejeição da hipótese nula. Se a hipótese nula de que  $r = \hat{r}$  for rejeitada, isso indica a possibilidade de múltiplos vetores de cointegração. Sendo este teste o escolhido neste estudo.

A segunda abordagem é através do Teste de Máximo Autovalor, cuja estatística é dada pela equação:

$$LR(r) = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \quad (3)$$

Neste teste, a hipótese nula sugere a existência de  $r = \hat{r}$  vetores de cointegração, enquanto a hipótese alternativa indica que  $\hat{r} + 1 = r$  vetores de cointegração. Assim como no Teste do Traço, a rejeição da hipótese nula implica que há mais de um vetor de cointegração.

Entretanto, para aplicar o Teste de Cointegração, necessita-se não apenas verificar a autocorrelação dos resíduos, mas também analisar o menor valor obtido pelos critérios de informação para determinar o número adequado de defasagens em todas as variáveis endógenas conforme Bueno (2018) [1]. Os critérios utilizados incluem Akaike (AIC), Schwarz (SBIC) e Hannan-Quinn (HQIC), expostos através das equações a seguir:

$$AIC(m) = \ln |T_0(m)| + \frac{2Tm}{n^2} \quad (4)$$

$$SBIC(m) = \ln |T_0(m)| + \frac{\ln T}{T} mn^2 \quad (5)$$

$$HQIC(m) = \ln |T_0(m)| + \frac{\ln \ln T}{T} \frac{2m}{n^2} \quad (6)$$

onde  $mn^2$  representa a totalidade de parâmetros estimados nas equações.

A principal usabilidade do Teste de Cointegração seria para determinar a existência de um equilíbrio de longo prazo entre as variáveis em modelos de séries temporais, algo importante para a escolha do modelo econométrico mais adequado para alcançar os objetivos do estudo.

Destaca-se que se tivermos  $n$  variáveis I(1) que são modeladas conjuntamente em um sistema dinâmico, pode haver até  $n - 1$  relações de cointegração ligando-as. Cada relação de cointegração pode ser vista como uma tendência comum que conecta algumas ou todas as séries no sistema. Nós consideraremos "relação de cointegração" e "tendência comum" como sinônimos. O posto de cointegração do sistema é o número de tais tendências comuns, ou o número de relações de cointegração conforme Judge (1991)[7].

Para determinar o posto de cointegração  $r$ , realizamos uma sequência de testes. Primeiro, testamos a hipótese nula de  $r = 0$  contra  $r \geq 1$  para determinar se existe pelo menos uma relação de cointegração. Se não rejeitarmos  $r = 0$ , concluímos que não existem relações de cointegração ou tendências comuns entre as séries. Neste caso, não precisamos de um modelo VEC e podemos simplesmente usar um VAR nas diferenças das séries.

Se rejeitarmos  $r = 0$  na etapa inicial, então pelo menos algumas das séries são cointegradas, e queremos determinar o número de relações de cointegração. Procedemos para uma segunda etapa para testar a hipótese nula de  $r \leq 1$  contra  $r \geq 2$ . Se não pudermos rejeitar a hipótese de que não existem mais do que uma tendência comum, então estimamos um sistema VEC com uma relação de cointegração.

Se rejeitarmos a hipótese de que  $r \leq 1$ , então avançamos para testar  $r \leq 2$  contra  $r \geq 3$ , e assim por diante. Escolhemos  $r$  como o menor valor para o qual não rejeitamos a hipótese nula de que não existem relações de cointegração adicionais.

### 3.3 Modelo Vetorial de Correção de Erros (VECM)

O Modelo Vetorial de Correção de Erros (VECM) é uma extensão do modelo VAR, que integra tanto a dinâmica de curto quanto de longo prazo entre as variáveis endógenas. De acordo com Bueno (2018) [1], o VECM é particularmente útil quando há cointegração entre as variáveis, pois captura as relações de equilíbrio de longo prazo, ajustando as flutuações.

A denominação "*Modelo Vetorial de Correção de Erros*" deriva da Teoria de Cointegração, que foca no teste de estacionariedade dos resíduos  $u_t$ . Quando os resíduos se mostram estacionários, a cointegração é confirmada. A equação do VECM, conforme Judge (1991)[7], inclui tanto os fatores de curto prazo, representados pela soma das diferenças defasadas  $\sum_{i=1}^{p-1} \Lambda_i \Delta X_{t-i}$ , quanto a relação de longo prazo, dada por  $\Phi X_{t-1}$ , que descreve o equilíbrio entre as variáveis.

Em um VECM (Modelo Vetorial de Correção de Erros) com  $n$  variáveis cointegradas, a estrutura geral das equações é expandida para acomodar múltiplas variáveis, mantendo a premissa central de que as variáveis são cointegradas, ou seja, apresentam uma relação de longo prazo que pode ser modelada por meio de um vetor de cointegração. Considerando que as séries temporais  $y_1, y_2, \dots, y_n$  são de ordem  $I(1)$  (ou seja, são não estacionárias, mas se tornam estacionárias após a diferenciação), o modelo assume que essas variáveis são cointegradas, ou seja, existe uma combinação linear dessas variáveis que é estacionária, ou seja,  $\alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i y_i$  é uma série  $I(0)$ , indicando que há uma relação de equilíbrio de longo prazo entre elas, Judge (1991)[7].

O modelo para  $n$  variáveis pode ser representado pelas seguintes equações de correção de erro:

$$\Delta y_{1,t} = \beta_{10} + \sum_{i=1}^n \beta_{1i} \Delta y_{i,t-1} + \lambda_1 \left( y_{1,t-1} - \alpha_0 - \sum_{i=1}^n \alpha_i y_{i,t-1} \right) + \epsilon_{1,t} \quad (7)$$

$$\Delta y_{2,t} = \beta_{20} + \sum_{i=1}^n \beta_{2i} \Delta y_{i,t-1} + \lambda_2 \left( y_{2,t-1} - \alpha_0 - \sum_{i=1}^n \alpha_i y_{i,t-1} \right) + \epsilon_{2,t} \quad (8)$$

⋮

$$\Delta y_{n,t} = \beta_{n0} + \sum_{i=1}^n \beta_{ni} \Delta y_{i,t-1} + \lambda_n \left( y_{n,t-1} - \alpha_0 - \sum_{i=1}^n \alpha_i y_{i,t-1} \right) + \epsilon_{n,t} \quad (9)$$

Destaca-se que os coeficientes de correção de erro  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  são importantes para entender como as variáveis ajustam-se a desvios do equilíbrio de longo prazo. Quando uma variável  $y_i$  está acima de seu valor de equilíbrio de longo prazo (ou seja, a relação  $\sum_{i=1}^n \alpha_i y_i$  está acima de  $\alpha_0$ ), o coeficiente de correção de erro  $\lambda_i$  será negativo, forçando  $y_i$  a diminuir para retornar ao seu valor de equilíbrio. Caso contrário, se a variável estiver abaixo de seu valor de longo prazo, o coeficiente de correção de erro será positivo, levando a variável a aumentar em direção ao equilíbrio conforme Judge (1991)[7].

Em um sistema com várias variáveis, as interações entre elas influenciam a dinâmica de curto e longo prazo, e os coeficientes de correção de erro fornecem uma medida da velocidade e da direção desse ajuste. A presença de múltiplas variáveis cointegradas implica que os coeficientes de correção de erro  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  podem variar de acordo com a magnitude dos desvios de cada variável em relação ao seu equilíbrio de longo prazo.

Em um modelo com  $n$  variáveis, as estimativas dos coeficientes  $\beta_{ij}$  e  $\lambda_i$  são realizadas simultaneamente, levando em consideração as relações de longo prazo entre as variáveis. Além disso, é necessário realizar testes de cointegração, como o teste de Johansen, para determinar o número de relações de cointegração presentes no sistema, ou seja, quantos vetores de cointegração existem. Esses testes ajudam a estabelecer as dependências de longo prazo entre as variáveis e a identificar o número de relações de cointegração que devem ser incorporadas ao modelo.

A equação a seguir descreve o modelo vetorial de correção de erros para a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) em relação às variáveis explicativas selecionadas:

$$\Delta FBCF_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \Delta x_{i,t-1} + \lambda \left( FBCF_{t-1} - \gamma_0 - \sum_{i=1}^n \gamma_i x_{i,t-1} \right) + \varepsilon_t \quad (10)$$

Onde:

- $\Delta FBCF_t$ : Variação da Formação Bruta de Capital Fixo no período  $t$ , representando mudanças no nível de investimentos produtivos.
- $x_{i,t-1}$ : Variáveis explicativas com defasagens:
  - PIB $_{t-1}$ : Produto Interno Bruto no período  $t - 1$ , usado como proxy do nível de atividade econômica.
  - Selic $_{t-1}$ : Taxa básica de juros no período  $t - 1$ , que influencia o custo de financiamento.
  - ICEI $_{t-1}$ : Índice de Confiança do Empresário Industrial no período  $t - 1$ , indicando o otimismo industrial.
  - DP $_{t-1}$ : Depósitos de Poupança no período  $t - 1$ , representando a oferta de recursos financeiros.
- $\alpha_0$ : Intercepto do modelo, que captura o valor médio da variação de FBCF $_t$  na ausência de mudanças nas variáveis explicativas.
- $\beta_i$ : Coeficientes das diferenças defasadas das variáveis explicativas, que medem os impactos de curto prazo.
- $\lambda$ : Coeficiente de ajuste de longo prazo, indicando a velocidade com que a FBCF $_t$  retorna ao equilíbrio de longo prazo após um choque.
- $\gamma_0$  e  $\gamma_i$ : Parâmetros do equilíbrio de longo prazo para o nível das variáveis explicativas.
- $\varepsilon_t$ : Termo de erro, que representa os fatores não explicados pelo modelo.

A equação captura tanto os efeitos de curto prazo ( $\beta_i$ ) quanto o mecanismo de correção de longo prazo ( $\lambda$ ) entre a Formação Bruta de Capital Fixo e as variáveis explicativas selecionadas.

A escolha do VECM justifica-se pela natureza das séries temporais utilizadas neste estudo, as quais, conforme indicado pelos testes de raiz unitária (ADF), são integradas de ordem um, I(1), e apresentaram evidências de cointegração com base no teste de Johansen.

O VECM é a modelagem adequada para esse tipo de estrutura de dados, pois permite capturar tanto a dinâmica de curto prazo quanto as relações de equilíbrio de longo prazo entre as variáveis macroeconômicas analisadas.

Diferentemente do modelo VAR em primeiras diferenças, que ignora as relações de cointegração, o VECM incorpora termos de correção de erro que refletem desvios do equilíbrio de longo prazo, promovendo um ajuste mais preciso e teoricamente consistente.

Além disso, o modelo é amplamente utilizado na literatura empírica brasileira sobre investimento (ver Gonzales et al., 2014 [4]; Da Rocha Gonçalves et al., 2019 [3]; Ribeiro, 2021 [11]), o que reforça sua adequação ao objetivo desta pesquisa: investigar os determinantes macroeconômicos da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) no Brasil entre 1999 e 2023.

## 4 Descrição das Variáveis e Fontes de Dados

A seleção das variáveis fundamenta-se nos estudos abordados na seção de Revisão da Literatura. Para a análise dos determinantes da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) no Brasil, o modelo econométrico emprega as seguintes variáveis: Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), que representa o investimento em ativos fixos como máquinas, equipamentos e construções; Produto Interno Bruto (PIB), um indicador macroeconômico que mede a soma de todos os bens e serviços finais produzidos em um país, refletindo a atividade econômica geral; Taxa Selic (Sistema Especial de Liquidação e Custódia), a taxa básica de juros da economia brasileira, crucial para a política monetária e o custo de captação de recursos para investimentos; Depósito de Poupança (DP), que reflete a disponibilidade de recursos para financiamento da economia e pode impactar a liquidez do mercado; Utilização da Capacidade Instalada (UCI), um indicador que mede o percentual da capacidade produtiva utilizada pelas empresas, onde uma alta UCI pode sinalizar a necessidade de novos investimentos; e o Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI), que mede as expectativas dos empresários da indústria em relação ao futuro da economia e de suas próprias empresas, influenciando decisões de investimento.

As fontes de dados para FBCF e Depósito de Poupança (DP) foram o Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). PIB, a Taxa Selic e a Utilização da Capacidade Instalada (UCI) foram obtidos do Sistema Gerenciador de Séries Temporais (SGS) do Banco Central do Brasil. Por fim, o Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) foi fornecido pela Confederação Nacional da Indústria (CNI). O período analisado compreende o primeiro trimestre de 1999 (1999.T1) até o último trimestre de 2023 (2023.T4), totalizando 100 observações. Embora o PIB e os Depósitos de Poupança sejam originalmente disponibilizados em periodicidade trimestral, as demais séries foram ajustadas para a periodicidade trimestral para garantir a compatibilidade e a consistência do conjunto de dados.

Na tabela 1, são apresentadas as estatísticas descritivas para as variáveis analisadas, oferecendo um panorama inicial de observação das características e comportamentos ao longo do período. Com base nos resultados, destacam-se as seguintes observações: O PIB e FBCF apresentam médias positivas, o que é esperado e reflete a tendência de crescimento econômico e de investimento no Brasil ao longo do período analisado. No entanto, a FBCF exibe um desvio padrão significativamente maior (0,090) em comparação com o PIB (0,033). Essa maior variabilidade na FBCF é um indicativo importante de que os investimentos produtivos são mais voláteis e sensíveis a choques econômicos e de confiança, o que justifica a

investigação de seus determinantes.

A Taxa Selic destaca-se pela elevada curtose (6,283) e assimetria positiva (1,006). Uma curtose superior a 3 indica a presença de valores extremos (outliers), o que é consistente com períodos de política monetária restritiva com taxas de juros muito elevadas (como em 2002-2003 e 2015-2016). A assimetria positiva sugere que a distribuição da Selic tem uma "cauda" mais longa para valores altos, refletindo a prevalência de períodos de juros mais elevados em relação à média.

A Utilização da Capacidade Instalada (UCI), com uma curtose elevada (16,534), indica uma concentração de valores próximos à média, mas com a presença de eventos raros de utilização muito alta ou muito baixa, sugerindo flutuações mais acentuadas em momentos específicos da atividade industrial. A média próxima de zero indica que a variável pode ter sido tratada como taxa de variação ou desvio de um valor de referência.

O Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) apresenta o menor desvio padrão (0,153) entre as variáveis mais voláteis (FBCF, Selic, UCI), sugerindo uma menor volatilidade nas expectativas dos empresários em comparação com as flutuações de outras variáveis econômicas. Sua curtose elevada (5,502) ainda aponta para a presença de alguns períodos de otimismo ou pessimismo extremos.

O Depósito de Poupança (DP) tem uma média positiva (0,090). Sua curtose (1,948) inferior a 3 e assimetria levemente negativa (-0,077) sugerem uma distribuição mais próxima da normalidade em comparação com as outras variáveis, mas com uma pequena concentração de valores ligeiramente acima da média. Os valores extremos (máximo e mínimo) para todas as variáveis, especialmente para a Selic (1,618 e -1,099), FBCF (0,255 e -0,215) e UCI (0,291 e -0,263), reforçam a existência de períodos de grande instabilidade e mudanças significativas na dinâmica econômica brasileira, fator que pode influenciar as decisões por parte dos investidores.

Dessa forma, a análise das estatísticas descritivas indica diferentes níveis de volatilidade e estabilidade entre as variáveis econômicas analisadas. A presença de assimetria e curtose elevadas em algumas séries sugere que a distribuição dos dados pode não ser normal, o que representa um aspecto relevante para a escolha e aplicação dos testes econométricos, tema que será aprofundado nas seções seguintes.

Tabela 1: Resultado das Estatísticas das Variáveis

Estatística	PIB	FBCF	Capacidade	Taxa Selic	ICEI	DP
Média	0,022	0,016	-0,001	-0,029	0,001	0,090
Desvio Padrão	0,033	0,090	0,053	0,422	0,153	0,073
Variância	0,001	0,008	0,003	0,178	0,023	0,005
Mediana	0,023	0,030	0,001	-0,034	-0,005	0,091
Máximo	0,117	0,255	0,291	1,618	0,515	0,225
Mínimo	-0,107	-0,215	-0,263	-1,099	-0,592	-0,048
Curtose	4,987	3,029	16,534	6,283	5,502	1,948
Assimetria	-0,610	-0,120	0,399	1,006	0,147	-0,077

Fonte: elaborado pelos autores.

A seguir, apresentamos os gráficos das séries temporais com a finalidade de observar o formato das variáveis e fornecer uma ideia preliminar sobre seu comportamento, incluindo a identificação de possíveis tendências, sazonalidades e outras características que possam indicar ou sugerir a presença de estacionariedade. No entanto, cabe ressaltar que a confirmação formal da estacionariedade das séries será feita posteriormente, por meio do teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), o qual permitirá avaliar estatisticamente a presença de raízes unitárias.

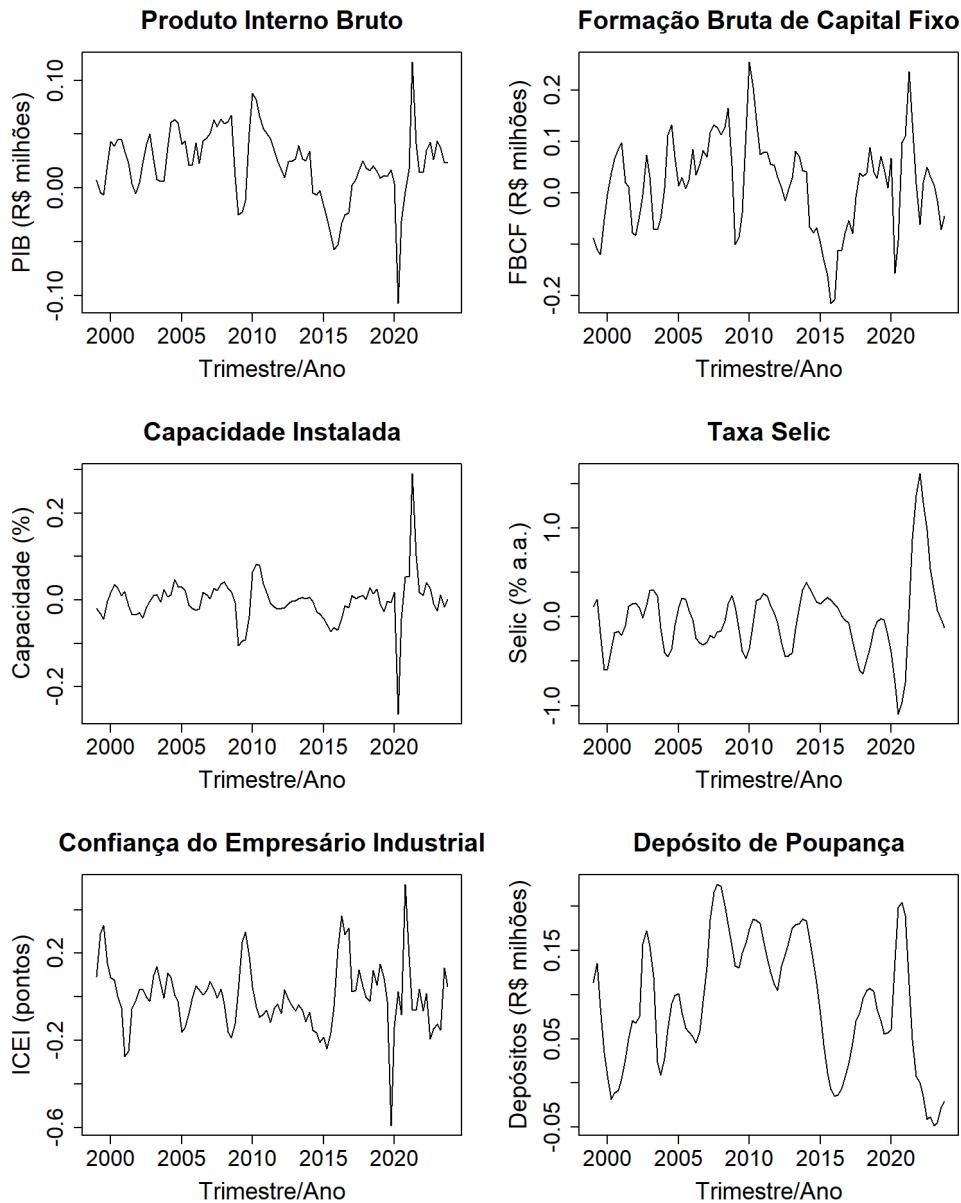
Na figura 1 a plotagem dos gráficos revela padrões distintos para cada série, o que é fundamental para a análise de estacionariedade. Para o Produto Interno Bruto (PIB) e a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) observa-se tendências de crescimentos ao longo do período analisado, com presença de períodos de flutuações marcadas por desacelerações significativas em períodos de crise econômica, como assinalado nos anos de 2009, 2015-2016 e a acentuada queda em 2020, influenciado pela ocorrência da pandemia do covid-19. Essa tendência de alta e as flutuações acentuadas sugerem fortemente a presença de não estacionariedade nessas séries.

No tocante a representação da Taxa Selic demonstra uma elevada volatilidade, com picos notáveis e patamares elevados entre 2002 e 2005, e novamente em 2015-2016, refletindo períodos de combate à inflação e política monetária mais restritiva. Após 2016, observa-se uma tendência de queda, antes de uma nova elevação no final do período. Essa dinâmica de mudança de regime e picos extremos também sugere um comportamento de não estacionariedade na série temporal.

O gráfico da Capacidade Instalada (UCI) mostra flutuações em torno de uma média, mas com quedas durante os anos de 2009, 2015-2016 e especialmente 2020, indicando desuso da capacidade produtiva. Embora não apresente uma tendência clara de crescimento ou declínio de longo prazo como PIB ou FBCF, a amplitude das oscilações e as possíveis quebras estruturais demandam atenção para a estacionariedade.

O Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) e os Depósitos de Poupança (DP), à primeira vista, parecem variar em torno de uma média mais constante, sem uma tendência de longo prazo tão pronunciada quanto as outras variáveis. O ICEI mostra oscilações que refletem os ciclos de otimismo e pessimismo empresarial, com quedas bruscas em momentos de crise. O DP, por sua vez, apresenta um comportamento relativamente mais estável, mas com períodos de crescimento e queda que acompanham a dinâmica econômica geral. Apesar da aparente estacionariedade visual para estas duas últimas, a confirmação estatística com o teste ADF será essencial para todas as séries.

Figura 1: Gráficos das Séries Temporais



A análise visual dos gráficos reforça a suspeita de não estacionariedade para a maioria das séries, especialmente PIB, FBCF, Selic e UCI, enquanto ICEI e DP podem ser estacionárias.

## 5 Análise das Relações Lineares entre as Variáveis do Modelo

O objetivo desta seção é explorar as relações lineares entre as variáveis selecionadas para a análise econômica e avaliar a presença de multicolinearidade. A multicolinearidade refere-se à extensão em que uma variável pode ser explicada pelas outras variáveis na análise. À medida que a multicolinearidade aumenta, fica mais complicada a interpretação da variável estatística, uma vez que se torna mais difícil verificar o efeito de qualquer variável, devido a suas inter-relações,[?]. Portanto, esta análise é crucial para compreender as interdependências entre as variáveis e assegurar a correta especificação e interpretação do Modelo Vetorial de Correção de Erros (VECM).

Na figura 2 apresenta a matriz de correlação entre a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), a variável dependente, e as principais variáveis explicativas: Produto Interno Bruto (PIB), Utilização da Capacidade Instalada (UCI), Taxa Selic, Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) e Depósitos de Poupança (DP). Os coeficientes variam de -1 a 1, representando a força e a direção das associações entre as variáveis,[10].

Sendo assim, a análise da Figura 2 revela importantes relações lineares entre as variáveis. O PIB apresenta uma forte correlação positiva com a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) (0,86) e com a Utilização da Capacidade Instalada (Capacidade) (0,77), evidenciando que investimentos produtivos e a utilização do estoque de capital já existente são determinantes importantes para o crescimento econômico. Este resultado é altamente consistente com a teoria keynesiana, que postula o investimento como um motor fundamental do crescimento econômico, e com a literatura empírica sobre ciclos econômicos, onde períodos de expansão do PIB são tipicamente acompanhados por um aumento nos investimentos produtivos.

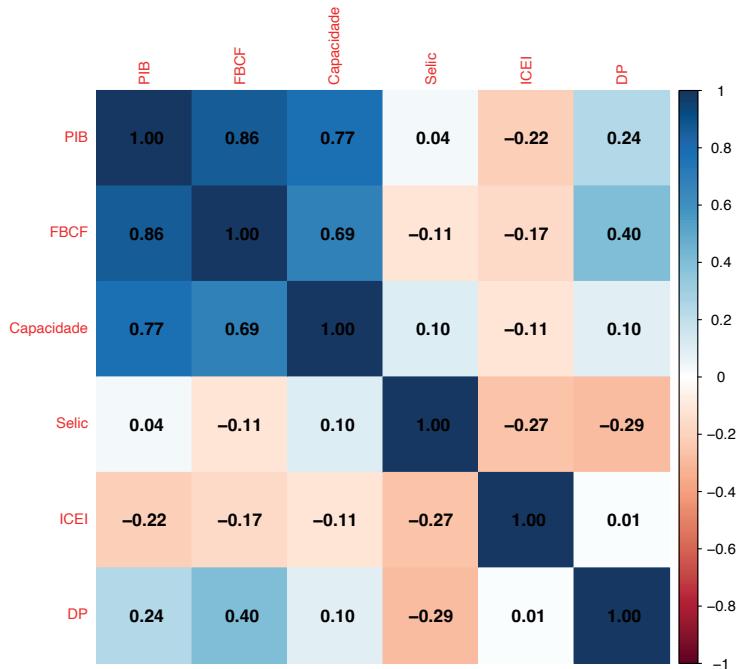
A FBCF contribui para o PIB, e um PIB crescente sinaliza expectativas positivas que estimulam novos investimentos. A FBCF também demonstra uma correlação positiva significativa (0,69) com a Utilização da Capacidade Instalada (UCI). Isso sugere que, à medida que a capacidade produtiva existente se aproxima de seu limite de uso, as empresas tendem a aumentar seus investimentos em ativos fixos para expandir a produção e atender à demanda crescente. Essa relação é esperada, pois a capacidade instalada serve como um sinal para decisões de investimento. Há ainda uma correlação positiva moderada (0,40) entre FBCF e Depósito de Poupança (DP). Embora não seja tão forte quanto a relação com o PIB, indica que uma maior disponibilidade de recursos poupançados na economia pode, em tese, facilitar o financiamento de novos investimentos, ao tornar o capital mais acessível ou de menor custo.

O Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) apresenta uma correlação negativa de -0,17 com a FBCF. Apesar de surpreendente à primeira vista, uma interpretação para essa baixa e inversa correlação pode residir na dinâmica da confiança: em um ambiente de alta incerteza, mesmo com confiança flutuante, a materialização do investimento pode depender de fatores mais tangíveis como taxa de juros ou demanda. Alternativamente, essa baixa correlação pode sugerir que a confiança do empresário, isoladamente, pode não

ser o principal driver de investimento no curto prazo no contexto brasileiro analisado, ou que outros fatores macroeconômicos exercem influência mais direta.

Além das relações com a FBCF, é importante notar as correlações entre as próprias variáveis explicativas. O PIB, por exemplo, possui forte correlação positiva com a UCI (0,77), o que é esperado, pois o crescimento econômico impulsiona a utilização da capacidade produtiva. A Taxa Selic apresenta correlações negativas com ICEI (-0,27) e DP (-0,29), indicando que políticas monetárias mais restritivas (Selic alta) podem impactar negativamente a confiança empresarial e a disponibilidade de poupança, o que é consistente com a teoria econômica. A existência dessas correlações entre as variáveis explicativas sinaliza a necessidade de avaliar a multicolinearidade.

Figura 2: Matriz Correlação das variáveis independentes e o FBCF



Além disso, foi realizada uma análise da multicolinearidade entre as variáveis independentes para verificar possíveis redundâncias que poderiam comprometer a precisão das estimativas no modelo econométrico. O Índice de Variância Inflacionada (VIF) é calculado a partir da matriz  $R = (X^T X)^{-1}$ , onde  $X$  representa as variáveis independentes centradas e padronizadas. Essa matriz reflete as correlações entre as variáveis, e os elementos da diagonal correspondem ao VIF, indicando o aumento da variância dos coeficientes de regressão devido à multicolinearidade. O VIF de uma variável  $X_i$  é definido como  $VIF_i = \frac{1}{1-R_i^2}$ , onde  $R_i^2$  é o coeficiente de determinação da regressão de  $X_i$  sobre as demais variáveis. Valores elevados de VIF sugerem uma dependência linear forte entre variáveis independentes, podendo comprometer a estabilidade do modelo e as inferências estatísticas, de acordo com Montgomery (2021) [10].

O Índice de Variância Inflacionada (VIF) foi utilizado para identificar essa questão. Os resultados indicaram que todas as variáveis apresentaram valores de VIF abaixo de 5, o que está dentro do limite considerado aceitável pela literatura, indicando ausência de multicolinearidade severa. Os valores estão assinalados na Tabela 2: Ainda assim, é pertinente uma análise individual dos valores: o VIF mais elevado foi observado para o PIB (2,79). Embora bem abaixo do limite crítico, esse valor indica uma colinearidade moderada com outras variáveis explicativas do modelo, principalmente a Utilização da Capacidade Instalada (UCI) (com a qual o PIB tem uma forte correlação de 0,77). Isso significa que uma parte da variância do PIB é explicada pelas outras variáveis independentes no modelo. A Utilização da Capacidade Instalada (UCI) apresenta um VIF de 2,57, também refletindo uma colinearidade moderada, principalmente com o PIB, dada a forte correlação anteriormente discutida.

Tabela 2: Índice de Variância Inflacionada (VIF) das Variáveis Independentes

Variável	Descrição	VIF
PIB	Produto Interno Bruto	2,79
Capacidade	Utilização da Capacidade Instalada	2,57
Selic	Taxa Básica de Juros	1,20
ICEI	Índice de Confiança do Empresário Industrial	1,15
DP	Depósitos de Poupança	1,19

## 6 Discussão

A presente seção buscar demonstrar e discutir os resultados realizado sob auxílio dos critérios expostos na metodologia, sendo o modelo escolhido para esse trabalho foi o VECM (modelo vetorial de correção do erro). Vale ressaltar que o processo de modelagem foi inteiramente realizado com a utilização do software chamado *R Studio*. O ambiente do software escolhido foi devido a familiaridade e de ampla utilização para verificar análises envolvendo séries temporais. A seguir observa-se os principais resultados atingidos.

### 6.1 Resultados

Dessa forma sob o uso do software e coleta de dados. Observava-se que primeiramente para a construção do modelo VECM, o primeiro passo é realizar testes de raiz unitária, fundamentais para avaliar a estacionariedade das séries em análise. O teste selecionado para esse propósito foi o Dickey-Fuller Aumentado (ADF), conforme os critérios apresentados anteriormente no capítulo de revisão metodológica.

Nesse sentido, no teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), a hipótese nula indica a presença de raiz unitária na série, ou seja, que ela não é estacionária. Por outro lado, a hipótese alternativa sugere a ausência de raiz unitária, indicando que a série é estacionária. Para isso, a seguir será apresentado quais variáveis são ou não estacionárias na 3, sendo posteriormente aplicado a diferenciação, na 4, dado a finalidade de torná-la estacionária, sendo um requisito essencial na execução do modelo econométrico da análise.

Tabela 3: Resultados do Teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF)

Série	p-valor	Hipótese Nula	Conclusão
PIB	0,267	Não rejeita	Não estacionária
FBCF	0,346	Não rejeita	Não estacionária
Capacidade	<0,01	Rejeita	Estacionária
Taxa Selic	0,046	Rejeita	Estacionária
ICEI	<0,01	Rejeita	Estacionária
DP	0,570	Não rejeita	Não estacionária

Fonte: elaborado pelos autores.

O Teste ADF foi aplicado às séries temporais, conforme mostrado na tabela 3. Em seguida, foi realizado a diferenciação das séries e aplicamos o mesmo teste. Os resultados após a diferenciação são apresentados na tabela 4. Como pode ser observado, as séries temporais, em sua forma original, não são todas que rejeitaram a hipótese nula de não estacionariedade. Dessa forma, conclui-se que as todas as séries se tornam estacionárias ao serem transformadas pela primeira diferença. A partir desse ponto, passamos a utilizar as séries diferenciadas para a estimação dos modelos e para a avaliação das respectivas estatísticas.

Tabela 4: Resultados do Teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) Após a Diferenciação

Série Diferenciada	p-valor	Hipótese Nula	Conclusão
$\Delta$ PIB	<0,01	Rejeita	Estacionária
$\Delta$ FBCF	<0,01	Rejeita	Estacionária
$\Delta$ Capacidade	<0,01	Rejeita	Estacionária
$\Delta$ Taxa Selic	<0,01	Rejeita	Estacionária
$\Delta$ ICEI	<0,01	Rejeita	Estacionária
$\Delta$ DP	<0,01	Rejeita	Estacionária

Fonte: elaborado pelos autores.

Após garantir a estacionariedade por meio da diferenciação e verificação das séries temporais, é possível proceder com os testes de cointegração. Entre esses, destaca-se o Teste de Johansen, que tem como objetivo identificar possíveis relações de longo prazo que poderiam ser perdidas devido à transformação das séries.

Os resultados apresentados nas tabelas incluem os seguintes critérios de seleção de defasagens: Critério de Informação de Akaike (AIC), Critério de Informação de Hannan-Quinn (HQ), Critério de Informação de Schwarz (SC). Para este caso, a escolha do número de defasagens foi baseada no Critério de Informação de Schwarz (SC) como é demonstrado na tabela 5, com 2 defasagens.

Tabela 5: Critérios para Seleção de Defasagens

Critério	AIC	HQ	SC	FPE
Lags	10	3	2	10

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: Os valores de lags foram definidos com base no Critério de Informação de Schwarz (SC), conforme o teste realizado.

Baseado no critério SC como explicitado anteriormente, selecionam-se 2 lags para o modelo. A partir desta adequação dos lags, pode-se prosseguir para o teste de Johansen, com a finalidade de investigar a existência ou não de cointegração entre as séries temporais, além de identificar a quantidade de vetores de cointegração estão presentes em cada modelo.

Os resultados do teste de Johansen observados na tabela 6, indicam a presença de cointegração entre as variáveis do modelo, dada a estatística de teste para  $r = 0$  (231,39), que excede amplamente os valores críticos para os níveis de significância de 1% (104,20), 5% (90,39) e 10% (85,18). Esses resultados sugerem que existe uma relação de longo prazo entre as variáveis em questão. Portanto, considerando que o teste de Johansen indicou múltiplas relações de cointegração significativas, o VECM é a escolha mais adequada para a análise.

Tabela 6: Resultados do Teste de Johansen - Coeficientes e Estatísticas de Teste

Estágio	Estatística do Teste	Valores Críticos (10%)	Valores Críticos (5%)	Valores Críticos (1%)
$r \leq 5$	7,83	6,50	8,18	11,65
$r \leq 4$	21,10	15,66	17,95	23,52
$r \leq 3$	48,68	28,71	31,52	37,22
$r \leq 2$	86,95	45,23	48,28	55,43
$r \leq 1$	144,75	66,49	70,60	78,87
$r = 0$	231,39	85,18	90,39	104,20

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: A tabela mostra os resultados do teste de Johansen para diferentes estágios de cointegração. Os valores críticos indicam os limites para o teste de cointegração com níveis de significância de 10%, 5% e 1%.

Completado as etapas anteriores, o modelo a ser analisado é definido, considerando a estacionariedade das séries temporais, o número ideal de lags para garantir robustez e a compreensão da dinâmica dos vetores de cointegração. Porém antes de encerrar esta seção, serão analisados dois testes importantes para avaliar a qualidade do modelo: o teste de Shapiro-Wilk, para verificar a normalidade dos resíduos, e o teste de Breusch-Pagan, para analisar se os erros possuem homocedasticidade.

Na Tabela 7, os resultados indicam que os resíduos do modelo são normais, conforme o teste de Shapiro-Wilk ( $p$ -valor = 0,172). Além disso, o teste de Breusch-Pagan ( $p$ -valor = 0,059) sugere que os erros são homocedásticos. Conclui-se que não há rejeição das hipóteses nulas em ambos os casos, ao nível de significância de 5%, ou seja, o  $p$ -valor encontrado é maior do que 0,05.

Tabela 7: Resultados dos Testes de Normalidade e Homocedasticidade dos Resíduos

Teste	p-valor	Hipótese Nula	Conclusão
Shapiro-Wilk	0,172	Não rejeita	Normal
Breusch-Pagan	0,059	Não rejeita	Homocedástico

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: A conclusão baseia-se no nível de significância de 5%.

Na próxima subseção, serão apresentados os resultados das equações do modelo VECM e as funções de impulso-resposta.

## 6.2 Equações Estimadas do Modelo VECM

Esta seção apresenta as equações de curto prazo estimadas do Modelo de Correção de Erros Vetorial (VECM) para as variáveis em análise. Cada subseção detalha a dinâmica da variação de uma variável, revelando como os desvios de longo prazo, representados pelos Termos de Correção de Erro (ECTs), e as variações defasadas das demais variáveis do sistema influenciam o comportamento presente. Os coeficientes obtidos são apresentados com seus respectivos erros padrão entre parênteses, e a significância estatística é indicada por: \*\*\* p < 0.001, \*\* p < 0.01, \* p < 0.05, · p < 0.1.

### 6.3.1. Equação para $\Delta\text{PIB}$

$$\begin{aligned}\Delta\text{PIB}_t = & 0.0323(0.0916)\text{ECT1}_{t-1} - 0.0225(0.0503)\text{ECT2}_{t-1} \\ & + 0.0187(0.0929)\text{ECT3}_{t-1} - 0.0037(0.0063)\text{ECT4}_{t-1} \\ & + 0.0660^{***}(0.0193)\text{ECT5}_{t-1} + 0.0001(0.0038)\text{Intercepto} \\ & + 0.0041(0.2070)\Delta\text{PIB}_{t-1} + 0.0110(0.0684)\Delta\text{FBCF}_{t-1} \\ & - 0.0453(0.0772)\Delta\text{Capacidade}_{t-1} - 0.0257(0.0140)\Delta\text{Selic}_{t-1} \\ & - 0.0540^*(0.0210)\Delta\text{ICEI}_{t-1} + 0.3002^{**}(0.0894)\Delta\text{DP}_{t-1} \\ & - 0.2183(0.1974)\Delta\text{PIB}_{t-2} - 0.0372(0.0552)\Delta\text{FBCF}_{t-2} \\ & + 0.1485^*(0.0695)\Delta\text{Capacidade}_{t-2} + 0.0097(0.0170)\Delta\text{Selic}_{t-2} \\ & + 0.0782^{***}(0.0178)\Delta\text{ICEI}_{t-2} - 0.1873^*(0.0898)\Delta\text{DP}_{t-2} + \varepsilon_{\text{PIB},t}\end{aligned}$$

A variação do PIB ( $\Delta\text{PIB}_t$ ) é significativamente influenciada pelo termo de correção de erro  $\text{ECT5}_{t-1}$  (0.0660\*\*\*). Esse resultado indica que o PIB se ajusta ao seu equilíbrio de longo prazo, particularmente em resposta a desvios na relação entre o Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) e os Depósitos de Poupança (DP). O coeficiente positivo sugere que se houver um desequilíbrio onde o ICEI está relativamente alto em relação ao DP, o PIB tende a crescer para corrigir essa relação.

No curto prazo, notamos que o PIB é sensível a choques defasados. Uma redução na Taxa Selic (-0.0257) ou na confiança do empresário (ICEI) (-0.0540\*) no período anterior tendem a reduzir o PIB. Por outro lado, um aumento nos Depósitos de Poupança

(DP) (0.3002\*\*) no período anterior impulsiona o crescimento. Com dois trimestres de defasagem, um aumento na Capacidade Instalada (0.1485\*) e na confiança do empresário (ICEI) (0.0782\*\*\*) estão associados a um PIB mais alto.

### 6.3.2. Equação para $\Delta FBCF$

$$\begin{aligned}\Delta FBCF_t = & 0.5359^*(0.2399)ECT1_{t-1} - 0.3219^*(0.1318)ECT2_{t-1} \\ & - 0.0323(0.2432)ECT3_{t-1} - 0.0304^*(0.0165)ECT4_{t-1} \\ & + 0.1209^*(0.0505)ECT5_{t-1} - 0.0123(0.0100)\text{Intercepto} \\ & + 1.0062^*(0.5422)\Delta PIB_{t-1} + 0.0219(0.1791)\Delta FBCF_{t-1} \\ & - 0.2406(0.2023)\Delta \text{Capacidade}_{t-1} - 0.0574(0.0367)\Delta Selic_{t-1} \\ & - 0.1448^*(0.0551)\Delta ICEI_{t-1} + 0.7032^{**}(0.2342)\Delta DP_{t-1} \\ & - 0.2229(0.5171)\Delta PIB_{t-2} - 0.2786^*(0.1447)\Delta FBCF_{t-2} \\ & + 0.2928(0.1822)\Delta \text{Capacidade}_{t-2} + 0.0360(0.0445)\Delta Selic_{t-2} \\ & + 0.1013^*(0.0466)\Delta ICEI_{t-2} - 0.4497^*(0.2352)\Delta DP_{t-2} + \varepsilon_{FBCF,t}\end{aligned}$$

A variação da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) ( $\Delta FBCF_t$ ) mostra significativa correção por meio dos termos de erro. O coeficiente negativo de  $ECT2_{t-1}$  ( $-0.3219^*$ ) é esperado para um mecanismo de correção de erro, indicando que a FBCF se ajusta para baixo quando está acima de seu equilíbrio de longo prazo. Além disso,  $ECT1_{t-1}$  ( $0.5359^*$ ),  $ECT4_{t-1}$  ( $-0.0304^*$ ) e  $ECT5_{t-1}$  ( $0.1209^*$ ) também exercem influência significativa ou marginal, sinalizando múltiplos caminhos para o retorno ao equilíbrio de longo prazo.

No curto prazo, a FBCF é marginalmente impulsionada pelo crescimento do PIB no período anterior ( $1.0062^*$ ). A confiança do empresário (ICEI) tem um efeito misto: uma queda no ICEI ( $-0.1448^*$ ) no lag 1 reduz a FBCF, enquanto um aumento no ICEI ( $0.1013^*$ ) no lag 2 a impulsiona. Um aumento nos Depósitos de Poupança (DP) ( $0.7032^{**}$ ) no período anterior eleva a FBCF, mas, no segundo lag, um aumento nos DP ( $-0.4497^*$ ) está marginalmente associado a uma queda, o que pode refletir dinâmicas de alocação de capital ao longo do tempo.

### 6.3.3. Equação para $\Delta \text{Capacidade}$

$$\begin{aligned}\Delta \text{Capacidade}_t = & 0.3060(0.1876)ECT1_{t-1} + 0.0199(0.1031)ECT2_{t-1} \\ & - 0.4975^*(0.1902)ECT3_{t-1} - 0.0109(0.0129)ECT4_{t-1} \\ & + 0.0624(0.0395)ECT5_{t-1} - 0.0026(0.0078)\text{Intercepto} \\ & + 0.6238(0.4240)\Delta PIB_{t-1} - 0.0736(0.1401)\Delta FBCF_{t-1} \\ & - 0.1859(0.1582)\Delta \text{Capacidade}_{t-1} + 0.0114(0.0287)\Delta Selic_{t-1} \\ & - 0.1004^*(0.0431)\Delta ICEI_{t-1} + 0.2012(0.1832)\Delta DP_{t-1} \\ & - 0.3676(0.4044)\Delta PIB_{t-2} + 0.0434(0.1132)\Delta FBCF_{t-2} \\ & + 0.2287(0.1424)\Delta \text{Capacidade}_{t-2} + 0.0061(0.0348)\Delta Selic_{t-2} \\ & + 0.1836^{***}(0.0365)\Delta ICEI_{t-2} + 0.0640(0.1839)\Delta DP_{t-2} + \varepsilon_{\text{Capacidade},t}\end{aligned}$$

A variação na Utilização da Capacidade Instalada ( $\Delta\text{Capacidade}_t$ ) é significativamente corrigida pelo termo ECT3 $_{t-1}$  ( $-0.4975^*$ ). O sinal negativo e a significância deste coeficiente indicam que a Utilização da Capacidade se ajusta para retornar ao seu equilíbrio de longo prazo: se a capacidade estiver acima do equilíbrio, tende a diminuir. Os outros termos de correção de erro não mostram significância.

No curto prazo, a Utilização da Capacidade é negativamente impactada por uma queda no Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) ( $-0.1004^*$ ) no período anterior. Contudo, um aumento no ICEI ( $0.1836^{***}$ ) dois trimestres antes gera um impacto positivo e altamente significativo, sugerindo um efeito defasado da confiança do empresário sobre a produção.

#### 6.3.4. Equação para $\Delta\text{Selic}$

$$\begin{aligned}\Delta\text{Selic}_t = & 0.7785(0.6363)\text{ECT1}_{t-1} - 0.6842(0.3496)\text{ECT2}_{t-1} \\ & + 1.3894^*(0.6452)\text{ECT3}_{t-1} - 0.1960^{***}(0.0438)\text{ECT4}_{t-1} \\ & - 0.2650\cdot(0.1339)\text{ECT5}_{t-1} - 0.0395(0.0265)\text{Intercepto} \\ & + 2.2644(1.4383)\Delta\text{PIB}_{t-1} + 0.0812(0.4751)\Delta\text{FBCF}_{t-1} \\ & - 0.5393(0.5367)\Delta\text{Capacidade}_{t-1} + 0.7055^{***}(0.0975)\Delta\text{Selic}_{t-1} \\ & + 0.2239(0.1462)\Delta\text{ICEI}_{t-1} + 0.4830(0.6214)\Delta\text{DP}_{t-1} \\ & - 0.4595(1.3717)\Delta\text{PIB}_{t-2} + 1.0415^{**}(0.3839)\Delta\text{FBCF}_{t-2} \\ & - 0.3959(0.4832)\Delta\text{Capacidade}_{t-2} + 0.0011(0.1182)\Delta\text{Selic}_{t-2} \\ & + 0.3051^*(0.1237)\Delta\text{ICEI}_{t-2} - 0.7927(0.6238)\Delta\text{DP}_{t-2} + \varepsilon_{\text{Selic},t}\end{aligned}$$

A variação da Taxa Selic ( $\Delta\text{Selic}_t$ ) demonstra uma forte e complexa reação a diversos desequilíbrios de longo prazo. Sendo significativamente corrigida pelos termos ECT2 $_{t-1}$  ( $-0.6842\cdot$ ), ECT3 $_{t-1}$  ( $1.3894^*$ ), ECT4 $_{t-1}$  ( $-0.1960^{***}$ ), e ECT5 $_{t-1}$  ( $-0.2650\cdot$ ). O coeficiente negativo e altamente significativo de ECT4 $_{t-1}$  é particularmente importante, pois indica que a Selic se ajusta para retornar ao seu próprio equilíbrio de longo prazo, um resultado crucial para entender a dinâmica da política monetária.

Em relação à dinâmica de curto prazo, a Taxa Selic exibe uma alta persistência, com sua variação no período anterior ( $0.7055^{***}$ ) sendo um preditor altamente significativo da variação atual. A ocorrência de aumento na FBCF dois trimestres antes ( $1.0415^{**}$ ) e na confiança do empresário (ICEI) dois trimestres antes ( $0.3051^*$ ) estão associados a um aumento na Selic, sugerindo uma possível reação do Banco Central a sinais de aquecimento econômico.

### 6.3.5. Equação para $\Delta ICEI$

$$\begin{aligned}
\Delta ICEI_t = & 0.2168(0.7030)ECT1_{t-1} - 0.5080(0.3862)ECT2_{t-1} \\
& + 0.1089(0.7128)ECT3_{t-1} - 0.0623(0.0483)ECT4_{t-1} \\
& - 0.5814^{***}(0.1479)ECT5_{t-1} + 0.0057(0.0293)Intercepto \\
& - 0.3121(1.5890)\Delta PIB_{t-1} - 0.2152(0.5249)\Delta FBCF_{t-1} \\
& + 0.8386(0.5930)\Delta Capacidade_{t-1} + 0.0562(0.1077)\Delta Selic_{t-1} \\
& + 0.1317(0.1616)\Delta ICEI_{t-1} + 0.9314(0.6865)\Delta DP_{t-1} \\
& + 0.2711(1.5154)\Delta PIB_{t-2} - 0.3422(0.4241)\Delta FBCF_{t-2} \\
& - 0.0937(0.5338)\Delta Capacidade_{t-2} + 0.0182(0.1306)\Delta Selic_{t-2} \\
& + 0.0773(0.1367)\Delta ICEI_{t-2} - 0.5941(0.6891)\Delta DP_{t-2} + \varepsilon_{ICEI,t}
\end{aligned}$$

A variação do Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) ( $\Delta ICEI_t$ ) é predominantemente influenciada por sua própria correção em relação ao equilíbrio de longo prazo, manifestada pelo termo  $ECT5_{t-1}$  ( $-0.5814^{***}$ ). Este coeficiente negativo e altamente significativo indica que o ICEI tem uma forte e rápida tendência de se ajustar para retornar ao seu nível de equilíbrio quando há desvios.

### 6.3.6. Equação para $\Delta DP$

$$\begin{aligned}
\Delta DP_t = & -0.1589(0.1076)ECT1_{t-1} + 0.1263^*(0.0591)ECT2_{t-1} \\
& - 0.1895^*(0.1091)ECT3_{t-1} - 0.0098(0.0074)ECT4_{t-1} \\
& + 0.0143(0.0226)ECT5_{t-1} + 0.0104^*(0.0045)Intercepto \\
& + 0.2328(0.2431)\Delta PIB_{t-1} - 0.0442(0.0803)\Delta FBCF_{t-1} \\
& - 0.0942(0.0907)\Delta Capacidade_{t-1} + 0.0018(0.0165)\Delta Selic_{t-1} \\
& - 0.0056(0.0247)\Delta ICEI_{t-1} + 0.5801^{***}(0.1050)\Delta DP_{t-1} \\
& + 0.4024(0.2319)\Delta PIB_{t-2} - 0.1101(0.0649)\Delta FBCF_{t-2} \\
& - 0.1214(0.0817)\Delta Capacidade_{t-2} - 0.0037(0.0200)\Delta Selic_{t-2} \\
& - 0.0620^{**}(0.0209)\Delta ICEI_{t-2} - 0.0598(0.1054)\Delta DP_{t-2} + \varepsilon_{DP,t}
\end{aligned}$$

A variação dos Depósitos de Poupança (DP) ( $\Delta DP_t$ ) é influenciada principalmente pelos termos de correção de erro  $ECT2_{t-1}$  ( $0.1263^*$ ) e, marginalmente, por  $ECT3_{t-1}$  ( $-0.1895^*$ ). Um Intercepto positivo e significativo ( $0.0104^*$ ) sugere um crescimento autônomo médio dos depósitos, mesmo na ausência de variações em outras variáveis, indicando uma tendência inerente de expansão da poupança.

Tabela 8: Coeficientes Estimados do Modelo VECM

<b>Equação</b>	<b>Termo</b>	<b>Coeficiente (Erro Padrão)</b>
PIB	ECT1	0.0323 (0.0916)
	ECT2	-0.0225 (0.0503)
	ECT3	0.0187 (0.0929)
	ECT4	-0.0037 (0.0063)
	ECT5	0.0660**** (0.0193)
	Intercepto	0.0001 (0.0038)
FBCF	ECT1	0.5359** (0.2399)
	ECT2	-0.3219** (0.1318)
	ECT3	-0.0323 (0.2432)
	ECT4	-0.0304* (0.0165)
	ECT5	0.1209** (0.0505)
Capacidade	ECT1	0.3060 (0.1876)
	ECT2	0.0199 (0.1031)
	ECT3	-0.4975** (0.1902)
	ECT4	-0.0109 (0.0129)
	ECT5	0.0624 (0.0395)
Selic	ECT1	0.7785 (0.6363)
	ECT2	-0.6842* (0.3496)
	ECT3	1.3894** (0.6452)
	ECT4	-0.1960**** (0.0438)
	ECT5	-0.2650* (0.1339)
ICEI	ECT1	0.2168 (0.7030)
	ECT2	-0.5080 (0.3862)
	ECT3	0.1089 (0.7128)
	ECT4	-0.0623 (0.0483)
	ECT5	-0.5814**** (0.1479)
DP	ECT1	-0.1589 (0.1076)
	ECT2	0.1263** (0.0591)
	ECT3	-0.1895* (0.1091)
	ECT4	-0.0098 (0.0074)
	ECT5	0.0143 (0.0226)

Nota: Valores entre parênteses representam os erros padrão.

Significância: \* $p < 0,10$ , \*\* $p < 0,05$ , \*\*\* $p < 0,01$ , \*\*\*\* $p < 0,001$ .

Fonte: Elaboração própria.

No curto prazo, os Depósitos de Poupança mostram forte persistência, com sua própria variação no período anterior (0.5801\*\*\*) sendo o principal fator explicativo. Com dois trimestres de defasagem, um aumento no PIB (0.4024) está marginalmente associado a um aumento nos depósitos, enquanto um aumento na FBCF (-0.1101) se relaciona mar-

ginalmente a uma queda. Uma redução significativa na confiança do empresário (ICEI) ( $-0.0620^{**}$ ) no segundo lag também se associa a uma diminuição nos Depósitos de Poupança, destacando a sensibilidade da poupança à percepção do ambiente econômico.

A apresentação das equações do Modelo de Correção de Erros Vetorial (VECM) trouxe entendimentos importantes sobre as dinâmicas de curto e longo prazo que afetam a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) e as variáveis relacionadas do modelo, entre 1999 e 2023. Os resultados destacam a interconectividade das variáveis econômicas e fornecem uma compreensão aprofundada dos propulsores do investimento produtivo.

Do ponto de vista econômico, a FBCF não opera de forma isolada. A FBCF respondeativamente a desequilíbrios de longo prazo e a choques de curto prazo em outras variáveis macroeconômicas. A capacidade da FBCF de se ajustar a relações de cointegração com os Depósitos de Poupança (ECT1, ECT2) é uma descoberta significativa. Isso sugere que a disponibilidade de fundos para investimento e a estrutura de financiamento (representada pelos depósitos) são essenciais para o reequilíbrio do capital fixo no longo prazo. A sensibilidade da FBCF à confiança do empresário (ICEI) no curto prazo, tanto no primeiro quanto no segundo período de defasagem, ressalta a importância das expectativas e do ambiente de negócios nas decisões de investimento. O efeito variado dos Depósitos de Poupança na FBCF em diferentes defasagens indica a complexidade da intermediação financeira e os caminhos pelos quais a poupança se transforma em investimento produtivo.

Os resultados das outras equações reforçam essa perspectiva. A forte correção automática do ICEI e da Selic em direção aos seus respectivos equilíbrios de longo prazo demonstra que a confiança e a política monetária possuem dinâmicas internas robustas que influenciam o ambiente para o investimento. A ligação do PIB com a confiança (ICEI) e a poupança (DP) confirma que o crescimento econômico e as escolhas de investimento estão intimamente ligados às expectativas e à capacidade de financiamento da economia. A relevância dos termos de correção de erro para diversas variáveis aponta para a existência de relacionamentos de equilíbrio de longo prazo. Isso sugere que as políticas econômicas devem considerar não apenas os efeitos imediatos, mas como as variáveis retornam às posições de equilíbrio.

A análise envolve a reação a desvios do equilíbrio de longo prazo e a resposta a choques de curto prazo em variáveis como confiança, poupança e política monetária. Para promover um aumento duradouro do investimento, as políticas devem focar não só em estimular a FBCF no curto prazo, mas em assegurar a estabilidade e o reequilíbrio das relações macroeconômicas de longo prazo que a sustentam. A seguir, para complementar a análise das relações e dinâmicas encontradas, a seção de impulso-resposta detalhará como choques específicos em uma variável afetam as demais ao longo do tempo.

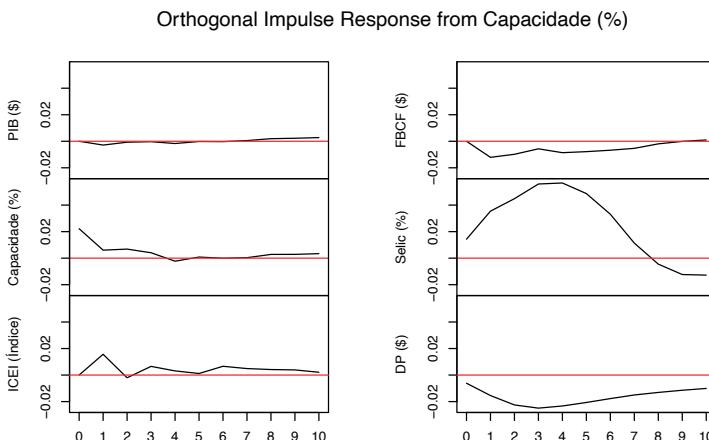
## 6.3 Análise das Funções Impulso-Resposta

Uma forma de compreender e visualizar os resultados econômicos geridos pelo modelo é através da execução das funções de impulso nas variáveis utilizadas no modelo. Nesse contexto, a utilização da função de impulso-resposta visa avaliar como um choque em uma variável no período  $t$  pode afetar o comportamento de outra ao longo do tempo.

A seguir pode-se encontrar os gráficos de impulso-resposta referente as variáveis analisadas para até 10 trimestres a frente de quando ocorreu o impulso:

Na Figura 3, é analisada a resposta das variáveis a um choque positivo e ortogonal na Utilização da Capacidade Instalada. A análise abrange um horizonte temporal de dez trimestres. Um choque positivo na Capacidade Utilizada gera um efeito positivo de curto prazo no Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) e na própria Capacidade Utilizada, com essa resposta gradualmente atenuando-se em períodos mais longos. A Taxa Selic exibe uma resposta inicial de maior potência, culminando em um efeito negativo no longo prazo, embora a trajetória inicial seja de um pico positivo antes da reversão. Por fim, tanto a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) quanto os Depósitos de Poupança (DP) apresentam um efeito negativo inicial que decai ao longo do tempo. É notável que a resposta dos Depósitos de Poupança manifesta um grau de impacto superior em comparação à resposta da FBCF.

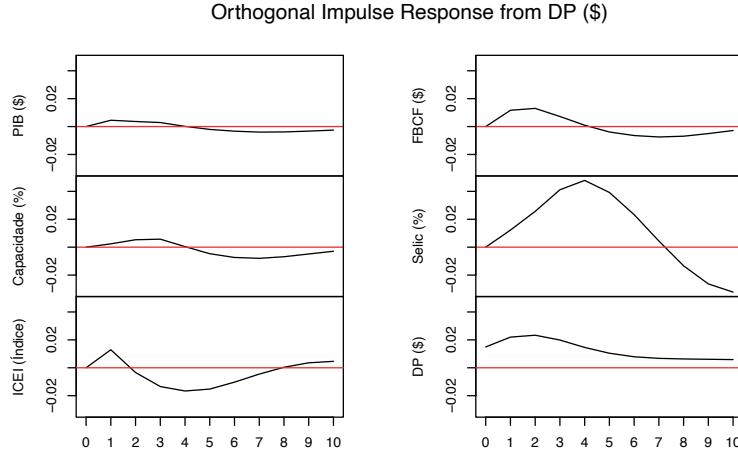
Figura 3: Impulso-Resposta Capacidade



Na Figura 4, é ilustrada a resposta das variáveis a um choque positivo e ortogonal nos Depósitos de Poupança (DP), ao longo de um horizonte temporal de dez trimestres. Similarmente, a Capacidade Utilizada demonstra um efeito de baixa magnitude, com uma pequena variação que se dissipia rapidamente. O Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) apresenta uma resposta inicialmente positiva, que se reverte para negativa antes de desaparecer em períodos mais longos. A Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) reage com um efeito positivo inicial mais pronunciado. Contudo, essa resposta positiva é

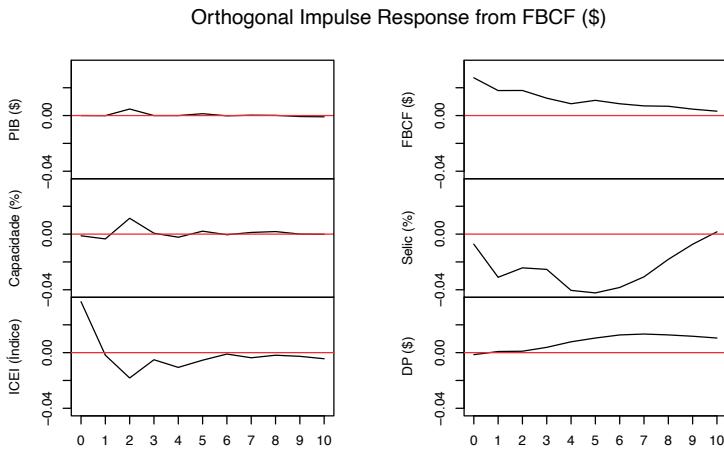
revertida, culminando em um efeito negativo que se atenua com o passar do tempo. Para a própria variável Depósitos de Poupança, o efeito inicial positivo dissipase gradualmente ao longo do horizonte. A Taxa Selic, por sua vez, exibe um efeito positivo no curto e médio prazo, o qual se transforma em um impacto negativo e persistente no longo prazo.

Figura 4: Impulso-Resposta DP



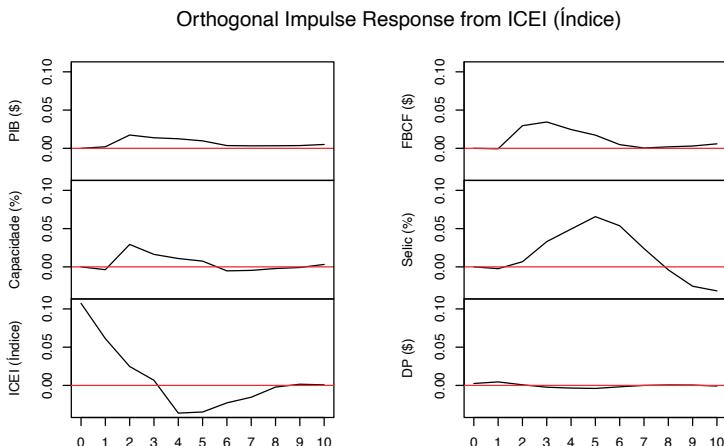
Na Figura 5, é analisada a resposta das variáveis a um choque positivo e ortogonal na Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), que representa a variável dependente do modelo. Esta análise é conduzida ao longo de um horizonte temporal de dez trimestres. A Capacidade Utilizada, por sua vez, exibe um pequeno efeito positivo inicial, que rapidamente se atenua e oscila em torno de zero nos trimestres subsequentes. O Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) manifesta uma resposta inicial negativa, revertendo-se para um impacto positivo de curta duração antes de se dissipar. A Taxa Selic apresenta um efeito notavelmente negativo no curto prazo, que gradualmente decai ao longo do tempo. Em contraste, a própria FBCF, alvo do choque, demonstra um impacto inicial amplamente positivo que decresce de forma persistente. Os Depósitos de Poupança (DP) recebem um ganho positivo e persistente em resposta ao choque na FBCF, estabilizando-se em um patamar positivo.

Figura 5: Impulso-Resposta FBCF



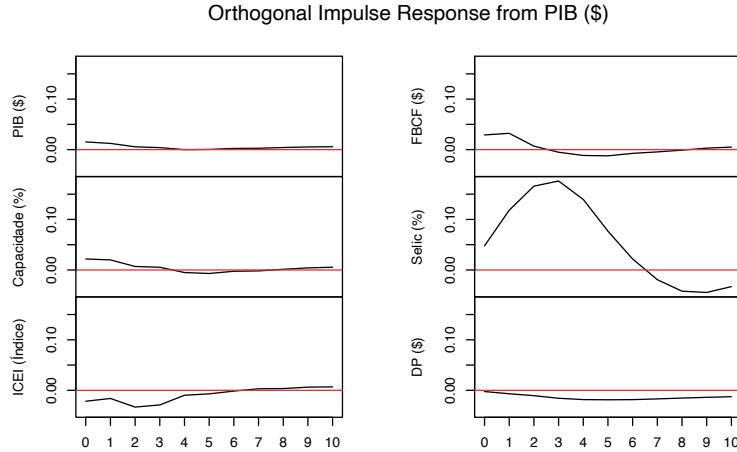
A Figura 6 ilustra a resposta das variáveis a um choque positivo e ortogonal no Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI), considerando um horizonte temporal de dez trimestres. A própria variável ICEI reage inicialmente com um efeito amplamente positivo que decai rapidamente, transformando-se em um impacto negativo transitório antes de se dissipar no longo prazo. A Capacidade Utilizada e a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) apresentam ganhos iniciais positivos em resposta ao choque no ICEI, com esses efeitos se atenuando e desaparecendo em períodos mais longos. Por fim, a Taxa Selic exibe um efeito positivamente elevado no curto e médio prazo, o qual se inverte para um impacto negativo que persiste nos períodos finais do horizonte de análise.

Figura 6: Impulso-Resposta ICEI



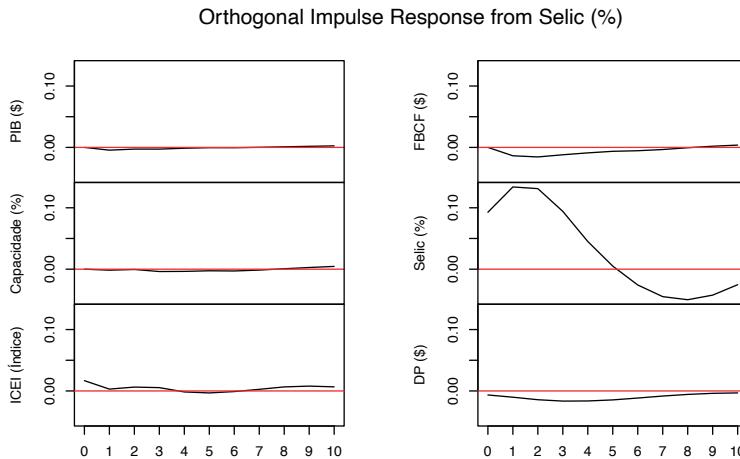
A Figura 7 apresenta a função impulso-resposta a um choque positivo e ortogonal no Produto Interno Bruto (PIB), abrangendo um horizonte temporal de dez trimestres. Observam-se efeitos positivos de pequena dimensão e de curta duração na Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) e na Capacidade Utilizada, os quais se dissipam rapidamente. O Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) exibe um pequeno efeito inicial negativo que igualmente não persiste. Em contraste com as demais, a Taxa Selic demonstra um efeito positivamente elevado no curto e médio prazo, atingindo um pico antes de reverter para um impacto negativo que se estende aos períodos finais da análise.

Figura 7: Impulso-Resposta PIB



A Figura 8 conclui a análise das funções impulso-resposta, apresentando os efeitos de um choque positivo e ortogonal na Taxa Selic, ao longo de um horizonte temporal de dez trimestres. Observam-se efeitos negativos, de pequena dimensão e de curta duração, tanto para os Depósitos de Poupança (DP) quanto para a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF); ambos os impactos se dissipam rapidamente nos trimestres subsequentes. O Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) também exibe um pequeno efeito negativo inicial que igualmente não persiste. Em contraste, a própria Taxa Selic, alvo do choque, demonstra um impacto inicial amplamente positivo que, após atingir um pico, reverte-se para um efeito negativo e persistente no longo prazo.

Figura 8: Impulso-Resposta SELIC



As análises das Funções Impulso-Resposta demonstram a complexidade dos determinantes da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF). Observa-se que o investimento reage tanto a desvios de longo prazo quanto a choques de curto prazo na confiança e em outras variáveis macroeconômicas. A capacidade de resposta da política monetária a esses choques constitui, ademais, um fator relevante. Para sustentar o investimento, as políticas econômicas devem considerar não apenas estímulos de curto prazo, mas também a estabilidade e o reequilíbrio das relações macroeconômicas de longo prazo que suportam a formação de capital.

## 7 Conclusão

Em síntese, os resultados estimados indicam que variáveis como PIB, ICEI, Depósitos de Poupança e a própria FBCF apresentaram influência positiva sobre a Formação Bruta de Capital Fixo no curto prazo. A Capacidade Instalada mostrou-se negativamente relacionada, enquanto a Selic não apresentou significância estatística. O termo de correção de erros evidenciou relações de longo prazo consistentes com cointegração.

Os achados estão alinhados com parte da literatura nacional e internacional, especialmente em relação à influência da poupança interna e da confiança empresarial. Contudo, os resultados sobre a Selic contrastam com alguns estudos anteriores.

Entre as limitações do estudo, destaca-se a ausência de variáveis fiscais e de choques institucionais, bem como o uso de agregados nacionais que podem omitir efeitos heterogêneos.

Como agenda futura, sugere-se explorar modelos estruturais, ampliar o conjunto de variáveis, e realizar análises regionais ou setoriais para identificar nuances do comportamento do investimento no Brasil.

# Referências

- [1] BUENO, R. D. L. S. *Econometria de séries temporais*. Editora, 2018.
- [2] CLARK, J. M. Business acceleration and the law of demand: A technical factor in economic cycles. In *Classics in Institutional Economics, Part II, Volume 6*. Routledge, 2024, pp. 24–43.
- [3] DA ROCHA GONÇALVES, R., AND DE OLIVEIRA PASSOS, M. Determinantes macroeconômicos da formação bruta de capital fixo no brasil: 1996-2014.
- [4] GONZALES, E. O., SBARDELLATI, E. C. A., AND SANTOS, A. S. D. Uma investigação empírica sobre os determinantes do investimento no brasil (1995-2013). *Anais do VII Encontro Internacional da Associação Keynesiana Brasileira, São Paulo* (2014).
- [5] GUJARATI, D. N., AND PORTER, D. C. Econometria básica. *Porto Alegre: AMGH* 1, 1 (2011), 1–856.
- [6] JORGENSON, D. W. Capital theory and investment behavior. *The American economic review* 53, 2 (1963), 247–259.
- [7] JUDGE, G. G., ET AL. Theory of econometrics: An introductory exposition.
- [8] LÉLIS, M. T. C., BREDO, S. M. S., AND CUNHA, A. M. Determinantes macroeconômicos dos investimentos no brasil: um estudo para o período 1996-2012. *Revista de Economia Contemporânea* 19, 2 (2015), 203–234.
- [9] MEURER, M. E. K. Determinantes da formação bruta de capital fixo no brasil: uma análise para o período entre 1996 e 2016.
- [10] MONTGOMERY, D. C., PECK, E. A., AND VINING, G. G. *Introduction to linear regression analysis*. John Wiley & Sons, 2021.
- [11] RIBEIRO, V. D. F. Determinantes da formação bruta de capital fixo no brasil: um estudo econométrico de 1996-2020. *Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas)-Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro* (2021).