

1. Crescimento Econômico e IED



O Papel do Investimento Estrangeiro Direto, do Consumo de Energia e do Risco no Crescimento Econômico Brasileiro: Efeitos e Perspectivas na Economia Brasileira.

Marianna Baia
Matheus Mota
Daiane Rodrigues dos Santos
Jessica Facioli

Resumo

A ascensão da financeirização, impulsionada pelo processo de globalização, resultou em impactos sobre o crescimento global do Investimento Estrangeiro Direto (IED), especialmente a partir da década de 1990. Além do IED, o Consumo de Energia e o Risco são variáveis que potencialmente podem influenciar o crescimento econômico brasileiro. O Consumo de Energia pode ser interpretado como um indicador da atividade econômica, pois reflete a demanda industrial e comercial, sendo diretamente associado ao nível de produção. Por sua vez, o Risco econômico é um fator que pode influenciar a confiança dos investidores e a estabilidade geral do ambiente econômico. Assim, este estudo pretende investigar a relação entre o IED, o consumo de Energia Elétrica, o Risco-Brasil e o PIB brasileiro entre 1995 e 2023, empregando o Modelo Vetorial de Correção de Erros (VECM) para capturar as dinâmicas intertemporais entre as variáveis econômicas em análise. Essa abordagem visa proporcionar compreensão sobre o impacto do IED e das demais variáveis econômicas no PIB, contribuindo para o debate sobre a importância desse investimento na promoção do crescimento econômico no Brasil. Conforme o modelo no curto prazo, o Investimento Estrangeiro Direto (IED) mostra impactos positivos significativos, especialmente destacando-se nas defasagens iniciais, com seu efeito mais pronunciado manifestando-se temporariamente, mas dissipando-se com o tempo. O Consumo de Energia mantém uma tendência favorável e crescente, ao passo que a Taxa de Câmbio reverte os efeitos ao longo do tempo, partindo de impactos adversos para resultados positivos subsequentes. Destaca-se também o papel do Risco, que supera os impactos iniciais adversos e se estabelece positivamente, refletindo sua capacidade de ajuste após choques. Em um horizonte de longo prazo, o IED, o PIB, o Consumo de Energia e a Câmbio atingem equilíbrios isolados, sinalizando que as trajetórias não são diretamente influenciadas pelas outras variáveis dentro do modelo. O Risco, no entanto, mostra uma integração mais profunda dentro do sistema, evidenciado por a associação significativa com todas as variáveis, indicando seu papel enquanto componente sistêmico-chave.

Palavras-chave: Investimento Estrangeiro Direto; Brasil; Produto Interno Bruto; VECM.

1.1 Introdução.

A globalização financeira, que se intensificou na década de 1990, constituiu-se como um processo transformador no cenário econômico global, promovendo alterações substanciais nas economias nacionais por meio da ampliação dos fluxos de capitais e investimentos internacionais ((SOLANES), (2010)). Este fenômeno, caracterizado pela crescente interconexão entre economias de diversas regiões, impulsionou de maneira significativa os Investimentos Diretos Estrangeiros (IDE) em múltiplas partes do mundo. Durante esse período, as economias desenvolvidas implementaram uma política macroeconômica de afrouxamento, evidenciada pela considerável redução das taxas de juros internacionais ((PERES; YAMADA), (2014)). A diminuição das taxas de juros, associada à elevada liquidez global e às recessões enfrentadas por alguns países desenvolvidos, resultou na emergência dos mercados em desenvolvimento como alternativas atraentes para os investimentos internacionais. O Brasil, especificamente, destacou-se como uma economia receptora de relevância global.

No caso brasileiro, segundo Oliveira Carminati e Fernandes (2013), a partir da década de 1990, os fluxos de capitais internacionais destinados ao país aumentaram como resultado das iniciativas governamentais para posicionar o Brasil de maneira assertiva na era da globalização financeira. Destaca-se, nesse contexto, o aumento dos investimentos estrangeiros diretos, especialmente após a implementação do Plano Real em julho de 1994, o que criou um ambiente favorável à estabilização monetária e à entrada de novos fluxos. É relevante notar que, ao longo dessa década, a entrada de Investimentos Diretos Estrangeiros (IDE) foi marcada por um intenso processo de privatizações, além de fusões e aquisições de empresas no Brasil.

O avanço dos Investimentos Estrangeiros Diretos líquidos (IED) no Brasil desde 1994 refletiu uma dinâmica de crescente atração de capitais internacionais, intensificando-se ao longo das décadas de 1990 e 2000. Em 1994, o Brasil recebeu US\$ 2.149,9 milhões em IED líquidos, e esse volume cresceu nos anos subsequentes, atingindo picos significativos, como os US\$ 45.058,2 milhões em 2008, impulsionado pela estabilização econômica, pelas reformas institucionais e pela crescente integração do país ao mercado global. Em 2011, esse montante atingiu US\$ 66.660,0 líquidos¹.

Dessa forma, a política brasileira, ao implementar medidas de estabilização fundamentadas na criação de uma estratégia de abertura econômica e na mitigação de restrições à livre circulação dos fluxos de capital por meio da desregulamentação do mercado financeiro, promoveu a atração de fluxos internacionais de investimento, conforme Jabbour et al. (2013). Esse processo ocorreu em um cenário de globalização e resultou em uma significativa mudança na estrutura de propriedade de capital no Brasil, com a inserção do capital estrangeiro em diversos setores da economia. Tal fenômeno gerou debates sobre o papel e os efeitos das políticas de incentivo ao IDE no desenvolvimento econômico do país receptor.

O avanço dos Investimentos Estrangeiros Diretos líquidos (IED) no Brasil desde 1994 refletiu uma dinâmica de crescente atração de capitais internacionais, que se intensificou ao longo das décadas de 1990 e 2000. Em 1994, o Brasil recebeu US\$ 2.149,9 milhões em IED líquidos, e esse volume cresceu nos anos subsequentes, atingindo picos significativos, como os US\$ 45.058,2 milhões em 2008, impulsionado pela estabilização econômica, pelas reformas institucionais e pela crescente integração do país ao mercado global. Em 2011, esse montante alcançou US\$ 66.660,0 milhões líquidos². Dessa forma, a política brasileira, ao implementar medidas de estabilização e criar uma estratégia de abertura econômica, mitigou os impedimentos à livre circulação dos fluxos de capital por meio da desregulamentação do mercado financeiro. Conforme Jabbour et al. (2013), essas ações promoveram a atração de fluxos internacionais de investimento, em um cenário de

¹Código: 2430 - Investimento estrangeiro direto - IED (líquido) - anual. Fonte: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores>

²Código: 2430 - Investimento estrangeiro direto - IED (líquido) - anual. Fonte: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores>

globalização, resultando em uma significativa mudança na estrutura de propriedade de capital no Brasil, com a inserção de capital estrangeiro em diversos setores da economia. Isso gerou debates sobre o papel e os efeitos das políticas de atração de IDE no desenvolvimento econômico do país receptor.

Diante desse contexto, houve a ascensão de estudos dedicados à investigação dos impactos dos fluxos de Investimento Direto Estrangeiro (IDE) nas economias receptoras, particularmente no que se refere à participação do IDE no crescimento econômico. Exemplos de autores que exploraram essas questões incluem Laplane e Sarti (1999), que direcionaram seus esforços para estudar o efeito do IDE no crescimento econômico da economia brasileira durante a década de 1990. Os autores analisaram que, embora o IDE represente um provimento significativo de capital e uma entrada de divisas para o país, ainda assim não resolve um importante e limitador elemento para o crescimento econômico: a restrição externa na balança comercial. Já Nonnenberg (2003) examinou os fatores que influenciam o IDE, utilizando uma metodologia de dados em painel que abrangeu trinta e três países em desenvolvimento entre 1975 e 2000. Por sua vez, Mattos et al. (2007) aplicaram uma metodologia de cointegração, estimando um Modelo Vetorial de Correção de Erros (VECM) para a economia brasileira no período de 1980 a 2004.

Embora o investimento direto estrangeiro (IDE) seja frequentemente apontado como um motor potencial de crescimento econômico, diversos estudos evidenciam efeitos contrários, especialmente no contexto das economias em desenvolvimento. No caso do Brasil, Sarti e Laplane (2002) observam que o aumento expressivo do fluxo de IDE na segunda metade da década de 1990 não resultou em um impacto significativo sobre as taxas de investimento e o crescimento do produto. Os autores sugerem que, em vez de gerar um ciclo virtuoso de crescimento econômico, o aumento do IDE nesse período levou a uma maior internacionalização da produção nacional, o que, paradoxalmente, agravou as limitações impostas pela restrição externa da economia brasileira.

Em consonância com essa visão, Laplane e De Negri (2004) apontam que, na década de 1990, a crescente integração da economia brasileira ao mercado global, combinada com a fragilidade de seu balanço de transações correntes, criou um cenário em que a compatibilidade entre crescimento econômico e equilíbrio da balança comercial se tornou ainda mais difícil. A busca por crescimento econômico foi, assim, tensionada pela necessidade de financiar déficits comerciais com recursos externos, gerando um dilema sobre a real contribuição das empresas estrangeiras para o desempenho econômico do Brasil. Esse contexto levantou questionamentos sobre o verdadeiro impacto do IDE na economia brasileira, sugerindo que, em alguns casos, a maior inserção de capital estrangeiro pode ter exacerbado vulnerabilidades externas, sem gerar ganhos substanciais para o crescimento sustentável do país.

Dado esse debate, em um mundo cada vez mais globalizado e dinâmico, tornou-se importante analisar o impacto do IDE nas economias dos países em desenvolvimento, especialmente no que se refere ao crescimento econômico, como observado por Solanes (2010). Especificamente, diante dos aumentos substanciais nos fluxos de investimento estrangeiro que entraram na economia brasileira ao longo das últimas décadas, este artigo tem como objetivo avaliar o impacto do Investimento Direto Estrangeiro na economia brasileira entre 1995 e 2023. O estudo pretende examinar, como argumentado por Petri (1997), se o IDE desempenha um papel significativo como motor de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB). Para isso, serão analisados o comportamento do IDE, o ambiente econômico em que se inseriu e os efeitos desse investimento sobre o progresso econômico do Brasil. A pesquisa busca determinar se o IDE contribuiu positivamente para o desenvolvimento econômico do país ou, ao contrário, se gerou efeitos adversos, oferecendo uma resposta sobre a validade das políticas públicas focadas na atração desse tipo de investimento.

O estudo concentra-se na análise do comportamento dos investimentos estrangeiros na economia brasileira, investigando as condições que facilitaram esses fluxos e avaliando seu impacto real sobre o PIB. Dessa forma, a pesquisa proporciona uma compreensão mais aprofundada da relação entre

o Investimento Direto Estrangeiro (IDE) e o crescimento econômico, verificando se o IDE é um determinante significativo do desenvolvimento econômico nacional. Para alcançar esses objetivos, o estudo utilizará o Modelo Vetorial de Correção de Erros (VECM) para analisar as relações entre o Produto Interno Bruto (PIB) e o IDE na economia brasileira durante o período de 1995 a 2023.

Este artigo está organizado em cinco seções. A introdução apresenta a contextualização do tema e os objetivos da pesquisa. Em seguida, o Referencial Teórico discute os conceitos centrais relacionados ao Investimento Estrangeiro Direto (IED), abordando suas vertentes vertical e horizontal, as principais teorias e sua relação com o crescimento econômico, além de apresentar a evolução do IED no Brasil entre 1990 e 2023. Na subseção de Bibliometria, realiza-se uma análise quantitativa das publicações acadêmicas sobre o tema. Na próxima seção, tem-se a Metodologia, que detalha os testes econômétricos aplicados, incluindo os testes de estacionaridade e o Teste de Cointegração de Johansen, que embasam a escolha do Modelo Vetorial de Correção de Erros (VECM). A seção de Resultados e Discussões apresenta a fonte de dados utilizada, a estatística descritiva das variáveis, os resultados dos testes econômétricos e a análise do modelo VECM. Dentro desta seção, destaca-se a interpretação dos resíduos, os choques por meio da análise de impulso-resposta e os efeitos das variáveis selecionadas sobre o crescimento econômico. Por fim, a Conclusão sintetiza os principais resultados da pesquisa.

1.2 Referencial Teórico.

Esta seção apresenta a revisão da literatura, a análise histórica e a bibliometria realizada sobre o tema Investimento Estrangeiro Direto e Crescimento Econômico.

1.2.1 Investimento Estrangeiro Direto.

O Investimento Direto Estrangeiro (IDE) refere-se à aplicação de recursos financeiros por uma entidade, seja ela física ou jurídica, em outro país, geralmente direcionados a uma empresa específica. Esse tipo de investimento é caracterizado, sobretudo, pela atuação de empresas transnacionais (multinacionais). As entidades optam por estabelecer filiais em países menos desenvolvidos, onde os custos de mão de obra, tecnologia e investimento inicial são consideravelmente mais baixos. Essa estratégia resulta em um custo-benefício favorável para o investidor a longo prazo, dado que há um período necessário para que a empresa se consolide, expanda suas operações e, finalmente, comece a obter lucros no novo país de destino.

John H Dunning (1994) destaca que o Investimento Direto Estrangeiro (IED) oferece uma série de benefícios. Primeiramente, o autor argumenta que o IED facilita a transferência de tecnologia, permitindo que os países receptores acessem inovações e práticas de ponta que podem modernizar suas indústrias locais. Além disso, a entrada de empresas transnacionais no mercado local contribui para a criação de empregos, tanto de forma direta quanto indireta, ao estimular o crescimento de fornecedores e prestadores de serviços locais. Esse aumento na atividade econômica pode, a longo prazo, fortalecer a competitividade nacional, à medida que as empresas locais são incentivadas a melhorar suas práticas para competir com as novas empresas estrangeiras. Além disso, o IED pode promover a integração dos mercados locais à economia global, ampliando as oportunidades de exportação e diversificação econômica dos países, principalmente em um momento histórico em que as economias estão tecnologicamente conectadas e integradas.

Bayraktar (2013) ressalta a potencialidade do IED para impulsionar o desenvolvimento econômico de um país. Durante as décadas de 1960 e 1970, o IED era um tema debatido com cautela, especialmente entre os países em desenvolvimento, devido ao receio de exploração econômica. No entanto, nos últimos anos, muitos governos passaram a buscar ativamente a atração de IED, reconhecendo seus benefícios potenciais, como a transferência de tecnologia, a criação de empregos e o aumento da competitividade. O autor enfatiza que compreender os determinantes e impactos do

IED auxilia na formulação de políticas mais eficazes para promover o desenvolvimento sustentável.

Com o tempo, a compreensão sobre o IED se aprofundou, permitindo uma distinção mais clara entre seus diferentes tipos e estratégias, enriquecendo o debate sobre seu papel no desenvolvimento econômico. Na literatura, é comum distinguir dois tipos de IED: o investimento direto vertical e o investimento direto horizontal. Markusen, Venables et al. (1996) classifica o investimento direto vertical como aquele em que uma empresa possui uma matriz no país original e filiais em países receptores, com as decisões operacionais sempre passando pela matriz. Já o investimento direto horizontal está associado a empresas multinacionais que, além de exportar para mercados estrangeiros, constroem unidades de produção (plantas-satélite) que operam de forma independente da matriz. É importante detalhar cada um desses tipos de Investimento Direto Estrangeiro e suas principais características.

Investimento Estrangeiro Direto Vertical.

Conforme Helpman e Krugman (1987), o Investimento Direto Estrangeiro (IED) vertical está associado a uma estrutura "de cima para baixo", o que pode ser comparado ao conceito utilizado em estruturas empresariais. Nesse contexto, uma empresa localiza suas operações em países receptores ao longo da cadeia de suprimentos, com o objetivo de reduzir seus custos. Para isso, geralmente há uma vantagem comparativa do investidor em relação ao país receptor, que, na maioria das vezes, será menos desenvolvido. Ou seja, existe uma diferença explícita de assimetria em termos de dotação de recursos.

As motivações para o investimento vertical são benéficas tanto para o país investidor quanto para o receptor. A matriz reduz seus custos de transação e operação, além de obter maior controle sobre a cadeia de suprimentos, acesso amplo a recursos naturais e mão de obra barata. Por outro lado, o país receptor se beneficia das externalidades positivas, como a difusão de conhecimento e tecnologia, o aumento do acúmulo de capital e o aprimoramento do capital humano. Essa abordagem é relevante para explicar os fluxos de IED entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, nos quais as disparidades econômicas favorecem uma maior integração produtiva e ganhos de eficiência por meio de fluxos comerciais, conforme Carminati (2010).

A prática do IED vertical pode ser relacionada à ideia de que as empresas buscam melhores condições, como a redução de custos de transporte e intercomunicação, impulsionadas pelas inovações tecnológicas e financeiras. As melhorias nas telecomunicações e na informática permitiram a desagregação produtiva da cadeia de produção, que anteriormente estava concentrada em locais específicos devido às altas despesas logísticas. Esse processo resultou na formação das chamadas cadeias globais de valor, nas quais empresas multinacionais passaram a se especializar em determinadas etapas da produção, aproveitando as vantagens comparativas de cada região ou país. Como consequência, o IED aumentou, pois as empresas distribuíram suas operações entre diversos países, facilitando também a transferência de tecnologia e conhecimento dos países desenvolvidos para os em desenvolvimento, como apontado em Siqueira (2022).

Investimento Estrangeiro Direto Horizontal.

Há na literatura outra forma de Investimento Direto Estrangeiro, denominada investimento horizontal. Conforme Markusen e Venables (2000), esse formato ocorre quando uma determinada empresa expande sua operação investindo no mercado do país receptor no exterior, com o intuito de produzir seu bem final ou fornecer os mesmos serviços que suas operações de origem. Ou seja, sua linha de produção é instalada no novo país para atender à demanda local. Assim, o investimento é considerado horizontal, pois há o estabelecimento de toda a linha de produção na nação receptora, reduzindo a hierarquia entre o país investidor e seu parceiro. Dessa forma, o impulso que fundamenta o investimento horizontal normalmente está relacionado à busca por novos mercados, redução de custos e diversificação de riscos, permitindo que as empresas usufruam de incentivos locais e obtenham economias de escala.

Para que esse tipo de investimento ocorra, alguns requisitos são necessários, como semelhança na dotação de fatores e nível de desenvolvimento econômico entre os países envolvidos. Além disso, devido ao elevado custo desse tipo de investimento, uma questão importante é que o risco-país seja reduzido. Por essas razões, esse tipo de Investimento Direto Estrangeiro é mais comum em países com maior nível de desenvolvimento e mercados consumidores bem estruturados, conforme Carminati (2010). Nesse sentido, estudos analisaram o desempenho do IDE, ressaltando seu papel na internacionalização das atividades econômicas e no aprimoramento de serviços, sendo um fator importante para a transferência de tecnologia e o crescimento econômico, conforme Ndambiri et al. (2012).

Adicionalmente, Bandeira (2024) destacam que o IDE é um fator estratégico para países em desenvolvimento, pois sua entrada contribui para a transferência e inserção de novos conhecimentos técnicos, possibilitando o aprimoramento das habilidades da força de trabalho e o fortalecimento das capacidades produtivas. Esse processo impulsiona a criação de novos negócios locais, aumentando a capacidade de emprego, elevando a qualificação da mão de obra e promovendo melhores remunerações. Gochero (2018) acrescentam que esse efeito pode ser atribuído, em grande parte, à introdução de novas técnicas de gestão empresarial, à experiência em marketing e à visão de expansão dos negócios locais, promovendo um ambiente econômico mais dinâmico e competitivo.

Investimento Estrangeiro Direto e Crescimento Econômico.

Houve uma evolução teórica na explicação do conceito de Investimento Estrangeiro Direto (IED) e nas motivações que levam uma entidade a investir em outro país. As teorias anteriores tornaram-se incapazes de modelar e explicar a evolução e o aumento do volume de capital mundial, tornando-se referências inadequadas, pois baseavam-se em pressupostos de um mundo de competição e informação perfeitas, sem custos de transação e com imobilidade de ativos, conforme destacado por Carminati (2010). Dada essa dissociação da realidade, a teoria tradicional convergiu com a ascensão de um novo arcabouço mais realista, à medida que aumentaram as pesquisas sobre o tema.

Um dos primeiros arcabouços teóricos foi apresentado por Hymer (1960), na chamada teoria da organização industrial, em que as multinacionais buscam ampliar sua participação e influência no mercado. Ou seja, a empresa transnacional visa expandir sua presença no mercado internacional ao eliminar concorrentes, utilizando barreiras à entrada que envolvem a posse de ativos específicos, acesso privilegiado a crédito e diferenciação de produtos. Essa estratégia permite às empresas aproveitar suas vantagens comparativas e almejar sua manutenção ou ampliação. Segundo o autor, a empresa, ao maximizar sua função de lucro, pode gerar disparidades econômicas entre os agentes, ampliando desigualdades, especialmente nos países em desenvolvimento que recebem esses investimentos.

Posteriormente, McManus (1990) introduziu o conceito de internalização como principal característica do IED. Esse conceito refere-se ao desejo das empresas multinacionais de exercer maior controle sobre suas operações. Como os mercados são imperfeitos, a internalização reduz os custos de transação, pois a empresa transfere seu conhecimento e processos produtivos para o país receptor, sem a necessidade de importá-los. Além disso, a interferência governamental, como a carga tributária, também afeta o IED, podendo restringi-lo ou incentivá-lo, dependendo do nível da alíquota tributária.

A teoria de John H. Dunning ampliou a pesquisa sobre o tema. J. H. Dunning (1988) sugeriu que há algumas vantagens no IED para a empresa investidora, sintetizadas no modelo "OLI" (*Ownership, Location, and Internalization*). Primeiramente, a vantagem da propriedade garante maior controle sobre patentes e processos produtivos, reduzindo riscos e falhas de mercado. Um exemplo seria a proteção de uma fórmula química de um medicamento, cuja disseminação poderia gerar problemas em mercados de licenciamento e exportação. A vantagem da localização, por sua vez, decorre da infraestrutura e do sistema financeiro bem desenvolvidos do país receptor, como apontado por Oliveira Carminati e Fernandes (2013), tornando-o um destino mais atrativo para o investimento.

Por fim, a internalização fortalece a empresa ao minimizar os impactos das imperfeições de mercado, alinhando-se às ideias de McManus (1990) sobre a necessidade de um maior controle interno para maximizar a eficiência e reduzir custos.

Adicionalmente, J. H. Dunning (1988) enumerou quatro principais motivações para a realização do IED: (i) *Resource seeking*, quando o país receptor possui fatores de produção de baixo custo, como câmbio desvalorizado ou mão de obra barata, incentivando o investimento; (ii) *Market seeking*, no qual a empresa investe para atender ao mercado consumidor local e aumentar sua participação global; (iii) *Asset seeking*, estratégia pela qual a transnacional adquire ou se funde com outra empresa para fortalecer seu capital e competitividade, algo que se intensificou na década de 1990 com as *joint ventures*; e (iv) *Efficiency seeking*, que visa otimizar a produção por meio de economias de escala e especialização dentro da corporação.

Além disso, a teoria do ciclo do produto, proposta por Vernon (1979), oferece outra perspectiva, segmentando o IED em três estágios: desenvolvimento inicial, exportação e amadurecimento. No primeiro estágio, o produto é desenvolvido para atender às demandas do consumidor, sendo promovido por campanhas publicitárias. No segundo estágio, ele já se encontra consolidado e é exportado, tornando-se competitivo no mercado internacional. Por fim, no estágio de amadurecimento, a transnacional realiza o IED para expandir sua produção globalmente, buscando reduzir custos e consolidar sua presença nos mercados estrangeiros.

1.2.2 Evolução do IED no Brasil: 1990-2023

Durante a década de 1980, a América Latina, incluindo o Brasil, enfrentou uma crise da dívida externa que impactou negativamente o crescimento econômico da região, criando um cenário desfavorável para a entrada de fluxos de financiamento externo, especialmente o Investimento Direto Estrangeiro (IED). No Brasil, esse período foi caracterizado por grande instabilidade econômica e política, além de fatores globais adversos, os quais resultaram em elevada volatilidade nos fluxos de IED, conforme apontado por Furtado (1985) e Baer (2008).

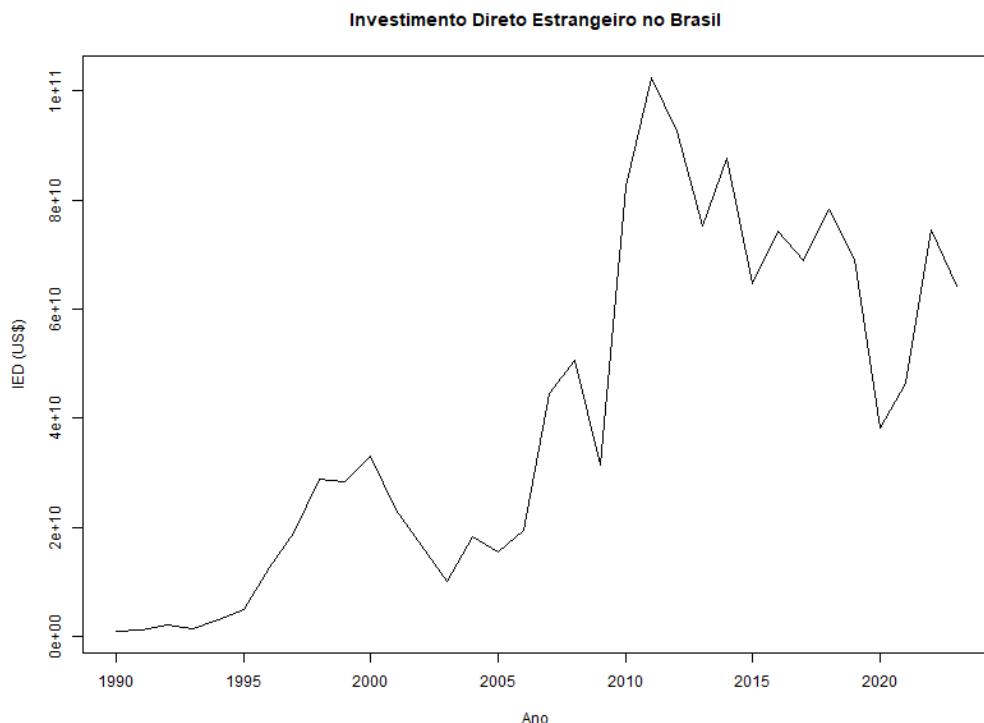
No início da década de 1990, o cenário global passou por mudanças significativas, intensificando a circulação de capital devido à globalização econômica. O Brasil adotou reformas estruturais para tornar-se mais atraente à captação de capital externo, incluindo a abertura comercial e a liberalização do mercado. Em 1994, o Plano Real desempenhou um papel fundamental na estabilização econômica e no controle da inflação. Além disso, a privatização de empresas nos setores de telecomunicações, energia e infraestrutura contribuiu para atrair grandes fluxos de IED, como apontado por Elias Jabbour et al. (2006). Em 1995, o Brasil recebeu US\$ 4.405,10 milhões em IED, e em 1996, esse valor aumentou para US\$ 10.791,70 milhões, conforme ilustrado na Figura 1.

A Figura 1 a seguir apresenta a evolução dos fluxos de Investimento Estrangeiro Direto (IED) no Brasil, demonstrando a trajetória desses investimentos ao longo do tempo. A década de 2000 se destacou pelo ambiente econômico global favorável, caracterizado pelo crescimento dos mercados de países emergentes, incluindo a ascensão dos BRICS (agrupamento comercial entre Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) e o *boom* das *commodities*, beneficiando nações como o Brasil, conforme apontado por Possamai e Serigati (2021). No entanto, o período também foi marcado por crises internas, como o apagão energético de 2001 e as incertezas políticas relacionadas à eleição de Lula em 2002, que afetaram negativamente as expectativas do mercado, resultando em uma retração do IED, que atingiu US\$ 10.143,50 milhões em 2003 (vide Figura 1).

Apesar desse cenário, impulsionado principalmente pela forte demanda por *commodities* e pela estabilidade econômica durante o governo Lula (que adotou uma postura voltada à responsabilidade fiscal e à implementação de reformas econômicas) o IED apresentou recuperação. Em 2004, os investimentos estrangeiros diretos subiram para US\$ 18.145,90 milhões, atingindo cerca de US\$ 45.058,20 milhões nos anos seguintes. Contudo, o ano de 2008 foi marcado pelo surgimento da

crise financeira global, que provocou uma nova retração no fluxo de IED (BERCOVICH, 2010).

Figura 1 - Fluxo de ingresso de IED no Brasil em milhões de dólares. Período de 1990-2023.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados coletados no Ipeadata e Banco Central do Brasil.

A primeira metade da década de 2010 foi marcada por um crescimento econômico vigoroso, impulsionado pela valorização dos preços das *commodities* e pela confiança dos investidores. Esse cenário levou o IED a alcançar seu pico histórico em 2011, atingindo aproximadamente US\$ 66.660,10 milhões, impulsionado pelo crescimento econômico global e pela preparação para grandes eventos esportivos (vide Figura 1). No entanto, a partir de 2013, a crise política e econômica, que culminou no impeachment de Dilma Rousseff em 2016, gerou incertezas, resultando em uma queda nos investimentos estrangeiros diretos (SILVA FILHO, 2015). No mesmo ano, os fluxos de investimento começaram a apresentar sinais de recuperação, atingindo US\$ 53.700,38 milhões em 2016, impulsionados pela posse de Michel Temer e pelo início das reformas estruturais.

Nos anos mais recentes, a pandemia de COVID-19 impactou significativamente os fluxos globais de investimento, levando a uma queda acentuada no IED, que recuou para US\$ 28.322,28 milhões em 2020, reflexo da crise sanitária e da retração econômica. Contudo, com os avanços na vacinação e a recuperação da economia global, o IED demonstrou retomada, alcançando US\$ 50.651,37 milhões em 2021 e atingindo um recorde de US\$ 73.352,20 milhões em 2022, como ilustrado na Figura 1.

1.2.3 Bibliometria.

De acordo com Chueke e Amatucci (2015), no final da década de 1960, Pritchard desenvolveu a bibliometria como uma metodologia técnica voltada para a análise quantitativa e estatística da produção científica e dos índices de conhecimento sobre temas específicos, de maneira semelhante à análise demográfica realizada em um censo populacional. No entanto, é importante destacar que Pritchard popularizou o termo "bibliometria", anteriormente conhecido como "bibliografia

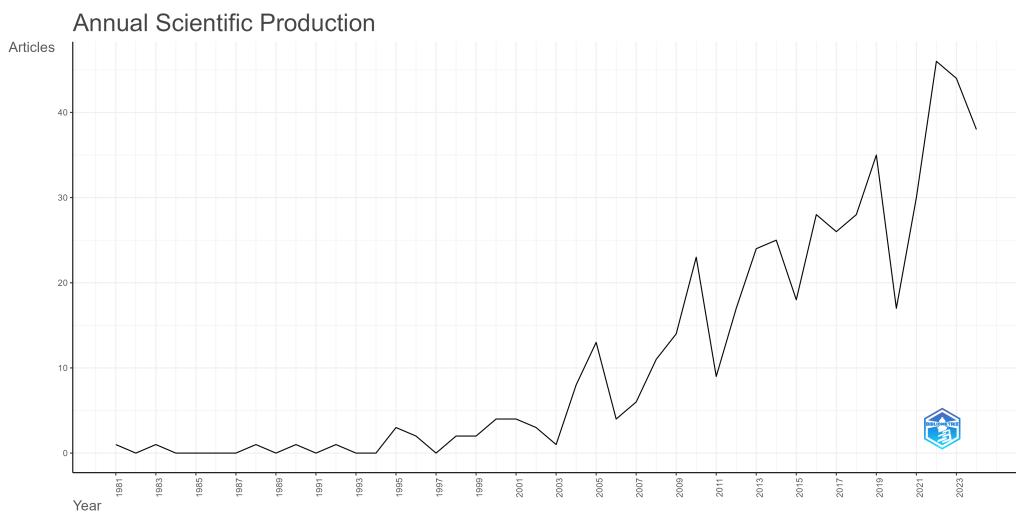
estatística". Contudo, vale ressaltar que, décadas antes, o conceito já havia sido originalmente utilizado por Paul Otlet em sua obra *Traité de documentation*.

O principal objetivo dessa técnica é estabelecer métodos que facilitem a identificação e organização de informações relevantes, permitindo aos pesquisadores acessar de forma mais eficiente a literatura existente, além de identificar padrões, tendências e a relevância de certos temas na literatura acadêmica. Dessa forma, a bibliometria não somente aprimora o desenvolvimento do conhecimento científico, mas também valoriza o trabalho de autores, contribuindo para o avanço e a ampliação de novas pesquisas e descobertas (OKUBO, 1997).

Nesta análise bibliométrica, utilizou-se a plataforma *Scopus* como base de dados bibliográfica. Como termo de pesquisa, adotou-se o principal tema deste estudo, o Investimento Estrangeiro Direto no Brasil, utilizando as palavras-chave "Investimento Direto Estrangeiro" e "Brasil", para compreender sua relevância na literatura acadêmica.

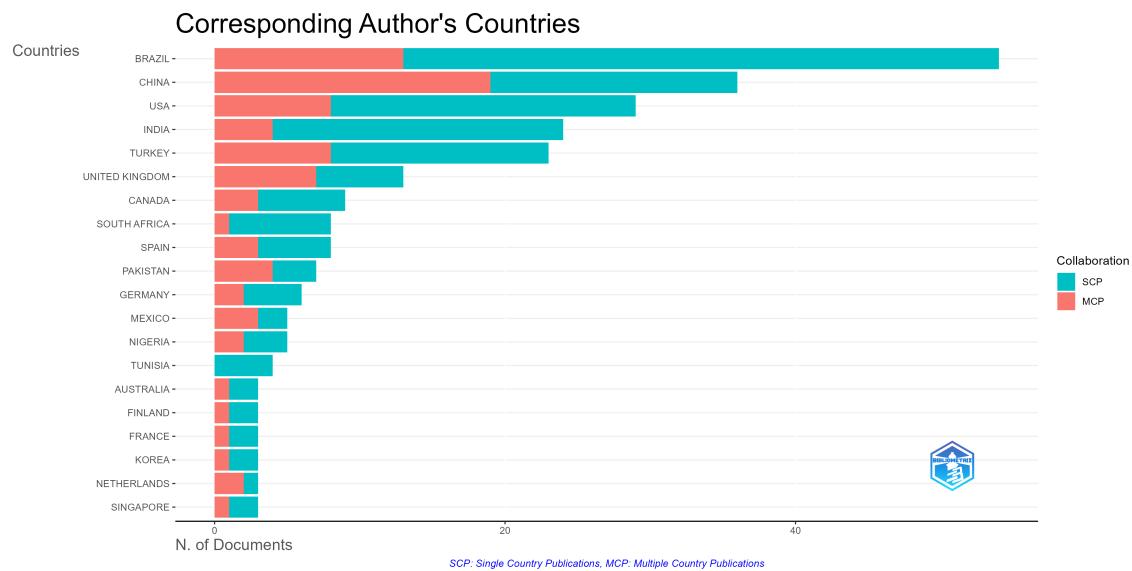
A Figura 2 ilustra a evolução das publicações ao longo do tempo, totalizando 490 publicações no período analisado. Nota-se um aumento no interesse acadêmico a partir de 2017, culminando em um pico de 45 publicações em 2023, reflete a crescente relevância do tema. Observa-se que, antes de 2010, o número de publicações era relativamente baixo, sugerindo que o estudo sobre IDE no Brasil ainda não era amplamente explorado. A partir de 2010, há um crescimento gradual no volume de publicações, demonstrando um maior reconhecimento da importância do tema para o desenvolvimento econômico do país. Anos como 2018, 2020 e 2021 apresentam picos, sugerindo que eventos econômicos ou políticas específicas podem ter impulsionado o interesse acadêmico.

Figura 2: Artigos por ano publicados na *Scopus* sobre o tema "Investimento Estrangeiro Direto no Brasil"



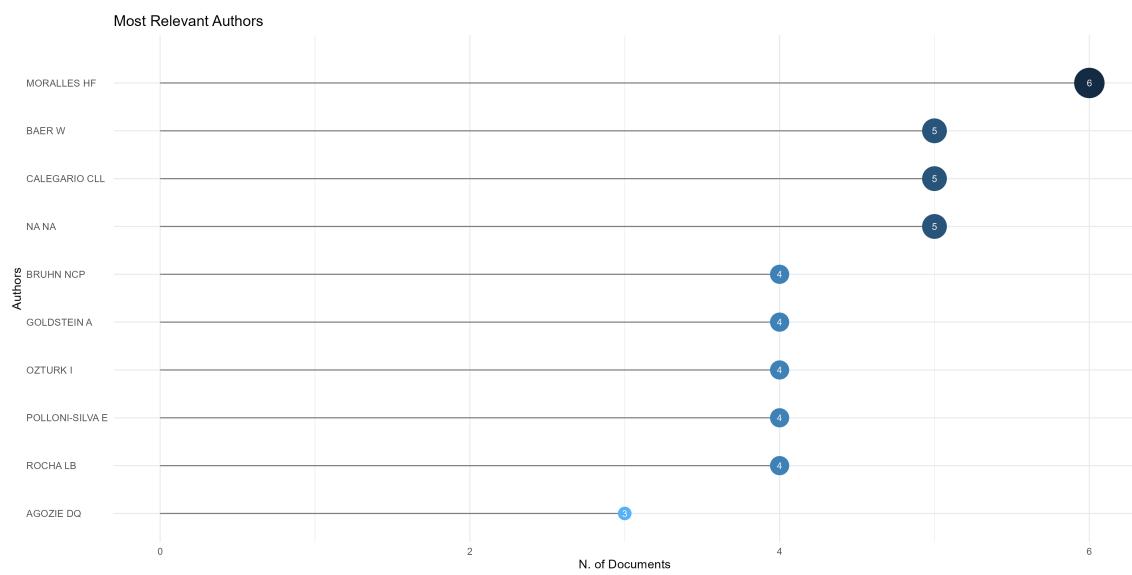
Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados coletados na *Scopus* em setembro de 2024.

A Figura 3 ressalta, por se tratar de um estudo focado no caso brasileiro, essa especificidade que poder ser um fator limitante quanto ao número de publicações ao longo dos anos. A maioria das pesquisas sobre o tema tende a ser publicada por autores com afiliação nacional.

Figura 3: Países correspondente sobre o tema "Investimento Estrangeiro Direto no Brasil".

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados coletados na *Scopus* em setembro de 2024.

A Figura 4 apresenta os autores que mais contribuíram com publicações sobre Investimento Estrangeiro Direto no Brasil, com base nos dados da base Scopus. O economista Herick Fernando Morales foi o autor com maior número de trabalhos identificados, totalizando seis publicações. Na sequência, destacaram-se Baer W e Calegario CLL, ambos com cinco publicações cada.

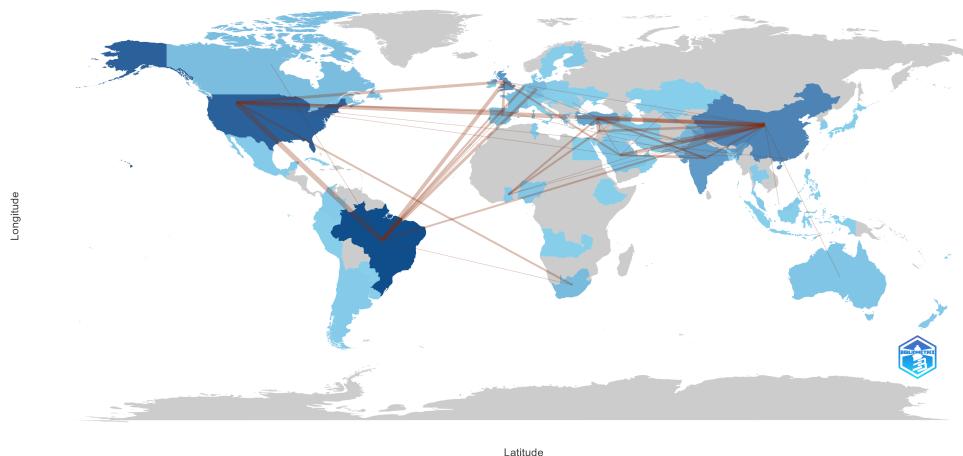
Figura 4: Autores que mais publicaram sobre o tema "Investimento Estrangeiro Direto no Brasil".

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados coletados na *Scopus* em setembro de 2024.

A Figura 5 mostra que, apesar da maior parte deste eixo temático sobre esta pesquisa se concentrar no Brasil, há evidências de intercâmbio e colaboração de conhecimento entre países, com destaque para os Estados Unidos da América e a China.

Figura 5: Mapa de colaboração sobre o tema "Investimento Estrangeiro Direto no Brasil".

Country Collaboration Map



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados coletados na *Scopus* em setembro de 2024.

Com base na análise bibliométrica realizada neste estudo, observa-se como o tema "Investimento Estrangeiro Direto no Brasil" ganhou relativa importância no meio acadêmico, especialmente a partir de 2010, com destaque para o aumento das publicações a partir de 2017. Em 2023, foi registrado o maior volume de trabalhos sobre o tema, totalizando 45 publicações, indicando um crescente interesse por parte dos pesquisadores em investigar as relações existentes entre o IDE e o desenvolvimento econômico brasileiro. A maioria das publicações foi realizada por autores de afiliações e centros ligados a instituições brasileiras, destacando a natureza doméstica do tema, embora haja evidências de colaboração internacional, notadamente com os Estados Unidos e a China. Autores como Herick Fernando Morales possuem seis publicações.

1.3 Metodologia.

Esta seção apresenta os testes referentes às propriedades necessárias para séries temporais, a metodologia utilizada e o modelo econômétrico proposto. O estudo utiliza o ferramental do Modelo Vetorial de Correção de Erros (VECM) na investigação das relações entre o Produto Interno Bruto (PIB) e o IED, com foco na economia brasileira durante o período de 1996 a 2023.

1.3.1 Estacionaridade das Séries Temporais Econômicas.

Após a coleta dos dados e a formulação inicial do modelo, torna-se importante realizar uma análise prévia das séries temporais a serem modeladas. Essa etapa é importante para assegurar atributos fundamentais, como as propriedades das séries, com destaque para a estacionaridade, visando conferir maior robustez ao modelo e aos resultados obtidos. Dessa forma, é importante verificar a estacionaridade das séries temporais antes de estimar um modelo estatístico ou econômétrico, utilizando para isso o conceito de raiz unitária. Desse modo, uma série temporal é classificada como fracamente estacionária quando suas estatísticas descritivas, ou seja, de média, variância e covariância em diferentes defasagens, permanecem constantes ao longo do tempo. Segundo Damodar N Gujarati e Dawn C Porter (2011), em termos matemáticos, uma série é dita estacionária se as seguintes condições iniciais são atendidas:

- Média constante ao longo do tempo:

$$E(Y_t) = \mu \quad (1.1)$$

- Variância constante:

$$\text{var}(Y_t) = E[(Y_t - \mu)^2] = \sigma^2 \quad (1.2)$$

- Covariância constante para um número k de períodos:

$$\gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] \quad (1.3)$$

Damodar N Gujarati e Dawn C Porter (2011) apontam que uma das condições que indica a não estacionaridade é o chamado problema de raiz unitária, como ilustrado pela equação a seguir:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t, \quad -1 \leq \rho \leq 1$$

No qual Y_t representa o valor da série no período t , Y_{t-1} o valor da série no período anterior, ρ é o coeficiente de autocorrelação, e u_t é um termo de erro aleatório.. A série é considerada estacionária quando $-1 \leq \rho \leq 1$. No caso em que $\rho = 1$, o modelo caracteriza-se por um passeio aleatório, sendo assim a série torna-se não estacionária, o que é conhecido como problema de raiz unitária, que por definição é um processo estocástico não estacionário. Dessa forma, os termos raiz unitária, não estacionaridade e passeio aleatório são tratados como conceitos equivalentes (GUJARATI, Damodar N; PORTER, Dawn C, 2011).

Subtraímos Y_{t-1} de ambos os lados da equação, obtendo:

$$Y_t - Y_{t-1} = \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + u_t \quad (1.4)$$

Essa expressão pode ser simplificada para:

$$Y_t - Y_{t-1} = (\rho - 1)Y_{t-1} + u_t \quad (1.5)$$

ou, de forma equivalente:

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \quad (1.6)$$

No qual $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ é a primeira diferença da série, e $\delta = \rho - 1$ representa a diferença entre o coeficiente de autocorrelação e a unidade.

A expressão obtida permite a formulação de um teste de hipótese para determinar a estacionariedade da série. As hipóteses são definidas da seguinte forma:

- **Hipótese Nula (H0):** $\delta = 0$, o que implica que $\rho = 1$. Nesse caso, a série apresenta raiz unitária, sendo, portanto, não estacionária.
- **Hipótese Alternativa (H1):** $\delta < 0$, o que implica que $\rho < 1$, indicando que a série é estacionária.

Se, ao testar a hipótese nula, encontrarmos evidências suficientes para rejeitá-la, podemos concluir que a série é estacionária. Em contrapartida, se não conseguirmos rejeitar H_0 (ou seja, se $\delta = 0$), isso sugere que a série possui uma raiz unitária, indicando que ela é não estacionária e, consequentemente, que seus valores apresentam tendência ao longo do tempo. De acordo com (NELSON; PLOSSER, 1982), a presença de raízes unitárias em uma série temporal pode levar a um problema significativo: Os choques aleatórios exercem efeitos permanentes sobre a variável, ocasionando flutuações que não apresentam caráter transitório.

Por conseguinte, é possível adotar procedimentos que conduzam a variável à sua estacionariedade. Portanto de acordo com Damodar N Gujarati e Dawn C Porter (2011), o processo de

diferenciação é uma técnica para a obtenção da estacionaridade em séries temporais. Quando uma série temporal exige diferenciação duas vezes—ou seja, quando se calcula a primeira diferença das primeiras diferenças—ela é classificada como um processo I (2), o que indica que se trata de uma série integrada de ordem 2. Se a série não se torna estacionária após a primeira diferenciação, é necessário aplicar o procedimento de diferenciação d vezes, onde d representa o número de diferenciações necessárias para transformar a série em um processo integrado. Essa metodologia é utilizada para assegurar a validade das análises econométricas que envolvem séries temporais. Isto é, caso as séries sejam identificadas como não estacionárias é possível realizar diferenciações sucessivas para que se alcance a condição de estacionariedade. Ressaltando-se que é necessário manter a possibilidade de interpretação do resultado.

Nesse contexto, para determinar se as variáveis apresentam um padrão estocástico estacionário, são aplicados testes específicos que auxiliam na verificação da estacionariedade. Dentre esses testes, destacam-se o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), o teste de Phillips-Perron (PP), os quais serão detalhados a seguir.

Teste da Raiz Unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF).

O teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF) é uma ampliação do teste Dickey-Fuller original, aplicado para determinar a existência de raiz unitária em séries temporais (não estacionariedade da série). Conforme Bueno (2018) a principal diferença entre as duas versões de testes consiste na inclusão de termos defasados da variável dependente no modelo, permitindo o tratamento de possíveis correlações entre os erros, uma limitação presente no teste Dickey-Fuller simples.

Segundo (GUJARATI, Damodar N; PORTER, Dawn C, 2011), o teste ADF é formulado como:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1.7)$$

No qual ΔY_t representa a primeira diferença da série, β_1 e β_2 são coeficientes associados a um intercepto e uma tendência, respectivamente, δ é o coeficiente a ser testado, e ε_t é um termo de erro de ruído branco.

As hipóteses do teste ADF são definidas como:

- **Hipótese Nula (H0):** $\delta = 0$, o que implica que a série apresenta raiz unitária, sendo, portanto, não estacionária.
- **Hipótese Alternativa (H1):** $\delta < 0$, a série temporal é estacionária, possivelmente em torno de uma tendência determinística.

Teste da Raiz Unitária de Phillips-Perron (PP).

Na visão de Damodar N Gujarati e Dawn C Porter (2011) o teste de Phillips-Perron (PP) emprega uma metodologia não paramétrica para lidar com a correlação serial nos resíduos do modelo ADF, na tentativa de evitar a necessidade de incluir termos de diferença defasados. Desse modo, o Teste PP é utilizado para especificar o modelo de ordem suficientemente autorregressivo para diminuir a correlação serial dos resíduos, Bueno (2018). O princípio fundamental do teste consiste em gerar estatísticas consistentes mesmo na presença de variáveis defasadas dependentes e correlações serials nos erros.

Conforme mencionado por Bueno (2018), ao invés de se basearem na estatística t, Phillips e Perron definem testes que se concentram diretamente nos coeficientes do modelo, denominados Teste de Z_α . Essa abordagem visa enfatizar que os testes avaliam a distribuição dos coeficientes, possibilitando uma comparação dos resultados com aqueles obtidos a partir de testes que utilizam a distribuição da estatística t, sob a hipótese nula de raiz unitária.

A estatística do teste PP é expressa pela equação:

$$Z_{t,\mu} = \hat{\tau}_\mu \left(\frac{\hat{\sigma}}{\hat{v}} \right) - \frac{1}{2} \left(\hat{v}^2 - \frac{\hat{\sigma}^2 \hat{v}}{\sqrt{T}} - 2 \sum_{t=1}^T y_{t-1}^2 \right), \quad (1.8)$$

onde $\hat{\tau}_\mu$ é a estatística de Dickey e Fuller, $\hat{\sigma}^2$ representa a variância populacional da regressão, \hat{v}^2 é a variância de longo prazo e T denota o número de observações. Essa formulação permite que o teste PP avalie a estacionariedade das séries temporais sem a necessidade de incluir termos defasados no modelo.

Segundo Bueno (2018), as hipóteses do teste são formuladas da seguinte maneira: a hipótese nula (H_0) é dada por

$$H_0 : \alpha = 0, \quad (1.9)$$

o que indica a presença de uma raiz unitária e sugere que a série não é estacionária. Em contrapartida, a hipótese alternativa (H_1) é expressa como

$$H_1 : \alpha < 0, \quad (1.10)$$

o que implica que a série é estacionária. A rejeição da hipótese nula indica que a série temporal em análise é estacionária.

1.3.2 Teste de Cointegração de Johansen.

Conforme proposto por Bueno (2018), 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 Φ ($n \times n$), 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 Φ esteja dentro dos limites entre 0 e n , é necessário que existam r autovalores distintos de zero e $n - r$ autovalores iguais a zero (BUENO, 2018).

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

$$\lambda_{tr}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (12)$$

Neste caso, a hipótese nula postula a presença de r^* vetores de cointegração ($r = r^*$), enquanto a hipótese alternativa sugere que $r > r^*$. Na ausência de cointegração, os autovalores obtidos tendem a ser próximos de zero, sinalizando a não estacionariedade e a instabilidade da matriz Φ , impossibilitando a rejeição da hipótese nula. Se a hipótese nula de que $r = r^*$ for rejeitada, isso indica a possibilidade de múltiplos vetores de cointegração.

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

$$LR(r) = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \quad (13)$$

Neste teste, a hipótese nula sugere a existência de $r = r^*$ vetores de cointegração, enquanto a hipótese alternativa indica que $r^* + 1 = r$ 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 Bueno (2018). Os critérios utilizados incluem Akaike (AIC), Schwarz (SBIC) e Hannan-Quinn (HQIC), expostos através das equações a seguir:

$$AIC(m) = \ln |T_0(m)| + \frac{2Tm}{n^2} \quad (14)$$

$$SBIC(m) = \ln |T_0(m)| + \frac{\ln T}{T} mn^2 \quad (15)$$

$$HQIC(m) = \ln |T_0(m)| + \frac{\ln \ln T}{T} \frac{2m}{n^2} \quad (16)$$

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 tiver 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. Considera a "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 (JUDGE et al., 1991).

Para determinar o posto de cointegração r , realiza 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 $r = 0$, concluí que não existem relações de cointegração ou tendências comuns entre as séries. Neste caso, não precisa de um modelo VEC e podemos simplesmente usar um VAR nas diferenças das séries.

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

Se rejeitar a hipótese de que $r \leq 1$, então avança para testar $r \leq 2$ contra $r \geq 3$, e assim por diante. Escolhe-se r como o menor valor para o qual não rejeita a hipótese nula de que não existem relações de cointegração adicionais. Johansen propôs diversos testes relacionados que podem ser usados em cada etapa. O mais comum (e o padrão no Stata) é o teste de traço. O comando do Stata `vecrank` imprime a estatística de traço ou, alternativamente, a estatística do valor próprio máximo (com a opção `max`) ou vários critérios de informação (com a opção `ic`).

O procedimento de Johansen estima tanto os parâmetros do processo de ajuste (os coeficientes β nas variações defasadas de todas as variáveis) quanto as relações de cointegração de longo prazo (os coeficientes α nas relações de longo prazo) por máxima verossimilhança. Devemos informar ao Stata se devemos incluir termos constantes nas regressões VEC diferenciadas—lembre-se de que um termo constante em uma equação diferenciada corresponde a um termo de tendência nos

níveis—ou talvez termos de tendência (que seriam uma tendência quadrática nos níveis). Ressalta-se que também é possível incluir variáveis sazonais quando apropriado ou impor restrições nos coeficientes das relações de cointegração ou nas equações de ajuste. Uma vez que o sistema VEC tenha sido estimado, pode-se calcular as Funções de Resposta ao Impulso (IRFs), decomposições de variância ou gerar previsões.

1.3.3 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), 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 Bueno (2018), 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 ΦX_{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 et al., 1991)).

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

$$\Delta y_{1,t} = \beta_{10} + \sum_{i=1}^n \beta_{1i} \Delta y_{i,t-1} + \lambda_1 \left(y_{1,t-1} - \alpha_0 - \sum_{i=1}^n \alpha_i y_{i,t-1} \right) + \varepsilon_{1,t} \quad (1.11)$$

$$\Delta y_{2,t} = \beta_{20} + \sum_{i=1}^n \beta_{2i} \Delta y_{i,t-1} + \lambda_2 \left(y_{2,t-1} - \alpha_0 - \sum_{i=1}^n \alpha_i y_{i,t-1} \right) + \varepsilon_{2,t} \quad (1.12)$$

⋮

$$\Delta y_{n,t} = \beta_{n0} + \sum_{i=1}^n \beta_{ni} \Delta y_{i,t-1} + \lambda_n \left(y_{n,t-1} - \alpha_0 - \sum_{i=1}^n \alpha_i y_{i,t-1} \right) + \varepsilon_{n,t} \quad (1.13)$$

As equações acima representam a dinâmica do modelo VEC para n variáveis, no qual:

- $\Delta y_{i,t}$ representa a variação da variável y_i no período t , ou seja, a primeira diferença de cada variável.
- β_{ij} são os coeficientes de curto prazo que medem a resposta de y_i às variações das variáveis y_1, y_2, \dots, y_n no período $t-1$. Esses coeficientes indicam como cada variável influencia as outras em um curto prazo.

- λ_i são os coeficientes de correção de erro, que representam o ajuste de cada variável y_i com relação ao seu desvio do equilíbrio de longo prazo, dado o valor das outras variáveis no período anterior. Esses coeficientes capturam o "ajuste" das variáveis após choques ou desvios do equilíbrio de longo prazo.
- α_0 é o termo constante comum a todas as equações, enquanto $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ são os coeficientes do vetor de cointegração que indicam a relação de longo prazo entre as variáveis y_1, y_2, \dots, y_n . Essas relações de longo prazo devem ser estacionárias, ou seja, a combinação linear das variáveis $\alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i y_i$ deve ser uma série $I(0)$.
- $\varepsilon_{i,t}$ são os erros de distúrbio ou choques que afetam as variáveis no período t , representando influências externas ou aleatórias que não são explicadas pelas variáveis no modelo.

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 α_0), o coeficiente de correção de erro λ_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, ((JUDGE et al., 1991)).

Em um sistema com n 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 sistemas com múltiplas variáveis, as interações entre elas afetam tanto a dinâmica de curto quanto de longo prazo. Os coeficientes de correção de erro representam a velocidade e a direção com que cada variável responde aos desvios em relação ao equilíbrio de longo prazo. Quando há cointegração entre as variáveis, esses coeficientes β_{ij} e λ_i podem assumir valores distintos, refletindo a sensibilidade específica de cada série ao processo de ajuste.

Em um modelo VEC com n variáveis, as estimativas dos coeficientes β_{ij} e λ_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 ((SALUJA et al., 2013), (HUBRICH et al., 2001) e (KUNST; NEUSSER, 1990)) 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.

1.4 Resultados e Discussões.

O presente artigo tem como objetivo propor um modelo teórico e empírico que explique a relação, caso exista e seja idenficável, entre: (i) o Investimento Estrangeiro Direto (IED), (ii) o Risco País (EMBI+ Risco-Brasil), (iii) o Consumo de Energia, Taxa de Cambio e (iv) o Produto Interno Bruto (PIB). Para isto, é necessário alguns passos como o tratamento dos dados, verificação as hipóteses econômicas e das especificdades do modelo econométrico. No presente capítulo, detalhamos a seleção de variáveis, usando a literatura teórica e hipóteses econômicas que embasam estas escolhas.

Como supramencioando, utilizou-se o modelo econométrico VEC, neste o PIB entrou como variável dependente e as demais como independente (vide Tabela ??). A base de dados selecionada para a análise abrange o período de janeiro de 1995 a dezembro de 2023. Os dados originais foram coletados com periodicidade mensal por meio do Sistema Gerenciador de Séries Temporais (SGS) do Banco Central do Brasil e do IPEADATA. No entanto, para aprimorar a análise e obter uma visão mais clara das tendências econômicas, optou-se por transformar os dados em valores acumulados

de 12 meses. Além disso, a aplicação do logaritmo natural sobre as variáveis foi realizada com o objetivo de estabilizar a variância e facilitar a interpretação dos resultados, conforme apresentado na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Descrições dos Dados e Variáveis Utilizadas na Análise.

Série	Variável	Unidade de Medida	Fonte	Código
PIB	dados\$pib_mensal	US\$ (milhões)	BCB-Depec	4385
Risco País (EMBI+ Risco-Brasil)	dados\$risco	Bônus (títulos de dívida)	JP Morgan/IPEADATA	-
Câmbio	dados\$cambio	R\$ / US\$	Sisbacen PTAX800	-
Consumo de Energia	dados\$consumo_energia	GWh	Eletrobras	1402 e 1404
IED	dados\$ied	US\$ (milhões)	BCB-DSTAT	2860

Fonte: Elaborado pelos autores.

Cabe destacar que a presente base de dados possui a quantidade que satisfaz os critérios mínimos para a aplicação da suposição de normalidade, dado que ultrapassa o limite teórico de 30 observações estabelecido para aproximação à distribuição normal ((KNIEF; FORSTMEIER, 2021)).

1.4.1 Estatística Descritiva.

As variáveis utilizadas no modelo foram: Produto Interno Bruto Brasileiro (PIB), Investimento Estrangeiro Direto (IED), Consumo de Energia, Taxa de Câmbio e Risco País, todas com dados acumulados em 12 meses. As séries foram obtidas de acordo com as informações expressas na Tabela 2, e o período de análise abrange de dezembro de 1995 a dezembro de 2023.

A Tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas e, por meio destas, revelam-se padrões distintos de comportamento ao longo do período analisado. O PIB (US\$) apresenta uma média de 14,15 bilhões, com um desvio padrão relativamente baixo (0,53), sugerindo estabilidade na série. A mediana próxima à média (14,36 bilhões) e a distribuição ligeiramente assimétrica à esquerda (-0,37) indicam que a maior parte dos valores está concentrada em torno de 14 bilhões de dólares. A curtose negativa (-1,36) aponta para uma distribuição mais achatada, com poucas observações extremas. O Investimento Estrangeiro Direto (IED) segue uma tendência similar, com média de 10,63 bilhões e desvio padrão de 0,74, o que denota uma variação mais expressiva nos dados. A assimetria negativa (-0,65) sugere que a maior parte dos investimentos ficou abaixo da média, enquanto a curtose negativa (-0,43) indica uma distribuição mais plana.

No que diz respeito ao Consumo de Energia (GWh), a série tem uma média de 12,38 GWh e um desvio padrão de 0,20, indicando uma variação modesta. A curtose negativa (-1,12) reforça a ideia de uma distribuição achatada, com um leve viés à esquerda, como indicado pela assimetria de -0,62. O Câmbio (R\$/US\$) apresenta um comportamento mais estável, com média de 3,44 R\$/US\$ e uma assimetria próxima de zero (-0,06), sugerindo uma distribuição quase simétrica. A curtose negativa (-0,58) confirma a distribuição ligeiramente achatada. Já o Risco País tem uma média de 11,57 pontos, com um desvio padrão de 0,58, revelando variação moderada. A assimetria positiva (0,65) indica uma leve inclinação à direita, sugerindo que os valores mais altos do risco país foram mais frequentes. A curtose negativa (-0,81) também aponta para uma distribuição mais achatada, com valores mais concentrados em torno da média.

Tabela 2 - Estatísticas Descritivas das Variáveis.

Variável	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	Variância	Curtose	Assimetria
PIB (US\$)	14.151,63	0.5278	14.360,53	13.202,41	14.865,54	0.2786	-1.3570	-0.3665
IED (US\$)	10.627,89	0.7372	10.779,91	8.385,58	11.724,15	0.5435	-0.4292	-0.6489
Consumo de Energia (GWh)	12.379,31	0.2046	12.453,44	11.877,17	12.642,58	0.0418	-1.1236	-0.6184
Câmbio (R\$/US\$)	3.442,74	0.4635	3.390,37	2.404,47	4.263,41	0.2148	-0.5817	-0.0626
Risco País	11.574,43	0.5820	11.387,67	10.789,73	12.898,85	0.3387	-0.8136	0.6483

Fonte: Elaborado pelos autores

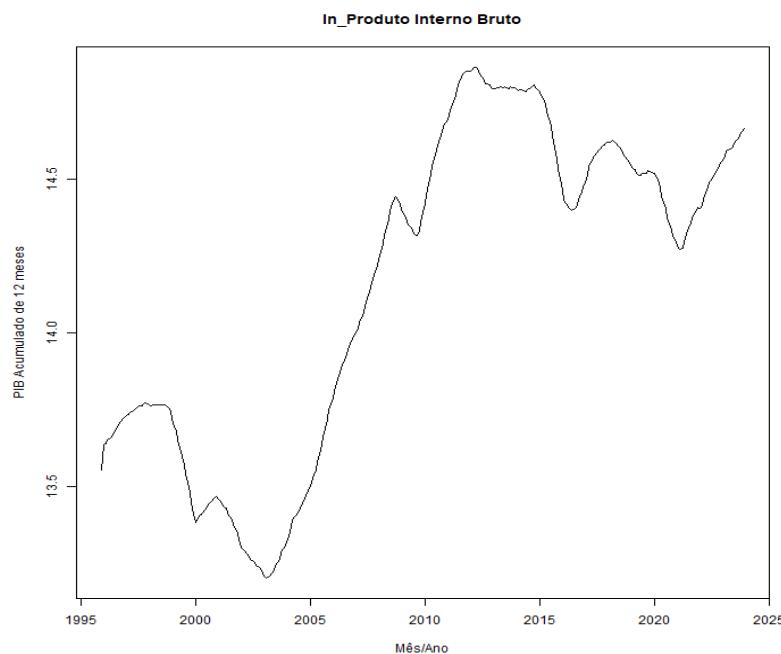
1.4.2 Evolução temporal das Variáveis utilizadas no Modelo.

Com as séries temporais já ajustadas, no período de dezembro de 1995 a dezembro de 2023, realiza-se a análise gráfica de cada uma das variáveis: PIB como a variável dependente; IED, Consumo de Energia, Taxa de Câmbio e Risco País como as variáveis independentes. Além disso, para diminuir a variância e o erro-padrão, aplica-se o log natural em todas as variáveis, resultando nas figuras abaixo.

Produto Interno Bruto Brasileiro.

Na Figura 7, observa-se entre dezembro de 1995 e dezembro de 2023, o PIB brasileiro passou por períodos de crescimento acentuado e recessão, refletindo as diversas dinâmicas econômicas e políticas do país. O início do período foi marcado pela estabilização econômica com o Plano Real, que resultou em um controle da inflação e impulsionou o crescimento até o final dos anos 1990 e início dos anos 2000. O Brasil experimentou um ciclo de expansão econômica, com forte crescimento até meados da década de 2000, impulsionado pela estabilização macroeconômica e maior inserção no mercado internacional. A crise financeira global de 2008 também teve um impacto no país, mas a recuperação foi rápida, com crescimento acelerado até 2010, beneficiado pelo aumento do consumo e investimentos em infraestrutura.

No entanto, a partir de 2011, o Brasil enfrentou um período de desaceleração econômica que culminou em uma recessão profunda entre 2014 e 2016. Esse período foi caracterizado por uma combinação de instabilidade política, crise fiscal e queda nos preços das commodities. Embora tenha ocorrido uma recuperação gradual após 2017, a economia brasileira continuou a enfrentar desafios, como a pandemia de COVID-19 em 2020, que resultou em uma queda acentuada do PIB. Nos anos seguintes, o crescimento permaneceu moderado, afetado por fatores como inflação persistente, juros elevados e instabilidade política. Até o final de 2023, a economia ainda estava se ajustando a esses impactos, com um crescimento econômico mais lento e desafios contínuos.

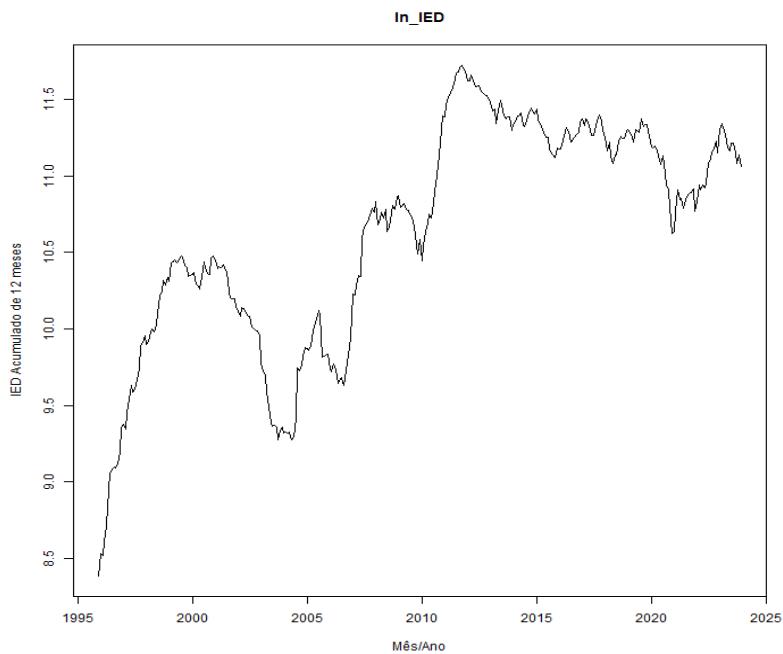
Figura 7 - PIB Brasileiro em Milhões de dólares.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Investimento Estrangeiro Direto.

Na Figura 8, ilustra-se a entrada os fluxos de Investimento Direto Estrangeiro (IED) no Brasil entre os períodos de 1995 e 2023, sendo este marcado por uma trajetória de altos e baixos. Entre 1995 e 2023, o Investimento Estrangeiro Direto (IED) no Brasil teve flutuações de acordo com as condições econômicas e políticas do país. Nos anos de crescimento robusto, como na década de 2000 e início de 2010, o Brasil foi um destino atraente para o IED, impulsionado pela estabilidade macroeconômica, maior integração ao mercado global e a valorização das *commodities*. O IED pode ter sido importante para o crescimento econômico, especialmente no setor de infraestrutura e em setores de exportação, como mineração e agronegócio.

No entanto, a partir de 2011, o Brasil enfrentou uma desaceleração do IED devido à crise fiscal interna, instabilidade política e queda nos preços das commodities. A recessão de 2014 a 2016 causou uma retração adicional do IED, mas o fluxo voltou a crescer após 2017, com sinais de recuperação econômica, embora ainda abaixo dos níveis anteriores. A pandemia de COVID-19 e os desafios econômicos globais também impactaram negativamente o IED em 2020 e 2021, com recuperação lenta nos anos seguintes.

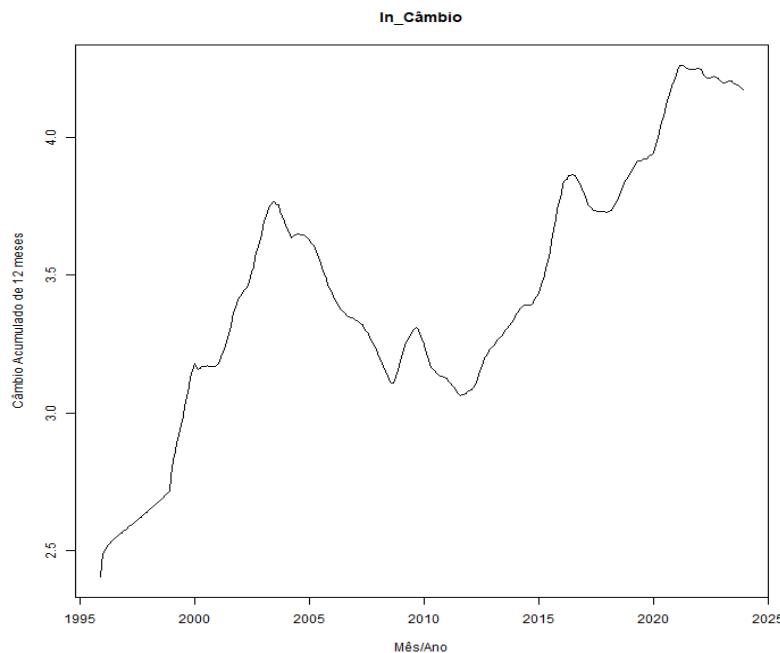
Figura 8 - Investimento Estrangeiro Direto em Milhões de dólares.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Taxa de Câmbio.

Como demonstrada na Figura 9, a série temporal do câmbio entre os anos de 1995 e 2023 mostrou a presença de flutuações, refletindo as ocorrências econômicas do período. O câmbio no Brasil entre 1995 e 2023 teve variações significativas, refletindo tanto as condições internas quanto externas. Nos primeiros anos após o Plano Real, o real foi inicialmente fixado em relação ao dólar, o que trouxe estabilidade à moeda e à economia. A partir de 1999, com a adoção do regime de câmbio flutuante, o real passou a sofrer oscilações mais intensas, influenciado pela balança comercial, os preços das commodities, a política monetária e os fluxos de capitais.

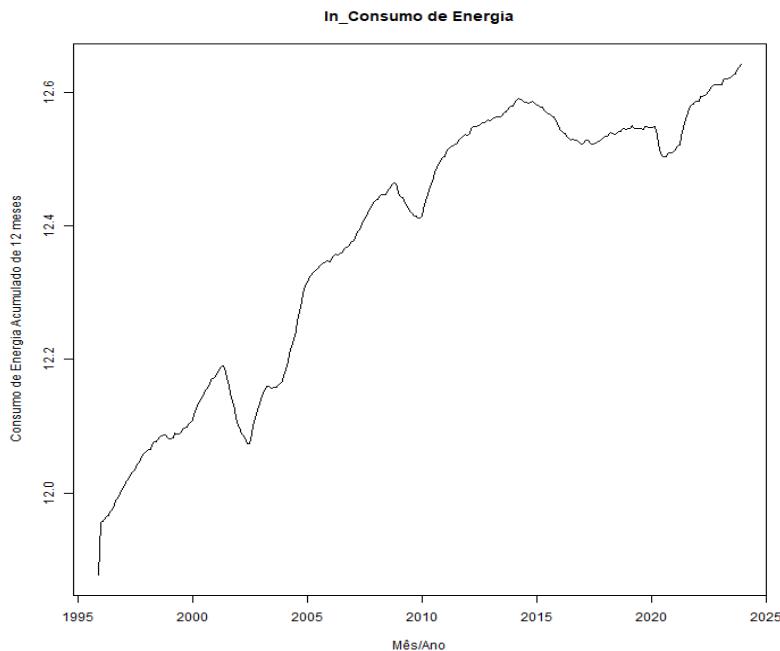
Durante os períodos de crescimento, especialmente entre 2003 e 2010, o real se apreciou devido ao aumento do IED e das exportações, o que favoreceu a importação e o controle da inflação. Contudo, durante as crises econômicas, como em 2008 e a recessão de 2014 a 2016, o câmbio se desvalorizou significativamente, refletindo a instabilidade fiscal e política, além do aumento da aversão ao risco por parte dos investidores internacionais. Em 2020, a crise da COVID-19 também resultou em uma desvalorização acentuada do real, mas a moeda se estabilizou nos anos seguintes, embora ainda apresentasse volatilidade.

Figura 9 - Taxa de Câmbio R\$/US\$.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Consumo de Energia Elétrica Comercial e Industrial.

Na Figura 10 observa-se o comportamento do consumo de energia elétrica no Brasil na indústria e no comércio entre os anos de 1995 e 2023. Entre 1995 e 2023, o consumo de energia elétrica e o desempenho da indústria brasileira acompanharam de perto os ciclos econômicos do país. Nos anos 2000, impulsionados pela estabilização econômica e pelo crescimento robusto do setor industrial, o consumo de energia elétrica cresceu significativamente, refletindo a expansão da produção industrial e o aumento da atividade econômica. No entanto, com a crise financeira global de 2008 e a desaceleração econômica a partir de 2011, a demanda por energia elétrica e o crescimento industrial começaram a cair, especialmente durante a recessão de 2014-2016, quando a produção industrial foi fortemente impactada.

Figura 10 - Consumo de Energia GWH.

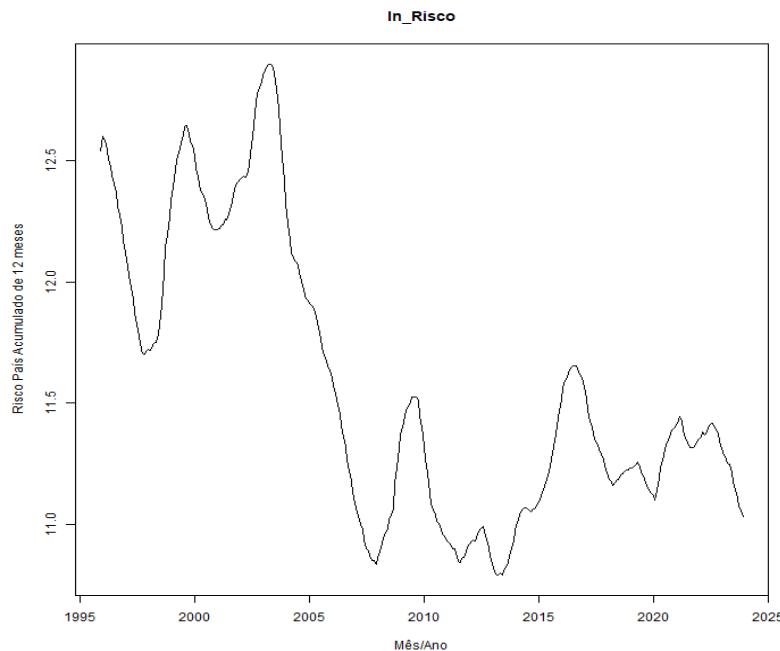
Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a crise, a recuperação foi gradual, com o consumo de energia elétrica voltando a crescer lentamente à medida que a indústria se recuperava. A pandemia de COVID-19 em 2020 gerou uma queda no consumo de energia elétrica, devido à paralisação de muitas atividades industriais, mas a demanda residencial e de serviços, como o trabalho remoto, ajudaram a suavizar os impactos. Nos anos seguintes, a economia e o setor industrial se ajustaram aos novos desafios econômicos e políticos, com o consumo de energia elétrica apresentando um crescimento mais moderado, refletindo a recuperação lenta da indústria e a busca por maior eficiência energética.

Risco País.

Na Figura 11, o risco país brasileiro, medido principalmente pelo índice de risco de crédito , variou de acordo com o contexto econômico e político. Durante os anos de estabilidade e crescimento econômico, o risco país foi relativamente baixo, com o Brasil sendo visto como um destino atraente para investidores internacionais. No entanto, durante crises políticas, como o impeachment de Dilma Rousseff em 2016 e a instabilidade econômica das décadas de 2010, o risco país aumentou substancialmente.

A crise fiscal, a queda da confiança nas instituições e as reformas econômicas impopulares aumentaram a percepção de risco, especialmente entre 2014 e 2016. A pandemia de COVID-19 também gerou um aumento no risco país devido ao impacto econômico e fiscal das medidas de contenção e ao aumento da dívida pública. O risco país continuou a ser afetado pela incerteza política nos anos seguintes, com as eleições e as políticas fiscais sendo um fator de volatilidade no mercado financeiro.

Figura 11 - Risco Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores.

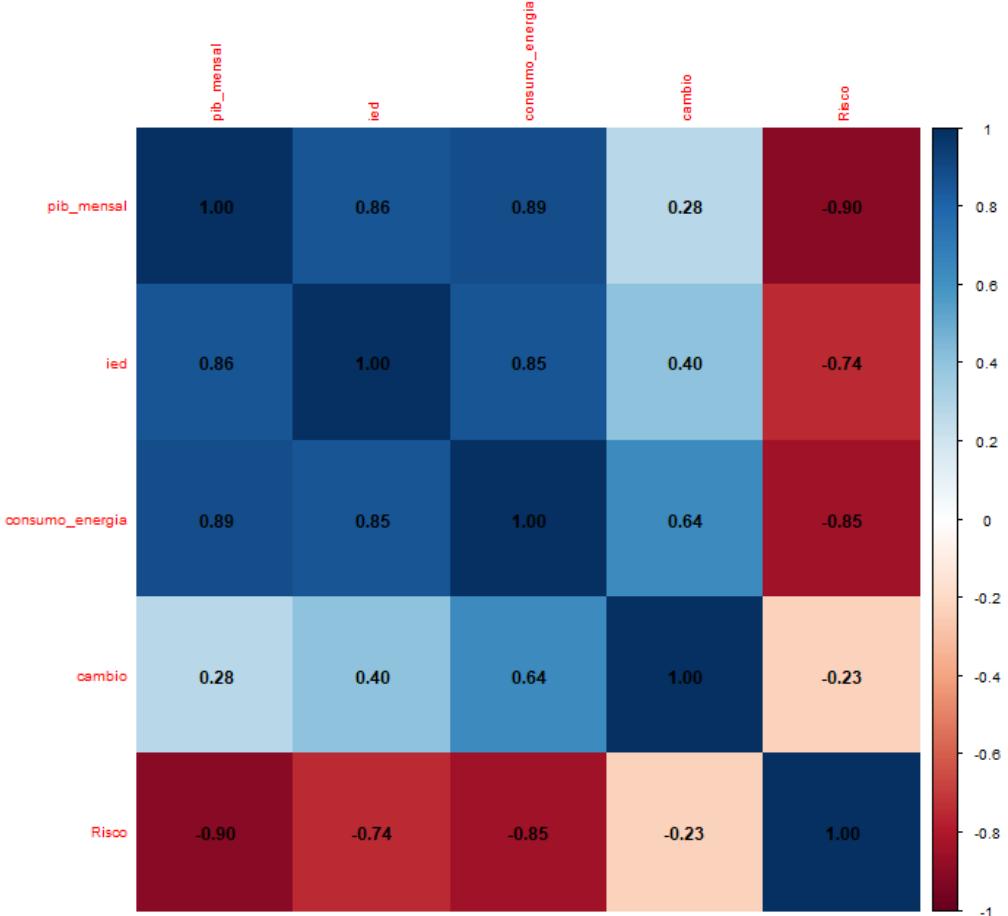
Verificou-se em todos os gráficos a sugestão de um comportamento de presença de raiz unitária nas variáveis, ou seja, na estatística descritivas não houve a presença de médias e variâncias constante no passar dos anos, propondo que a série não é estacionária. A desta análise cabe a necessidade da realização da verificação da estacionariedade das variáveis. Para analisar a questão de raiz unitária entre as variáveis, realizaram-se os testes de ADF (Augmented Dickey-Fuller) e PP (Phillip-Perron).

1.4.3 Relação Linear Entre as Variáveis Selecionadas.

O próximo passo é traçar uma Matriz Correlação deste série temporal, para averiguar quanto forte é a ligação entre estes dados ao longo do tempo. Segue abaixo a Matriz Correlação com os valores variando de -1 até 1, em que quanto mais perto de -1, mais oposta é a relação entre a variável explicativa e o PIB; quanto mais perto de 1, mais similar é a relação entre ambas; quanto mais perto de 0, menos relação há entre as variáveis do modelo econométrico.

Na Figura 6, observa-se que a matriz de correlação revela como o PIB mensal apresenta fortes relações positivas com o Investimento Estrangeiro Direto (IED) (0,86) e o consumo de energia (0,89), indicando que o aumento do IED e do consumo de energia tendem a impulsionar o crescimento do PIB. Por outro lado, o risco país apresenta uma correlação negativa muito forte com o PIB (-0,90), sugerindo que a maior instabilidade econômica está associada à diminuição do crescimento. O IED também está positivamente correlacionado com o consumo de energia (0,85) e com o câmbio (0,40), mas com intensidade moderada, enquanto o risco país tem correlações negativas fortes com o IED (-0,74) e o consumo de energia (-0,85), destacando os impactos negativos de um ambiente de risco elevado. O câmbio apresenta correlações fracas com o PIB (0,28), o IED (0,40) e o consumo de energia (0,64), sugerindo que não exerce uma influência forte sobre essas variáveis, com exceção da moderada relação com o consumo de energia.

Figura 6: Matriz Correlação das variáveis independentes e o PIB



Fonte: Elaborado pelos autores.

1.4.4 Testes de Estacionariedade das Séries Temporais.

Para checar se a série temporal de cada uma das variáveis é estacionária, foi feito os testes ADF (Augmented Dickey-Fuller) e PP (Phillip-Perron) como ilustrado na tabela 3, em que cada um possui suas respectivas condições. Como demonstrado, a tabela indica se a respectiva variável rejeitou ou não a hipótese nula. No teste ADF, 5 variáveis não rejeitaram a hipótese nula, o nível de significância de 5%, evidenciando que as séries temporais não são estacionárias (Como pode ser visto na Tabela 3). Dessa forma, torna-se necessário aplicar transformações adequadas, como a diferenciação, para garantir a estacionariedade das variáveis. De maneira consistente com o teste ADF, o teste Phillips-Perron revelou que todas as cinco variáveis não rejeitam a hipótese nula de raiz unitária, corroborando a presença de não estacionariedade nas séries. Este resultado reforça a necessidade de realizar diferenciações nas variáveis para assegurar que atendam aos critérios de estacionariedade exigidos para análises robustas.

Tabela 3 - Resultado dos Testes de Estacionariedade (ADF, Phillips-Perron) ao nível de significância de 5%

Variável	ADF	Phillips-Perron (PP)
IED	Não rejeita	Não rejeita
PIB	Não rejeita	Não rejeita
Câmbio	Não rejeita	Não rejeita
Consumo de Energia	Não rejeita	Não rejeita
Risco	Não rejeita	Não rejeita

Fonte: Elaborado pelos autores.

Diferenciação das Séries Temporais.

Para atingir a estacionariedade da série temporal foi realizado a diferenciação das variáveis como demonstrado na tabela 4, buscando atender às condições metodológicas exigidas para a execução da modelagem econômética. Para estes testes, averigua-se a um nível de 5%. O critério de decisão considera os valores obtidos do p-valor na comparação com os níveis de significância estipulados, com a finalidade de analisar a rejeição ou não da hipótese nula na presença de raiz unitária. Os resultados apresentados na tabela 4 indicam após a aplicação da diferenciação, os resultados dos testes de estacionariedade (ADF e Phillips-Perron) indicaram que todas as variáveis analisadas — IED, PIB, Câmbio, Consumo de Energia e Risco — rejeitam a hipótese nula de raiz unitária ao nível de significância de 5%. Isso evidencia que as séries temporais diferenciadas são estacionárias, atendendo aos pressupostos necessários para análises econôméticas.

Tabela 4 - Resultado dos Testes de Estacionariedade (ADF e Phillips-Perron) das variáveis diferenciadas ao nível de significância de 5%

Variável	ADF	Phillips-Perron (PP)
IED	Rejeita	Rejeita
PIB	Rejeita	Rejeita
Câmbio	Rejeita	Rejeita
Consumo de Energia	Rejeita	Rejeita
Risco	Rejeita	Rejeita

Fonte: Elaborado pelos autores.

1.4.5 Teste de seleção para as defasagens.

Os resultados dos critérios de seleção de defasagens mostram diferentes sugestões quanto ao número ideal de defasagens. O AIC sugere 10 defasagens, indicando que esse número pode proporcionar um bom ajuste ao modelo. Por outro lado, os critérios HQ e SC sugerem 2 defasagens, favorecendo um modelo mais simples. O FPE também indica 10 defasagens, apontando que esse número minimiza o erro de previsão final.

Tabela 5 - Critérios de Informação para Seleção de Defasagens

Número de Defasagens	AIC	HQ	SC	FPE
1	46.31	46.17	45.96	7.72
2	46.60	46.35	45.96	5.77
3	46.65	46.28	45.72	5.48
4	46.71	46.23	45.49	5.16
5	46.66	46.06	45.15	5.46
6	46.76	46.04	44.96	4.95
7	46.73	45.90	44.65	5.06
8	46.75	45.80	44.37	5.00
9	46.75	45.68	44.08	5.02
10	46.86	45.67	43.89	4.53

Legenda:

AIC (Critério de Informação de Akaike): Penaliza modelos mais complexos para evitar overfitting, preferindo modelos com menor AIC.

HQ (Critério de Informação de Hannan-Quinn): Similar ao AIC, mas com penalização mais suave, útil para amostras maiores.

SC (Critério de Informação de Schwarz): Também conhecido como BIC, prefere modelos mais simples ao aumentar a penalização para modelos complexos.

FPE (Erro de Previsão Final): Estima o erro de previsão final do modelo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Portanto, enquanto o AIC e o FPE indicam que 10 defasagens podem ser mais adequadas para o ajuste e previsão, os critérios HQ e SC sugerem que 2 defasagens seriam suficientes. A escolha do número de defasagens deve considerar o equilíbrio entre o ajuste dos dados e a simplicidade do modelo (Demonstrado na tabela 5).

1.4.6 Vetores de Cointegração - Teste de Johanssen.

A Tabela 6 apresenta os resultados do Teste de Johansen para a determinação do número de vetores de cointegração. No Teste de Traço, os valores das estatísticas aumentam à medida que o número de restrições diminui. Para $r = 0$, a estatística de 83.33 supera o valor crítico de 78.87 no nível de 1%, indicando cointegração. Similarmente, no Teste Máximo, a estatística para $r = 0$ (34.37) é maior que o valor crítico de 38.78 no nível de 1%, sugerindo a presença de cointegração. Ambos os testes indicam que o número de vetores de cointegração pode ser 1 ou 0, com evidências de relações de longo prazo significativas entre as variáveis. Portanto, considerando a presença de cointegração, o modelo VEC (Vector Error Correction Model) é mais apropriado para a modelagem (vide (GROEN; KLEIBERGEN, 2003)), pois permite modelar as relações de longo prazo enquanto captura os ajustes de curto prazo entre as variáveis.

Tabela 6 - Teste de Johansen

Hipótese	Teste	10%	5%	1%	Tipo de Teste
$r \leq 4$	1.09	6.50	8.18	11.65	Traço
$r \leq 3$	6.62	15.66	17.95	23.52	Traço
$r \leq 2$	23.68	28.71	31.52	37.22	Traço
$r \leq 1$	48.96	45.23	48.28	55.43	Traço
$r = 0$	83.33	66.49	70.60	78.87	Traço
$r \leq 4$	1.09	6.50	8.18	11.65	Máximo
$r \leq 3$	5.53	12.91	14.90	19.19	Máximo
$r \leq 2$	17.06	18.90	21.07	25.75	Máximo
$r \leq 1$	25.28	24.78	27.14	32.14	Máximo
$r = 0$	34.37	30.84	33.32	38.78	Máximo

Fonte: Elaborado pelos autores.

1.4.7 Modelo VEC - Vector Error Correction Model.

As tabelas a seguir apresentam os coeficientes estimados com base no Modelo Vetorial de Correção de Erros (VECM – Vector Error Correction Model), utilizado para capturar as dinâmicas de curto e longo prazo entre as variáveis analisadas. Na primeira tabela, são detalhados os coeficientes associados às defasagens de curto prazo, evidenciando os impactos imediatos e transitórios do Investimento Estrangeiro Direto (IED), Produto Interno Bruto (PIB), Consumo de Energia, Câmbio e Risco. A segunda tabela descreve os vetores de cointegração, que refletem as relações de equilíbrio de longo prazo, fundamentais para compreender as interdependências estruturais entre as variáveis.

Tabela 7 - Resultados do VEC - Coeficientes de Curto Prazo (Defasagens)

Equação	Coef1	Coef2	Coef3	Coef4	Coef5
PIB Mensal	0.007	0.767	-0.016	-0.272	-0.083
IED	0.092	0.216	1.109	0.142	-0.130
Consumo Energia	0.001	0.179	0.680	0.034	-0.011
Câmbio	-0.013	-0.362	0.163	0.626	0.062
Risco	-0.019	-0.383	0.037	0.600	0.694

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 8 - Resultados do VEC - Coeficientes de Longo Prazo (Vetores de Cointegração)

Equação	Coef1	Coef2	Coef3	Coef4
IED	1.000	0	0.000	0.000
PIB Mensal	0.000	1	0.000	0.000
Consumo Energia	0.000	0	1.000	0.000
Câmbio	0.000	0	0.000	1.000
Risco	1.380	1.507	0.811	3.902

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados apresentados evidenciam diferenças importantes entre os impactos de curto e longo prazo das variáveis analisadas. No curto prazo, o Investimento Estrangeiro Direto (IED) exibe efeitos positivos significativos nas primeiras defasagens, com um pico na terceira (Coef3 = 1.109), indicando um impacto expressivo, mas que se dissipar nas defasagens seguintes, sugerindo um ajuste temporário. O Produto Interno Bruto (PIB), por sua vez, tem um impacto relevante na segunda defasagem (Coef2 = 0.767), mas passa a apresentar efeitos negativos nas defasagens posteriores, sinalizando uma possível reversão ou correção no curto prazo. Já o Consumo de Energia e o Câmbio demonstram uma trajetória distinta: o Consumo de Energia mantém coeficientes positivos e crescentes até a terceira defasagem (Coef3 = 0.680), enquanto o Câmbio apresenta impactos negativos iniciais que se tornam positivos a partir da terceira defasagem, com destaque para a quarta (Coef4 = 0.626). Por fim, o Risco mostra uma reversão clara de efeitos adversos iniciais para impactos positivos e significativos no curto prazo, refletindo sua dinâmica de ajuste após choques.

No longo prazo, os coeficientes de normalização revelam que IED, PIB, Consumo de Energia e Câmbio atingem equilíbrios independentes, o que indica que suas trajetórias de longo prazo não dependem diretamente das demais variáveis do modelo. Em contraste, o Risco exibe coeficientes elevados e positivamente relacionados a todas as variáveis (Coef1 = 1.380, Coef2 = 1.507, Coef3 = 0.811 e Coef4 = 3.902), evidenciando que ele é influenciado de maneira significativa pelas interações no sistema e atua como um indicador sistêmico relevante. Dessa forma, os resultados sugerem que, embora as relações de curto prazo sejam temporárias e heterogêneas, no longo prazo as variáveis convergem para equilíbrios próprios ou interdependentes, com destaque para o papel central do Risco na dinâmica de equilíbrio econômico.

1.4.8 Análise de Resíduos.

A análise dos resíduos é uma etapa importante na validação de modelos econôméticos, pois permite verificar se as suposições do modelo estão sendo atendidas. A análise dos mesmos pode revelar se o modelo está capturando corretamente a relação entre as variáveis. Quando os resíduos apresentam padrões sistemáticos ou comportamentos não esperados, isso pode indicar que o modelo está mal especificado e falha em capturar alguma dinâmica relevante.

Teste de Normalidade dos Resíduos.

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado para avaliar a normalidade dos resíduos das variáveis analisadas. A hipótese nula do teste afirma que os resíduos seguem uma distribuição normal, enquanto a hipótese alternativa sugere a ocorrência de não seguimento da distribuição. Para interpretar os resultados, observamos os p-valores obtidos para cada variável.

No caso dos resíduos das variáveis analisadas—como PIB, Investimento Estrangeiro Direto (IED), consumo de energia, taxa de câmbio e risco—todos os p-valores foram superiores a 0,05. Isso implica que, para cada uma dessas variáveis, não rejeitamos a hipótese nula, ou seja, os resíduos são consistentes com a normalidade, com base nesse teste. Portanto, podemos concluir que, de acordo com o teste de Kolmogorov-Smirnov, os resíduos das variáveis analisadas seguem uma distribuição normal dentro do nível de significância adotado de 5% como pode ser observado a seguir:

Tabela 9 - Resultados do Teste de Kolmogorov-Smirnov

Variável	p-valor	Rejeita H_0
Resi_pib	0.340	Não
Resi_ied	0.568	Não
Resi_energia	0.112	Não
Resi_cambio	0.434	Não
Resi_Risco	0.164	Não

Legenda: A hipótese nula (H_0) do teste é que os resíduos seguem uma distribuição normal com média e desvio padrão estimados. Nível de significância: 5%.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Autocorrelação dos Resíduos.

O teste de Ljung-Box foi utilizado para avaliar a presença de autocorrelação nos resíduos das variáveis analisadas. A hipótese nula do teste postula que não há autocorrelação significativa nos resíduos para os lags testados, enquanto a hipótese alternativa sugere que existe autocorrelação significativa. Para as variáveis analisadas—como PIB, Investimento Estrangeiro Direto (IED), consumo de energia, taxa de câmbio e risco—todos os p-valores foram superiores a 0,05. Esse resultado sugere que, para cada uma dessas variáveis, não há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula. Em outras palavras, os dados não indicam autocorrelação significativa nos resíduos. Portanto, com base nos resultados do teste de Ljung-Box na tabela 8, podemos concluir que os resíduos das variáveis em questão não apresentam autocorrelação significativa, considerando o nível de significância de 5%. Este resultado indica que o modelo está adequadamente especificado.

Tabela 10 - Resultados do Teste de Ljung-Box

Variável	p-valor	Rejeita H_0
Resi_pib	0.364	Não
Resi_ied	0.996	Não
Resi_energia	0.358	Não
Resi_cambio	0.998	Não
Resi_Risco	0.590	Não

Nota: A hipótese nula (H_0) do teste é que não há autocorrelação significativa nos resíduos para os lags testados.

Nível de significância: 5%.

Fonte: Elaborado pelos autores.

1.4.9 Análise das Funções Impulso-Resposta.

A execução dos choques das variáveis no modelo, como demonstrado nas figuras abaixo, relaciona o IDE na economia brasileira no período vigente de 1995 a 2023.

A função *irf()* utilizada no R, aplicada ao modelo VECM (Vector Error Correction Model), estima as funções impulso-resposta (IRF) para avaliar como um choque em uma variável exógena afeta as variáveis endógenas do modelo ao longo do tempo. O argumento *n.ahead* = 10 especifica

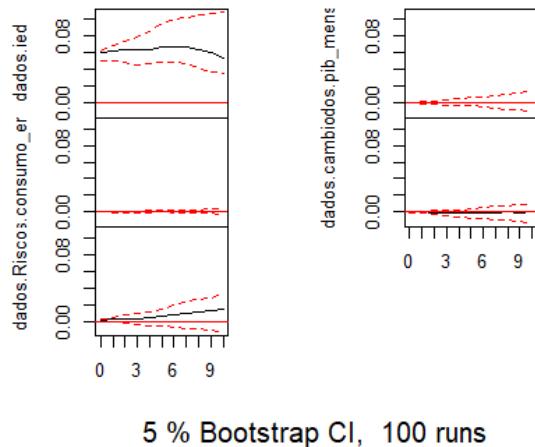
o horizonte temporal de 10 períodos à frente, ou seja, a função calcula os efeitos dos choques ao longo dos próximos 10 períodos. A opção *boot = TRUE* ativa o uso de métodos de bootstrap para calcular intervalos de confiança, o que aumenta a robustez das estimativas. Já o parâmetro *ortho = TRUE* garante que os choques sejam ortogonais, ou seja, assume-se que as variáveis impulsionadas sejam independentes, o que facilita a interpretação dos efeitos individuais de cada choque.

A Figura 12 apresenta a resposta nas variáveis analisadas de um choque no IED. Observando da esquerda para a direita, no primeiro gráfico apresenta-se a resposta de um choque no próprio IED, no segundo quadro apresenta-se a resposta de um choque no consumo de energia, o terceiro quadro mostra a resposta de um choque da variável no Risco País, o quarto quadro apresenta o resultado de um choque da variável no Produto Interno Bruto e o quinto quadro mostra o resultado de um choque da variável taxa de câmbio.

As funções de impulso-resposta foram estimadas para um horizonte temporal de 10 anos, conforme Figura 12. No curto prazo, um choque positivo no IED impacta de forma heterogênea as variáveis analisadas. Observa-se que o Risco País responde inicialmente com uma redução modesta, indicando que choques no investimento estrangeiro contribuem para uma leve melhora na percepção de risco da economia nacional. Todavia, esse efeito é temporário, mostrando sinais de recuperação nos períodos subsequentes. Em relação ao Consumo de Energia, a resposta é positiva e crescente ao longo dos períodos analisados, sugerindo que o aumento no fluxo de investimentos externos está diretamente associado a uma intensificação das atividades econômicas, especialmente daquelas com maior demanda energética. Já no caso da Taxa de Câmbio, a resposta ao choque é inicialmente positiva, evidenciando, de certa forma, uma modesta apreciação da moeda nacional frente ao dólar.

Figura 12 - Função Impulso-Resposta IED

Orthogonal Impulse Response from dados.ied



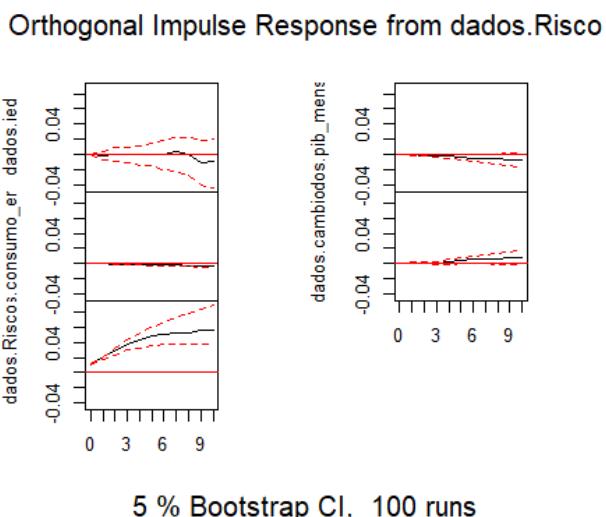
Fonte: Elaborado pelos autores.

Pela Figura 12, a resposta do Produto Interno Bruto (PIB) mostra um comportamento positivo ao longo dos períodos analisados, ainda que de maneira mais gradual e de menor intensidade em comparação às demais variáveis. Destaca-se que embora os intervalos de confiança indiquem que algumas respostas não sejam estatisticamente significativas em todos os períodos (pela inclusão da zona zero), o padrão evidente nas respostas do Consumo de Energia e do PIB aponta para uma relação economicamente relevante. Esses resultados reafirmam o papel do Investimento Estrangeiro Direto como um motor de estímulo às dinâmicas econômicas de curto prazo, ao mesmo tempo em que reforçam a sua importância no alcance de resultados positivos acumulados na economia.

brasileira.

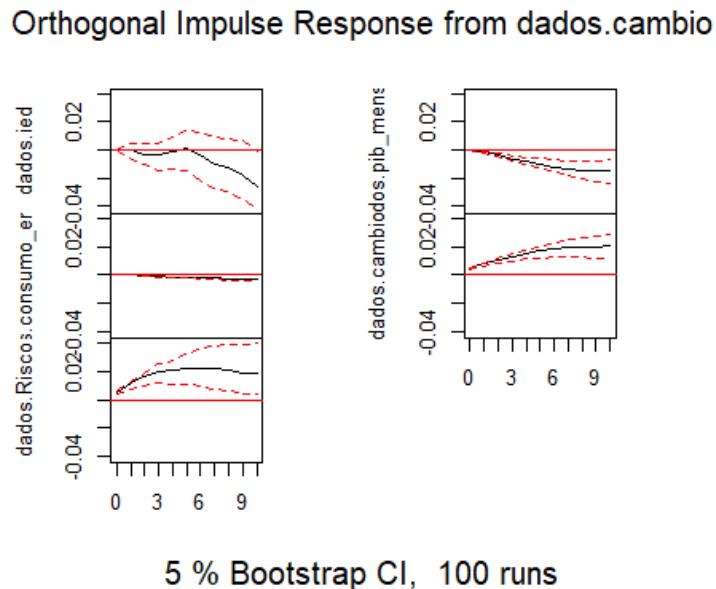
A Figura 13 apresenta a resposta nas variáveis analisadas de um choque no IED. A análise destaca que um choque positivo no Risco País exerceu um efeito multifacetado sobre as variáveis endógenas ao longo de um horizonte de 10 períodos. Inicialmente, é importante notar que o Investimento Estrangeiro Direto (IED) reagiu negativamente a esse tipo de choque. Essa resposta ilustra a sensibilidade do investimento estrangeiro ao aumento do risco percebido na economia, o que reflete uma potencial retração de capital estrangeiro em contextos de incerteza maior. Em contrapartida, o Produto Interno Bruto (PIB) apresentou uma resposta diversa, inicialmente mostrando resiliência, mas posteriormente refletindo sinais de contração. Este comportamento pode ser interpretado como indicativo de que os choques no risco país repercutiram negativamente sobre a confiança dos agentes econômicos e, consequentemente, sobre o desempenho econômico em geral. Em relação ao Consumo de Energia, a resposta revela uma trajetória crescente após a recepção inicial do choque. Por sua vez, a Taxa de Câmbio sofre uma depreciação em consequência dos aumentos no risco, destacando as relações diretas entre a confiança econômica e a estabilização cambial.

Figura 13 - Função Impulso-Resposta Risco País



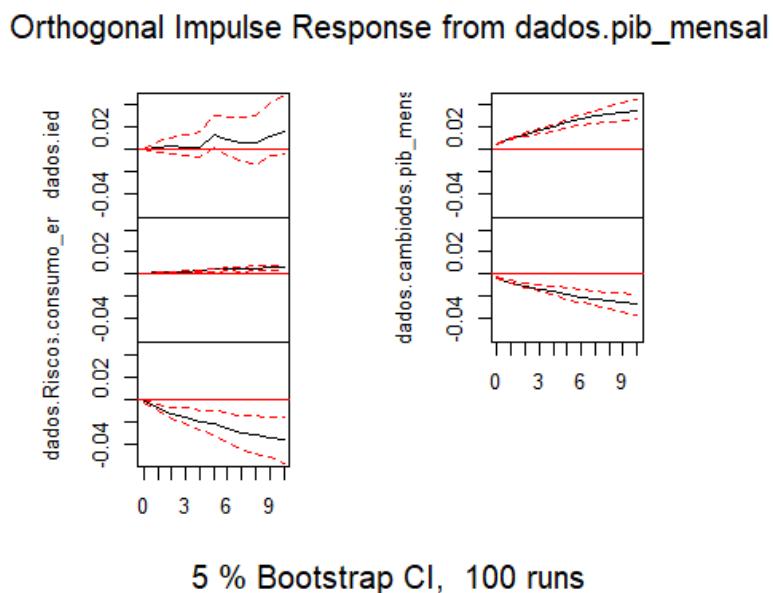
Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 14, apresentam-se os gráficos de resposta ao impulso mostram os efeitos de choques em relação ao Câmbio. Destaca-se a variável do PIB apresentando uma resposta inicial positiva, com tendência a se estabilizar ao longo dos períodos. Isso sugere que choques cambiais podem influenciar o PIB de forma temporária. No IED, o impacto inicial é negativo, mas a variável apresenta recuperação gradual, possivelmente refletindo adaptações do investimento direto estrangeiro a mudanças cambiais. Por outro lado, a relação das variáveis de Risco País e Consumo de Energia, possuem uma resposta negativa mais clara, que se estabiliza em torno de zero após os períodos iniciais, indicando que choques no câmbio podem aumentar os riscos ou reduzir o consumo de energia.

Figura 14 - Função Impulso-Resposta Câmbio

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 15, a análise revela o que um choque inicial no PIB gera de efeitos distintos nas outras variáveis analisadas. No caso do PIB, há uma resposta positiva e duradoura, indicando um crescimento consistente ao longo dos períodos analisados, o que sugere que choques na economia podem estimular o PIB de forma sustentada. Ao passo que, as variáveis Risco e Consumo e IED mostram respostas aos choques na variável câmbio menos intensas e mais voláteis, com oscilações que se estabilizam rapidamente.

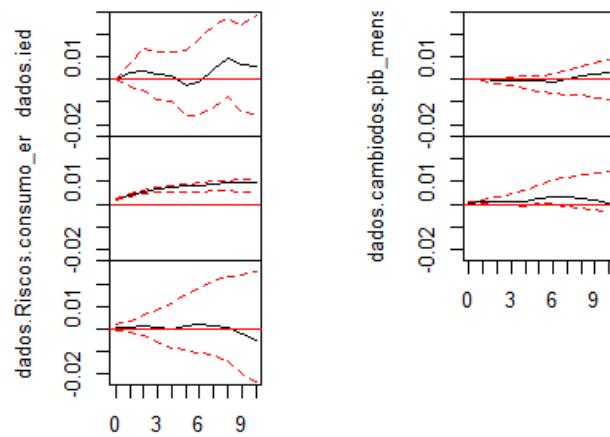
Figura 15 - Função Impulso-Resposta PIB

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 16, os gráficos de resposta ao impulso mostram os efeitos de choques em Consumo de Energia (Comercial + Industrial) sobre outras variáveis do modelo. A variável do PIB apresenta uma resposta positiva e gradual ao longo do tempo, indicando que o consumo de energia tem impacto limitado, mas consistente, sobre o PIB. Aumento do PIB influencia no aumento do consumo de energia em decorrência do aquecimento da atividade econômica. Em relação ao Câmbio, o choque provoca um efeito inicial levemente negativo, com estabilização quase imediata, sugerindo uma certa estabilidade da variável. Já as variáveis a relação entre Risco País e Consumo de Energia e IED exibem respostas oscilatórias. A relação entre Risco País e Consumo de Energia possui efeitos mais incertos e voláteis, enquanto o IED mostra uma resposta positiva sustentada. Os resultados supramencionados sugerem que choques no consumo de energia têm efeitos variáveis, com impacto mais significativo e positivo sobre o PIB no longo prazo.

Figura 16 - Função Impulso-Resposta Consumo de Energia

Orthogonal Impulse Response from dados.consumo_energia



5 % Bootstrap CI, 100 runs

Fonte: Elaborado pelos autores.

1.5 Conclusão.

Este trabalho teve como objetivo analisar, principalmente, os determinantes da entrada de Investimento Estrangeiro Direto no Brasil de 1995 a 2023, em que no referencial teórico do artigo, busca-se identificar como o fluxo deste tipo de investimento tende a gerar efeitos positivos sobre o desempenho econômico nos países receptores. Para tal propósito, a análise utiliza do modelo VEC, abarcando o período de 1995-2023, além de estimar para 10 meses adiante, como foi demonstrado na seção anterior.

Fatores domésticos como PIB nacional, taxa de câmbio, consumo de energia e risco país foram empregados e mostraram-se importantes para explicar o problema tratado como temática do artigo. Dessa forma, o propósito central foi identificar o papel da influência do IED sobre o PIB Brasileiro, revelando inicialmente uma literatura que apontava efeitos positivos e negativos quanto a isto. Desse modo, historicamente foi analisado como a partir de 1990 a entrada de Investimento Estrangeiro Direto na economia brasileira ocorre de uma forma mais intensa, movimento este devido à liberalização econômica e efeitos da própria globalização.

Para analisar a relação do Investimento Estrangeiro Direto e crescimento do Produto Interno Bruto, fez-se uso do instrumento econométrico VECM do período de 1995 a 2023, sendo os dados mensais acumulados de 12 meses anteriores. A escolha deste período deu-se desde o plano real até o fim de 2023, sendo 2020 um caso especial de complexidade da pandemia. A relação do Investimento Estrangeiro Direto e do crescimento econômico como objeto de análise conclui-se que há a existência da relação positiva entre as variáveis no Brasil. Este resultado justifica-se com a literatura apontada ao longo do estudo. O estudo buscou identificar o papel e a importância do crescimento do PIB com a entrada de Investimento Estrangeiro Direto na economia receptora, no caso o Brasil, uma economia em desenvolvimento. O estudo também confirmou que os fluxos de Investimento Estrangeiro Direto geram efeitos sobre o crescimento econômico brasileiro, porém é pequeno como foi assinalado no impulso resposta.

A execução das funções impulso-resposta no modelo VEC visou examinar os impactos dinâmicos do Investimento Estrangeiro Direto (IED) na economia brasileira no período de 1995 a 2023. Os resultados indicam que, em relação a importância do Investimento Direto Estrangeiro (IED) como um fator positivo e consistente para o crescimento do PIB, embora de magnitude moderada. A resposta ao impulso sobre o PIB indicou que choques no IED mantiveram um impacto contínuo ao longo do tempo, ainda que com intensidade moderada. A constância desse efeito chamou atenção e esteve de acordo com estudos anteriores que relacionaram o IED ao crescimento do PIB ao longo dos anos. Já a reação do risco foi positiva, sugerindo que o IED contribuiu para aumentar a confiança dos agentes econômicos e diminuir a percepção de incerteza.

Adicionalmente, o estudo explorou os impactos das variáveis consumo de energia, risco país e câmbio sobre o Produto Interno Bruto (PIB) utilizando a análise de funções de impulso-resposta. Os resultados mostraram que o consumo de energia tem uma relação positiva e crescente com o PIB, sugerindo que o aumento na demanda energética pode refletir na expansão das atividades econômicas, em consonância com a maior entrada de capital estrangeiro. O risco país, inicialmente interpretado como um fator negativo, na verdade demonstrou efeitos positivos ao ajustar a percepção de confiança e promover um ambiente econômico mais favorável após choques. Essa relação ressalta a resiliência econômica com uma estabilização progressiva.

A taxa de câmbio, por sua vez, revelou uma trajetória de recuperação ao longo do tempo, destacando como as flutuações cambiais podem, inicialmente, impactar negativamente o PIB, mas se ajustam positivamente em resposta a entradas de capital significativo. Coletivamente, estas análises complementam a compreensão do papel multifacetado que os determinantes domésticos desempenham no fortalecimento econômico do Brasil, em linha com a centralidade do Investimento Estrangeiro Direto.