

A black and white photograph of an elderly hand holding a stack of coins. The hand is wrinkled and appears to be of an older person. The coins are stacked and held in the palm. The background is dark, making the hand and coins stand out. A semi-transparent white box with a green border is overlaid on the image, containing the text '4. Crescimento Econômico e Inflação'.

4. Crescimento Econômico e Inflação

Crescimento Econômico e Inflação: Uma Análise Aplicando um Modelo VAR (Vetores Auto-Regressivos)

<https://doi.org/10.22533/at.ed.9842410074>

Rosane Santuchi de Moraes
Fernando Antônio Lucena Aiube
Daiane Rodrigues dos Santos

Resumo

Os estudos macroeconômicos visam explicar o comportamento das variáveis agregadas e como elas podem afetar a sociedade como um todo. Temas como inflação, desemprego e crescimento econômico se destacam nas discussões atuais. Ao longo do tempo foi construído diversas teorias respeito destes argumentos. Sob a perspectiva da teoria da Curva de Phillips, formulada por A. W. Phillips, que teve início em 1958, a partir de estudos realizados, buscou explicar a relação inversa entre inflação e o índice de desemprego. Deste modo, este artigo objetiva aferir a relação entre desemprego, inflação e crescimento econômico, tomando como ponto de partida a Curva de Phillips, tendo como justificativa a importância desta relação para a definição de políticas econômicas. O presente trabalho trata-se de um estudo qualitativo e quantitativo, baseado em uma revisão bibliográfica estruturada e aplicabilidade de modelo estatístico, Variável Autoregressiva/VAR, tendo como metodologia consulta artigos científicos selecionados a partir de buscas no banco de dados do Scielo, do Google Acadêmico, artigos publicados em repositórios de universidades, assim como obras de diferentes autores, aplicação de modelo bibliométrico com base de dados da plataforma Scopus, análise gráfica e estatística, utilizando o programa RStudio. Os estudos encontrados sobre a Curva de Phillips são importantes pois contribuem para a formulação de melhores estratégias políticas.

4.1 Introdução

Crescimento econômico elevado e sustentável e baixa taxa de desemprego e de inflação, são três variáveis desejáveis da política macroeconômica e representam indicadores essenciais para avaliar o desempenho de uma economia. A questão da existência e natureza da relação entre inflação, desemprego e crescimento econômico tem sido objeto de considerável interesse mundial para debate por muitas décadas, ainda há espaço para discussão sobre a precisão dessa relação (Sattarov, 2011). Essa área de estudo é crucial para pesquisadores e formuladores de políticas públicas. Compreender essa relação complexa é fundamental para a formulação de políticas eficazes e a promoção do bem-estar econômico.

O comportamento dessas variáveis e suas conexões, quando bem compreendidas, possibilitam eficiência na formulação de políticas econômicas, pois pode haver relação ou não entre as políticas a serem implementadas em relação a esses fatores. A variação da taxa de desemprego pode ser o resultado de políticas para combater a inflação, como mostra a Curva de Phillips, sugerindo que essas duas variáveis crescem de forma inversamente proporcional. Tentar reduzir a inflação pode

exercer uma pressão negativa sobre o emprego; ou seja, há um aumento na taxa de desemprego que afeta negativamente a atividade econômica, criando um ambiente desfavorável para o crescimento econômico."

O ano de 2002, início da nossa série temporal, apresenta uma cenário econômico de inflação em trajetória decrescente em 1,31% a.m., controlada desde a implantação do Plano Real que situava-se em aproximadamente em 2,62% a.m., no mesmo período em 1994 a 36,39% a.m. (IPEA, 2023)[86] e o crescimento econômico, sendo 0,15% ao mês em 2002 e 0,11% ao mês em 2022, no período inicial, o Brasil seguia uma trajetória de superávit, impulsionada pela expansão das exportações de commodities e minério de ferro. Por último, em 2022, o mundo inteiro passou por um período de recessão, caracterizado por baixa atividade econômica. A taxa de desemprego no início e final desta pesquisa apresenta uma queda, situando-se em 0,02% e 0,26% ao mês, respectivamente.

A pesquisa desenvolvida possui abordagem quantitativo e qualitativo. Esta parte de desdobramento de interesse dos autores em o quanto as variáveis taxa de inflação impacta na taxa de desemprego e o quanto ambos influenciam no crescimento econômico. Busca-se entender a conexão entre as variáveis e contribuir para acréscimo do arcabouço teórico existente, fomentar o debate a fim de colaborar para construção de políticas.

O assunto será abordado a partir de outubro de 2002 a dezembro de 2022 no contexto brasileiro, com dados mensais, com padronização de dados. Para tanto, este trabalho se compõe em tópicos na primeira seção, a introdução, onde será apresentado o trabalho, como será sua construção e objetivo. Na segunda seção, o referencial teórico será subdividido em bibliometria e teoria científica, na qual busca-se conceituar e contextualizar os argumentos, enfatizando sua relevância social. Na terceira seção será tratada a metodologia; quarta seção, irá se verificar empiricamente através de utilização do modelo VAR- modelo de variável autoregressiva a relação entre os dados, em seguida, na quinta seção apresenta os resultados da pesquisa, seguida pela análise destes na sexta seção, e por último, a conclusão e bibliografia. Como um fenômeno econômico complexo, a inflação e desemprego podem ter um impacto significativo no crescimento econômico de um país. Compreender como estas duas variáveis interferem uma na outra, se é que interferem, e como estas afetam o crescimento econômico se faz necessário para conhecer as condições adequadas para estabelecer políticas econômicas eficazes a fim alcançar crescimento econômico desejável.

4.2 Referencial Teórico e Bibliometria

De acordo com Santos et al. (2021)[110], a bibliometria é uma técnica quantitativa e estatística utilizada para mensurar a produção científica e os índices de conhecimento, assemelhando-se à demografia no censo populacional. O objetivo dessa técnica é analisar a evolução de temas de interesse. A bibliometria pode ser definida como a aplicação de métodos estatísticos e matemáticos à análise de obras literárias. A principal atividade subjacente à bibliometria é a análise de citações, contribuindo para o desenvolvimento do conhecimento científico, o reconhecimento dos autores e a exposição da literatura relevante às obras científicas. Os métodos bibliométricos ou "análises" estão agora firmemente estabelecidos como especialidades científicas e são parte integrante da metodologia de avaliação da pesquisa, especialmente nos campos científicos e aplicados. Esses métodos estão se tornando cada vez mais populares no estudo de várias facetas da ciência, bem como na classificação de instituições e indivíduos em todo o mundo (Glanzel, 2003)[7]. A análise bibliométrica é uma metodologia estatística destinada a mensurar e quantificar a produção científica sobre um tema específico. Essa abordagem permite a disseminação de informações, tornando-se cada vez mais indispensável e eficaz no âmbito da ciência e tecnologia. A metodologia em questão é fundamentada em três leis empíricas fundamentais: a Lei da Produtividade do Autor (LOTKA, 1926), a Lei da Frequência das Palavras (ZIPF, 1949) e a Lei da Dispersão de Jornais (Bradford, 1934). A Lei de Lotka, conhecida como a Lei dos Inversos Quadrados, foi criada em 1926 após uma análise da produtividade de cientistas. Essa lei diz respeito ao cálculo da produtividade dos

autores, representando uma ferramenta eficaz para a quantificação da produção científica. A Lei de Bradford, também conhecida como a Lei da Dispersão, foi estabelecida em 1934 e concentra-se em um conjunto específico de periódicos, com o propósito principal de analisar a dispersão da produção, possibilitando que os pesquisadores identifiquem um núcleo que auxilie na formulação de políticas de aquisição e descarte de periódicos em tópicos específicos. Por fim, temos a Lei de Zipf ou Lei do Esforço Mínimo, que objetiva relacionar o número de vezes que palavras de interesse aparecem em um texto, mensurando e gerando uma lista de termos de alta e baixa frequência em periódicos. Essa lei, criada em 1949, é de extrema relevância para descrever a relação e a ordem das palavras em publicações de interesse. Santos et al.,2021)[110] A metodologia em questão é fundamentada em três leis empíricas fundamentais: a Lei da Produtividade do Autor (LOTKA, 1926), a Lei da Frequência das Palavras (ZIPF, 1949) e a Lei da Dispersão de Jornais (Bradford, 1934). A Lei de Lotka, conhecida como a Lei dos Inversos Quadrados, foi criada em 1926 após uma análise da produtividade de cientistas. Essa lei diz respeito ao cálculo da produtividade dos autores, representando uma ferramenta eficaz para a quantificação da produção científica. A Lei de Bradford, também conhecida como a Lei da Dispersão, foi estabelecida em 1934 e concentra-se em um conjunto específico de periódicos, com o propósito principal de analisar a dispersão da produção, possibilitando que os pesquisadores identifiquem um núcleo que auxilie na formulação de políticas de aquisição e descarte de periódicos em tópicos específicos. Por fim, temos a Lei de Zipf ou Lei do Esforço Mínimo, que objetiva relacionar o número de vezes que palavras de interesse aparecem em um texto, mensurando e gerando uma lista de termos de alta e baixa frequência em periódicos. Essa lei, criada em 1949, é de extrema relevância para descrever a relação e a ordem das palavras em publicações de interesse, Santos et al.,2021)[110]

Considerando a relevância da análise bibliométrica para evolução do conhecimento científico, o tema será abordado nas duas próximas sub seções, nesta seção a organização dos dados acadêmicos relativos a crescimento econômico, inflação e desemprego, a fim de compor identidade bibliométrica do trabalho em questão.

A pesquisa qualitativa dispoe-se a avaliação de gráficos e tabelas existentes na plataforma Scopus. A análise deste material bibliográfico objetiva-se apresentar a relevância deste tema para as economias mundiais, ou seja, não se delimita a um perfil econômico nacional específico, o que sugere sua importância socio-histórica,

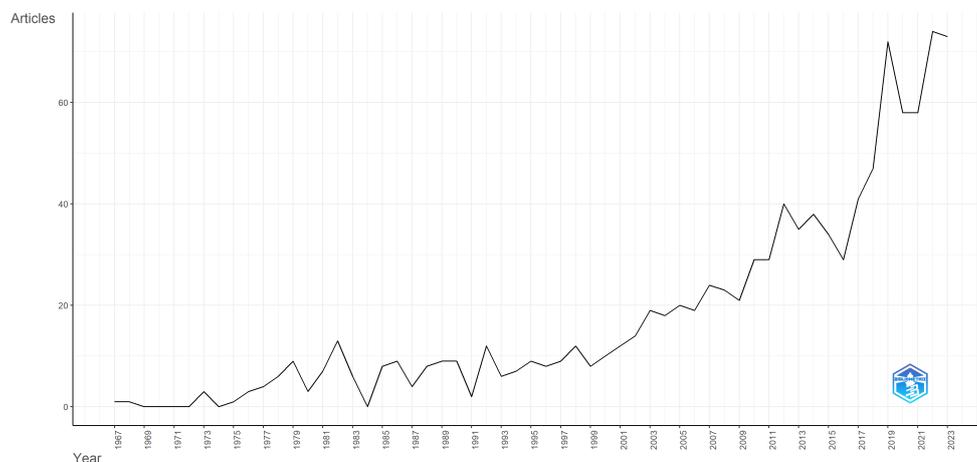
Tabela 4.1: Produção Acadêmica

Tipos de trabalho	Quantidade
Artigo	783
Artigo	36
Livros	90
Revistas	36
Capítulos de Livros	08
Outros	61
Total	1014

Fonte: Elaboração própria dos autores.

Nessa pesquisa foram encontrado 1014 trabalhos realizados em todo mundo, entre artigos, livros, dissertação, teses, livros, periódicos. O registro teve início a partir do ano de 1967 e se encontra em curso no ano corrente, embora a mesma se concentre em um período delimitado menor do que o período bibliométrico. Assim demonstra a tabela 1.

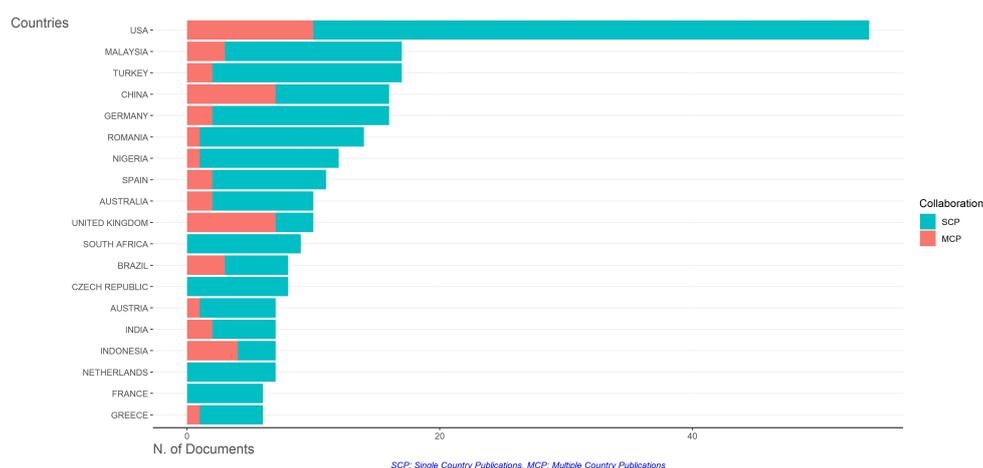
Figura 4.1: Produção Científica Anual



Fonte: Elaborado pelas autoras com dados da base *Scopus*

A produção científica se mostra em trajetória crescente e agregando mais autores em todo mundo, fator que aponta o interesse global no equilíbrio econômico. Pode-se observar aumento de interesse pelo tema através do aumento de publicações, ocorrendo picos em 1973, 1979, 1982, 1992, 1998, 2003, 2007, 2012, 2019 e 2022, como mostra o gráfico 4.1.

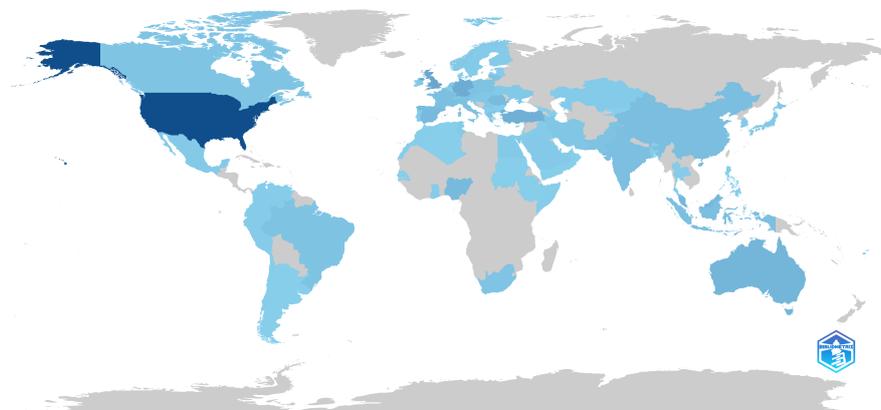
Figura 4.2: Países Mais Relevantes por Autor



Fonte: Elaborado pelas autoras com dados da base *Scopus*

No gráfico acima (4.2) identifica-se que o interesse pelo tema independe da condição de equilíbrio econômico do país. Neste, os USA lidera a relevância de produção acadêmica e o Brasil ocupa a décima segunda posição na composição de pluralidade econômica.

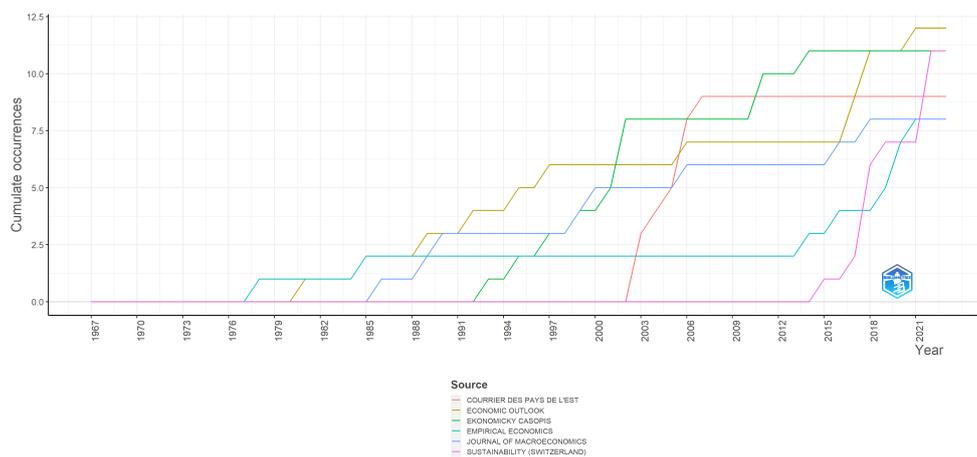
Figura 4.3: Produção Científica por Autor



Fonte: Elaborado pelas autoras com dados da base *Scopus*

O mapa corrobora com o gráfico anterior ao passo que os países em azul escuro, que estão em maior proporção, denota também a produção científica por autor, e as áreas em azul claro logo em seguida.

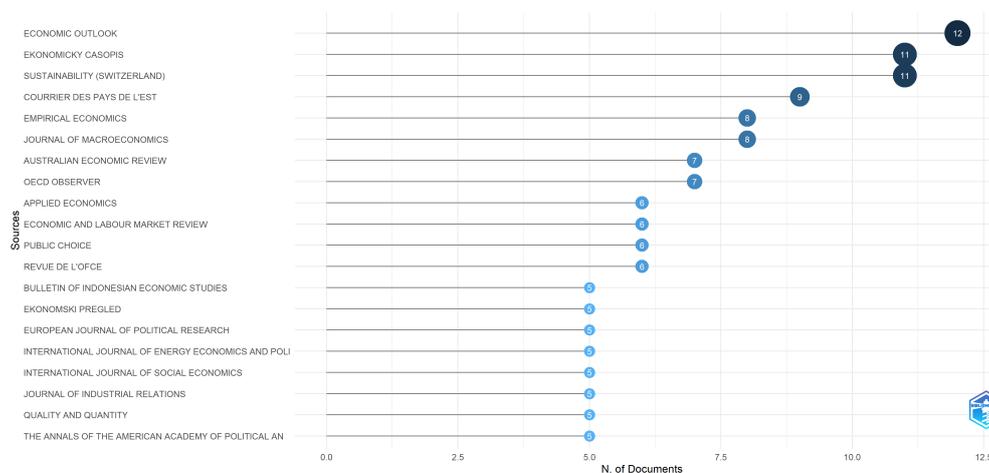
Figura 4.4: Produção das Fontes ao Longo do Tempo



Fonte: Elaborado pelas autoras com dados da base *Scopus*

As produções científicas apresentadas tem caráter cumulativo. Em seis países destacados que mais produziram, o Fundo Monetário Internacional, através da Economic Outlook é a que realizou mais produção acadêmica nesse último ano.

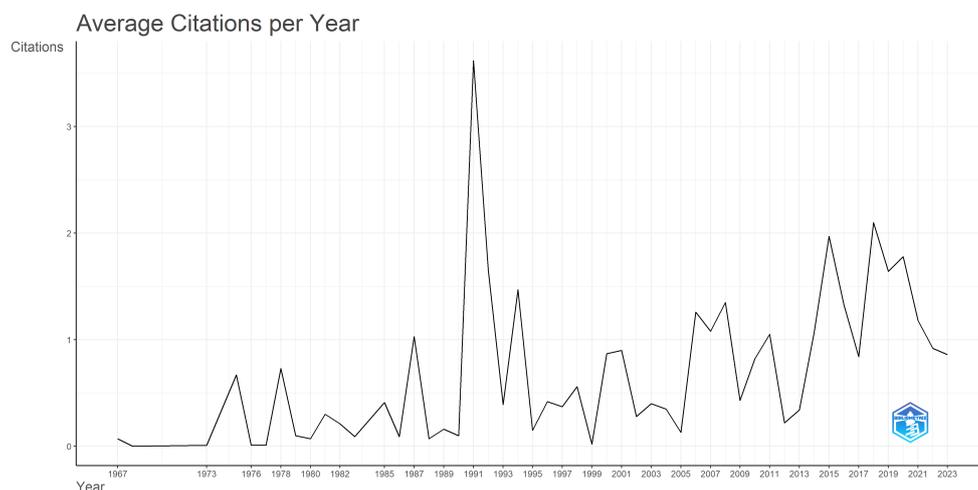
Figura 4.5: Fontes Mais Relevantes



Fonte: Elaborado pelas autoras com dados da base *Scopus*

Das vinte instituições que mais apresentaram produção cient, a Economic Outlook lidera o ranking das produções relevantes, destacando doze produções entre as mais significativas seguidas por onze publicações da Ekonomiky Casopis e Sustainibility.

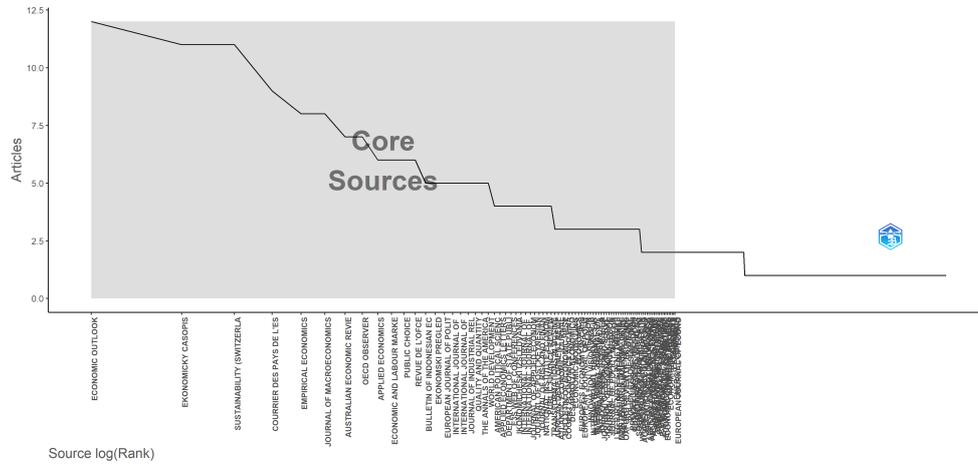
Figura 4.6: Média de Citação por Ano



Fonte: Elaborado pelas autoras com dados da base *Scopus*

Este gráfico revela que nos anos de 1975, 78, 81, 85, 87,94, 2001, 06, 08, 11, 15 e 18 houve picos de publicação, porém nada comparado ao ano de 1991. Neste período pode-se destacar o advento da globalização com ideologia neoliberal, com alta inflacionária e perspectiva de taxa de desemprego natural(GENNARI, 2002).

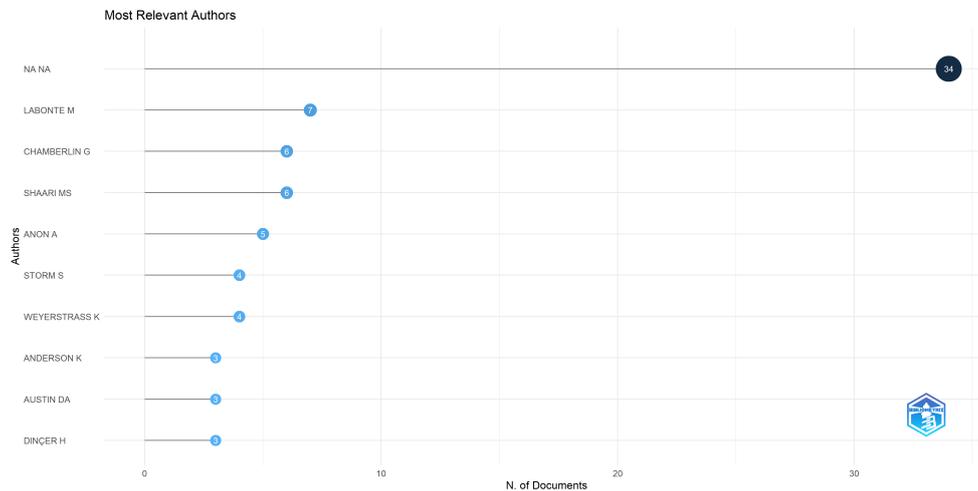
Figura 4.7: Fonte Principal Pela Lei de Bradford



Fonte: Elaborado pelas autoras com dados da base *Scopus*

A amostra apresentada consiste em 50 fontes de pesquisa que abordaram os objetos do tema em questão. A lei de Bradford proporciona a base para a discussão e abre caminho para contribuições científicas futuras. Pode-se observar que, de acordo com essa premissa, o gráfico acima evidencia o crescimento do agregado científico ao longo do tempo. Em outras palavras, o gráfico revela o interesse cada vez maior da comunidade científica no assunto.

Figura 4.8: Autores Mais Relevantes



Fonte: Elaborado pelas autoras com dados da base *Scopus*

Foram observados os dez autores que mais publicaram ao longo de mais de meio século. Embora o topo do ranking esteja ocupado por autores não identificados, destaca-se Labonete M., que apresenta a maior produção acadêmica sobre o tema exposto.

Será utilizada para análise empírica econometria com aplicação do modelo VAR, a fim de identificar a coorelação entre os argumentos, inflacionário, desemprego e crescimento econômico. A fonte de dados para execução da modelagem econométrica origina-se do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/IBGE e do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/IBGE como fonte de dados nacional. Como a centralidade do trabalho é crescimento econômico e inflação se faz necessário assumir heterocidasticidade das variáveis dentro do modelo estocástico.

Desemprego

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), reforçado pelo PNAD, classifica o desemprego como pessoas a partir de 14 anos de idade, com força potencial de trabalho, que não estão ocupadas, mas estão à procura de trabalho e não encontram; ou seja, não se refere apenas à busca por ocupação.

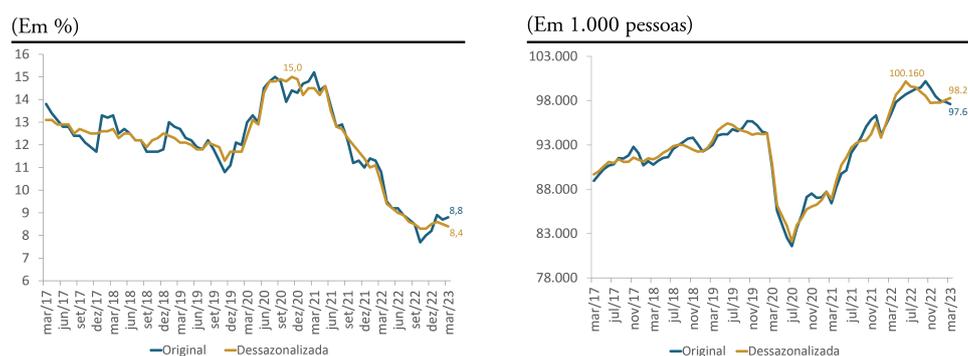
O desemprego é um dos problemas socioeconômicos mais importantes com os quais os países precisam lidar. Ele afeta não apenas o nível de crescimento econômico do país, mas também a capacidade de produção, a saúde individual, o conceito de família e a estabilidade da sociedade (OZEN, 2022).

Ao comparar desemprego e crescimento econômico por meio de tabelas, OZEN, 2022, concluiu que, à medida que um país cresce economicamente, as taxas de desemprego diminuem (OZEN, 2022).

Através da alteração das políticas monetárias e fiscal, os formuladores de políticas econômicas poderiam escolher entre uma inflação baixa e desemprego alto, ou o contrário, mas que possuir uma baixa inflação e um baixo desemprego se constituiria em um paradoxo (MANKIW, 2009)[mank].

No Brasil, segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), em dezembro de 2022, a população ocupada no país somava aproximadamente 98 milhões de pessoas, um aumento de 0,04% em comparação com o mesmo período do ano anterior. Após o ajuste sazonal, embora o contingente de 98 milhões de ocupados, a população ocupada vem se expandindo, com alta de 0,02% em relação ao mês anterior. O gráfico a seguir expressa a análise feita aqui:

Figura 4.11: Taxa de Desemprego/População Ocupada



Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/IPEA

Acesso em 01 de dezembro de 2023

Inflação

Define-se aqui a inflação (Fernandes, 2012) como o aumento contínuo geral dos preços, ou em outras palavras, a perda potencial do consumo pelos sujeitos. Identificam-se quatro tipos de inflação: a) Inflação de demanda, ou inflação de mercado, esta ocorre quando o aumento da oferta não acompanha o aumento da demanda por consumo, ou seja, quando o setor produtivo não absorve a demanda no curto prazo; b) Inflação inercial, manifesta-se na elevação de preços, taxas e

contratos baseado em índices inflacionários passados; c) Inflação de expectativas, esta se apresenta em aumento de preços provocados pelas projeções inflacionárias futuras realizadas pelos agentes econômicos; d) Inflação de custos, estas são identificadas pelas elevações do custo da produção, geralmente ocorre pela desvalorização cambial.

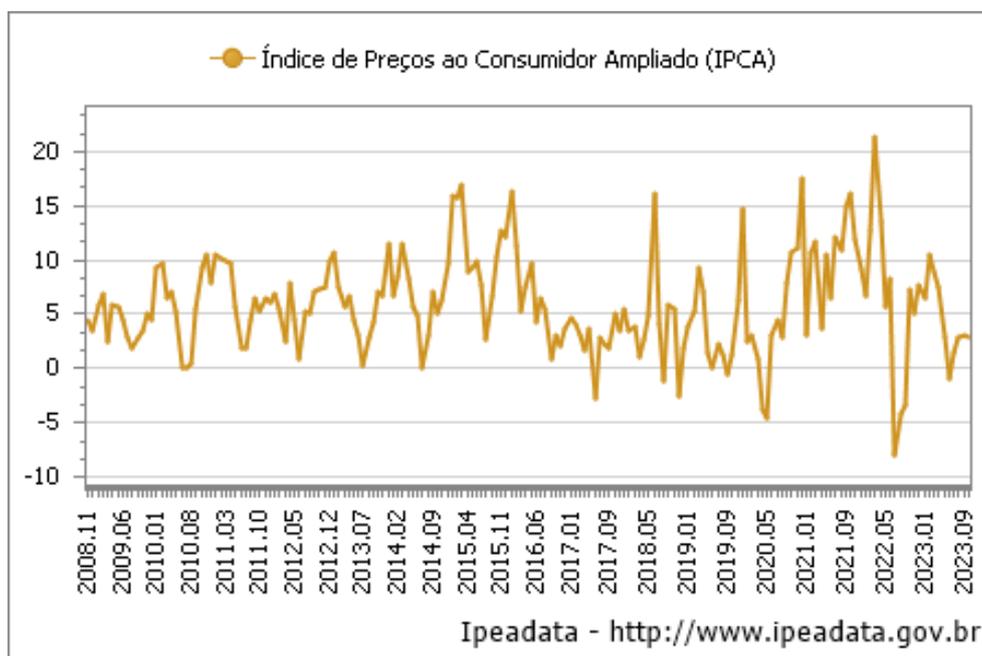
O aumento no nível real de preços indica uma diminuição no nível real de consumo, mas para o indivíduo racional, isso se traduz em menos renda para investimento. Portanto, deduz-se queda na produtividade e no PIB. "Quando a taxa de inflação esperada se eleva, há uma fuga da moeda, mas a riqueza assim liberada não se dirige ao capital físico, como no modelo de Tobin, ou parcialmente ao consumo, como no de Sidrauski, mas é utilizada também para adquirir títulos indexados, reduzindo o investimento e provocando uma queda na taxa de crescimento de equilíbrio"(Tourinho, 1996)[120].

A relação entre processo inflacionário e crescimento econômico é considerada um desafio para qualquer economia, pois possuem uma relação inversamente proporcional e negativa. Utiliza-se o fator taxa de juros para corrigir essa distorção. Para Barros (1996), as políticas econômicas nos países se expressam em forma de taxa de juros e crescimento dos agregados monetários e estão mais voltadas para as taxas de inflação baixas e controladas.

De acordo com a OCDE, a inflação mede as mudanças no nível geral de preços de uma economia e reflete o fenômeno de que a moeda tende a perder seu valor com o tempo. A inflação, de acordo com a OCDE, é um conceito macro, e não micro, econômico. Diz respeito ao nível global de preços e valor de dinheiro, em vez dos preços de mercados específicos. A política monetária e, em menor medida, a política fiscal são geralmente consideradas as principais alavancas políticas para controlar a inflação, com muitas jurisdições incumbindo os bancos centrais para cumprir as metas de inflação.

Além disso, é fundamental enfatizar que o controle da inflação deve ser considerado uma condição de extrema importância para sustentar o crescimento econômico de longo prazo. Um bom controle da inflação estimula o investimento, o consumo e o crescimento da economia, oferecendo estabilidade e previsibilidade aos agentes econômicos. Não obstante, uma inflação descontrolada pode aumentar os custos de produção, afetar as expectativas e desestimular os investidores. As economias, como a do Brasil, por exemplo, enfrentam o desafio de equilibrar o crescimento econômico com a taxa inflacionária. Em seu histórico, estão impressas altas taxas de inflação, tomando como base o Índice de Preços ao Consumidor (IPCA), como apresentado na tabela abaixo:

Figura 4.12: Taxa de Inflação/IPCA



Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/IPEA
Acesso em 01 de dezembro de 2023

O controle inflacionário através da variação da taxa de juros em economias frágeis pode gerar crise recessiva e redução da taxa de crescimento econômico. Como analisa Fonseca (2002) a magnitude desse efeito é tão negativo sobre o investimento no curto prazo Tais como um decréscimo na taxa de inflação média de 10% ao ano é estimado a reduzir a taxa de crescimento do Produto Interno Bruto - PIB em 0,2%.

Curva de Phillips

Ao longo do tempo, foram construídas diversas teorias a respeito desses argumentos. Sob a perspectiva da teoria da Curva de Phillips, formulada por A. W. Phillips a partir de estudos iniciados em 1958, buscou-se explicar a relação inversa entre a variação da inflação e o índice de desemprego. Deste modo, este artigo objetiva aferir a relação entre desemprego, inflação e crescimento econômico, tomando como ponto de partida a Curva de Phillips, tendo como justificativa a importância dessa relação para a definição de políticas econômicas (OZEN, 2022).

A relação entre as taxas de inflação e desemprego e expressa na Curva de Phillips, partindo da premissa de que a variação das taxas de inflação implicam na variação das taxas de desemprego, de forma inversamente proporcional, sugerindo a partir disso, que é possível manter um desemprego menor se for aplicada uma inflação mais alta, e que esta pode ser reduzida em função do aumento do desemprego, existindo então uma contradição entre as duas variáveis(DORNBUSCH; FISCHER, 1982).

Segundo Barbosa (2010)[42], o modelo de oferta de Lucas admite competição dos mercados estando, assim, em equilíbrio; admite racionalidade entre os agentes, desta forma cada agente conhece sobre o preço do bem que ele oferece, mas desconhece o nível geral de preços da economia, estando sob a disponibilidade da informação imperfeita. Portanto, o problema da informação conduz os agentes a tomarem decisões de curto prazo que diferenciam distorções de longo prazo, sendo que, no curto prazo, o nível de produção varia em função dos agentes não compreenderem os sinais proporcionados pelo mercado com relação ao preço agentes não compreenderem os sinais

proporcionados pelo mercado com relação ao preço (BARBOSA, 2010)[42]. Assim considera-se que a Curva de Philips sugere que as variáveis possuem algum grau de relação com o crescimento econômico, ainda que indiretamente.

Crescimento Econômico

Segundo Chirwa et al. (2019)[54], “o crescimento econômico é um fenômeno importante a qualquer economia do mundo”. Realizar previsões de cunho econômico depende do estudo de diversas variáveis. O estudo dessas variáveis permite aos economistas criarem modelos econômicos na tentativa de prever como as variáveis se comportarão no futuro.

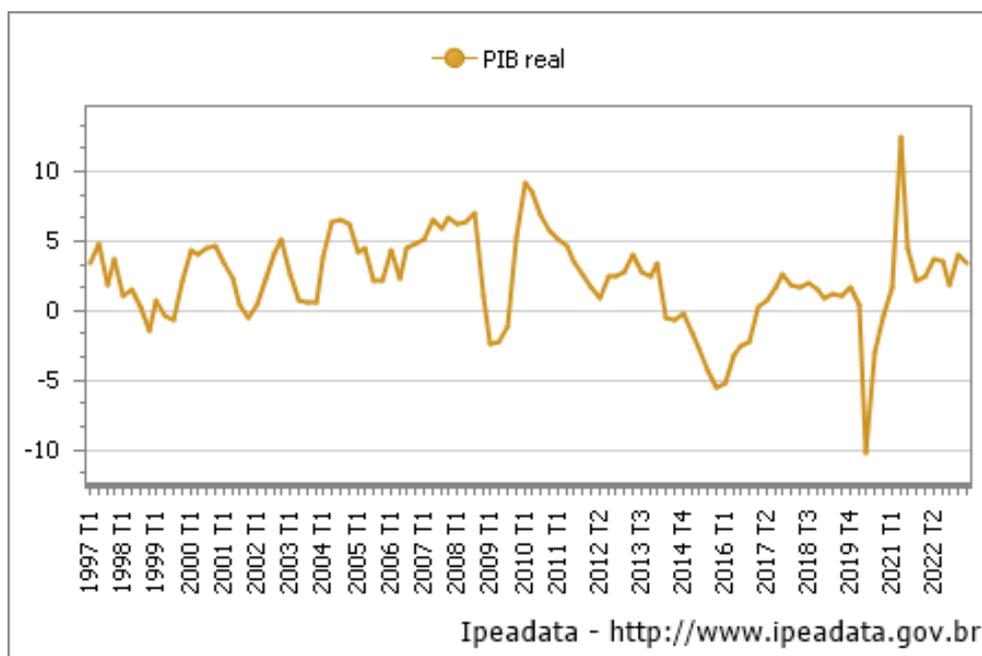
O crescimento econômico é entendido como relação inversa da renda nacional e "Como sabemos que o coeficiente de produtividade do capital apresenta uma relativa estabilidade para cada economia, pois reflete o complexo de potencialidades dessa economia pode-se admitir que a intensidade do crescimento de ano para ano é principalmente determinada pela relação inversões-renda nacional, à qual denominaremos de coeficiente de inversão", (FURTADO, 2004). De acordo com Jones (2013)[87], o crescimento econômico ótimo pode ser alcançado quando uma economia atinge uma taxa de crescimento sustentável de longo prazo, e neste momento a sociedade esta maximizando o seu bem-estar.

O estado supramencionado, de acordo com o autor, é caracterizado por uma combinação equilibrada de: (i) acumulação de capital, que abrange investimentos em infraestrutura, educação e capital físico; (ii) avanços tecnológicos, que contemplam inovações tecnológicas e descobertas que melhoram a eficiência da produção; (iii) e eficiência na alocação de recursos, que garante que os agentes econômicos sejam utilizados da melhor maneira possível os fatores de produção. Jones (2013)[87] salienta ainda que políticas econômicas eficazes e incentivos adequados desempenham um papel fundamental na determinação do crescimento econômico.

Cabe destacar que políticas fiscais, que inclui a gestão adequada dos recursos públicos e a redução da carga tributável sobre o investimento, pode proporcionar um ambiente favorável ao crescimento econômico de longo prazo. Além disso, políticas monetárias eficientes que visem manter a estabilidade de preços (a inflação) e a confiança no sistema financeiro são essenciais para criar condições favoráveis ao investimento e à inovação e proporcionar crescimento econômico ótimo e sustentado Jones (2013)[87].

Para economias como a brasileira, em desenvolvimento, manter um crescimento econômico e controlar a inflação tem sido um grande desafio. A inflação histórica do Brasil tem afetado o objetivo de crescimento econômico sustentável. A inflação elevada afeta negativamente os investimentos produtivos e deixa os agentes econômicos com incertezas (OZEN, 2022). Por outro lado, um crescimento econômico é necessário para promover o desenvolvimento socioeconômico e melhorar as condições de vida dos agentes.

Figura 4.13: Taxa de PIB Real



Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/IPEA
Acesso em 01 de dezembro de 2023

Na leitura do gráfico acima, pode-se concluir que nos últimos vinte e cinco anos o Produto Interno Bruto percorre uma trajetória irregular em torno de zero, alcançando picos negativos em 2009 devido, em sua maior parte, a reflexo de crise internacional; em 2016, período compatível com crise política interna - processo de impeachment -; e por último, em 2020, período de início de baixa atividade econômica provocado pelo processo pandêmico.

4.3 Metodologia

A pesquisa se estrutura em qualitativa e quantitativa. O objetivo principal deste trabalho é entender o quanto as variáveis desemprego e inflação influenciam no crescimento econômico.

Nesta seção será utilizado na programação do R, o modelo VAR para correlacionar as variáveis. O espaço amostral é definido como taxas mensais, ou seja, contendo sazonalidades, na intenção de obter resultados não viesados e compreendido de outubro de 2002 a dezembro de 2022.

Para os dados de inflação, foi utilizado como parâmetro o Índice Nacional de Preços/IPCA, para desemprego a taxa de desocupação, ambos oriundos do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/IPEA, e por último, o Produto Interno Bruto/PIB em unidade monetária do Instituto Brasileiro de Geografia e Pesquisa/IBGE, sendo este dado tratado e parametrizado em relação aos outros dados trabalhados.

O modelo de estimativa aplicado à pesquisa, Variável Autoregressivo/VAR, embora seja um modelo adequado para estimação desta pesquisa, há limitações para precisão do resultado. Segundo Sims, Stock e Watson (1990)[115], tornar os dados estacionário através da diferenciação pode-se adulterar a natureza dos dados. Ainda assim, nessa pesquisa aplicou-se diferenciação dos dados de PIB e desemprego a fim de torná-los estacionário.

4.4 Modelo VAR: Vetores Autorregressivos

O modelo VAR (Vetores Autorregressivos) é uma ferramenta estatística usada para analisar a dinâmica de séries temporais multivariadas. Este modelo é frequentemente empregado em econometria para entender as relações entre diferentes variáveis ao longo do tempo. O VAR permite modelar as interações complexas entre várias variáveis ao longo do tempo, sendo a representação linear de cada variável endógena, juntamente com os valores passados de outras variáveis no sistema, o núcleo do modelo.

O modelo VAR pode ser utilizado em uma variedade de áreas, desde finanças e economia até ciências sociais e climatologia. Por exemplo, na esfera econômica, o modelo é frequentemente usado para investigar como vários indicadores, incluindo inflação, taxas de juros e produto interno bruto, interagem uns com os outros. Para prever tendências econômicas e entender os efeitos de choques em uma variedade de variáveis, é essencial possuir essa capacidade de modelar interdependências temporais.

Além disso, o Modelo VAR é útil em situações em que várias variáveis afetam o comportamento umas das outras, pois oferece uma visão ampla e dinâmica de sistemas complexos. O Modelo VAR é uma ferramenta essencial para pesquisadores e analistas que trabalham com dados temporais multidimensionais porque é simples de entender e flexível. O modelo VAR é representado por:

$$\mathbf{Y}_t = \mathbf{A}_1 \mathbf{Y}_{t-1} + \mathbf{A}_2 \mathbf{Y}_{t-2} + \dots + \mathbf{A}_p \mathbf{Y}_{t-p} + \mathbf{u}_t \quad (4.1)$$

onde:

$$\mathbf{Y}_t = \begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \\ \vdots \\ y_{nt} \end{bmatrix} \text{ é um vetor de variáveis endógenas no tempo } t,$$

\mathbf{A}_i são matrizes de coeficientes autorregressivos para o atraso i ,

p é a ordem do modelo,

\mathbf{u}_t é um vetor de resíduos brancos multivariados no tempo t .

A variável de erro \mathbf{u}_t desempenha um papel crítico nas suposições do modelo. As suposições essenciais associadas a \mathbf{u}_t incluem normalidade e constância de variância.

Uma suposição dos modelos VARs é a normalidade dos resíduos, representada por \mathbf{u}_t . Isso significa que os choques ou erros inesperados que não são capturados pelos termos autoregressivos seguem uma distribuição normal. Não obstante, a constância da variância dos resíduos ao longo do tempo é outra suposição importante. Isso significa que a magnitude dos choques não muda sistematicamente com o tempo. A homoscedasticidade dos resíduos é essencial para garantir a validade das estimativas e previsões do modelo ao longo de diferentes períodos.

Coeficientes Autorregressivos (\mathbf{A}_i)

Os coeficientes \mathbf{A}_i representam a resposta de cada variável à sua própria história, bem como à história das outras variáveis. Eles indicam como as variáveis afetam umas às outras ao longo do tempo.

Ordem do Modelo (p)

A ordem p do modelo VAR indica até quantos períodos anteriores as variáveis são consideradas para prever o valor atual. Escolher a ordem correta é crucial e geralmente envolve análise estatística e interpretação do contexto.

O modelo VAR assume estacionariedade das séries temporais. Se as séries forem não estacionárias, pode ser necessário realizar transformações, como diferenciação, antes de aplicar o modelo.

A eficácia do modelo VAR está relacionada ao número de observações disponíveis. Com poucas observações, a estimação dos parâmetros pode ser imprecisa.

Tabela 4.2: Dados da Pesquisa

Observações	242
p	2
Diferenciação	1

Fonte: Elaboração própria dos autores.

Escolha da Ordem (p)

Uma escolha incorreta da ordem do modelo pode levar a previsões imprecisas. Existem métodos estatísticos, como critério de informação Akaike (AIC) e critério de informação bayesiano (BIC), para ajudar na seleção da ordem adequada.

O BIC é uma medida que considera tanto o ajuste do modelo quanto a complexidade dele. Ele tende a penalizar mais os modelos mais complexos. Como o objetivo é escolher um modelo que se ajuste bem aos dados e seja o mais simples possível, o modelo com o menor valor do BIC é geralmente preferido. Uma diferença de 2 no valor do BIC entre modelos é frequentemente considerada evidência moderada de que o modelo com o BIC mais baixo é preferido.

A aplicação do critério de informação utilizado na presente pesquisa é o BIC (Critério de Informação Bayesiana), uma parte importante do processo de modelagem. A escolha do $p=2$ se deu por meio de um processo de tentativa e erro com sensibilidade, uma decisão empírica baseada na análise do desempenho do modelo, onde se obteve o menor valor para o BIC.

A função de critério de informação usado nesta pesquisa é:

$$\text{BIC} = k \ln(n) - 2 \ln(\hat{L}) \quad (4.2)$$

Análise residual

Tem-se como resultado a série inflacionária com o menor valor para o BIC de 1320.753. Ao analisar os resíduos de um Modelo VAR (Vetores Autorregressivos), é fundamental avaliar três propriedades essenciais: normalidade, não correlação e independência e identicamente distribuídos (i.i.d.). Essas características são cruciais para assegurar a validade das inferências e previsões derivadas do modelo.

A premissa fundamental do Modelo VAR é a normalidade dos resíduos. Idealmente, os resíduos devem ser distribuídos de forma normal, o que permitirá a obtenção de resultados estatísticos e previsões e impulso resposta confiáveis. Os resíduos de um Modelo VAR devem ser não correlacionados, indicando a ausência de padrões sistemáticos remanescentes. A autocorrelação nos resíduos sugere que o modelo não captura completamente a dinâmica temporal dos dados. Por fim, a independência e identicamente distribuídos referem-se à aleatoriedade e homogeneidade dos resíduos ao longo do tempo. Se os resíduos forem i.i.d., cada observação é independente das outras, e todos seguem a mesma distribuição. Esse conceito é vital para garantir que não haja padrões sistemáticos não capturados. Cabe destacar que a verificação rigorosa dessas propriedades assegura que o Modelo VAR vem ajustado aos dados.

Figura 4.14: Resíduos

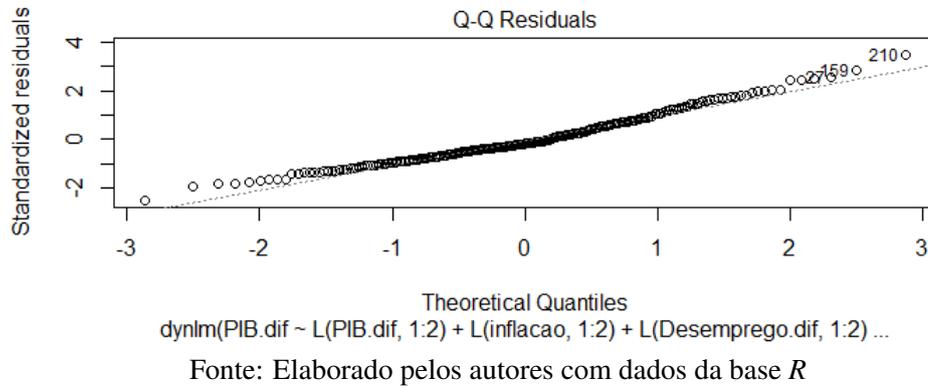
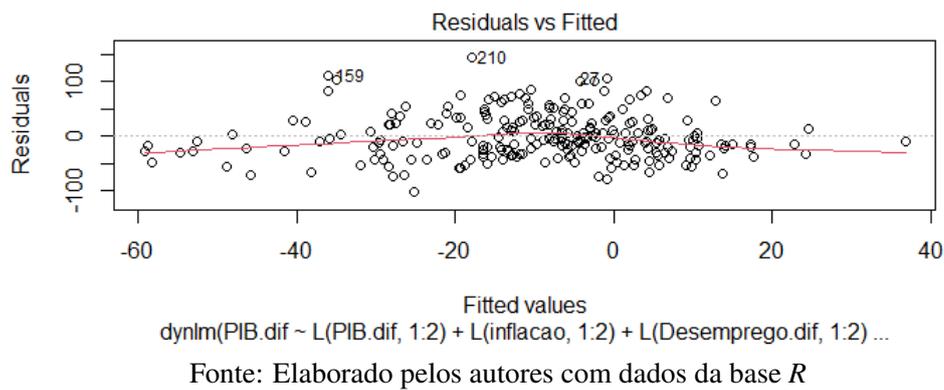


Figura 4.15: Gráfico de Dispersão Residual



Nos gráficos acima se observa que os resíduos tendem a ser independentes entre si e identicamente bem distribuídos, garantindo que o VAR se ajusta bem aos dados.

4.5 Resultado

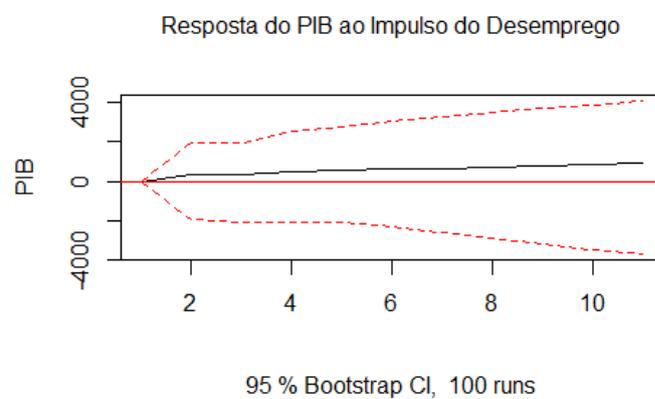
Tabela 4.3: Estatística Descritiva

Coefficiente	PIB.dif	Inflação	Desemprego.dif
Intercepto	-15.04304	2.070044	0,96971
Multiple R-squared:	0.1333	0.4968	0.08223
P-value	0.00104	9.7e-08	0,134
Teste F e P-value	5.97/8.029e-06	38.5/2.2e-16	3.479/0.00259
Residual standard error	41.77 GL	3.473 c/ 234 GL	64,42 GL
Resíduos Min	-102,643	-15,6184	-328,76
1Q	-29,534	-1,7756	28,41
Median	-7,303	-0,2794	1,26
3Q	25,663	1,9630	29,17
Max	142,922	10,427	156,11

Fonte: Elaboração própria dos autores.

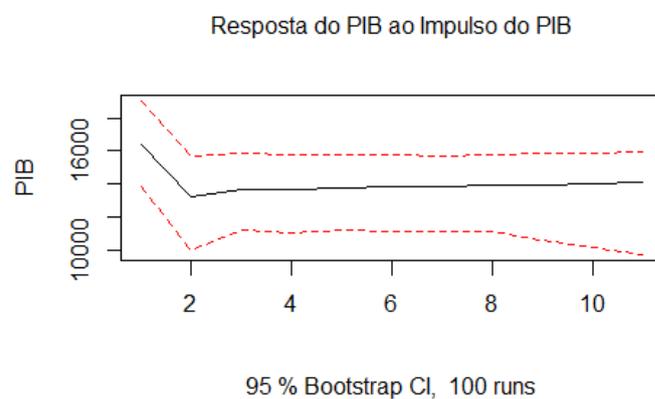
O modelo inclui lags das variáveis PIB.dif (diferença do PIB), inflacao (inflação) e Desemprego.dif (diferença do desemprego) até o segundo atraso ($L(\text{PIB.dif}, 1:2)$, $L(\text{inflacao}, 1:2)$, $L(\text{Desemprego.dif}, 1:2)$). Intercepto (Constante): -15.04304. Isso é o valor esperado de PIB.dif quando todas as variáveis independentes são zero. Coeficientes de Lags: Cada um representa a relação entre a variável dependente e suas defasagens, $L(\text{PIB.dif}, 1:2)$ tem um coeficiente de -0.21855, indicando o impacto de uma unidade de defasagem no PIB.dif na resposta atual. O mesmo raciocínio se aplica para os outros coeficientes de lags. Os p-valores associados a cada coeficiente indicam se o coeficiente é estatisticamente significativo. P-valores pequenos (geralmente < 0.05) sugerem significância estatística. Os resíduos do modelo (diferença entre os valores observados e os valores preditos) têm uma média próxima de zero, o que é bom sinal. O Residual standard error é 41.77. O R-squared é 0.1333, indicando que o modelo explica cerca de 13.33% da variabilidade na variável dependente. O F-statistic é 5.97, com um p-valor muito pequeno ($8.029e-06$), sugerindo que pelo menos uma das variáveis independentes é significativa na explicação da variabilidade em PIB.dif. O Adjusted R-squared (R-squared ajustado) leva em consideração o número de variáveis independentes no modelo, ajustando o R-squared pelo número de preditores. O valor é 0.1109, indicando o ajuste do modelo após levar em conta o número de variáveis independentes.

Figura 4.16: Impulso Resposta



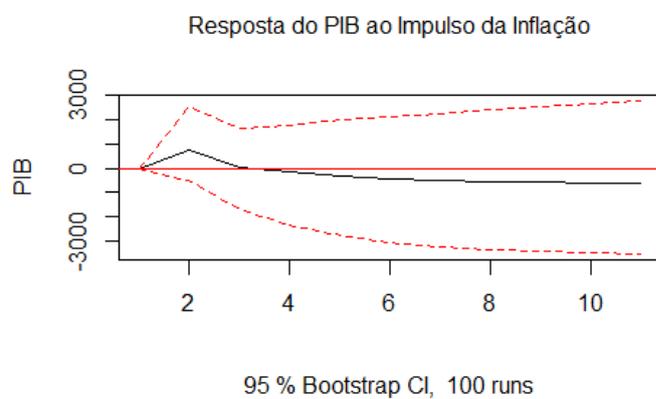
Fonte: Elaborado pelos autores com dados da base *R*

Figura 4.17: Impulso Resposta



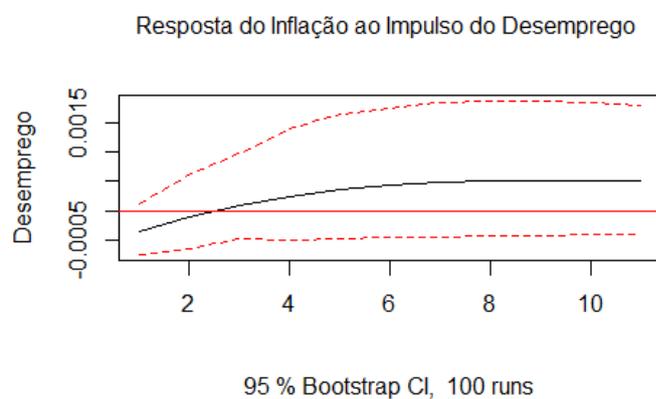
Fonte: Elaborado pelos autores com dados da base *R*

Figura 4.18: Impulso Resposta



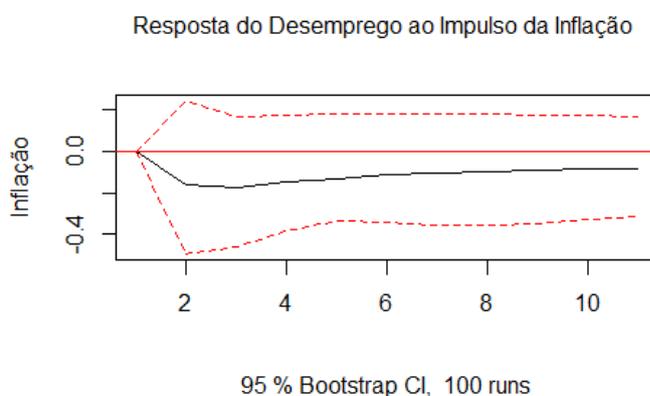
Fonte: Elaborado pelos autores com dados da base *R*

Figura 4.19: Impulso Resposta



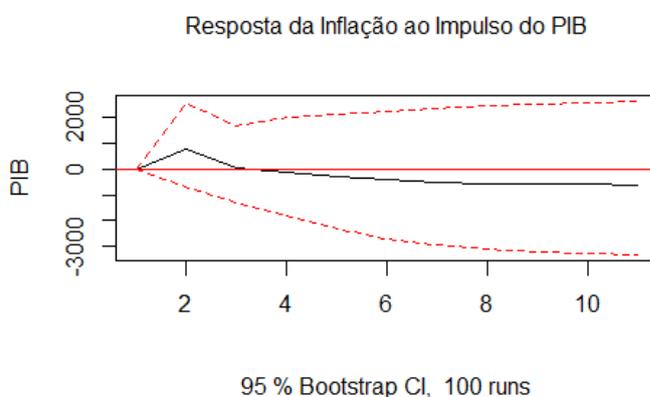
Fonte: Elaborado pelos autores com dados da base *R*

Figura 4.20: Impulso Resposta



Fonte: Elaborado pelos autores com dados da base *R*

Figura 4.21: Impulso Resposta



Fonte: Elaborado pelos autores com dados da base *R*

Na leitura do gráfico 16 pode-se concluir que há relação direta explicativa da variável desemprego com o Pib. Um choque negativo no desemprego produz um um pico positivo no primeiro momento e em seguida um declíneo que tende a se propagar de forma gradual e uniforme. se um cresce outro diminui e vale o contrário. Como era descrito na literatura, segundo Samuelson e Nordhaus (2012)[22], a Lei de Okun, em que há relação nos movimentos do PIB e da taxa de desemprego. Para cada 2% de diminuição do PIB efetivo, relativo ao PIB potencial, a taxa de desemprego cresce 1%. Na figura 17, como era esperado um choque no pib tem efeito uniforme sobre ele mesmo. O gráfico 18 e 21 revela que o PIB é pouco sensível à um choque na inflação e vice-versa. Na figura 19 e 20 mostra que um choque na inflação produz um efeito significativo inverso no desemprego, o que implica dizer que desemprego e Inflação tem alta correlação, como afirma a Curva de Phillips.

4.6 Conclusão

O estudo que utiliza o modelo de Vetores Autorregressivos (VAR) com a inclusão da variável PIB para analisar a dinâmica, a relação entre desemprego e inflação e como a variação destas incidem sobre o crescimento econômico. Para entender a dinâmica entre as variáveis, foram estimadas funções de impulso e resposta. O modelo tem alguma capacidade preditiva, indicando sua utilidade na previsão de variáveis econômicas. No entanto, apenas uma parte da variabilidade no Produto Interno Bruto (PIB) é explicada pelas variáveis incluídas no modelo. Isso sugere que o modelo pode não capturar completamente todos os fatores que influenciam o PIB. A Curva de Phillips, apesar de suas limitações, continua sendo o modelo de curto prazo mais utilizado para explicar o trade-off entre inflação e desemprego. Na década de 70, o fenômeno da estagflação, caracterizado por altas taxas de desemprego e inflação simultâneas, foi destacado. A alta do preço do petróleo foi mencionada como um fator significativo nesse período. O estudo abrangeu o período de outubro de 2002 a dezembro de 2022. Os dados foram coletados do Instituto de Geografia e Estatística (IBGE) e do Instituto de Pesquisa e Estatística Aplicada (IPEA). Um choque na inflação se dispersa rapidamente, retornando ao seu estado inicial. Esse efeito é próximo de zero em todas as variáveis, exceto na própria inflação, onde há uma influência de curto prazo significativa. Nota-se uma relação negativa entre desemprego e inflação, alinhada com as expectativas. Um choque no desemprego tem uma relevância significativa no PIB, com efeitos persistentes, possivelmente relacionados à rigidez do mercado de trabalho brasileiro. Por fim, um choque na inflação efetiva não tem efeito relevante sobre as outras variáveis, a não ser sobre si. Os resultados sugerem insights sobre a dinâmica econômica e as relações entre as variáveis analisadas durante o período estudado.