

# Incerteza macroeconômica e decisão de investimento: o caso de empresas listadas na B3

Bruno Henrique da Costa Dezotti\*

## Resumo

Esse artigo busca verificar a relação entre incerteza macroeconômica e a decisão de investimento de uma amostra trimestral de empresas não financeiras brasileiras listadas na B3, de janeiro de 2010 até setembro de 2023. Para mensurar a incerteza, adota-se metodologia empregada por Rossi e Sekhposyan (2014), baseada na distribuição da volatilidade dos erros de previsão para variáveis macroeconômicas. O modelo empregado para determinar essa relação é o painel desbalanceado estimado pelo método dos momentos generalizados *system*, de Blundell e Bond (1998), com o uso de instrumentos internos e variáveis de controle. São usadas duas *proxies* de investimento, a compra líquida de ativos permanentes para representar decisão no curto prazo e o imobilizado para decisão no longo prazo, ambos em razão do ativo total. Como resultado, a compra de ativos apresenta relação negativa significativa com a incerteza e o imobilizado sinal positivo, mas não significativo.

**Palavras-chave:** Incerteza macroeconômica; Investimento; Firma; Irreversibilidade.

## 1 Introdução

O comportamento dos agentes na economia é estimulado por incentivos e suas decisões, em partes, são tomadas de acordo com suas expectativas, duas comumente citadas na literatura, adaptativas e racionais, respectivamente, baseada em informações passadas e em todas as informações disponíveis sem cometer erros sistêmicos. Assim, conforme as informações disponíveis e a capacidade dos agentes em traduzi-las, tomam duas decisões buscando, por exemplo, no caso do indivíduo maximizar sua utilidade e no da firma maximizar o seu lucro.

---

\*Mestrando em Economia na Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail: bruno\_h\_costa@hotmail.com

Ambientado para o contexto da firma, a tomada de decisão no meio corporativo demanda alta quantidade de informações frente todos os arranjos técnico-produtivos, financeiros e gerenciais. Apesar dos diferentes objetivos da firma que podem ser apresentados de acordo com as diferentes vertentes de pensamento, a capacidade da firma em realizar novos investimentos produtivos é crucial para sua manutenção e expansão no mercado. Realizar tais investimentos, além de exigir a disponibilidade de recursos monetários exigem capacidade gerencial para conduzir de forma eficiente a ação, afim de obter retornos futuros (PENROSE, 1979).

A decisão de realizar novos investimentos depende de inúmeras características e pode variar a depender das vertentes consideradas. A partir da análise de equilíbrios Marshallianos, se o preço superar o custo médio de longo prazo haverá incentivos para a empresa prover sua expansão, por outro lado, se o preço ficar abaixo do custo variável médio, as empresas devem suspender suas atividades ou até mesmo sair do mercado, não favorecendo novos investimentos. De outra forma, as firmas somente investem em novos projetos que podem fornecer retorno superior a certa taxa de referência, como, por exemplo, a análise do fluxo de caixa (DIXIT, 1992). Essa análise não é completa se não considerar, segundo alguns autores como Dixit (1992), Bernanke (1983) e Pindyck (1990), a irreversibilidade do investimento. Sendo assim, além do investidor determinar o melhor projeto, também precisa determinar o melhor momento para realizá-lo, ao levar em consideração a qualidade das informações e o retorno de curto prazo.

Independente do método considerado para realizar novos investimentos produtivos, o tempo desempenha papel crucial na sua realização. Investir, em sua definição mais simples possível é uma ação que almeja retornos futuros, sujeita a um contexto de incertezas e de outras decisões internas tomada pela empresa e seus concorrentes ao longo do tempo, fazendo com que no momento atual considere as possibilidades futuras (DIXIT e PINDYCK, 1994). Assim, o único cenário possível para a firma ao planejar e realizar o investimento é aquele baseado em expectativas e previsões, o que resulta em um ambiente futuro tomado por riscos e os mais diversos tipos de incertezas.

Desta forma, o presente artigo busca abordar a relação entre incerteza e a decisão de investimento da firma, mais especificamente a incerteza macroeconômica, de amostra trimestral de empresas não financeiras da B3 (Brasil, Bolsa e Balcão) entre janeiro de 2010 até setembro de 2023. Para que tal objetivo seja alcançado, emprega-se metodologia desenvolvido por Rossi e Sekhposyan (2014, 2015) para calcular a incerteza macroeconômica por meio da distribuição da volatilidade do

erro de previsão de variáveis agregadas, nesse trabalho, a taxa de crescimento do PIB real e a inflação (IPCA). Após, duas variáveis são utilizadas como *proxies* para o investimento da firma, a compra líquida de ativos permanentes e o imobilizado, ambos em razão do ativo total, estimadas pelo painel de método dos momentos generalizados (GMM) *system* de Blundell and Bond (1998).

Os resultados encontrados indicam relação negativa significativa entre a incerteza macroeconômica calculada e a compra líquida de ativos permanentes, sugerindo que diante o aumento da incerteza as firmas acabam diminuindo a compra de ativos frente o aumento ou manutenção da venda de ativos, logo, pode-se argumentar que preferem esperar por momentos menos incertos ou diminuir a assimetria de informações ao longo do tempo, o que de certa forma encontra respaldo na teoria da irreversibilidade do investimento. Por outro lado, a parcela do imobilizado sobre o ativo total, conta do balanço patrimonial que representa o valor acumulado de ativos mantidos pela firma no longo prazo para auxiliar em suas atividades, apresenta relação positiva com a incerteza, mas não significativa.

De certa forma, também é possível assimilar esse resultado do imobilizado com a teoria da irreversibilidade, abordada nesse trabalho, uma vez que essa razão expressa a manutenção de ativos de longo prazo mantidos pela firma, de forma que represente melhor a decisão de investimento de longo prazo, reportada pela irreversibilidade como uma relação possivelmente positiva ou não significativa. Para auferir a robustez desses resultados, utiliza-se para a incerteza o Indicador de Incerteza Econômica calculado pela FGV pelo painel GMM *system* e os resultados gerais com o emprego do GMM *difference*, de Arellano e Bond (1991). Tanto o indicador da FGV quanto o outro método de painel suportam os resultados encontrados, com exceção da relação entre imobilizado e incerteza calculada que apresenta sinal positivo e significativo.

Pouquíssimos trabalhos abordam a relação entre incerteza macroeconômica e o investimento da firma, boa parte dos trabalhos estão concentrados no impacto dessa incerteza ou de variáveis agregadas sobre a estrutura de capital das empresas, como também para países desenvolvidos. Portanto, espera-se uma contribuição empírica desse trabalho para a literatura de países em desenvolvimento, com a possibilidade de novas pesquisas dentro da mesma temática. Por fim, além dessa introdução, o artigo encontra-se dividido em três partes principais: o referencial teórico dividido entre a discussão clássica da incerteza sobre o investimento das firmas e outra da incerteza macroeconômica; a metodologia, dividida entre a construção do índice de incerteza e o método de painel; e a discussão

dos resultados encontrados.

## **2 Referencial teórico**

### **2.1 A relação entre incerteza e investimento**

A incerteza decorre de diferentes fontes sobre diferentes agentes, tanto sobre a firma quanto um investidor individual e o governo. Sua definição geral, de acordo com Zimmermann (2000), corresponde a situação em que o indivíduo não detém informações a um nível quantitativamente e qualitativamente suficiente para descrever, prescrever ou prever deterministicamente e numericamente um sistema. Esse sistema consiste no fenômeno sob o qual as decisões são tomadas, podendo ser a realidade física, sistemas econômicos, artificiais ou qualquer outro tipo de ambiente que envolva a tomada de decisões. Ainda segundo o autor (2000), a incerteza pode ser causada pela falta de informações, sua abundância, conflito de evidências e ambiguidade.

Na relação entre incerteza e investimento produtivo da firma, Dixit e Pindyck (1994) enfatizam o papel do tempo nessa relação, uma vez que os retornos dos investimentos feitos no presente se acumulam como um fluxo no futuro e são afetados pela incerteza e decisões futuras da firma bem como de seus correntes. Somado a isso, três características comuns, segundo Dixit (1992), comumente afetam boa parte das decisões de investimentos. Primeiro, a ocorrência de custos irreversíveis que não pode ser revertido posteriormente, seguido pela incerteza inerente e contínua no cenário econômico com a chegada gradual de informações, e por último, a oportunidade de investimento não aproveitada imediatamente normalmente não desaparece, portanto, a decisão não é só de investir, mas também de quando investir.

Basicamente, na literatura teórica é consenso de que a incerteza afeta o investimento da firma, entretanto, prevalece a discordância de qual o sinal dessa relação. Por obviedade, existem duas linhas, a que sustenta relação positiva e a que sustenta relação negativa, diferindo, também, nos pressupostos de cada modelo. Hartman (1972) e Abel (1983) sustentam uma relação positiva entre incerteza e investimento, enquanto Pindyck (1990), Dixit e Pindyck (1994) e Abel e Eberly (1994) sustentam relação negativa.

Hartman (1972) considera em seu modelo uma firma neutra ao risco e competitiva sob custos de ajuste convexos e simétricos, relacionando a incerteza do preço de produção e nas taxas

salariais com o investimento da firma. Sua conclusão é de que essa relação apresenta sinal positivo, aumentos de incerteza elevam o investimento. Diferentemente, Abel (1983) considera somente o efeito da incerteza do preço de produção sobre a decisão de investir, também a partir de uma firma competitiva e neutra ao risco que se depara com custos de ajuste convexos e simétricos. Em seu modelo, Abel (1983) conclui que maior incerteza no preço atual do produto leva a um aumento na taxa de investimento atual independentemente da curvatura da função de custo de ajustamento marginal, curvatura essa que afeta somente a relação entre a taxa de crescimento esperado do investimento e a taxa de crescimento esperada da valorização marginal do capital.

De forma mais abrangente, Caballero (1991) analisa essa relação a partir de diferentes pressupostos. Segundo o autor, a presença de custos de ajustamento assimétricos (irreversibilidade) em um mercado competitivo não é condição suficiente para reverter uma relação positiva, algum nível considerável de competição imperfeita é necessária. Sobre o pressuposto de mercado altamente competitivo, os fatores determinantes da relação entre investimento e incerteza são o preço atual e futuro do capital além de sua rentabilidade marginal esperada, isto é, a convexidade da rentabilidade marginal do capital em relação aos preços. Pela desigualdade de Jensen <sup>1</sup>, o sinal dessa relação será positivo. Entende-se por custos de ajustamento assimétricos como o nível de irreversibilidade do investimento.

Já em concorrência imperfeita, segundo Caballero (1991), a rentabilidade marginal do capital é afetada pelo nível de capital da firma, logo, um aumento corrente do investimento pode levar a firma a considerar seu nível de capital nos próximos períodos acima do adequado. Se os custos de ajustamento são assimétricos, ter um alto estoque de capital é muito pior do que ter pouco, já que o custo para se desfazer do capital é muito superior ao custo de aumentá-lo, em função de sua irreversibilidade. Portanto, na presença de assimetria dos custos de ajustamento e relação negativa relativamente alta entre o nível de capital e sua rentabilidade marginal, deve tornar a relação entre incerteza e investimento negativa justificado pela assimetria de informações e os custos de desinvestimentos (CABALLERO, 1991).

Essas análises empreendidas por Caballero (1991) consideram retornos constantes a escala do capital, no entanto, ele também expande sua análise para retornos decrescentes e crescentes. Di-

---

<sup>1</sup>”An increase in demand uncertainty increases the probability of both positive and negative demand shocks. However, by convexity of the marginal profitability of capital, increases in profitability due to positive demand shocks are larger than reductions in profitability due to negative demand shocks”(FUSS e VERMEULEN, p.7, 2004).

ante retornos decrescentes, a probabilidade de uma relação negativa entre incerteza e investimento é maior, ao passo que retornos crescentes, mesmo sob competição imperfeita, devem levar a uma relação positiva. Todos esses cenários consideram a firma neutra ao risco. Ao contrário de Caballero (1991) que considera em suas análises custos de ajustamento assimétricos, Hartman (1972) e Abel (1983) consideram custos de ajustamento simétricos, ou seja, sem irreversibilidade.

A incorporação da irreversibilidade nos investimentos é mais explorada por outros autores, como Bernanke (1983), Pindyck (1990), Dixit e Pindyck (1994) e Abel e Eberly (1994). Bernanke (1983) e Pindyck (1990) consideram duas características semelhantes a maioria dos investimentos. Primeiro, boa parte deles são parcialmente ou totalmente irrecuperáveis por normalmente serem específicos a determinada empresa ou setor, não tendo uso alternativo fora desse ambiente ou convertidos a altos custos, além de outros questões, como regulação governamental, arranjos institucionais e custo de revenda muito baixo. O segundo ponto é a possibilidade de adiar os projetos de investimento, permitindo que novas informações cheguem ao longo do tempo para que a decisão da firma seja a mais eficiente possível. Assim, não basta apenas escolher o melhor projeto, o momento para sua execução também é fundamental. Para Bernanke (1983), só é desejável adiar o investimento caso a informação melhorada seja mais valiosa do que o retorno esperado no curto prazo.

Analisar o investimento por essa perspectiva só é possível pela incorporação da irreversibilidade. Segundo Pindyck (1990), a irreversibilidade torna o investimento sensível a diversas formas de risco, como, por exemplo, a incerteza sobre o preço futuro do produto e custos operacionais que afetam o fluxo de caixa da firma, incerteza sobre as taxas de juros futuras, os custos e o próprio momento de investir. Por essa abordagem, incerteza e investimento estão intimamente relacionados. Além disso, ao realizar gastos de investimento irreversível, a firma elimina sua opção de investir, pois abdica de esperar a chegada de novas informações que podem influenciar a rentabilidade e o melhor momento de investir, não podendo desinvestir caso as condições no mercado mudem. Essas circunstância geram um custo de oportunidade que deve ser considerado no custo de investimento (PINDYCK, 1990).

Sendo assim, pela perspectiva da irreversibilidade, a incerteza afeta diretamente a decisão de investir, de modo que o seu aumento leva a redução dos investimentos, visto que é preferível aguardar por novas informações e realizar os gastos no momento que favoreça a melhor alocação dos recursos. Logo, investimentos realizados no curto prazo devem guardar relação negativa, en-

quanto nos de longo prazo a relação pode vir ser a positiva ou até mesmo não relevamente, já que a disposição de informações tende a aumentar com o tempo. Caso não fossem irreversíveis ou não apresentassem algum nível de irreversibilidade, não haveriam custos para desfazê-lo e o ato de investir agora ou depois não faria diferença. Entre os autores que abordam a irreversibilidade, Pindyck (1990), Dixit e Pindyck (1994) e Abel and Eberly (1994) concluem a partir de seus modelos que o aumento da incerteza leva a diminuição do investimento.

Em síntese, não é possível sustentar que haja um consenso na literatura clássica sobre o sinal da relação entre incerteza e investimento. Contudo, alguns modelos acabam sendo mais completos que outros, devido as características mais próximas da realidade, como é o caso de Cabarello (1991) e Pindyck (1990) apenas para citar alguns. O primeiro por incorporar características mais plausíveis, como competição imperfeita e a irreversibilidade, e o segundo por aprofundar essa questão da irreversibilidade e sua relação com a tomada de decisão mediante novas informações. De acordo com Guiso e Parigi (1999) e Fuss e Vermeulen (2004), pela análise de trabalhos clássicos, existem alguns fatores comuns que afetam essa relação: inclinação da curva de demanda, o grau de retornos a escala, concorrência nos mercados, a forma dos custos de ajustamento e a sensibilidade ao risco. Diante o exposto, então, pode-se sustentar que a incerteza, mesmo em suas diferentes formas, impacta as decisões da firma.

## **2.2 Incerteza macroeconômica e o investimento da firma**

Não existe consenso na literatura teórica de qual o sinal da relação entre incerteza e investimento. Dentre os motivos, encontram-se fatores específicos da firma e o setor, como a assimetria dos custos de ajustamento, retornos a escala do capital, relação entre nível de capital e sua rentabilidade marginal e a convexidade da rentabilidade marginal do capital em relação aos preços, conforme exposto por Cabarello (1991). Outro ponto sem consenso são os tipos e a mensuração da incerteza.

No geral, têm-se duas linhas principais, a incerteza microeconômica, que corresponde a fatores específicos da firma, como o preço e a demanda do produto, e a macroeconômica, que abrange resultados agregados, como a inflação. Os trabalhos clássicos se concentram mais na microeconômica, de modo que a incerteza agregada tenha sido abordada mais recentemente. Apesar disso, não deixa de ser importante e nem é possível dissociar uma da outra, visto que existe vasta litera-

tura sobre finanças corporativas que relaciona resultados macroeconômicos e as decisões da firma, sobretudo sobre sua estrutura de capital (KORAJCZYK e LEVY, 2003; CHEN, 2010; AZOFRA, RODRÍGUEZ-SANZ e VELASCO, 2020)

O foco dessa pesquisa é abordar a incerteza macroeconômica e seu relação com a decisão de investimento da firma. Fundamentalmente, esse tipo de incerteza está relacionada ao desempenho de variáveis macroeconômicas, como a taxa de crescimento do PIB e a inflação, mensuradas, normalmente, a partir da distribuição da volatilidade do erro de previsão ou da variância condicional (desvio padrão) de seus valores (SERVÉN, 1998; BAUM, CAGLAYAN, OZKAN AND TALAVERA, 2006; FIRAT DEMIR, 2009; ROSSI e SEKHPOSYAN, 2015; CHOW, 2018; ZHU-OZHAO FENG AND JUAN LIN, 2023).

No ambiente da firma, Baum et. al. (2006) argumentam que a volatilidade das condições macroeconômicas afetam a detenção de ativos líquidos e distorce a alocação eficiente de recursos, pois um ambiente mais incerto prejudica a capacidade dos gestores de efetuar previsões precisas específicas a firma, como o fluxo de caixa esperado. Assim como, Chow et.al. (2018) também destaca a importância da incerteza macroeconômica para a tomada de decisões sólidas no ambiente da firma, que deve afetar tanto decisões de produção e investimento quanto a sua capacidade de formular decisões financeiras seguras.

Agregado macroeconômico usualmente usado para calcular a incerteza é a taxa de inflação, segundo o qual, Beaudry, Caglayan e Schiantarell (2001) deve permanecer em níveis baixo e estável. A razão para isso são potenciais efeitos que a inflação exerce sobre os investimentos, quanto menor e mais estável melhores são as percepções do sistema de preços, permitindo melhor alocação de recursos em projetos com maiores retornos, bem como a detecção das melhores oportunidades. Empiricamente, utilizam amostra de firmas do Reino Unido no período de 1970 até 1990 para verificar o efeito da instabilidade monetária por meio de seu impacto sobre o conteúdo informacional dos preços sobre a alocação dos investimentos. Os resultados mostram que a variância condicional da inflação afeta negativamente a variância transversal da taxa de investimento, suportando, portanto, a ideia de que o aumento da instabilidade monetária, isto é, o aumento da volatilidade do nível de preços, dificulta a alocação eficiente do investimento.

No mais, segundo Kumar, Gorodnichenko e Coibion (2023), existe clara evidência causal de que a incerteza macroeconômica afeta as decisões das empresas. Diante alto nível de incerteza,



as empresas reduzem os seus preços, empregos e investimentos durante os próximos seis meses em referência aos seus planos anteriores, efeito inercial, bem como a redução dos seus níveis de vendas, mas com o aumento da publicidade. Além disso, firmas que se deparam com maior incerteza são menos propensas a investir em novas tecnologias e construir novas instalações. Os autores chegam a essas conclusões a partir de abordagem empírica para empresas da Nova Zelândia entre os anos de 2021 e 2022.

Apesar de não haver consenso na teoria clássica, quando direcionada para o ambiente macroeconômico parece haver o predomínio teórico de que essa relação seja negativa, sem enfatizar o horizonte de investimento. O mesmo vale para os resultados empíricos, conforme já destacado aqui pelos trabalhos de Beaudry, Caglayan e Schiantarell (2001) e Kumar, Gorodnichenko e Coibion (2023). Fora esses, Demir (2009) e Feng e Lin (2023), respectivamente para firmas da Argentina, México e Turquia, e China, encontram relação negativa significativa. Já Servén (1998) considera o investimento privado agregado para 94 países em desenvolvimento entre os anos de 1970 a 1995 e também chega a uma relação negativa. Enquanto Chen et.al. (2019) abordam a incerteza da política econômica e o investimento no curto prazo, longo e total, para empresas listadas no índice de preços Standard & Poor's 500 nos EUA, de 1999 até 2013, chegando, também, a uma relação negativa.

Contudo, vale destacar que esses trabalhos não seguem a mesma metodologia e variáveis para mensurar a incerteza macroeconômica. Os trabalhos citados acima utilizam como variável relacionada a firma o investimento, entretanto, existem outros que também abordam a incerteza macroeconômica, mas utilizam outras variáveis que potencialmente são afetadas, como a liquidez e a alavancagem. Baum et.al. (2006), por exemplo, utilizam a liquidez (ativos líquidos) e encontram relação negativa, sendo a força desse efeito diferente a depender das características das firmas amostradas não-financeiras, dos EUA, entre 1970 e 2000.

Já em outro artigo, Baum et.al (2010) consideram o impacto da incerteza macroeconômica na relação entre governança corporativa e mudanças na alavancagem financeira, também para amostra de empresas não financeiras dos EUA. Por fim, concluem que o índice de alavancagem financeira difere significativamente entre as empresas com diferentes níveis de governança corporativa e as variações na incerteza macroeconômica enfrentada por elas. Enquanto isso, Chow et.al. (2018) considera o efeito da interação entre governança corporativa e incerteza macroeconômica sobre a estrutura de capital da firma, para uma amostra de sete países desenvolvidos e em desenvolvimento

da Ásia-Pacífico durante os anos de 2004 até 2014, encontrando associação negativa significativa entre a incerteza e a escolha da estrutura, como também com a alavancagem.

Em suma, a incerteza macroeconômica tem efeito direto e significativo sobre as diferentes decisões de firmas não financeiras para diferentes países, com o predomínio de impactos negativos. Mesmo assim, é importante manter cautela. A depender do tipo de abordagem empírica e até mesmo teórica, como diferentes horizontes de investimentos, formas de mensurar a incerteza e a relação teórica adotada entre as variáveis, o sinal pode não ser negativo. Por exemplo, ao considerar o caso da irreversibilidade no investimento, a firma ao se deparar com um ambiente incerto no curto prazo, pode decidir não realizar o projeto e aguardar por novas informações. Portanto, essa relação tende a ser negativa no curto prazo, uma vez que há relativamente poucas informações, mas no longo prazo pode vir a ser positiva ou mesmo não relevante, dado que o maior fluxo de informações ao longo do tempo, mesmo em um ambiente macroeconômico incerto, deve facilitar a alocação mais eficiente dos recursos (KOETSE, DE GROOT e FLORAX, 2009).

Trabalho empírico que encontrou essa relação positiva foi o desenvolvido por Albuлесcu et. al.(2018). Os autores utilizam como objeto de análise firmas da indústria extrativa para países da Europa Central e Oriental, no período de 2008 até 2014. A construção do índice de incerteza se baseia no crescimento econômico e no nível de preços, de modo que, em relação ao investimento das firmas, o primeiro não é significativo enquanto o segundo apresenta relação positiva significativa. Como justificativa, os autores fazem uso da teoria de opção de crescimento, segundo a qual, diante a expectativa de taxa de inflação mais alta em comparação a atual, os investidores acabam associando esse aumento a elevação de seus lucro, fazendo com que aumentem seus investimentos no presente. Complementam ainda que, caso os gestores não sejam avessos ao risco, qualquer expectativa de aumento do nível de preços é visto como oportunidade de lucros adicionais.

Portanto, diante toda a exposição teórica e empírica, pode-se sustentar que a incerteza macroeconômica afeta negativamente os níveis de investimento produtivo da firma, visto que os trabalhos empíricos utilizam diferentes metodologias para mensurar a incerteza e o investimento, além dos resultados convergirem para uma relação negativa tanto para países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. No entanto, ponto que merece atenção é o horizonte dos investimentos, dado que a partir da teoria da irreversibilidade, a relação tende a ser negativa no curto prazo, mas pode vir a ser positiva e até mesmo não significativa no longo prazo. Tendo isso em vista, busca-se

abordar essa relação para empresas listadas na B3 no Brasil, algo ainda pouco explorado, utilizando a metodologia desenvolvida por Rossi e Sekhposyan (2014; 2015) para mensurar a incerteza.

## 3 Metodologia

### 3.1 Índice de incerteza macroeconômica

Existem inúmeras formas de mensurar a incerteza macroeconômica. Feng e Lin (2023) citam três formas possíveis: volatilidade dos erros de previsão de variáveis econômicas e financeiras; dados de *survey*; e análise textual para contar a frequência de palavras. Outro método possível poderia ser a utilização da variância condicional de certa variável por meio de modelo GARCH, técnica usada com certa frequência em trabalhos empíricos. Nessa pesquisa, entretanto, adota-se a distribuição da volatilidade dos erros de previsão, tendo como base o procedimento desenvolvido por Rossi e Sekhposyan (2014, 2015).

Esse consiste na função de densidade cumulativa dos erros de previsão, exposto como:

$$e_t = y_t - E_t(y_t), \quad (1)$$

$$U_{(t)} = \int_{-\infty}^{e_{(t)}} p(e) de, \quad (2)$$

onde  $p(e)$  pode ser a densidade incondicional dos erros de previsão, resultando em uma medida *ex-post* de incerteza, ou a função de densidade de probabilidade dos erros de previsão, retornando medida de incerteza no tempo real. Nesse trabalho, adota-se a função de densidade de probabilidade de uma normal.

O valor obtido de  $U_t$  varia entre 0 e 1, quanto mais próximo de 1 maior a diferença entre o valor realizado e o valor esperado  $y_t > E_t(y_t)$ , indicando um choque positivo e quanto mais próximo de zero, maior a diferença entre o esperado e o realizado  $y_t < E_t(y_t)$ , indicando um choque negativo. Essa é uma característica que favorece a escolha desse índice em detrimento dos outros, ou seja, a possibilidade de mensurar choques positivos e negativos, respectivamente, quando o valor realizado supera o esperado e o oposto, quando o esperado supera o realizado, associado a facilidade de

execução do procedimento de cálculo.

Para tanto, calcula-se esses choques da seguinte forma:

$$U_t^+ = \frac{1}{2} + \max\{U_t - \frac{1}{2}, 0\}, \quad (3)$$

$$U_{(t)}^- = \frac{1}{2} + \max\left\{\frac{1}{2} - U_{(t)}, 0\right\}, \quad (4)$$

se a diferença for menor que 0.5, atribui-se o valor de 0.5 ao resultado. Já o índice de incerteza geral é,

$$U_{(t)}^* = \frac{1}{2} + |U_{(t)} - \frac{1}{2}|, \quad (5)$$

e o que combina a incerteza de várias variáveis,

$$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n U_{j,t}. \quad (6)$$

Em síntese, esse índice de incerteza é uma medida de realização do erro de previsão em relação a sua probabilidade *ex-ante* (previsão antecipada), ou seja, a probabilidade de se observar o erro de previsão para um dado período  $t$ . Dessa forma, quanto menor a probabilidade *ex-ante* maior o desvio em relação a ocorrência média, 0.5, logo, maior a incerteza. Para compreender melhor a construção e interpretação do índice, considere o seguinte exemplo: se a função de distribuição cumulativa correspondente a função de densidade de probabilidade retorna 0.10 para o ano de 2020 e 0.75 para 2022, têm-se

$$U_{2020}^+ = \frac{1}{2} + \max\{0.10 - \frac{1}{2}, 0\} = 0.1 = 0.5, \quad (7)$$

$$U_{2020}^- = \frac{1}{2} + \max\{\frac{1}{2} - 0.10, 0\} = 0.9, \quad (8)$$

$$U_{2022}^+ = \frac{1}{2} + \max\{0.75 - \frac{1}{2}, 0\} = 0.75, \quad (9)$$

$$U_{2022}^- = \frac{1}{2} + \max\{\frac{1}{2} - 0.75, 0\} = 0.25 = 0.5, \quad (10)$$

como a probabilidade *ex-ante* em 2020 é mais próxima de 0, tem-se um choque negativo, já em 2022 o choque é positivo. De outra forma, a realização do erro em 2020 tem 15% ( $0.9 - 0.75$ ) menos probabilidade de ocorrer do que a de 2022, por isso ela é mais incerta já que seu valor é mais próximo de 1.

Esse índice se baseia na função de densidade cumulativa dos erros de previsão. Portanto, para se chegar ao erro de previsão é preciso estimar os valores da variável dependente, normalmente, a taxa de crescimento do PIB real e a taxa de inflação (BAUM et.al., 2006; BREDIN e FOUNTAS, 2008; ROSSI e SEKHPOSYAN, 2015; ALBULESCU et.al, 2018). Justificava para utilizar essas variáveis são os impactos que elas tendem a geral sobre a firma, como a demanda por seus produtos e a alocação eficiente de seus recursos. Seguindo o padrão dos trabalhos empíricos levantados, adota-se, também, essas mesmas variáveis como medidas para o cálculo da incerteza.

Para chegar aos valores esperados, adota-se modelos ADLs e outros que reúnem informações entre séries (ROSSI e SEKHPOSYAN, 2014; 2015). Entre esses, o Método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), *Bayesian Model Averaging* (BMA), componentes principais e o BVAR e VAR, estimados na amostra. O modelo MQO e BMA podem ser expressados como

$$Y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \rho_i Y_{t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_i X_{t-i} + u_t \quad (11)$$

onde  $\beta_0$  é a constante,  $Y_t$  é a variável dependente na amostra,  $X_{t-i}$  é um vetor  $1 \times K$  de preditores para  $k = 1, \dots, K$ ,  $Y_{t-i}$  é a variável dependente defasada e assume-se que  $u_t$  segue uma distribuição normal,  $N(0, \sigma^2)$ . A defasagem de cada variável é verificada pelo critério de informação Bayesiano (BIC).

Diferentemente do MQO, o *Bayesian Model Averaging* é utilizado para lidar com a incerteza na seleção de modelos, estimativa e previsão, por meio de inferência Bayesiana para modelar a incerteza dos parâmetros pelo uso de distribuição *a priori* e captação de parâmetros posteriores

com o Teorema de Bayes. Dessa forma, pode-se considerar suas previsões mais robustas do que aquelas por modelo único. Considere cada modelo denotado por  $M_l$  e  $l = 1, \dots, K$  referente a um agregado de distribuições de probabilidade pela função de verossimilhança das observações  $Y$  e um conjunto de densidades de probabilidades a priori para os parâmetros, denotado por  $\pi(\theta_l|M_l)$  (FRAGOSO e NETO, 2015). Para certo modelo, a partir da construção de Fragoso e Neto (2015), a distribuição posterior é alcançada pelo Teorema de Bayes, resultando em

$$\pi(\theta_l|Y, M_l) = \frac{L(Y|\theta_l, M_l)\pi(\theta_l|M_l)}{\int L(Y|\theta_l, M_l)\pi(\theta_l|M_l)d\theta_l}, \quad (12)$$

onde a integral no denominador é calculada para cada distribuição a priori e reflete a distribuição marginal dos dados de todos os parâmetros no modelo  $M_l$ . Isso é essencial para aplicações em BMA e é denominada probabilidade marginal do modelo, descrita como

$$\pi(Y|M_l) = \int L(Y|\theta_l, M_l)\pi(\theta_l|M_l)d\theta_l. \quad (13)$$

Sendo assim, a média do modelo Bayesiano adiciona uma camada a essa modelagem da inferência Bayesiana, por meio de distribuição a priori do conjunto de todos os modelos, resultando na incerteza a priori da habilidade de cada modelo em retratar os dados com precisão. Se houver uma função de probabilidade sobre todos os modelos com valores  $\pi(M_l)$  para  $l = 1, \dots, K$ , o teorema de Bayes pode propiciar as probabilidades posterior, com os dados descritos por

$$\pi(M_l|Y) = \frac{\pi(Y|M_l)\pi(M_l)}{\sum_{m=1}^K \pi(Y|M_m)\pi(M_m)}, \quad (14)$$

que resulta em uma probabilidade posterior de modelo direta. Em suma, as probabilidades posteriores podem ser utilizadas para captar o modelo mais provável e dado uma quantidade de interesse  $\delta$  em todos os modelos, como uma covariável ou observação futura, a distribuição marginal posterior de todos os modelos é

$$\pi(\delta|Y) = \sum_{l=1}^K \pi(\delta|Y, M_l)\pi(M_l|Y) \quad (15)$$

onde é uma medida das distribuições posteriores ponderadas por cada probabilidade do modelo

posterior. Portanto, o BMA favorece a combinação de modelos para aquisição de estimativas ou previsões de parâmetros combinados (FRAGOSO e NETO, 2015). Nesse modelo, adota-se a distribuição *a priori* dos coeficientes pelo critério de informação Bayesiano (BIC), distribuição uniforme do modelo e o método de amostragem por Cadeia de Markov Monte Carlo (MCMC).

Outro modelo considerado é o de componentes principais, o qual extraí vários fatores do conjunto de preditores. Na sua forma estática pode ser expressado como,

$$Y_t = \beta_0 + \gamma \hat{F}_t + \beta_2(L)Y_t + u_t, \quad t = 1, \dots, T, \quad (16)$$

onde  $\hat{F}_t$  é um vetor  $m \times 1$  dos primeiros  $m$  estimados dos componentes principais das variáveis  $K$  e esse número de fatores  $m$  (ROSSI e Sekhposyan, 2014). O número de fatores  $m$  é selecionado pelo teste de raiz quadrada do erro médio (RMSE) por validação cruzada.

Já os modelos BVAR e VAR, consideram todos os regressores em conjunto com defasagem igual. Sua forma geral pode ser considerada da seguinte forma:

$$y_t = C + B(L)y_t + U_t, \quad (17)$$

onde  $y_t = [Y_{t,1}, Y_{t,2}, X_{t,1}, \dots, X_{t,k}, \dots, X_{t,K}]'$ , em que  $Y_{t,1}$  é a taxa de inflação e  $Y_{t,2}$  a taxa de crescimento do PIB real na amostra e  $X_{t,k}$  os preditores no período  $t$ .  $U_t$  é um termo de erro  $(K + 1) \times 2$  com  $U_t \sim \mathcal{N}(0, \Sigma_u)$ ,  $B(L) = \sum_{j=1}^l B_j L^j$  onde  $L$  é o operador de defasagem e  $l$  o número, determinadas pelos testes AIC e BIC. Por fim, assume-se que  $\Sigma_u$  corresponde as variâncias amostrais das respectivas séries  $\Sigma_u = \text{diag}(\hat{\sigma}_1^2, \dots, \hat{\sigma}_{K+2}^2)$  (ROSSI e SEKHPOSYAN, 2014). Considera-se para o BVAR *delta* igual a 1 e *lambda* igual a 0.2, ambos com 4 defasagens.

No entanto, o BVAR necessita de uma condição *a priori*. Assim, considere que  $B = [CB_1 \dots B_l]'$  e  $\beta = \text{vec}(B)$ , a condição *a priori* de  $\beta$  é

$$\beta | \sum_u \sim \mathcal{N}(\text{vec}(\bar{B}), \sum_u \otimes \bar{\Omega} \lambda^2), \quad (18)$$

e parametrizando *a priori* os coeficientes da regressão ficam em torno de  $(\bar{\beta} = 0)$  e o  $\bar{\Omega}$  para que os coeficientes nas variáveis defasadas sejam independentes entre si. A matriz de covariância para

cada coeficiente defasado parametrizado é

$$\text{Var}((B_l)_{ij}) = \begin{cases} \lambda^2/l^2, & \text{se } j = i \\ \lambda^2/l^2 \cdot \frac{\hat{\sigma}_i^2}{\hat{\sigma}_j^2}, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (19)$$

em que  $\lambda^2$  é a variância *a priori* da constante (ROSSI e SEKHPOSYAN, 2014).

### 3.2 Avaliação das previsões

Para determinar qual modelo é mais adequado na previsão da taxa de crescimento do PIB real e da taxa inflação, segue-se novamente Rossi e Sekhposyan (2014) que consideram a avaliação da densidade preditiva mediante a Transformação Integral da Probabilidade (PIT). Dessa forma, considere que as densidades preditivas condicionais sejam denotadas por  $\hat{\phi}_t(Y_t|\mathcal{I}_t)_{t=R}^T$ , em que  $\mathcal{I}_t$  é a informação definida no tempo  $t$ . Essas densidades são obtidas a partir do pressuposto de normalidade, de modo que  $\hat{\phi}_t$  denote a função de densidade de probabilidade (PDF) de uma distribuição normal.

Deste modo, busca-se verificar se os valores realizados  $Y_t|_{t=R}^T$  são gerados por  $\hat{\phi}_t(Y_t|\mathcal{I}_t)_{t=R}^T$  pela transformação integral da probabilidade. Para determinada função de densidade de probabilidade  $\hat{\phi}_t$ , o PIT nada mais é do que sua função de densidade cumulativa (CDF) avaliada em  $Y_t$

$$z_t = \int_{-\infty}^{Y_t} \hat{\phi}_t(u|\mathcal{I}_t) du \equiv \hat{\Phi}_t(Y_t|\mathcal{I}_t), \quad (20)$$

se a densidade preditiva sugerida for consistente com a verdadeira, a densidade  $z_t|_{t=R}^T$  será independente e identicamente distribuída (*i.i.d*)(0, 1) (DIEBOLD et al., 1998 apud ROSSI e SEKHPOSYAN, 2014).

O PIT para os modelos considerados, MQO, BMA, o modelo de componentes principais e os VAR e BVAR, podem, respectivamente, seguindo Rossi e Sekhposyan (2014), ser definidos como,

$$\Phi_t^{MQO/BMA} = \Phi_t \left( Y_t \mid \hat{\beta}_0 + \sum_{i=1}^n \hat{\rho}_i Y_{t-i} + \sum_{i=0}^n \hat{\beta}_i X_{t-i}, \hat{\sigma}_k^2 \right), \quad (21)$$



$$\Phi_t^{CP} = \Phi_t \left( Y_t \mid \hat{\beta}_0 + \gamma \hat{F}_t + \hat{\beta}_2(L)Y_t, \hat{\sigma}^2 \right), \quad (22)$$

$$\Phi_t^{\text{VAR/BVAR}} = \Phi_t \left( y_t \mid \hat{C} + \hat{B}(L)y_t, \hat{\sigma}^2 \right), \quad (23)$$

onde  $\Phi_t(\cdot)$  é a CDF da distribuição normal (ROSSI e SEKHPOSYAN, 2014).

Para testar, então, as densidades preditivas dos modelos, utiliza-se alguns testes de correlação serial e violações de uniformidade. Entre esses, os testes de Kolmogorov–Smirnov e Anderson–Darling para testar a especificação correta das densidades preditivas sob suposição de independência, o teste de Ljung–Box para averiguar a independência no primeiro e segundo momentos centrais dos PITs com defasagens igual a 4 também importante para a correta especificação das densidades, o teste de Andrews (QLR) (1993) para quebras estruturais, o teste de Berkowitz (2001) para detectar se o PIT é *i.i.d.U(0, 1)* e então sua transformação normal padrão inversa é *i.i.d.normal(0, 1)*, e por fim, o teste *Multivariate Shapiro-Wilk normality* para normal inversa (ROSSI e SEKHPOSYAN, 2014).

### 3.3 Análise de Painel

Calculado o índice de incerteza, deve-se analisar o seu efeito sobre a decisão de investimento da firma. O objeto da presente pesquisa é uma amostra trimestral de empresas não financeiras listadas na B3 do Brasil, de janeiro de 2010 até setembro de 2023, extraídas da plataforma Economatica. A variável dependente é o nível de investimento produtivo, contudo não existe um padrão para calcular essa variável, diferentes estudos utilizam diferentes abordagens (DEMIR, 2009; ALBULESCU et.al., 2018; FENG e LIN, 2023). Assim, na tentativa de captar uma decisão no curto prazo, utiliza-se como dependente a compra líquida de ativos permanentes do fluxo de caixa em razão do ativo total, enquanto para a decisão no longo prazo adota-se o imobilizado do ativo não circulante também dividido pelo ativo total.

É de conhecimento que a variável compra líquida de ativos permanentes não é a *proxie* mais adequada para o investimento de curto prazo. A justificativa, no entanto, para sua utilização se deve ao seu caráter de fluxo, medida em cada período de tempo e não um estoque, como o imobilizado do balanço patrimonial (BP) que é um valor acumulado ao longo do tempo, e de não haver nenhuma

conta que represente melhor o investimento no curto prazo, potenciais contas correspondente, como investimento de curto prazo e ativo financeiro do ativo circulante retornam valores ausentes para todas as empresas na base da Economatica. Resumindo, o motivo de utilizar essa conta do fluxo de caixa é para tentar captar uma decisão no curto prazo, isto é, no período corrente das movimentações financeiras da empresa de entrada e saída, mesmo que corresponda a compra de ativos permanentes com retornos de longo prazo.

O método empregado para verificar a relação entre incerteza macroeconômica e a decisão de investimento é a análise de dados em painel desbalanceado, em que o número de períodos varia entre as observações  $i$ . No entanto, estudos que abordam finanças corporativas estão sujeitos a um tipo de problema relativamente comum, a presença de endogeneidade no modelo. Endogeneidade ocorre quando o  $E[u_t|X_t] \neq 0$ , ou seja, os resíduos da regressão estão correlacionados com os regressores. Isso prejudica a obtenção de estimadores não viesados, eficientes (Gauss-Markov) e consistentes. De acordo com Barros et al. (2020), problemas de endogeneidade em finanças corporativas surgem, principalmente, pela simultaneidade entre variáveis dependentes e independentes, omissão de variáveis e erros de mensuração.

Então, mecanismo comum para mitigar esse problema é a utilização de variáveis instrumentais. Se  $E[u_t|X_t] \neq 0$  necessita-se que  $E[u_t|Z_t] = 0$ , em que  $Z_t$  são os instrumentos, de modo que sejam correlacionados as variáveis explicativas endógenas  $X_t$ , mas não com os resíduos,  $u_t$ . Servén (1998), Albuлесcu et.al. (2018) e Chen, Lee e Zeng (2019), seguindo a mesma temática desse trabalho, consideram o problema de endogeneidade nos seus modelos e adotam variáveis instrumentais para lidar com esse problema. Entretanto, como é difícil encontrar instrumentos estritamente exógenos, assumem instrumentos predeterminados internos, usando as variáveis endógenas defasadas como alternativa. Além disso, ainda visando a correção de endogeneidade, mas também de heterocedasticidade e auto-correlação, Demir (2009), Chow et.al. (2018) e Chen, Lee e Zeng (2019) adotam a metodologia de dados em painel dinâmico pelo método generalizado de momentos (GMM).

Diante o exposto, considera-se como procedimento dados em painel dinâmico pelo método generalizado de momentos (GMM) *system* proposto por Blundell e Bond (1998), devido ao potencial problema de endogeneidade no modelo em função da simultaneidade entre as variáveis e efeitos individuais não observados, além do número de períodos ser relativamente pequeno se comparado

as unidades (ROODMAN, 2006). Chow et.al. (2018) utiliza essa mesma abordagem. Junto a isso, seguindo Servén (1998), Albuлесcu et.al. (2018) e Chen, Lee e Zeng (2019), assume-se instrumentos internos como alternativa. A adoção de painel dinâmico para dados de finanças, segundo Barros et.al.(2020), é mais adequada em função da presença de comportamento inercial entre as variáveis, de modo que valores passados afetam valores presentes.

Ainda, conforme a recorrência de variáveis de controle usadas (CHOW, 2018; CHEN, LEE e ZENG, 2019 ;FENG e LIN, 2023), adota-se a alavancagem, fluxo de caixa (fluxo/ativo total), tamanho da firma (log(ativo total)), crescimento das vendas (variação da RLO) e liquidez geral. O modelo de painel é descrito como,

$$INV_{it}^h = \beta_1 INV_{it-1}^h + \beta_2 incerteza_t + \gamma Controles_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (24)$$

onde os subscritos  $it$  representam a empresa  $i$  no tempo  $t$ ,  $INV^h$  é o investimento para diferentes horizontes de decisão,  $INV_{it-1}^h$  é o investimento defasado,  $incerteza_t$  é o índice de incerteza macroeconômica,  $Controles_{it}$  são as variáveis de controle e  $\varepsilon_{it}$  o termo de erro. Para verificar a robustez dos resultados, utiliza-se outra medida de incerteza, o Indicador de Incerteza da Economia medido pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) (2024), e o GMM *diferente* de Arellano e Bond (1991) para os resultados gerais.

## 4 Discussão dos resultados

### 4.1 Incerteza macroeconômica

Como primeira parte da metodologia, calcula-se o índice de incerteza baseado em Rossi e Sekhposyan (2014, 2015), por meio da distribuição da volatilidade do erro de previsão do crescimento PIB real e do IPCA. De início, estima-se o valor esperado na amostra de ambas variáveis do segundo trimestre de 1996 até o terceiro trimestre de 2023, fazendo-se uso de seis modelos econométricos: MQO, BMA, VAR, BVAR e PCA. Para determinar qual modelo utilizar, Rossi e Sekhposyan (2014) empregam uma série de testes para avaliar a densidade preditiva da transformação integral de probabilidade (PIT). Em síntese, buscam testar a uniformidade, independência, normal inversa do PIT e quebra nas densidade, para auferir qual especificação é mais adequada.

Utiliza-se os testes de uniformidade de Anderson-Darling e Kolmogorov-Smirnov, de independência o de Ljung–Box, inversa normal do PIT os testes de Berkowitz e *Multivariate Shapiro-Wilk normality*, e para quebra o Teste QLR. Os preditores utilizados nos modelos, extraídos das bases do IPEADATA, IBGE e Banco Central do Brasil, compreende quatro categorias de dados trimestrais, seguindo Stock e Watson (2003): preços de ativos; atividade real; salários e preços; e moeda. Variáveis que não estavam em taxa percentual são calculadas como  $\ln(X_t/X_{t-1})$ , visando tornar as séries estacionárias, inclusive o PIB e o IPCA medidos por número índice, e ajustadas para sazonalidade e estacionariedade se necessário pelo método *X-13 Arima* e primeira diferença. Todos os modelos para ambas as variáveis passam por todos os testes mencionados, de maneira que mais de um modelo apresenta resultados satisfatórios, listados nas Tabelas 1 e 2 abaixo:

Tabela 1: Valor-*p* dos testes de avaliação do PIT para o PIB

Testes	MQO	BMA	VAR	BVAR	PCA
Anderson-Darling	0.00809	0.002525	0.006073	<b>0.4026</b>	0.003262
Kolmogorov-Smirnov	<b>0.8525</b>	<b>0.9501</b>	<b>0.1901</b>	<b>0.2643</b>	<b>0.9382</b>
Ljung–Box	0.01736	0.0000589	0.03669	0.007466	0.000138
Berkowitz	rejeita H0	rejeita H0	rejeita H0	rejeita H0	rejeita H0
QLR	<b>0.02611</b>	<b>0.0349</b>	<b>0.05043</b>	<b>0.01156</b>	<b>0.00397</b>
Multivariate Shapiro-Wilk	<b>0.2735</b>	<b>0.544</b>	0.01895	0.008274	<b>0.3022</b>

Fonte: elaboração própria.

Tabela 2: Valor-*p* dos testes de avaliação do PIT para o IPCA

Testes	MQO	BMA	VAR	BVAR	PCA
Anderson-Darling	<b>0.1202</b>	<b>0.1146</b>	0.08776	0.0937	<b>0.2558</b>
Kolmogorov-Smirnov	<b>0.5314</b>	<b>0.2994</b>	<b>0.3253</b>	<b>0.4039</b>	<b>0.2938</b>
Ljung–Box	0.0000025	0.0000172	0.00000081	0.0000094	0.00000032
Berkowitz	rejeita H0	rejeita H0	rejeita H0	rejeita H0	rejeita H0
QLR	0.6497	0.4745	0.4571	0.4909	0.1821
Multivariate Shapiro-Wilk	0.00117	0.0009814	0.001528	0.0007962	0.001875

Fonte: elaboração própria.

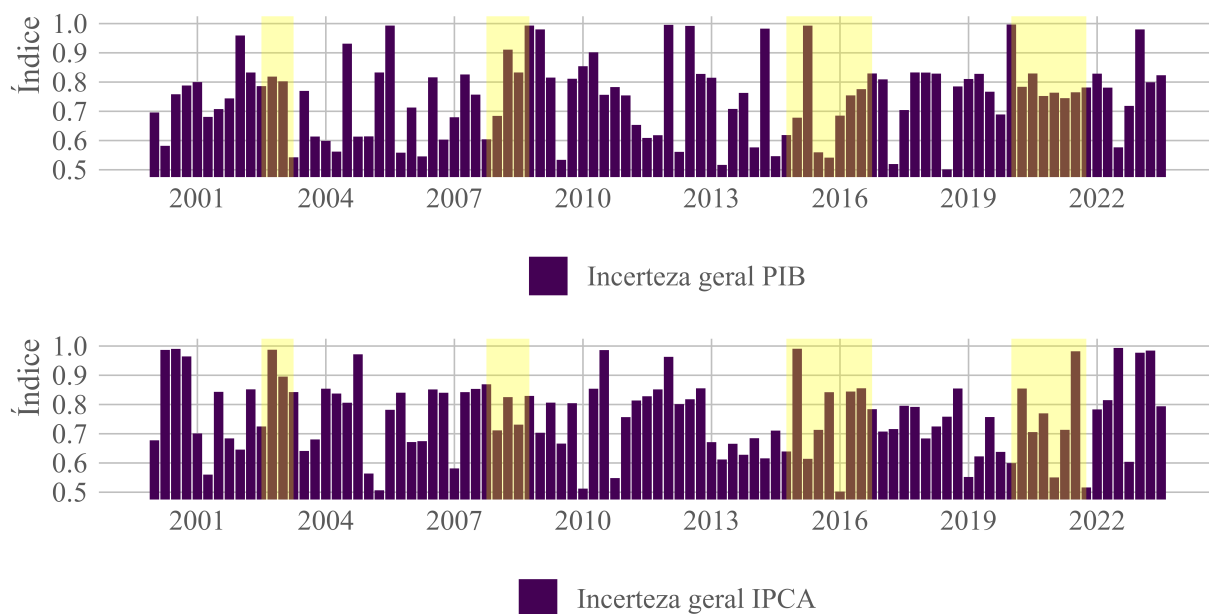
Conforme as informações das Tabelas 1 e 2, mais de um modelo apresenta resultado igual para a mesma variável dependente, rejeitando ou não a hipótese nula. Como critério, então, utiliza-se a probabilidade de cometer erro do tipo I, ou seja, rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira, medida pelo nível de significância. Assim, para o PIB, os modelos MQO, BMA, BVAR e PCA

apresentam resultados satisfatórios para três testes cada um. Pelo critério assumido, optou-se por empregar o modelo BMA, uma vez que só rejeitaria  $H_0$  da amostra seguir uma distribuição normal do teste de Kolmogorov-Smirnov a um nível de significância de 0.9501, rejeita  $H_0$  de quebra estrutural do teste QLR e só rejeitaria  $H_0$  de a amostra seguir uma distribuição multivariada normal do teste *multivariate Shapiro-Wilk normality* a significância de 0.544. A probabilidade cometer erro do tipo I é maior no modelo BMA em relação aos outros, além de rejeitar a existência de quebra estrutural na densidade do PIT.

Da mesma forma, só que em relação a variável IPCA, pela Tabela 2, os modelos MQO, BMA e PCA apresentam resultados semelhantes para os testes de Anderson-Darling e Kolmogorov-Smirnov, sob  $H_0$  de, respectivamente, seguir uma distribuição uniforme e uma distribuição normal. Pelo mesmo critério do erro de tipo I, optou-se pelo valor esperado do modelo PCA, devido ao maior nível de significância exigido para rejeitar  $H_0$  em ambos os testes e pelo menor nível de significância para rejeitar a existência de quebra estrutural na densidade preditiva pelo teste QLR, de 0.1821, se comparado aos demais modelos.

Por conseguinte, emprega-se o procedimento descrito na Seção 3, calculando-se, primeiro, a função de densidade de probabilidade e a função de distribuição cumulativa desse resultado. Feita a padronização do valor entre 0.5 e 1, obtêm-se os choques positivos e negativos para o PIB e IPCA, sendo a incerteza geral o maior valor registrado entre os dois choques. Pela Figura 1 abaixo, que representa tais valores, destaca-se quatro períodos para auferir a qualidade do índice, todos marcados por relativa instabilidade econômica e/ou política: terceiro trimestre de 2002 até o segundo de 2003, período eleitoral e início do primeiro governo Lula; quarto trimestre de 2007 até o quarto de 2008, Crise de 2008; quarto trimestre de 2014 até quarto trimestre de 2016, crise do governo Dilma e seu *impeachment*; e primeiro trimestre de 2020 até quarto trimestre de 2021, período mais grave da Covid-19 no Brasil.

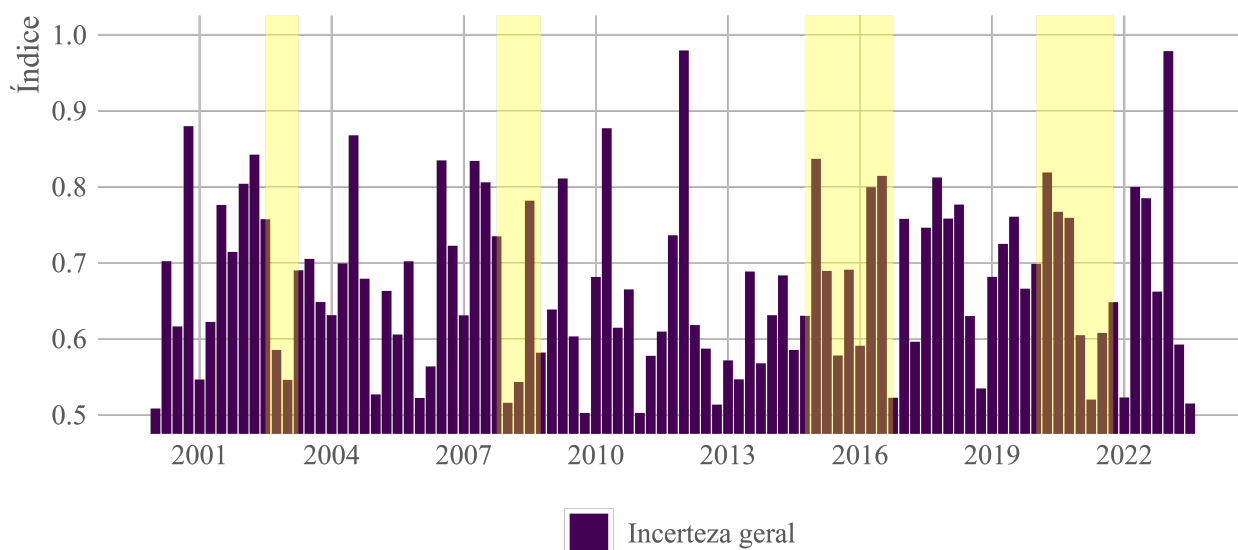
Figura 1: Incerteza macroeconômica medida pelo PIB e IPCA



Fonte: elaboração própria.

Pela Figura 1, pode-se notar que o índice, tanto para o PIB quanto a inflação, consegue captar alguma elevação ou manutenção de patamar relativamente elevado de incerteza para os períodos destacados, todos de amarelo na figura. Fora esses, também ocorrem outros períodos de elevada incerteza, como os demais anos do governo Dilma, eleição Bolsonaro vs Lula, a questão fiscal entre os anos 2022 e 2023, greves de caminhoneiros, fora outros acontecimentos. Já o índice geral de incerteza que combina IPCA e PIB, calculado como  $\frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 U_{j,t}$ , ou seja, a média simples da função de distribuição cumulativa da função de densidade de probabilidade de cada variável dependente, apresenta o seguinte comportamento:

Figura 2: Incerteza macroeconômica PIB e IPCA combinados



Fonte: elaboração própria.

Ao contrário dos resultados anteriores, a partir da Figura 2, o índice geral não capta o aumento de incerteza ou seu patamar elevado no período eleitoral e início do primeiro governo Lula, somente antes e durante o governo. Entretanto, foi capaz de captar incerteza mais elevada na crise de 2008 e períodos subsequentes, crise do governo Dilma e Covid-19. No geral, apesar dos resultados do índice registrar elevação em períodos que possivelmente não tenham alguma justificativa consistente para tal cenário ou talvez problemas localizados, ele acabou captando cenários mais incertos durante períodos de crise política e econômica no país, o que confere alguma credibilidade para sua utilização.

## 4.2 Resultados da relação incerteza e investimento

A incerteza geral calculada a partir do crescimento do PIB real e do IPCA é utilizada como variável explicativa a fim de verificar o impacto da incerteza macroeconômica sobre a decisão de investimento. O objeto de análise é uma amostra de empresas não financeiras listadas na B3, da plataforma Economática, do primeiro trimestre de 2010 até o terceiro de 2023. Como a data de entrada de cada empresa na Bolsa é diferente, a base contém inúmeros valores ausentes, tanto no início do período quanto entre os valores já registrados e alguns resultados estranhos, como receita líquida operacional (RLO) e imobilizado não circulante de zero.

Sendo assim, a base necessitou de tratamento prévio, sequência de valores ausente maiores que cinco foram retirados, pois indicam período em que a empresa não estava listada, valores ausentes no meio das séries foram substituídos por interpolação linear e empresas com RLO e imobilizado não circulante igual a zero foram retiradas. Consequentemente, na amostra de todas as empresas exceto financeiras, de 394 firmas restaram 359.

Utiliza-se como uma das variáveis dependentes a compra líquida de ativos permanentes do fluxo de caixa proporcional ao ativo total para representar uma decisão de investimento no curto prazo, mas com o sinal trocado, já que o sinal negativo no fluxo de caixa indica uma aquisição e poderia confundir na análise dos resultados sobre o sinal dos preditores. Para a decisão de investimento de longo prazo, adota-se o imobilizado não circulante sobre o ativo total, pois representa o acúmulo de ativos mantidos pelo firma ao longo do tempo. Essas variáveis são usadas em valores relativos devido a discrepância entre os valores de grandes empresas e outras menores, como também para as variáveis de controle. O cálculo da variação das variáveis dependentes não foi possível devido a valores zeros de algumas empresas. Todas contas em valores monetários foram corrigidas pelo IGP-M a preços do terceiro trimestre de 2023.

O modelo utilizado para verificar a relação entre incerteza e investimento das firmas é o painel desbalanceado GMM *system* de Blundell e Bond (1998) devido sua capacidade em lidar com problemas de endogeneidade, correlação serial e heterogeneidade, além do número de períodos ser relativamente pequeno se comparado as unidades, 51 trimestres e 359 firmas, fora que várias empresas abriram capital após o início da base (ROODMAN, 2006). Como instrumentos, utiliza-se as variáveis independentes defasadas com 2 atrasos, variando os instrumentos em cada modelo para melhor ajuste nos testes de Arellano-Bond sob hipótese nula de ausência de autocorrelação serial nos resíduos e de Sargan com hipótese nula de que os instrumentos são válidos. Particularidade do painel GMM *system* é que além de empregar a primeira diferença das variáveis para mitigar efeitos fixos, também usa as equações originais no processo.

No painel, considera-se o efeito individual devido as características específicas de cada empresa e modelo de *two steps* devido as limitações da forma *one step* (ULLAH, AKHTAR e AKHTAR, 2018). Para evitar problemas de matriz singular na hora de rodar os modelos, somente as variáveis alavancagem financeira e tamanho não foram multiplicadas por 100, ou seja, tratadas em termos percentuais. Como resultado para a compra líquida de ativos, conforme a Tabela 3, o índice de incer-



teza macroeconômica geral apresenta relação negativa significativa, indicando redução da compra líquida conforme a incerteza aumenta, o que pode sugerir redução da compra de ativo enquanto a venda se mantém ou até aumenta. Todas as variáveis de controle apresentam resultado significativo a 1%, conforme disponibilizado na tabela abaixo:

Tabela 3: System GMM - Incerteza calculada

Variável	Compra líquida	Imobilizado
lag(Comliqatvpermanteatv,1)	0.3215 (< 0.01)***	X
lag(Imobilizadoatv,1)	X	0.9557 (< 0.01)***
Incerteza_geral	-0.04583 (< 0.01)***	0.00321 (> 0.10)
Alafin	0.00011 (< 0.01)***	-0.0000055 (> 0.10)
Liqger	0.02159 (< 0.01)***	0.00101 (< 0.01)***
var_RLO	0.000174 (< 0.01)***	0.0000379 (< 0.01)***
Tamanho	0.1858 (< 0.01)***	0.03882 (< 0.05)**
FCLatv	-0.0795 (< 0.01)***	0.002381 (< 0.01)***
Arellano-Bond (2)	(0.5799)	(0.6048)
Sargan	(0.2061)	(0.2154)

Fonte: elaboração própria.

Significância: \*\*\* 1%, \*\*5%, \*10%.

Por outro lado, a proporção do imobilizado apresenta relação positiva com a incerteza, o que pode ser fundamentado pela teoria da irreversibilidade, posto que ao dispor de mais informações ao longo do tempo, a firma pode decidir aumentar ou manter a proporção de imobilizado mesmo em um cenário de maior incerteza no presente, no caso macroeconômica, pois consegue alocar melhor seus recursos frente o acúmulo de informações. Contudo, como esse resultado não é significativo, também é prudente considerar que, no longo prazo, investimento e incerteza, pela irreversibilidade, não guardam qualquer relação, ou seja, o investimento varia sem ser afetado pela incerteza, seja alta ou baixa, justificado pela diminuição da assimetria de informação ao passar o tempo. Para validar os resultados dos painéis, tanto o teste de autocorrelação quanto de instrumentos não rejeitam suas hipóteses nulas.

Portanto, a partir do emprego de painel GMM *system* para verificar a relação entre incerteza macroeconômica e decisão de investimento produtivo, pode-se afirmar que as empresas da amostra se aproximam ou seguem a teoria da irreversibilidade, conforme explicitada na Seção 1, desde que

as *proxies* de investimento se adequem bem as decisões de investimento no curto e longo prazo. Como a compra líquida de ativos permanentes é uma conta do fluxo de caixa, registrada em cada período, considera-se uma decisão no curto prazo de investimento, enquanto o imobilizado uma conta do balanço patrimonial registra o valor acumulado ao longo do tempo, tomado como decisão no longo prazo de manutenção e variação dos investimentos.

No mais, a fim de verificar a robustez do índice de incerteza macroeconômica na análise, o mesmo painel é considerado com uma outra medida de incerteza, o Indicador de Incerteza da Economia calculado pela Fundação Getúlio Vargas, composto por dois indicadores, um de incerteza da média e outro de dispersão de expectativas. Todas variáveis de controle usadas anteriormente também são utilizadas. Novamente, mediante resultados da Tabela 4, para a decisão de investimento no curto prazo, o indicador da FGV também apresenta relação negativa significativa, com todos os controles também significativos:

Tabela 4: System GMM - Incerteza FGV

Variável	Compra líquida	Imobilizado
lag(Comliqatvpermaneatv, 1)	0.32047 (< 0.01)***	X
lag(Imobilizadoatv, 1)	X	0.960823 (< 0.01)***
Incerteza_FGV	-0.02158 (< 0.01)***	-0.00240 (> 0.10)
Alafin	0.000103 (< 0.01)***	-0.00000423 (> 0.10)
Liqger	0.021573 (< 0.01)***	0.0011002 (< 0.01)***
var_RLO	0.000192 (< 0.01)***	0.0000377 (< 0.01)***
Tamanho	0.144985 (< 0.01)***	0.061573 (< 0.01)***
FCLatv	-0.07996 (< 0.01)***	0.002898 (< 0.01)***
Arellano-Bond (2)	(0.5203)	(0.5489)
Sargan	(0.1596)	(0.2458)

Fonte: elaboração própria.

Significância: \*\*\* 1%, \*\*5%, \*10%.

A diferença fica para a decisão de investimento no longo prazo ao apresentar um sinal negativo, no entanto, não significativo a 10%, o que de certa forma acaba favorecendo a irreversibilidade e os resultados anteriores. Assim, pode-se sustentar que o índice calculado com base na metodologia de Rossi e Sekhposyan (2014, 2015) apresenta certa robustez para a análise da amostra de empresas selecionadas, visto que seus resultados convergem para o outro indicador, com a única diferença no sinal do investimento no longo prazo, mas que não é significativo em ambas.

Do mesmo modo, para verificar a robustez dos resultados gerais do painel GMM *system*, considera-se outro modelo, o GMM *difference* de Arellano e Bond (1991), também indicado para lidar com problemas de endogeneidade e autocorrelação, mas que considera somente a primeira diferença entre as variáveis no modelo. Como resultado, considerando as mesmas variáveis do modelo anterior, somente com ajustes diferentes nos instrumentos, apresenta-se a Tabela 5:

Tabela 5: Difference GMM - Incerteza Calculada

Variável	Compra líquida	Imobilizado
lag(Comliqatvpermant, 1)	0.10322 (< 0.01)***	X
lag(Imobilizadoatv, 1)	X	0.81989 (< 0.01)***
Incerteza_geral	-0.01615 (< 0.01)***	0.00267 (< 0.01)***
Alafin	-0.00013 (> 0.10)	-0.0000062 (> 0.10)
Liqger	0.01364 (< 0.01)***	-0.000981 (< 0.01)***
var_RLO	0.00048 (< 0.01)***	-0.0000223 (> 0.10)
Tamanho	-4.76929 (< 0.01)***	-0.379961 (> 0.10)
FCLatv	-0.27983 (< 0.01)***	-0.011405 (< 0.05)**
Arellano-Bond (2)	(0.3836)	(0.5822)
Sargan	(0.1249)	(0.271)

Fonte: elaboração própria.

Significância: \*\*\* 1%, \*\*5%, \*10%.

Para a compra líquida de ativos, conforme a Tabela 5, o sinal com a incerteza segue o mesmo resultado do painel GMM *system* também significativo, somente com diferenças nos resultados das variáveis de controle que apresentam sinais discrepantes e não significância da alavancagem financeira. A principal diferença fica para o resultado da proporção do imobilizado, sinal positivo e significativo, esse último não registrado no painel anterior. Novamente, há divergência com os resultados dos controles. Essas discrepâncias encontradas podem ser justificadas pela combinação de diferentes instrumentos, apesar de todos ainda serem mantidos com duas defasagens. Mesmo assim, os resultados encontrados no GMM *difference* suportam o resultado da incerteza com a compra líquida e ainda favorece a irreversibilidade no resultado do imobilizado com sinal positivo significativo na relação.

## Conclusão

O sinal da relação entre incerteza e investimento não é claro na teoria econômica, alguns autores sustentam uma relação positiva enquanto outros negativa. Tal relação pode depender, segundo Cabarello (1991), Guiso e Parigi (1999) e Fuss e Vermeulen (2004), de fatores específicos da firma e setor, como inclinação da curva de demanda, o grau de retornos a escala, concorrência nos mercados, sensibilidade ao risco, assimetria dos custos de ajustamento, relação entre nível de capital e sua rentabilidade marginal e a convexidade da rentabilidade marginal do capital em relação aos preços.

Associado a isso, autores como Bernanke (1983), Pindyck (1991), Dixit e Pindyck (1994) e Abel e Eberly (1994) enfatizam a ocorrência de custos de ajustamento assimétrico sobre o investimento, ou seja, algum nível de irreversibilidade diante oportunidades que não cessam senão aproveitadas imediatamente. Isso acaba influenciando o momento da realização do investimento frente a um cenário de incertezas que, no curto prazo, tende a ser negativa em função da possibilidade de diminuição de assimetria de informações no decorrer do tempo, ao suportar alocação mais eficiente dos recursos, relação que pode inverter ou não ter relevância no longo prazo.

A incerteza abordada por esses trabalhos clássicos concentra-se em um tipo de incerteza microeconômica, como o preço e a demanda pelo produto. Quando estendida para um tipo de incerteza macroeconômica, espera-se, também, algum tipo de impacto sobre as decisões da firma. Se alocadas sobre o investimento produtivo, a relação deve ser negativa sem uma especificação direta de horizonte, conforme os resultados de diversos trabalhos empíricos (BEAUDRY et.al., 2001; DEMIR, 2009; FENG e LIN, 2023; KUMAR et.al., 2023). Portanto, pode-se concluir que a incerteza macroeconômica dificulta a alocação eficiente de recursos devido a maior dificuldade para prever e obter informações precisas que suporte a realização dos investimentos, sobretudo para decisões de curto prazo.

Assim, o objetivo do presente trabalho é verificar a relação entre a incerteza macroeconômica e a decisão de investimento da firma. Para tanto, utiliza-se a metodologia usada por Rossi e Sekhposyan (2014, 2015) da distribuição da volatilidade do erro de previsão para calcular a incerteza no Brasil, por meio da taxa de crescimento do PIB real e do IPCA, para uma amostra de empresas não financeiras listadas na B3, do primeiro trimestre de 2010 até o terceiro trimestre de 2023. Como *proxies* para as decisões de investimento, adota-se a compra líquida de ativos permanentes do fluxo

de caixa em razão do ativo total, valor de fluxo recorrente a cada período como decisão no curto prazo e o imobilizado do balanço patrimonial, valor de estoque acumulado ao longo do tempo como decisão de investimento no longo prazo.

O método empregado no painel é o *GMM system*, mediante o uso de instrumentos internos para lidar com problemas de endogeneidade. Como resultado, encontra-se uma relação negativa significativa entre a incerteza macroeconômica e a proporção de compra líquida de ativos, indicando que conforme a incerteza aumenta, a compra de ativos diminui perante o aumento ou manutenção das vendas de ativos permanentes. Esse resultado pode ser explicada pela teoria da irreversibilidade. Por outro lado, a proporção do imobilizado com a incerteza apresenta uma relação positiva, mas não significativa, o que até certo ponto também pode ser explicado pela irreversibilidade.

Para validar esses resultados, utiliza-se o Indicador de Incerteza da Economia calculado pela FGV, que também apresenta relação negativa significativa com a compra líquida de ativos e não significativa com o imobilizado. Além disso, outra técnica de painel é usada para assegurar os resultados do modelo principal, o *GMM difference*, reportando, assim como o *GMM system*, relação negativa significava com a compra de ativos, porém positiva significativa com o imobilizado, reforçando o argumento de que no longo prazo a incerteza não preocupa a decisão de investimento. Portanto, pode-se concluir que a incerteza macroeconômica afeta a decisão de investimentos no curto prazo da amostra de empresas da B3 considerada, de forma que, conforme a incerteza aumenta a compra líquida de ativos permanentes diminui, mas que não é capaz de afetar ou afeta positivamente a proporção do imobilizado ao longo do tempo, cenário que pode ser explicado pela diminuição de assimetria de informação ao longo do tempo.

## Referências

ABEL, Andrew B. Optimal investment under uncertainty. *The American Economic Review*, v. 73, n. 1, p. 228-233, 1983.

ABEL, Andrew B.; EBERLY, Janice C. A unified model of investment under uncertainty. *NBER Working Paper Series*, Working Paper n. 4296, 1993.

ALBULESCU, Claudiu Tiberiu et al. Firm-level investment in the extractive industry from CEE countries: the role of macroeconomic uncertainty and internal conditions. *Eurasian Business Review*, v. 8, p. 193-208, 2018.

ARELLANO, Manuel; BOND, Stephen. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, v. 58, n. 2, p. 277-297, 1991.

AZOFRA, Valentín; RODRÍGUEZ-SANZ, Juan Antonio; VELASCO, Pilar. The role of macroeconomic factors in the capital structure of European firms: How influential is bank debt? *International Review of Economics e Finance*, v. 69, p. 494-514, 2020.

BARROS, Lucas ABC et al. Endogeneidade em regressões com dados em painel: Um guia metodológico para pesquisa em finanças corporativas. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, v. 22, p. 437-461, 2020.

BAUM, Christopher F. et al. The impact of macroeconomic uncertainty on non-financial firms' demand for liquidity. *Review of Financial Economics*, v. 15, n. 4, p. 289-304, 2006.

BAUM, Christopher F.; CHAKRABORTY, Atreya; LIU, Boyan. The impact of macroeconomic uncertainty on firms' changes in financial leverage. *International Journal of Finance & Economics*, v. 15, n. 1, p. 22-30, 2010.

BEAUDRY, Paul; CAGLAYAN, Mustafa; SCHIANTARELLI, Fabio. Monetary instability, the predictability of prices, and the allocation of investment: An empirical investigation using UK panel data. *American Economic Review*, v. 91, n. 3, p. 648-662, 2001.

BERNANKE, Ben S. Irreversibility, uncertainty, and cyclical investment. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 98, n. 1, p. 85-106, 1983.

BLUNDELL, Richard; BOND, Stephen. Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, v. 87, n. 1, p. 115-143, 1998.

BREDIN, Don; FOUNTAS, Stilianos. Macroeconomic uncertainty and performance in the European Union. *Journal of International Money and Finance*, v. 28, n. 6, p. 972-986, 2009.

CABALLERO, Ricardo J. On the sign of the investment-uncertainty relationship. *The American Economic Review*, v. 81, n. 1, p. 279-288, 1991.

CHEN, Pei-Fen; LEE, Chien-Chiang; ZENG, Jhih-Hong. Economic policy uncertainty and firm investment: Evidence from the US market. *Applied Economics*, v. 51, n. 31, p. 3423-3435, 2019.

CHEN, Hui. Macroeconomic conditions and the puzzles of credit spreads and capital structure. *The Journal of Finance*, v. 65, n. 6, p. 2171-2212, 2010.

CHOW, Yee Peng et al. Macroeconomic uncertainty, corporate governance and corporate capital structure. *International Journal of Managerial Finance*, v. 14, n. 3, p. 301-321, 2018.

DEMIR, Firat. Macroeconomic uncertainty and private investment in Argentina, Mexico and Turkey. *Applied Economics Letters*, v. 16, n. 6, p. 567-571, 2009.

DIXIT, Avinash. Investment and hysteresis. *Journal of Economic Perspectives*, v. 6, n. 1, p. 107-132, 1992.

DIXIT, Avinash K.; PINDYCK, Robert S. Investment under uncertainty. *Princeton University Press*, cap 4 e 5, 1994.

FENG, Zhuozhao; LIN, Juan. Macroeconomic uncertainty and firms' investment in China. *Economics Letters*, v. 226, p. 111095, 2023.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). Indicador de Incerteza da Economia. Disponível em: <https://portalibre.fgv.br/indicador-de-incerteza-da-economia> . Acesso em: 16/02/2024.

FUSS, Catherine; VERMEULEN, Philip. Firms' investment decisions in response to demand and price uncertainty. *European Central Bank*, working paper series, n.347, 2004.

GUISSO, Luigi; PARIGI, Giuseppe. Investment and demand uncertainty. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 114, n. 1, p. 185-227, 1999.

HARTMAN, Richard. The effects of price and cost uncertainty on investment. *Journal of Economic Theory*, v. 5, n. 2, p. 258-266, 1972.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2020). sidrar: Interface R para o SIDRA API. R package version 0.5.0. Retrieved from <https://github.com/ibgebr/sidrar>.

KOETSE, Mark J.; DE GROOT, Henri LF; FLORAX, Raymond JGM. A meta-analysis of the investment uncertainty relationship. *Southern Economic Journal*, v. 76, n. 1, p. 283-306, 2009.

KORAJCZYK, Robert A.; LEVY, Amnon. Capital structure choice: macroeconomic conditions and financial constraints. *Journal of Financial Economics*, v. 68, n. 1, p. 75-109, 2003.

KUMAR, Saten; GORODNICHENKO, Yuriy; COIBION, Olivier. The effect of macroeconomic uncertainty on firm decisions. *Econometrica*, v. 91, n. 4, p. 1297-1332, 2023.

PENROSE, Edith. A economia da diversificação. *Revista de Administração de Empresas*, Rio de Janeiro, p. 7-39, 1979.

PINDYCK, Robert S. Irreversibility, uncertainty, and investment. *NBER Working Paper Series*, Working Paper n. 3307, 1990.

ROODMAN, David. How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *The Stata Journal*, v. 9, n. 1, p. 86-136, 2009.

ROSSI, Barbara; SEKHPOSYAN, Tatevik. Evaluating predictive densities of US output growth and inflation in a large macroeconomic data set. *International Journal of Forecasting*, v. 30, n. 3, p. 662-682, 2014.

ROSSI, Barbara; SEKHPOSYAN, Tatevik. Macroeconomic uncertainty indices based on nowcast and forecast error distributions. *American Economic Review*, v. 105, n. 5, p. 650-655, 2015.

SERVÉN, Luis. Macroeconomic uncertainty and private investment in developing countries: an empirical investigation. Available at SSRN 597249, 1998.

SILVA, J. (2017).rbcbr: R Interface to Brazilian Central Bank Web Services. R package version 1.0.0. Retrieved from <https://CRAN.R-project.org/package=rbcbr>.

SOARES, A. (2019). ipeadatar: Inovações Para Processamento de Dados IPEA. R package version 2.0. Retrieved from <https://CRAN.R-project.org/package=ipeadatar>.

STOCK, James H.; WATSON, Mark W. Forecasting output and inflation: The role of asset prices. *Journal of Economic Literature*, v. 41, n. 3, p. 788-829, 2003.

ULLAH, Subhan; AKHTAR, Pervaiz; ZAEFARIAN, Ghasem. Dealing with endogeneity bias: The generalized method of moments (GMM) for panel data. *Industrial Marketing Management*, v. 71, p. 69-78, 2018.

## Apêndice

Relação dos preditores utilizados para prever na amostra a taxa de crescimento do PIB real e do IPCA:



<b>Preço de ativos</b>	<b>Transformação</b>	<b>Periodicidade</b>
Dólar americano (compra) - fim de período	Média trimestral	Mensal
Dólar americano (venda) - fim de período	Média trimestral	Mensal
Índice da taxa de câmbio real efetiva (IPCA) - Jun/1994=100	Acumulado no trimestre	Mensal
Índice de ações - Ibovespa - fechamento (variação)	Soma de taxa trimestre	Mensal
Índice taxa cambio real corrigida produtividade	Média trimestral	Mensal
Taxa de juros - CDI / Over - acumulada no mês	Soma de taxa trimestre	Mensal
Taxa de juros nominal - Over / Selic	-	Trimestral
<b>Atividade real</b>	<b>Transformação</b>	<b>Periodicidade</b>
Brasil - Industrial consumo de energia	Acumulado no trimestre	Mensal
Brasil - Total Consumo de Energia por GWh	Acumulado no trimestre	Mensal
Despesa de consumo da administração pública real (IGP-M)	-	Trimestral
Despesa de consumo das famílias real (IGP-M)	-	Trimestral
Estoque empregos formais Total	Média trimestral	Mensal
Exportação de bens e serviços real (IGP-M)	-	Trimestral
Formação bruta de capital fixo e VE real (IGP-M)	-	Trimestral
Importação de bens e serviços (-) real (IGP-M)	-	Trimestral
Indicadores Industriais - faturamento real - indústria - índice	Média trimestral	Mensal
Indústrias de transformação - estoque de empregos formais	Média trimestral	Mensal
PIB - preços de mercado - índice real encadeado dessazonalizado	-	Trimestral
Produção de aço bruto - Dessazonalizado	Acumulado no trimestre	Mensal
Utilização capacidade instalada Geral (FGV)	-	Trimestral
<b>Moeda</b>	<b>Transformação</b>	<b>Periodicidade</b>
M0 - fim de período	Média trimestral	Mensal
M1 - fim de período	Média trimestral	Mensal
M2 - fim de período	Média trimestral	Mensal
<b>Salários e preços</b>	<b>Transformação</b>	<b>Periodicidade</b>
Índice de preço ao produtor amplo (IPP)	Soma de taxa trimestre	Mensal
Índice de preços ao consumidor amplo (IPCA)	Soma de taxa trimestre	Mensal
Salário mínimo real (IGP-M)	Média trimestral	Mensal

Nota: Somente as variáveis índice de ações, taxa de juros - CDI / Over e índice de preço ao produtor amplo não são transformadas por  $\Delta \ln$ .