

Impactos Econômicos Regionais da COVID-19 através da Incerteza: Evidências a partir de um Modelo BGVAR*

*Michel Candido de Souza[†]
Jean Lucas Viana Almeida[‡]
Otávio Florentino Detoni[§]*

RESUMO

A incerteza econômica pode ser interpretada como a volatilidade na percepção dos agentes sobre o futuro. Por meio deste canal, utilizando dados desagregados, estimamos os efeitos da COVID-19 sobre os ciclos econômicos regionais. Nossos resultados apontam para heterogeneidade na velocidade de recuperação e na persistência dos choques simulados. Consequentemente, encontramos evidências que sustentam a hipótese de reações assimétricas, diretamente relacionadas a resiliência sobre idiosincrasias externas. Em outras palavras, estados blindados (que reagem menos a choques externos) se recuperam mais rapidamente.

Palavras-Chave: Incerteza; COVID-19; Ciclos Econômicos.
JEL: C32. D80. E32.

ABSTRACT

Economic uncertainty can be interpreted as the volatility in agents' perception of the future. Through this channel, using disaggregated data, we estimate the effects of COVID-19 on regional economic cycles. Our results point to heterogeneity in the speed of recovery and persistence of simulated shocks. Consequently, we found evidence supporting the hypothesis of asymmetric reactions, directly related to resilience over external idiosyncrasies. In other words, armored states (that react less to external shocks) recover quickly.

Keywords: Uncertainty; COVID-19; Economic Cycles.
JEL: C32. D80. E32.

* Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

[†] Professor da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

[‡] Graduando em Ciências Econômicas pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

[§] Professor da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Introdução

Considerando que os espaços econômicos, políticos e sociais no Brasil são estruturalmente heterogêneos, Haddad (1989) sugere que as flutuações econômicas ocorridas no âmbito local possam diferir significativamente daquelas observadas em nível nacional. Tal desvio criaria assimetria na tomada de decisões e, conseqüentemente, maior variabilidade nos ciclos regionais.

A recente crise sanitária reforçou essa hipótese, uma vez que afetou diretamente a volatilidade dos mercados locais e a disseminação de idiosincrasias na condução de políticas econômicas. Seguindo a lógica dos modelos *Real Business Cycles* (RBC), alguns determinantes como a intensidade comercial, dinâmica da mão de obra, sustentabilidade fiscal e a própria incerteza econômica foram indicados como candidatos. Tais direcionamentos começam a ser tratados regionalmente (para o Brasil) em contribuições semanais como as de Gomes, Osório e Ferreira-Irmão (1986), Guimaraes Neto (1996), Cunha e Moreira (2006) e Ellery Jr e Gomes (2005).

Neste trabalho, nossa hipótese é de que as particularidades regionais brasileiras possibilitaram os efeitos da pandemia para que os mesmos ocorressem de forma assimétrica, o que nos permitiria explorar as diferenças e construir indicadores desagregados que fomentem o debate sobre estratégias de recuperação local. Sendo assim, o principal objetivo deste artigo é investigar a relação de curto prazo entre incerteza e ciclos econômicos nas unidades federativas brasileiras durante a crise sanitária.

Em relação ao que já está estabelecido na literatura, as contribuições específicas envolvem: i) propor indicadores desagregados para incerteza regional; ii) observar movimentos de curto prazo, utilizando dados trimestrais de 2007 a 2022 e iii) executar um modelo global para o cálculo de funções impulso-resposta desagregadas por unidade federativa.

Este artigo está organizado em seis seções. A próxima seção é dedicada à explanação das principais referências teóricas, definindo o conceito de incerteza e suas possíveis medidas. Em sequência, apresentamos os detalhes do modelo econométrico junto a algumas estatísticas descritivas da base de dados. Na seção, 5 analisamos os resultados provenientes das estimações e, por fim, na seção 6, discutimos algumas conclusões e suas implicações práticas.

2. Referencial Teórico

A separação entre risco e incerteza foi pioneiramente analisada por Knight (1921), como a distinção entre o mensurável e o imensurável. O risco é caracterizado como situações em que todas as alternativas são conhecidas e as suas respectivas probabilidades de ocorrência podem ser determinadas com precisão. Já a incerteza corresponderia a situações em que as possibilidades e/ou probabilidades de ocorrência associadas não podem ser determinadas com precisão.

Na macroeconomia, Bernanke (1983) destaca que os efeitos da incerteza podem ser custosos e de grande interesse para formuladores de políticas públicas e investidores. O canal de transmissão é semelhante ao de um choque de demanda agregada: expansão do desemprego e redução do nível de preços. Empiricamente, Donadelli (2015), Jurado (2015) e Baker, Bloom & Davis (2016) argumentam que o aumento da incerteza está negativamente relacionado a momentos de contração nos ciclos reais. Indiretamente, o nível de incerteza econômica estaria diretamente ligado à duração e intensidade de recessões, sendo um condicionante a própria capacidade de recuperação econômica.

No entanto, para compreendermos melhor o conceito envolvido na construção da

proxy regional, iniciamos com a exposição de alguns trabalhos seminais no campo da teoria da decisão, que vão desde o valor esperado discreto até a ponderação subjetiva (e em alguns casos não exclusiva) das probabilidades. Finalmente, na subseção seguinte, discutimos algumas formas empíricas de mensurar os possíveis efeitos da incerteza, bem como algumas armadilhas e precauções a serem tomadas na coleta dos dados.

2.1 – Desenvolvimento Teórico

Pioneiramente, Von-Neumann e Morgenstern (1944) desenvolveram uma teoria para a Utilidade Esperada. A derivação ocorre através das preferências individuais sob quatro axiomas: consequencialíssimo, racionalidade, continuidade e independência. Em síntese, o valor esperado da utilidade se iguala à soma das utilidades de cada possível estado, ponderadas diretamente pelas suas probabilidades de realização. Nesse *framework*, é necessário que todos os agentes conheçam (de forma exclusiva) a distribuição de probabilidade dos estados existentes.

Um dos primeiros contrapontos a essa ideia advém do trabalho de Allais (1953). Os autores ponderam que os agentes atribuiriam maior peso a eventos com maior probabilidade de ocorrência, violando (por definição) a independência nas decisões. Em outras palavras, para "diluir" o risco, os agentes tenderiam a escolher situações menos incertas para uma mesma variedade de retornos. Contudo, as probabilidades apareciam de forma objetiva e exógena no modelo teórico.

Para superar tamanha, Savage (1954) atribuiu unicidade às ideias de utilidade dos agentes e percepção das probabilidades em estados. Portanto, mesmo compartilhando do comportamento maximizador clássico, a subjetividade dos agentes é introduzida pelas percepções e utilidade distintas. Logo, o autor postula que os indivíduos tomam decisões baseados em distribuições de probabilidade formadas conscientemente, através de crenças pessoais.

Em sete axiomas Savage (1954) propõe a extração da distribuição subjetiva de probabilidades através das relações de preferência reveladas, tornando a função de utilidade indiretamente derivável. Analiticamente, isso ainda significa que o agente possui apenas um vetor de probabilidade subjetiva a ser utilizado no processo de tomada de decisão. Porém, agora as probabilidades individuais (endógenas) emergem das preferências. Neste ponto, vale destacarmos que todo risco é identificado como incerteza, decorrente de experiências subjetivas, o que torna os conceitos seminais propostos por Knight (1921) indissociáveis da teoria da utilidade esperada subjetiva.

Contudo, independente das probabilidades subjetivas formadas pelos indivíduos, em casos sem total certeza das probabilidades, Ellsberg (1961) destaca que os indivíduos tendem a escolher as opções com probabilidades reveladas. A violação do postulado Savage (1954) está relacionada à ambiguidade, definida como qualidade, tipo, confiabilidade e unanimidade nas estimativas de probabilidades relativas. A ambiguidade representa os casos em que, além do evento final ser desconhecido (mesmo com as alternativas claras), as probabilidades dos eventos presentes no espaço amostral também são desconhecidas ou não exclusivamente definidas.

A ambiguidade ainda pode ser entendida como uma situação entre dois extremos informacionais: a incerteza e o risco. Em outras palavras, o risco representa situações aleatórias nas quais a distribuição de resultados possíveis é conhecida. A ambiguidade, por sua vez, seria útil para descrever situações em que algum aspecto dessa distribuição é desconhecido. Assim, a incerteza nada mais seria do que um estado superior, que inclui tanto o risco quanto a ambiguidade.

A partir do reconhecimento desse fenômeno, a literatura teórica iniciou um processo de desenvolvimento de modelos teóricos que pudessem separar claramente os

efeitos de risco e ambiguidade, ou que acomodassem o Paradoxo de Ellsberg. Em outras palavras, trabalhos teóricos como os de Anscombe e Aumann (1963), Schmeidler (1989), Gilboa e Schmeidler (1989) e Tversky e Kahneman (1992), passaram a buscar uma separação entre preferências quando as probabilidades do espaço amostral são bem definidas, e convicções individuais quando estas não o são.

2.2 – Contribuições Empíricas

Não há estudos que busquem investigar os efeitos regionais da incerteza desagregada no Brasil. Sendo assim, destacamos brevemente alguns trabalhos que, mesmo tratando o componente incerteza de forma agregada, contribuíram para a compreensão dos efeitos dessa variável na economia brasileira: Pereira (2001), Silva Filho (2007), Costa Filho (2014), Souza, Zabet e Caetano (2017), Godeiro e Lima (2017) e Barboza e Zilberman (2018).

Pereira (2001) trabalha um modelo com custos de ajustamento para analisar a relação entre incerteza e investimentos no Brasil. Como proxy para incerteza, o autor considera a média das variâncias condicionais das séries de: taxa de juros, taxa de câmbio real e preços de bens de capital, estimadas utilizando um GARCH (1,1). Os resultados revelam que, para o intervalo de 1980:T1 a 1998:T4, o investimento foi negativamente afetado pela incerteza.

Silva Filho (2007) estuda a relação entre incerteza inflacionária e o investimento para a economia Brasileira no período de 1974 a 2002. Utilizando erros de previsão, o autor encontra fortes indícios de efeitos negativos sobre o investimento, tanto no curto quanto no longo prazo.

Costa Filho (2014) estima uma série de modelos vetoriais bivariados e analisa os possíveis efeitos da incerteza (adotando diversas medidas) sobre os ciclos econômicos brasileiros. Os resultados, reforçados por um modelo robusto e multivariado, indicam que choques positivos de incerteza estão associados a efeitos negativos e de baixa persistência na economia (quando comparados a choques nas taxas de juros).

Souza, Zabet e Caetano (2017) investigam a dinâmica e a transição da incerteza no Brasil usando representações para além da média condicional, com auxílio de autorregressões quantílicas (QAR). Os resultados (com dados mensais até 2017) revelam dinâmicas assimétricas ao longo de diferentes quantis condicionais, corroboradas pelas análises de dispersão, amplitude e densidades localizadas. Além disso, os autores sugerem que existe uma baixa probabilidade de migração direta de uma condição de alta incerteza para um nível baixo e vice-versa (independente do tipo de intervenção).

Godeiro e Lima (2017) seguem a metodologia proposta por Jurado et al. (2015) na construção de um índice de incerteza macroeconômica para o Brasil. Os resultados permitem inferir que períodos de recessão costumam ser precedidos por aumentos na incerteza, de forma que exista uma correlação negativa com a produção industrial nacional.

Em um estudo mais recente, Barboza e Zilberman (2018) estimam uma sequência de modelos SVAR, seguindo a abordagem de Baker, Bloom e Davis (2016). Os autores diversificam a dinâmica da incerteza utilizando múltiplas medidas disponíveis e constatam que a relação com a atividade econômica, para um horizonte médio de 6 meses, é significativa e negativa.

Esses resultados reforçam nossa suspeita de que, mesmo desagregada regionalmente, a incerteza apresenta efeitos significativos e majoritariamente negativos. Na próxima seção, abordamos detalhadamente o método econométrico utilizado e a forma pela qual a proxy foi estimada.

3. Metodologia

3.1 Vetores Autorregressivos Globais

O *Global Vector Autoregression* foi proposto por Pesaran (2004) como uma estrutura empírica unificada para modelar sistemas de ampla interação em períodos sucessivos no tempo (como blocos econômicos, países e regiões). O modelo consiste em um conjunto de $VARX^*(p, p^*)$ estimado país a país, que inclui a ordem $p - lag$ das variáveis domésticas x_{it} e a ordem $p^* - lag$ de controles externos x_{it}^* :

$$x_{it} = a_{i0} + \sum_{s=1}^p \varphi_{is} x_{it-s} + \sum_{r=1}^{p^*} \Lambda_{ir} x_{it-r}^* + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Onde o conjunto externo é definido de forma global por $x_{it}^* = \sum_{j=0}^N \omega_{ij} x_{jt}$, com ω_{ij} denotando a matriz de peso comercial. Cada elemento de ω_{ij} corresponde a um fluxo de comércio bilateral entre i e j , dividido pelo comércio total de i . Em seguida, empilhamos os modelos específicos para obter uma representação global dada por $Gx_t = a_0 + \sum_{q=1}^Q H_q x_{t-q} + \varepsilon_t$, tal que G é a matriz de relações contemporâneas entre regiões, a_0 representa o intercepto linear e H_q é uma matriz de coeficientes globais. Finalmente, ε_t é um erro vetorial global com matriz de variância-covariância igual a Σ_{ε_i} .

Reescrevendo o modelo, se $\Pi_i' = (1, x'_{it-1}, \dots, x'_{it-p}, x'^*_{it}, \dots, x'^*_{it-p^*})'$ e $Z_{it-1} = (a_{i0}, \varphi_{i1}, \dots, \varphi_{ip}, \Lambda_{i0}, \dots, \Lambda_{ip^*})'$, temos:

$$x_{it} = \Pi_i' Z_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Mesmo que os graus de liberdade sejam individuais (por modelo), a inclusão do bloco internacional ponderado faz com que as séries temporais trimestrais disponham de baixa margem quanto as defasagens do modelo. Nesse aspecto, a inferência Bayesiana se apresenta como solução viável (ver Litterman (1986)) e auxilia a construção das funções impulso resposta por região. Para o modelo global, Cuaresma (2016) propõe uma abordagem utilizando um conjunto de priores hierárquicas (ver Sims (1998) e George (2008)). A *Stochastic Search Variable Selection* (SSVS) prior é representada por uma mistura de distribuições normais em cada coeficiente do modelo e para $\Psi_i = vec(\Pi_i)$:

$$\Psi_{ij} | \delta_{ij} \sim (1 - \delta_{ij}) \mathcal{N}(0, \tau_{0,j}^2) + \delta_{ij} \mathcal{N}(0, \tau_{1,j}^2) \quad (3)$$

Onde δ_{ij} é uma variável de seleção binária para o coeficiente j na região i (δ_{ij} segue uma distribuição de Bernoulli com probabilidade q_{ij}). O termo assume valor igual a 1 se a variável correspondente for incluída no modelo, com variância $\tau_{1,j}^2$, e valor 0 se a prior anterior for excluída da região $i - th$, com $\tau_{0,j}^2$ próximo de zero.

A média da distribuição prior (utilizando o SSVS) pode ser centrada em torno de algum valor de $\underline{\Psi}_{jj}$. Organizando os parâmetros em uma matriz diagonal $D_i = diag(d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{iv_i})$, a prior anterior se resume na seguinte configuração hierárquica:

$$\Psi_i | D_i \sim \mathcal{N}(0, \underline{R}_i) \quad (4)$$

$$\Psi_i | D_i \sim \mathcal{IW}(\underline{S}_i, \underline{v}_i) \quad (5)$$

Onde $\underline{R}_i = D_i D_i$ e a prior de Σ_{ϵ_i} segue uma *Inverse Wishart* com $\underline{\nu}_i$ graus de liberdade, tal que \underline{S}_i é uma matriz escalar. Finalmente, na análise estrutural, calculamos a mediana das *General Impulse Response Functions* (GIRF) considerando intervalos de confiança de 68% e 100.000 repetições.

4. Base de Dados

Utilizaremos dados trimestrais proveniente do Sistema de Series Temporais do Banco Central Brasileiro, de 2007 a 2022, para 13 unidades federativas: Amazonas (AM), Bahia (BA), Ceará (CE), Espírito Santo (ES), Goiás (GO), Minas Gerais (MG), Pará (PA), Pernambuco (PE), Paraná (PR), Rio de Janeiro (RJ), Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC) e São Paulo (SP).

4.1 Variáveis Controle

As variáveis endógenas (de controle) estão presentes na Tabela 01 e foram baseadas nos modelos RBC^{**}. Para comparabilidade temporal entre os estados, alguns ajustes se fazem necessários: *i*) Ajustamos sazonalmente o número de empregos formais gerados utilizando o método *X-13-ARIMA*; *ii*) Corrigimos os Valores da Dívida Líquida Estadual utilizando o deflator implícito do PIB brasileiro. *iii*) Corrigimos as séries, em dólar, de Importação e Exportação pelo deflator implícito norte-americano. *iv*) Trabalhamos com as variações relativas das séries em base 100, (2007: T4 = 100). Em sequência avançamos para construção da proxy de incerteza regional proposta neste artigo, pela qual estimaremos os efeitos diretos e cruzados da incerteza.

Tabela 01- Variáveis Controle

Variável	Período	Base de Dados	Descrição
IBC_{sz}	2007: T4 – 2022: T3	Banco Central do Brasil	Índice de Atividade Econômica
VAGAS	2007: T4 – 2020: T3	Banco Central do Brasil	Empregos Formais Gerados
DL	2007: T4 – 2022: T3	Banco Central do Brasil	Dívida Líquida Estadual
INADIMP	2007: T4 – 2022: T3	Banco Central do Brasil	Taxa de Inadimplência
ABERT	2007: T4 – 2022: T3	Banco Central do Brasil	Abertura Comercial

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.2 Proxy de Incerteza Regional

O Google Trends é uma ferramenta para tráfego de buscas, em tempo real, para qualquer palavra ou expressão em determinada localidade por um período estabelecido. Uma fonte de informação tão vasta pode ser útil na análise dos mais variados temas e principalmente para compreensão da incerteza econômica. Os números representam o interesse de pesquisa relativo ao ponto mais alto no gráfico de uma determinada região em um dado período. Um valor de 100 representa o pico de popularidade de um termo. Um valor de 50 significa que o termo teve metade da popularidade. Uma pontuação de 0 significa que não havia dados suficientes sobre o termo.

Em resumo, adotamos um procedimento de raspagem que cobre 15 termos relacionados a incerteza (conforme sugeridos por Baker, Bloom e Davis (2016) e Altig et al. (2020): “*incerteza econômica*”; “*imposto*”; “*economia regional*”; “*política fiscal*”;

^{**} Consultar Kydland e Prescott (1982), Prescott (1986) e Plosser (1989).

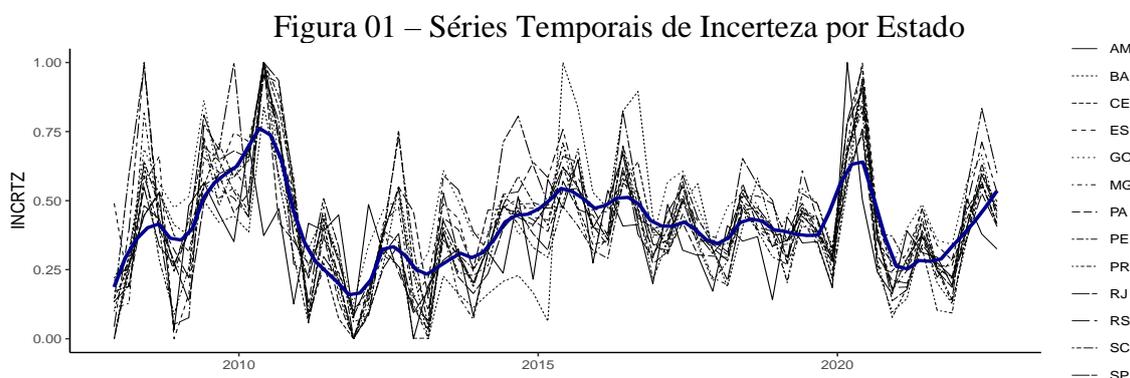
“dívida pública”; “déficit público”; “política monetária”; “inflação”; “orçamento público”; “congresso”; “regulação”; “coronavírus”; “covid19”; “impeachment”. Todos subcategorização executada para pesquisas feitas somente no idioma portuguesa e em toda web.

Em sequência, unificamos as series temporais disponibilizadas para cada região em um indicador de base 100, ponderando cada observação com o inverso da sua volatilidade de interesse no mês (um controle prévio de comparação do tamanho de choques estruturais de incerteza sobre as series em momentos variados de popularização do acesso a internet). De forma algébrica:

$$Incrtz_{State} = w_1 * I_{\{word1\}} + w_2 * I_{\{word2\}} + \dots + w_{15} * I_{\{word15\}} \quad (6)$$

Ainda assim, diversos movimentos polinomiais podem ser observados em curtos períodos, a depender de fatores exógenos que não necessariamente estão ligados aos fundamentos estruturais da economia. Para aliviar este problema, removemos as tendencias e focamos especificamente nos ciclos induzidos por choque de incerteza estruturais, como a recente crise Covid. Conforme podemos observar, as séries estimadas de incerteza regional possuem movimento tendencial comum (macroeconômico) mas passam por ciclos específicos (ruídos micro/regionais).

Não obstante, eventos como a crise do Supremo, o Governo Dilma e a crise sanitária Covid-19 são visualmente perceptíveis em todas as regiões, corroborando com a adequação da estratégia utilizada na construção da proxy. Adicionalmente, as Figuras 01 e 02, e a Tabela 03 revelam um pouco melhor a heterogeneidade desta variável:



Nota: A linha azul central representa uma tendencia comum partilhada pelas unidades federativas.

Parece existir maior volatilidade nos estados da Bahia e Rio Grande do Sul, enquanto os maiores picos de incerteza média são observados em Goiás e Santa Catarina. Já a análise de assimetria indica que com exceção de Minas Gerais, todas as demais regiões possuem distribuição de incerteza mais concentrada a esquerda (valores baixos). Ou seja, no Brasil ainda é mais comum observarmos situações de baixa incerteza regional, mesmo para estados localizados em regiões distantes.

Naturalmente, uma segunda etapa para análise descritiva é o cálculo de coeficientes de correlação com o índice de atividade estadual (IBC). Podemos notar que as defasagens da proxy de incerteza parecem se ajustar melhor aos dados de produção do que os indicadores agregados, mostrando correlação majoritariamente negativa para 1, 4 e 6 defasagens. A terceira imagem da Figura 03 fortalece nossa hipótese de efeitos heterogêneos sobre os ciclos econômicos regionais, de forma que a utilização de

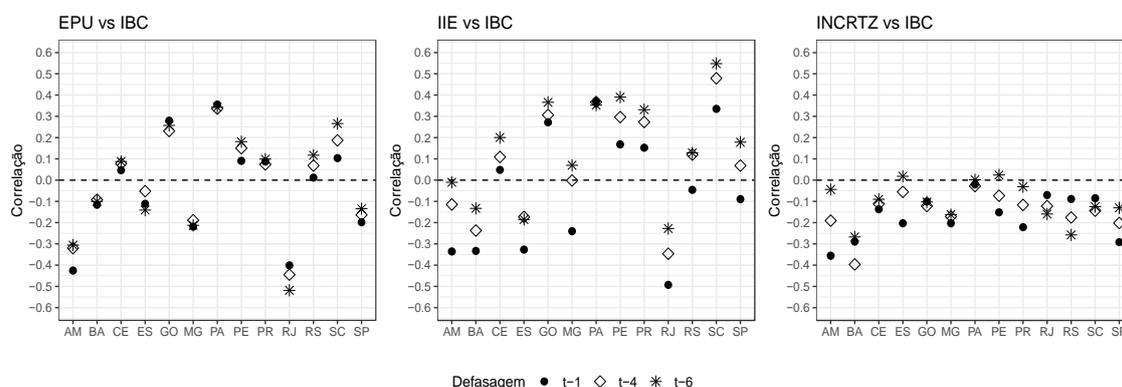
indicadores agregados (Brasil) para compreensão de ciclos econômicos regionais (Estaduais) pode distorcer a previsibilidade dos processos. Ademais, estes e outros detalhes serão explorados pelo modelo BGVAR. O resumo destas medidas também pode ser analisado com auxílio da Tabela 02:

Tabela 02- Proxy de Incerteza por Estado

Estado	Região	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Assimetria
AM	Norte	0.356	0.352	0.171	0.074
PA	Norte	0.395	0.394	0.161	0.023
BA	Nordeste	0.389	0.382	0.229	0.099
CE	Nordeste	0.416	0.389	0.197	0.412
PE	Nordeste	0.421	0.399	0.193	0.337
GO	Centro-Oeste	0.479	0.478	0.171	0.020
ES	Sudeste	0.430	0.427	0.202	0.041
MG	Sudeste	0.383	0.388	0.213	-0.062
RJ	Sudeste	0.375	0.370	0.196	0.071
SP	Sudeste	0.415	0.381	0.197	0.517
PR	Sul	0.358	0.343	0.209	0.204
RS	Sul	0.433	0.411	0.216	0.313
SC	Sul	0.465	0.450	0.253	0.177

Nota: Elaborada pelos autores.

Figura 03 – Correlações entre Medidas de Incerteza e IBC



Nota: A linha pontilhada central representa o caso nulo, onde a correlação é zero. No eixo das abscissas temos os estados representados pelas siglas.

5. Resultados

Nesta seção discutiremos: *i)* os detalhes para ajuste e diagnóstico do modelo estimado, *ii)* Os efeitos da incerteza sobre os ciclos internos as próprias unidades federativas e *iii)* Os potenciais efeitos (*backward* e *forward*)^{††} de choques de incerteza, bem como a conjectura de fragilidade estadual (em relação a choques externos).

^{††} Aqui, definimos o efeito *backward* como o número de estados que afeta significativamente a unidade de análise. Já o caso *forward* ocorre pelo número de unidades federativas que respondem significativamente a um choque de incerteza no estado doméstico, ou seja, o quão forte é o choque de incerteza local a ponto de transbordar e alcançar ciclos fora do próprio estado de origem.

5.1 Ajustes e Diagnósticos do Modelo BGVAR

Um ingrediente fundamental para construção do modelo BGVAR é a matriz de ponderação W , a qual sintetiza a média temporal dos fluxos de negócios entre as unidades federativas (ver Di Mauro e Pesaran (2013) para uma discussão mais aprofundada das possíveis formas de estruturá-la). Aqui, utilizamos uma matriz de comércio interestadual (disponibilizada pelo NEREUS-USP, ver Haddad *et al* (2017)), que representa os fluxos comerciais bilaterais.

Em sequência, utilizamos os critérios AIC, BIC e HQ para seleção da defasagem aplicada ao sistema de variáveis endógenas. Todos os *eigenvalues* se mantem dentro do círculo unitário e atestam a estabilidade do modelo estimado. Não obstante, alguns apontamentos quanto as propriedades de convergência das cadeias MCMC se fazem necessárias, bem como sobre a autocorrelação serial nos erros e a autocorrelação pareada média de resíduos das unidades de análise cruzadas. Aqui vale destacar a importância de tais check-ups no modelo, uma vez que existem efeitos transbordamento, diretamente ligados em todas as unidades geográficas presentes.

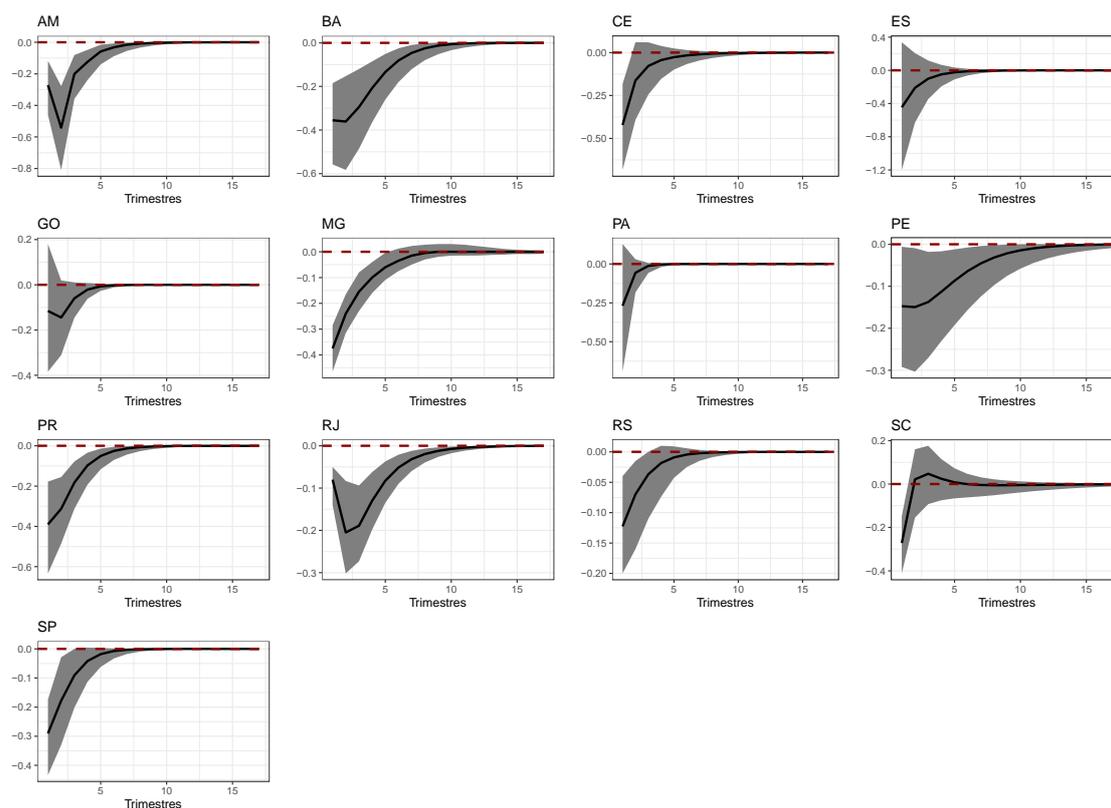
A Geweke Statistic segue um típico padrão *z-score* e nos revela que apenas uma pequena fração (4,07%) dos coeficientes não convergiu, algo que foi facilmente minimizado com um aumento direto no número de *burn-ins* nas estimativas das cadeias. Em sequência, para o teste de autocorrelação serial nos erros, notamos que o maior percentual (69,23%) se encontra rejeitando a hipótese nula de autocorrelação serial, o que fortalece a escolha de defasagens das variáveis endógenas previamente executada. Finalmente, para o caso de correlações de unidades residuais (mediana posterior), observamos valores razoavelmente pequenos, o que não ameaça a análise estrutural a ser desenvolvida para os efeitos cruzados (ver Dees *et al.* (2017)).

5.2 Efeitos de Choques Internos

Inicialmente exploramos os efeitos internos de um choque de incerteza sobre os ciclos econômicos do próprio estado, um resultado *benchmark* para qualquer estimação VAR. Neste ponto, procuramos identificar os estados que possuem choques significativos à 68%. A Figura 04 revela alguns padrões relacionados a duração dos choques internos. Para todos os estados analisados, existe um padrão de reação veloz (que dura até 5 trimestres após o choque interno). Ou seja, o tamanho e duração dos distúrbios internos parecem ser bem controlados a nível estadual. Seguindo, na Tabela 04, os efeitos acumulados percentuais para 1,4,6 e 8 trimestres fornecem evidências adicionais deste ponto.

Após oito trimestres, os estados do Amazonas, Bahia, Pernambuco, Rio de Janeiro e Paraná apresentam retração significativa, que oscila entre 0.25% e 1.50% da atividade econômica. Ademais, o efeito acumulado médio é maior na região do Nordeste, considerando todos os horizontes analisados. Novamente, isso significa que distúrbios internos, em sua maioria, possuem vida útil curta e os efeitos cessam em horizontes menores que dois anos, algo próximo do que é relatado por autores como Barboza e Zilberman (2018) que analisam o caso agregado brasileiro. Não é foco do trabalho avaliar os motivos que levaram o estado A ou B a se recuperarem de forma mais rápida ou não, entretanto, as evidências apontam que, em média, os que possuem menor grau de diversificação econômica (vide Nordeste) tendem a maior lentidão para internalizar o problema.

Figura 04 – Funções Impulso Resposta Internas



Nota: A linha preta indica o efeito mediano do choque sobre o IBC-Br, enquanto as áreas em cinza representam os intervalos de confiança.

Tabela 04 – Efeitos Acumulados após um Choque de Incerteza Estadual

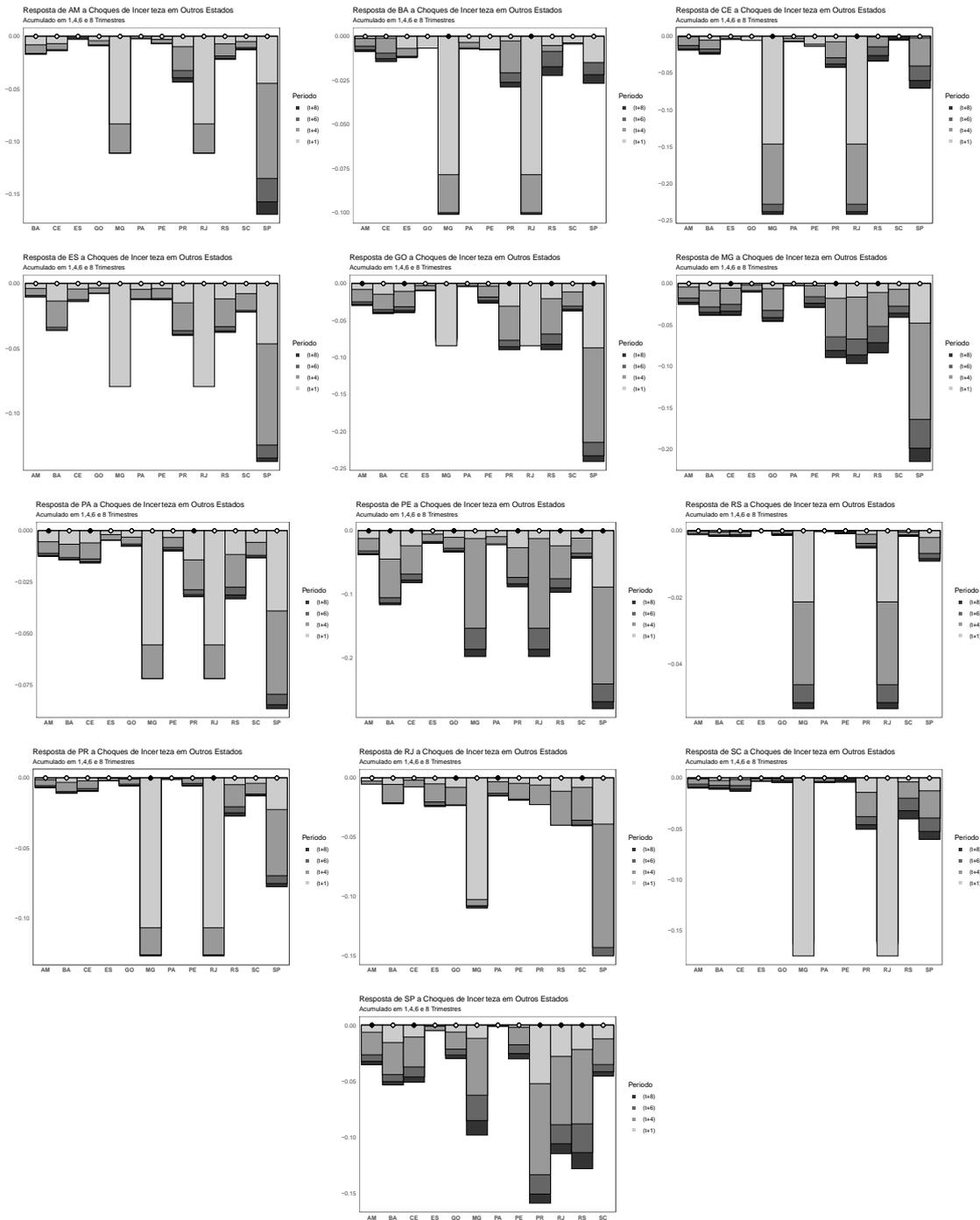
Estado	Região	T+1	Signif.	T+4	Signif.	T+6	Signif.	T+8	Signif.
AM	Norte	-0.271	Sim	-1.137	Sim	-1.277	Sim	-1.251	Sim
PA	Norte	-0.268	Não	-0.340	Não	-0.341	Não	-0.340	Não
BA	Nordeste	-0.355	Sim	-1.219	Sim	-1.434	Sim	-1.495	Sim
CE	Nordeste	-0.422	Sim	-0.707	Não	-0.749	Não	-0.765	Não
PE	Nordeste	-0.147	Sim	-0.548	Sim	-0.699	Sim	-0.776	Sim
GO	Centro-Oeste	-0.115	Não	-0.341	Não	-0.350	Não	-0.351	Não
ES	Sudeste	-0.446	Não	-0.806	Não	-0.841	Não	-0.850	Não
MG	Sudeste	-0.375	Sim	-0.870	Sim	-0.965	Não	-0.985	Não
RJ	Sudeste	-0.080	Sim	-0.604	Sim	-0.738	Sim	-0.789	Sim
SP	Sudeste	-0.290	Sim	-0.601	Não	-0.626	Não	-0.630	Não
PR	Sul	-0.390	Sim	-0.982	Sim	-1.057	Sim	-1.076	Sim
RS	Sul	-0.123	Sim	-0.248	Não	-0.261	Não	-0.265	Não
SC	Sul	-0.272	Sim	-0.178	Não	-0.171	Não	-0.181	Não

Nota: Elaborada pelos autores.

5.3 Efeitos de Choques Externos

Finalmente, apresentaremos os efeitos cruzados (*forward e backward*) de um choque de incerteza regional, o que demarca uma das principais contribuições deste estudo. Em outras palavras, os próximos gráficos e a Tabela 05 são organizados como tentativa de compreender quais estados propagam incerteza doméstica para outras unidades federativas.

Figura 05 – Reações Estaduais a Choques Externos



Nota: A cor dos pontos indica significância. Quando preenchidos em preto existe evidência de interação significativa, quando em branco esperamos que o efeito médio seja nulo.

Tabela 05 – Número de Interações com Choques Cruzados

Estado	Forward	Backward	Região	Forward Médio	Backward Médio
AM	4	0	Norte		
PA	1	3	Norte	2.50	1.50
BA	1	2	Nordeste		
CE	5	2	Nordeste	2.00	4.00
PE	0	8	Nordeste		
GO	2	5	Centro-Oeste	2.00	5.00
ES	0	0	Sudeste		
MG	3	3	Sudeste	2.25	2.75
RJ	4	3	Sudeste		
SP	2	5	Sudeste		
PR	5	2	Sul		
RS	4	0	Sul	3.65	0.67
SC	2	0	Sul		

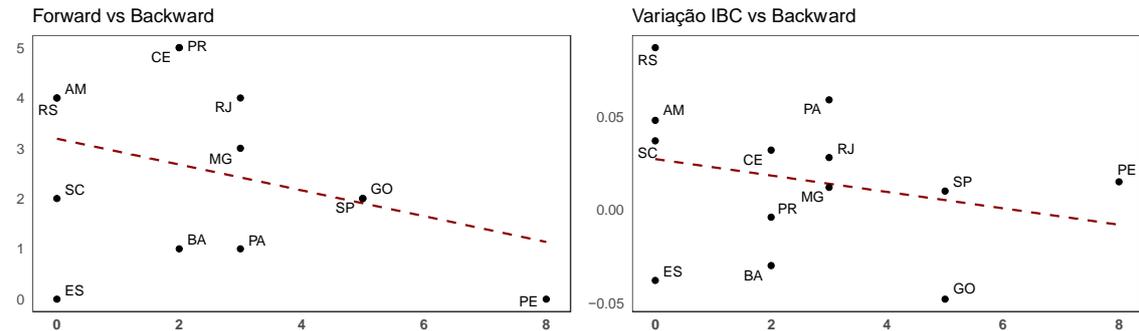
Nota: Elaborada pelos autores

O número de associações indica que a resposta a distúrbios externos ocorre em 9 dos 13 estados, com exceções de Amazonas, Espírito Santo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Além disso, em média, a região Sul concentra os estados que mais afetam outras localidades e sofre menos com distúrbios externos. Outro ponto curioso da Tabela 05 diz respeito ao desvio das médias de suscetibilidade (*backward*), que em alguns casos pode alcançar mais de cinco vezes o valor de outras regiões (Sul e Nordeste ou Centro-Oeste). Isso significa que mesmo com baixa variabilidade no repasse estadual, existem grandes desvios quanto a receptividade de choques externos.

As evidências encontradas para os efeitos cruzados indicam que, de fato, existe considerável interdependência entre as unidades federativas brasileiras. Não é foco do presente estudo investigar a natureza dessas associações. No entanto, cabe destacar que embora algumas evidências sejam curiosas, como por exemplo, a de que o Ceará, dentre os estados avaliados, é o que mais propaga incerteza e a de que o Espírito Santo não propague incerteza e nem seja afetado por distúrbios externos, alguns resultados são capazes de elucidar boas hipóteses interpretativas.

O Brasil é um país que apresenta grande diversidade econômica, reflexo das particularidades, em especial, do perfil econômico de cada estado, especializados em diferentes setores. São Paulo, por exemplo, têm uma economia voltada para a indústria, enquanto, Paraná e Goiás possuem uma economia intensiva em atividades agrícolas. Dessa forma, bens e serviços são trocados entre diferentes estados para atender às demandas específicas de cada região. O ponto é: dadas as especificidades de cada localidade, o comércio interestadual é fundamental para compreensão da propagação e receptividade dos choques avaliados. Por essa ótica, seria possível conjecturar que estados mais desenvolvidos, e, portanto, mais autossuficientes (regiões Sul e Sudeste), não seriam amplamente afetados por distúrbios externos. No entanto, este argumento é falacioso, dado que a incerteza pode se traduzir em queda na demanda interestadual. Esta evidência dialoga diretamente com as considerações feitas por Leduc e Liu (2016): aumento de incerteza se assemelha a um choque negativo de demanda agregada, aumentando o desemprego e reduzindo a inflação.

Figura 06 – Respostas e Transbordamentos



Nota: Elaborada pelos autores.

Para complementar a análise, deste ponto em diante tentamos avançar com a construção de medidas de correlação entre os repasses/internalizações de choques junto a oscilações recentes no Índice de Atividade Econômica estadual. A relação entre a capacidade da economia repassar choques idiossincráticos e internalizá-los, conforme pode ser observado na Figura 06, aponta para um efeito negativo e próximo a -0.35. Novamente, os transbordamentos são menos comuns do que o esperado e em muitos casos o compartilhamento de fronteiras físicas não implica em maior transmissão dos choques entre vizinhos. Por outro lado, a presença de estados “blindados” (que não sofrem efeitos significativos) parece estar negativamente relacionada (em torno de -0.27) a taxa de recuperação do IBC após o primeiro trimestre de 2022 (ponto de início do retorno gradual as atividades, em razão da vacinação).

Tanto o padrão apresentado nas últimas duas figuras quanto os valores observados na Tabela 05 corroboram com a hipótese inicialmente levantada: existe assimetria na reação econômica das unidades federativas. Não obstante, estes resultados reforçam que o poder de recuperação econômica pode estar diretamente ligado a capacidade de não absorver volatilidade econômica gerada por terceiros, ou seja, possuir resiliência econômica a ponto de suavizar incertezas locais.

Conclusivamente, regiões que participam do *game* econômico podem se beneficiar de estratégias voltadas para o fortalecimento interno. Estes são alguns dos principais pontos relacionados a recuperação da atividade econômica no início de 2022. Este argumento se sustenta, majoritariamente, no fato de que a redução de ruídos melhora a previsibilidade (formação de expectativas) dos ciclos domésticos, uma vez que a coordenação dos agentes envolvidos é mais explícita.

6. Conclusões

O objetivo desta pesquisa foi investigar a relação de curto prazo entre a incerteza e os ciclos econômicos nas unidades federativas. Neste aspecto, a hipótese trabalhada é de que as particularidades regionais brasileiras possibilitaram que a pandemia global tenha sido traduzida em uma onda de incerteza econômica local, que oscilou em torno de uma tendência central (equivalente ao caso macroeconômico/agregado) e gerou movimentos de retração na produção das unidades federativas.

Seguindo a proposta de Baker, Bloom e Davis (2016) e Altig et al. (2020), o cálculo dos indicadores envolve o computo de frequências relativas na busca (geograficamente desagregada) por diversos termos no Google Trends, entre 2007 e 2022.

A principal contribuição desse trabalho está relacionada a tentativa de desagregar os efeitos da incerteza, identificando as possíveis consequências a vizinhos.

Nossos resultados fornecem evidências favoráveis a hipótese trabalhada, indicando pluralidade nos efeitos internos e externos da incerteza, os quais determinam a velocidade de recuperação das unidades. Além disso, como a variabilidade local ocorre sem um padrão preestabelecido, a divergência acontece em diversas esferas, relacionadas a duração, pico e persistência dos choques. No outro espectro, conseguimos identificar que parte destas recuperações está diretamente relacionada a capacidade de “não reagir” a choques de incerteza externos.

Finalmente, mesmo considerando controles relacionados ao mercado de trabalho, ciclos externos e situação fiscal, nossa pesquisa apresenta algumas limitações como: o número de estados com dados disponíveis, a ausência de determinantes comumente relacionados ao crescimento econômico (estoque de capital, assimetrias tecnológicas e design institucional) e até mesmo a dificuldade em controlar momentos históricos heterogêneos, como a popularização da internet. Neste sentido, trabalhos futuros podem estender a análise executada e cobrir gaps na direção teórica.

REFERENCIAL

ALLAIS, M. Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'école américaine. *Econometrica*, v. 21, p. 503–546, 1953.

ALTIG, D.; BAKER, S.; BARRERO, J.M.; BLOOM, N.; BUNN, P.; CHEN, S.; DAVIS, S. J.; LEATHER, J.; MEYER, B.; MIHAYLOV, E.; MIZEN, P.; PARKER, N.; RENAULT, T.; SMIETANKA, P.; THWAITES, G. Economic uncertainty before and during the COVID-19 pandemic, *Journal of Public Economics*, Volume 191, 2020.

ANSCOMBE, F. J.; AUMANN R. J., A definition of subjective probability. *Annals of Mathematical Statistics*, v. 34, p. 199–205, 1963.

ARELLANO, C. Default Risk and Income Fluctuations in Emerging Economies. *The American Economic Review*, 98(3), pp.690-712, 2008.

BACEN: BANCO CENTRAL DO BRASIL: Disponível em: <http://http://www.bcb.gov.br>, 2023.

BARBOSA, L. M. Sustentabilidade Fiscal nos Estados Brasileiros (Parte 1: A Evolução da Dívida): *Temas de Economia Aplicada - FIPE*, 2018.

BARBOZA, R.M.; ZILBERMAN, E. Os Efeitos da Incerteza sobre a Atividade Econômica no Brasil. *Revista Brasileira de Economia*, v. 72, p. 1–18, 2018.

BERNANKE, B.S. Irreversibility, uncertainty, and cyclical investment. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 98, p. 85–106, 1983.

BULOW, J.; ROGOFF, K. Sovereign Debt: Is to Forgive to Forget? *The American Economic Review*, 79 (1), pp.43-50, 1989.

CALDEIRA, A. A.; WILBERT, M. D.; MOREIRA, T. B. S.; SERRANO, A. L. M. Sustentabilidade da Dívida Estadual Brasileira: Uma Análise da Relação Dívida Líquida e Resultado Primário, *Revista de Administração Pública*, 50(2), 2016.

CALVO, G., Capital flows and capital market crises: The Simple Economics of Sudden Stops. *Journal of Applied Economics*, 1, pp. 35–54, 1998.

CASS, D. Optimum Growth in Aggregative Model of Capital Accumulation, *Review of Economic Studies*, 32, 233–240, 1965.

COSTA FILHO, A. E. Incerteza e Atividade Econômica no Brasil. *Economia Aplicada*, n. 18, p. 421–453, 2014.

CUARESMA, J. C., FELDKIRCHER, M., and HUBER, F. Forecasting with Global Vector Autoregressive Models: a Bayesian Approach. *Journal of Applied Econometrics*, 31(7):1371–1391, 2016.

CUNHA, A.B; MOREIRA, L.P. Ciclos Econômicos Regionais no Brasil de 1985 a 2002: Uma Introdução. *Revista de Economia Contemporânea*, 10(1): 115-138, 2006.

DEES, S., DI-MAURO, F. PESARAN, H.M., and SMITH, L. V. Exploring the international linkages of the euro area: a global VAR analysis. *Journal of Applied Econometrics* 22 (1), 2007.

DI-MAURO, F., PESARAN, M.H. *The GVAR Handbook: Structure and Applications of a Macro Model of the Global Economy for Policy Analysis*. Oxford University Press, Illustrated, 2013.

DONADELLI, M. Google search-based metrics, policy-related uncertainty and macroeconomic conditions. *Applied Economics Letters*, 22(10), 801–807, 2015.

EDWARDS, S. LDC Foreign Borrowing and Default Risk: An Empirical Investigation, 1976-1980, *The American Economic Review*, 74, 4, 726-734, 1984.

ELLSBERG, D. Risk, Ambiguity and the Savage Axioms. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 75, p. 643–669, 1961.

ELLERY JR, R. Ciclos econômicos regionais no Brasil de 1985 a 2002: uma introdução

ENGLE, C. The Forward Discount Anomaly and The Risk Premium: A Survey of Recent Evidence, *Journal of Empirical Finance*, 3, 123-191, 1996.

GEORGE, E. I., SUN, D., and NI, S. Bayesian stochastic search for var model restrictions. *Journal of Econometrics*, 142(1):553–580, 2008.

GILBOA, I. ; SCHMEIDLER, D. Maxmin expected utility with non-unique prior. *Journal of Mathematical Economics*, v. 18, p. 141–153, 1989.

GODEIRO, L. L.; LIMA, L. R. R. O. Medindo Incerteza Macroeconômica para o Brasil. *Economia Aplicada*, v. 21, p. 311–334, 2017.

GOMES, G. M.; OSÓRIO, C.; FERREIRA-IRMAO, J. Políticas recessivas, distribuição de renda e os mercados regionais de trabalho no Brasil: 1981-1984. *Anais Encontro Nacional de Estudos Populacionais*. 1986.

GUIMARAES NETO, L. Ciclos econômicos e desigualdades regionais no Brasil. *Cadernos de Estudos Sociais*. v. 14 n. 2. 1998.

HADDAD, P.R.; FERREIRA, C.M.C.; BOISIER, S.; ANDRADE, T.A. *Economia Regional: Teorias e Métodos de Análise*. Fortaleza: ETENE-BNB, 1989.

HADDAD, E. A. & GONCALVES JUNIOR, C. A. & NASCIMENTO, T. O. Matriz Interestadual de Insumo-Produto para o Brasil: Uma Aplicação do Método IIOAS, *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (ABER), vol. 11(4), pages 424-4, 2017.

JURADO, K.; LUDVIGSON, S. C.; NG, S. Measuring uncertainty. *The American Economic Review*, v. 105, p. 1177–1216, 2015.

- KNIGHT, F. Risk, Uncertainty and Profit. Houghton Mifflin, Boston, 1921.
- KOOPMANS, T. C. On the Concept of Optimal Economic Growth, in (Study Week on the) Econometric Approach to Development Planning, Chapter 4, pp.225–87. North-Holland Publishing, Amsterdam, 1965.
- KYDLAND, F. E.; PRESCOTT, E. C. Time to Build and Aggregate Fluctuations. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, v.50, n.6, p.1345-1370, 1982.
- LEDUC, S.; LIU, Z. Uncertainty shocks are aggregate demand shocks. *Journal of Monetary Economics*, v. 82, p. 20-35, 2016.
- LITTERMAN, R. B. Forecasting with Bayesian Vector Autoregressions—Five Years of Experience. *Journal of Business & Economic Statistics*, 4(1):25–38, 1986.
- MATOS, P. R. Uma Nota Sobre O Impacto da Corrupção No Endividamento Dos Estados Brasileiros, *Revista Brasileira de Economia*, 72(2), Rio de Janeiro, 2017.
- MORA, M. Evolução Crescente da Dívida Estadual – Texto para Discussão n. 2185 - Ipea, Rio de Janeiro, 2016.
- MOURA, D.L. Sustentabilidade Fiscal dos Estados Brasileiros (1995-2012), Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Economia, Centro de Aperfeiçoamento dos Economistas do Nordeste, Universidade Federal do Ceará, 2017.
- PESARAN, M. H., SCHUERMAN, T., and WEINER, S. M. Modeling Regional Interdependencies using a Global Error-Correcting Macroeconometric Model. *Journal of Business Economic Statistics*, 22(2):129–162, 2004.
- PEREIRA, R.M. Investment and uncertainty in a quadratic adjustment cost model: Evidence from Brazil. *Revista Brasileira de Economia*, v. 55, p. 283–311, 2001.
- PRESCOTT, E. C. Theory Ahead of Business Cycle Measurement. *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, Minneapolis, MN, v.10, n.4, p.9-21, 1986.
- PLOSSER, C. I. Understanding real business cycles. *Journal of Economic Perspectives*, v.3, n.3, p.51-77, 1989.
- RAMSEY, F. A Mathematical Theory of Saving, *Economic Journal*, 38(152), 543–559, 1928.
- SAVAGE, L.J. The foundations of statistics. New York: Dover Publications, 1954.
- SCHMEIDLER, D. Subjective probability and expected utility without additivity. *Econometrica*, v. 57, p. 571–587, 1989.
- SILVA FILHO, T.N.T. Is the investment-uncertainty link really elusive? the harmful effects of inflation uncertainty in Brazil. *BaCen Working Paper Series*, v. 157, 2007.

SIMS, C. A. and ZHA, T. Bayesian methods for dynamic multivariate models. *International Economic Review*, 39(4):949–968, 1998.

SOUZA, M.C.; ZABOT,U.C;CAETANO,S.M. Dinamica e Transicao da Incerteza no Brasil: Uma Investigacao de Autorregressao Quantilica. In: 45 Encontro Nacional de Economia - ANPEC, 2017.

TABOSA, F. J. S.; FERREIRA, R.T.; SIMONASSI, A.G.; KHAN, A. S.; TOMAZ, D. Reação Fiscal ao Aumento da Dívida Pública: Uma Análise para os Estados Brasileiros, *Economia Aplicada*, 20(1).2016.

TVERSKY, A.; KAHNEMAN, D. Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty*, v. 5, p. 297–323, 1992.

VON NEUMANN, J.; MORGENSTERN, O. *Theory of games and economic behavior*. New Jersey: Princeton University Press, 1944.