

MEDINDO INCERTEZA MACROECONÔMICA PARA O BRASIL

LUCAS LÚCIO GODEIRO *
LUIZ RENATO RÉGIS DE OLIVEIRA LIMA †

Resumo

Este trabalho propõe uma nova medida de incerteza macroeconômica para o Brasil. O índice foi construído com base na metodologia de Jurado et al. (2015) utilizada na construção do índice para a economia americana. Mostramos que o aumento no nível de incerteza precede as duas últimas recessões no Brasil e que a mudança na política macroeconômica ocorrida em 2010-2011, elevou de forma substancial o nível de incerteza na economia brasileira. Nosso trabalho sugere que a medida proposta de incerteza possui potencial para analisar políticas macroeconômicas e prever recessões.

Palavras-chave: Incerteza Macroeconômica; Volatilidade; Ciclos Reais de Negócios.

Abstract

The paper proposes estimating a macroeconomic measure of uncertainty to Brazil. The index was constructed based on the methodology of Jurado et al. (2015) used to build the same index for the US economy. We show that an increase in the uncertainty level leads to economic recessions. Moreover, the recent macroeconomic policy adopted by the Brazilian government in 2010-2011 was followed up by substantial increase in the uncertainty level of the Brazilian economy. Our results suggest that the proposed uncertainty measure can be used to assess macroeconomic policies as well as predict economic recessions.

Keywords: Macroeconomic uncertainty; Volatility; Real Business Cycles.

JEL classification: G11, G12, E44

DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/1413-8050/ea156958>

* Universidade Federal da Paraíba - UFPB. E-mail: lucas.godeiro@hotmail.com

† Professor Titular do Departamento de Economia e do Programa de Pós Graduação em Economia - PPGE da Universidade Federal da Paraíba - UFPB; Associate Professor, Dept. of Economics, University of Tennessee at Knoxville. E-mail:llima@utk.edu

1 Introdução

A incerteza é um dos aspectos mais importantes no que diz respeito ao investimento e ao crescimento econômico Sims (2012). Um cenário de incerteza ocorre quando há dificuldade na previsão de cenários futuros e no planejamento por parte das famílias e das empresas. Em um ambiente de incerteza as famílias tendem a consumir menos e as empresas a investirem menos, levando a um menor crescimento econômico ou até mesmo à recessão.

O momento econômico pelo qual o Brasil atravessou nos anos de 2014 e 2015 caracterizou-se pelo aumento da incerteza macroeconômica, levando os agentes a uma maior dificuldade de prever as principais variáveis para o seu processo de decisão. Há um debate a respeito dos efeitos das políticas iniciadas a partir de 2008 e aprofundadas em 2011, com a chamada nova matriz macroeconômica.¹ O debate econômico sugere que tais medidas podem ter contribuído para aumentar o grau de incerteza macroeconômica, mas nenhum estudo acadêmico foi realizado no sentido de identificar essa possibilidade. Portanto, a primeira questão a ser respondida por esse artigo é se a nova matriz macroeconômica aumentou de fato o nível de incerteza econômica no Brasil, contribuindo para o surgimento da atual recessão. O índice de incerteza Macroeconômica agregada para o Brasil será construído baseado na metodologia desenvolvida por Jurado et al. (2015) e que também foi usada para calcular o índice de incerteza da economia americana. Nesse sentido, a segunda contribuição deste artigo é de verificar se o índice proposto consegue capturar incerteza melhor do que em outras medidas utilizadas na literatura, tal como a volatilidade do mercado de ações. Os nossos resultados apontam para uma correlação negativa de -0,45 entre o índice de incerteza macroeconômica e variáveis reais como a produção industrial. Testes de causalidade de Granger sugerem que incerteza causa produção industrial, mas a produção industrial não causa incerteza. Por fim, encontramos que a nova matriz macroeconômica contribuiu para o aumento da incerteza econômica no Brasil levando, via causalidade de Granger, a uma queda da produção industrial. Por fim, nossos resultados sugerem que o índice proposto de incerteza pode ser usado para prever recessões econômicas, constituindo assim a terceira contribuição deste artigo. Além da introdução e da conclusão, a sessão 2 apresenta a revisão da literatura sobre incerteza, a terceira sessão trata do modelo econométrico, a quarta sessão dos dados utilizados e a quinta sessão discute os resultados encontrados pela pesquisa.

2 Revisão da Literatura

A discussão sobre como medir incerteza é recente, tendo como principais trabalhos (Jurado et al. 2015, Bloom 2009, Carriero et al. 2015). Com efeito, Jurado et al. (2015) constroem uma medida de incerteza para os Estados Unidos e comparam sua eficácia em captar as oscilações nos ciclos de negócios com proxies para incerteza geralmente utilizadas, como, por exemplo, a volatilidade. A medida de incerteza de Jurado et al. (2015) teve uma correlação negativa menor com a produção industrial do que a volatilidade, o que significa

¹O conjunto de medidas introduzido no Brasil como uma resposta para a crise econômica mundial ficou conhecido como "a nova matriz macroeconômica" cuja definição pode ser encontrada neste link: <http://www.ptnosenado.org.br/site/noticias/ultimas/item/37758-nova-matriz-economica-garantira-crescimento-acelerado>

que a medida de incerteza construída pelos autores conseguiu expressar mais fortemente as oscilações das principais variáveis da economia. Por exemplo, a correlação do índice de incerteza 1 passo a frente com a produção industrial americana foi -0,59, ao passo que a correlação da produção industrial com a volatilidade do mercado de ações foi de apenas -0,30. Esse resultado indica que a medida obtida por Jurado et al. (2015) é mais eficaz do que a volatilidade, no sentido de antecipar recessões econômicas.

Jurado et al. (2015) define a incerteza h períodos a frente na variável $y_{jt} \in Y_t = (y_{1t}, \dots, y_{N_y t})'$ denotado por $\mathcal{U}_{jt}^y(h)$ como sendo a volatilidade condicional do componente imprevisível do valor futuro da série. Matematicamente temos:

$$\mathcal{U}_{jt}^y(h) \equiv \sqrt{E\left[(y_{jt+h} - E[y_{jt+h}|I_t])^2|I_t\right]} \quad (1)$$

Onde a esperança $E(\cdot|I_t)$ é tomada com respeito a informação disponível em I_t aos agentes econômicos. De acordo com Jurado et al. (2015), se hoje a esperança (condicionada a toda a informação disponível) do erro quadrado da previsão de y_{jt+h} aumenta, então a incerteza em y_{jt} aumentará. Uma medida ou índice de incerteza macroeconômica pode ser construído agregando as incertezas individuais usando os pesos w_j :

$$\mathcal{U}_t^y \equiv p \lim_{N_y \rightarrow \infty} \sum_{j=1}^{N_y} w_j \mathcal{U}_{jt}^y(h) \equiv E_w[\mathcal{U}_{jt}^y(h)]. \quad (2)$$

Assim, de acordo com a metodologia de Jurado et al. (2015), a construção do índice de incerteza segue três passos:

1. Obter a previsão das N séries macroeconômicas $E[y_{jt+h}|I_t]$. Pode-se utilizar análise fatorial e construir fatores.
2. Definindo o horizonte de previsão h , obter o erro de previsão $V_{jt+h}^y \equiv y_{jt+h} - E[y_{jt+h}|I_t]$, e estimar sua variância, $E[(V_{jt+h}^y)^2|I_t]$.
3. Estimar o fator de incerteza macroeconômica $\mathcal{U}_t^y(h)$ agregando as incertezas individuais $\mathcal{U}_{jt}^y(h)$. Pode-se utilizar a ponderação igual para cada fator individual $1/N$ ou ainda outros métodos de estimação dos pesos.

Bloom (2009) estuda os choques da incerteza na economia através do modelo VAR, onde permite-se que o segundo momento varie no tempo. Os choques na incerteza produzem uma queda em variáveis macroeconômicas reais como o produto e o emprego, segundo Bloom (2009). De acordo com o autor isto ocorre porque um alto índice de incerteza provoca uma diminuição no investimento das empresas e, conseqüentemente uma retração na contratação de trabalhadores.

Jurado et al. (2015) destacam a importância de se utilizar a medida de incerteza ao invés de variáveis como a volatilidade do mercado de ações por exemplo. Segundo os autores, episódios de incerteza ocorrem com menos frequência do que indicado pelos índices de volatilidade, mas quando eles ocorrem mostram maior correlação e persistência com o índice de incerteza.

Além disso, períodos de recessão prolongada são associados a aumentos no índice de incerteza. A presente pesquisa identificará se os resultados encontrados para a economia americana se sustentam para a economia brasileira.

Segundo Sims et al. (2012), existe uma interação entre alta incerteza e baixo crescimento econômico ou até mesmo recessões, o que provoca pausa nas contratações e no investimento - as firmas "esperam e veem" (wait and see) como o futuro se revela. Isso causa uma queda na atividade econômica. Depois de um certo número de períodos, há uma demanda reprimida por fatores de produção, tal que a queda inicial é seguida por uma rápida recuperação da atividade econômica.

Scotti (2013) constrói um índice de incerteza para os Estados Unidos, Zona do Euro, Reino Unido, Canadá e Japão baseado no erro de previsão dos analistas financeiros coletados pela bloomberg para os dados macroeconômicos. O estudo toma como base a mediana da previsão dos analistas financeiros. Ainda segundo Scotti (2013) o erro de previsão também é conhecido como uma "notícia surpresa" ou simplesmente "surpresa". Para estimar os pesos de cada variável macroeconômica no índice, a autora usa o modelo de fatores, onde supõe-se que os agentes usam toda a informação disponível na previsão e o erro de previsão, como dito anteriormente representa a surpresa. Assim, ainda segundo Scotti (2013) a eficiência da previsão pode ser testada a partir da seguinte equação:

$$s_t^i = \alpha^i + \beta^i y_t^{i,f} + u_t^i \quad (3)$$

Onde $s_t^i = y_t^i - y_t^{i,f}$ é o erro de previsão. A hipótese nula do teste é $\alpha^i = \beta^i = 0$. Se a hipótese nula for aceita, então a previsão não tem correlação com o erro de previsão e além disso o valor esperado do erro de previsão é 0. De acordo com o teste feito por Scotti (2013), a previsão dos analistas financeiros divulgados pela Bloomberg não foi eficiente na maioria dos casos, dado que α^i e β^i foram diferentes de zero para a maioria das séries pesquisadas. Mesmo não sendo eficiente a previsão divulgada pela Bloomberg, Scotti (2013) justifica o seu uso na pesquisa, dado que a mesma é publicamente disponível e também dado que o mercado reage à previsão que a Bloomberg divulga, e não a uma suposta previsão construída pela autora. A partir do erro de previsão computado na equação 3, Scotti (2013) calcula o índice de incerteza a partir da equação:

$$U_t = \sqrt{\sum_{j=1}^t w_j s_j} \quad (4)$$

A diferença entre a metodologia aplicada por Scotti (2013) e a metodologia empregada pela presente pesquisa e por Jurado et al. (2015) é que a variável s_j representa o erro de previsão com base nas estimativas dos analistas da Bloomberg, e não com base na previsão de um modelo econométrico. E como já demonstrado por Scotti (2013), o mesmo não performa bem nos testes de eficiência. No entanto, pela definição de incerteza de Jurado et al. (2015), precisa-se retirar toda a informação disponível da série para o erro representar a incerteza. No entanto, o foco da pesquisa de Scotti (2013) não é apenas a incerteza em si, mas também o impacto da surpresa nas variáveis reais da economia.

Bloom et al. (2012) analisam os choques de incerteza como sendo um novo choque que direciona os ciclos econômicos. Os autores demonstram que a incerteza macroeconômica é contracíclica e aumenta agudamente em recessões, especialmente na grande recessão de 2008. Em simulações feitas pelos autores utilizando o modelo DSGE (Dynamic Stochastic of General Equilibrium Model), nota-se que um aumento na incerteza reduz o crescimento da produtividade, devido à redução no grau de realocação na economia. Ainda segundo Bloom et al. (2012), alta incerteza faz com que plantas produtivas pausem sua expansão e fábricas improdutivas pausem seu contratos.

Outra questão importante a ser analisada segundo Bloom et al. (2012) é a relação de causalidade entre incerteza e variáveis macroeconômicas, como produção industrial, por exemplo. Será que um aumento da incerteza acarreta uma queda na produção industrial, ou seria um aumento na incerteza gerada endogenamente dado queda nas variáveis macroeconômicas. Bloom et al. (2012) argumenta que a literatura recente sugere alguns mecanismos que fazem com que a incerteza aumente endogenamente em épocas de recessão.

A pesquisa de So (2013) indica que os preços não refletem corretamente os componentes previsíveis, dado que existe viés na previsão dos analistas. Com isso, os investidores alocando os recursos de seus investimentos com base na previsão dos analistas, tendem a apreçar de forma errada os ativos. Essa é uma das críticas aos trabalhos que calculam a incerteza com base na previsão dos analistas. Esse também foi um dos argumentos por meio do qual Jurado et al. (2015) justificam o uso de uma previsão feita por um modelo econométrico no cálculo do índice de incerteza. Além do mais, segundo Jurado et al. (2015), das 132 séries macroeconômicas pesquisadas para o seu trabalho, apenas um quinto eram acompanhadas pelos analistas de mercado.

3 Modelo Econométrico

Seja a série y_{jt+h} a série para ser calculada a incerteza no período $h \geq 1$. De acordo com a metodologia apresentada por Jurado et al. (2015) o economista precisa escolher um modelo de previsão para y_{jt+h} . Neste artigo, utilizamos um modelo de Vetores auto regressivos (VAR) desenvolvido por Sargent et al. (1977) para calcular a previsão h -passo a frente das variáveis y_{jt+h} . Em outras palavras, seja Y_{jt} um vetor com as variáveis macroeconômicas que se deseja realizar a previsão h -passos a frente. Assim, temos um modelo VAR de forma reduzida representado pela equação:

$$Y_{jt} = \Phi_j^Y Y_{jt-1} + V_{jt}^Y. \quad (5)$$

Sob uma função perda quadrática e assumindo que as variáveis são estacionárias, a previsão ótima h passos a frente será:

$$EY_{jt+h} = (\Phi_j^Y)^h Y_{jt}. \quad (6)$$

A variância do erro de previsão no tempo t será:

$$\Omega_{jt}^Y(h) = E_t[(Y_{jt+h} - E_t Y_{jt+h})(Y_{jt+h} - E_t Y_{jt+h})']. \quad (7)$$

Para $h=1$ temos:

$$\Omega_{jt}^Y(\mathbf{1}) = E_t(\mathbf{V}_{jt+1}^Y \mathbf{V}_{jt+1}^{Y'}). \quad (8)$$

Para $h > 1$, a variância do erro de previsão de \mathbf{Y}_{jt+h} evolui de acordo com:

$$\Omega_{jt}^Y(h) = \Phi_j^Y \Omega_{jt}^Y(h-1) \Phi_j^{Y'} + E_t(\mathbf{V}_{jt+1}^Y \mathbf{V}_{jt+1}^{Y'}). \quad (9)$$

Ou seja, de acordo com Jurado et al. (2015), quando $h \rightarrow \infty$, a previsão tende para a média incondicional e variância do erro de previsão é a variância não condicional de \mathbf{Y}_{jt+h} .

Assim, pode-se computar a incerteza de cada série a partir da equação:

$$\mathcal{U}_{jt}^y(h) = \sqrt{\mathbf{1}_j' \Omega_{jt}^Y \mathbf{1}_j}. \quad (10)$$

A partir da incerteza individual de cada série calcula-se a incerteza agregada:

$$\mathcal{U}_t^h(h) = \sum_{j=1}^{N_y} w_j \mathcal{U}_{jt}^y(h). \quad (11)$$

Onde por simplicidade admite-se pesos iguais para cada incerteza individual $1/N_y$.

4 Dados

As séries macroeconômicas utilizadas na construção da medida de incerteza foram baseadas nas séries usadas por Issler et al. (2013) na construção de índices coincidentes e leading indicators para a economia brasileira. A Tabela 1 apresenta as séries utilizadas. Os dados foram coletados no site do Ipeadata, do Banco Central do Brasil e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O período pesquisado inicia-se em Janeiro de 2002 e vai até Junho de 2015. A frequência utilizada foi mensal.

Os dados nominais foram deflacionados pelo índice de preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI) calculado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). A base utilizada para o deflacionamento foi junho de 2015, assim, todas as séries estão a preços de 06/2015. A partir da análise do correlograma das séries, foi identificado a presença ou não de sazonalidade. Para as séries com sazonalidade foi efetuado o ajustamento sazonal via Filtro de Kalman. O procedimento realizado consiste em dois passos. Primeiro identifica-se se a série segue o modelo de nível ou tendência local com sazonalidade. Em seguida estima-se o modelo e retira-se o efeito sazonal captado. Assim, obtêm-se a nova série sem a presença de sazonalidade.

Em seguida foram testados estacionaridade para todas as séries. Foi utilizado o teste ADF com constante e tendência para verificar estacionaridade das séries. As séries I(1) foram diferenciadas. Para a previsão foi utilizado o modelo vetor autor regressivo de ordem 1 VAR(1). O modelo VAR(1) foi escolhido utilizando-se o critério de informação BIC (Bayesian Information Criterion). Os horizontes escolhidos foram $h = 1, 3$ e 12 . Foi utilizado o método de previsão recursivo, iniciando com as 60 observações iniciais. Então considerando $h = 1$, por exemplo, a partir da estimação dos parâmetros utilizando como amostra as 60 primeiras observações, foi realizado a previsão um

Tabela 1: Séries Macroeconômicas Utilizadas na Construção do Índice de Incerteza

Código	Série
pap	Produção de Papelão
emp	Emprego - Núm. de pessoas com mais de 10 anos que tem trabalho
ren	Renda do trabalho
pi	Produção Industrial
BASE_R	Base Monetária
M1_R	Depósitos à vista
TTROCA	Termos de Troca
IBOV	Ibovespa
PROD_BCD	Produção de Bens de Consumo Duráveis
PROD_BC	Produção de Bens de Consumo
PROD_BCI	Produção de Bens de Consumo Intermediários
PROD_BK	Produção de Bens de Capital
CAMBIO	Taxa de Câmbio Nominal
PROD_CAM	Produção de Caminhões
PROD_ONI	Produção de Ônibus
PRODAUTO	Produção de Automóveis
PROD_VE	Produção de Veículos
HTP	Horas trabalhadas na produção
HPP	Horas pagas na produção
PO	Pessoal Ocupado na Indústria
SAL_R	Salário real da indústria
ICMS	ICMS Arrecadado
INPC	Índice Nacional de preços ao consumidor
SELIC	Taxa de juros SELIC
EXP_QUANTUM	Quantidade das Exportações

passo a frente para $t=61$. Em seguida o modelo foi re-estimado incluindo a observação 61 e partir desse modelo previsto até $t = 62$, e assim sucessivamente. Assim foram obtidos 100 previsões, que abrange o período de março de 2007 até junho de 2015. Os resultados seguem na próxima sessão.

5 Resultados

5.1 Estimativas da Incerteza Macroeconômica

A Figura 1 apresenta as estimativas para a incerteza macroeconômica para os horizontes $h=1,3,12$. Em linha com os resultados de Jurado et al. (2015), a incerteza macroeconômica para o Brasil é contracíclica e apresenta correlação negativa com a produção industrial, -0,19, -0,32, -0,33, para $h=1,3,12$. Em outras palavras, um aumento do índice de incerteza indica queda da produção industrial.

O índice consegue em alguns períodos captar indícios de recessão na economia. Por exemplo, a partir do início de 2008 já percebe-se um aumento no índice, o que seria um indício da recessão que ocorreu em 2009. Outro aumento do índice ocorre a partir de 2013, indicando a recessão prolongada que o país viria a enfrentar a partir de 2014. Outro fato observado no gráfico é o aumento da incerteza macroeconômica já a partir do final de 2011. Esse período coincide com o início da quebra do tripé macroeconômico no Brasil, em que o Banco Central inicia um processo de queda na taxa de juros mesmo sem a inflação estar no centro da meta, e o governo federal intensifica as políticas populistas como controle de preços, câmbio, e empréstimos subsidiados via

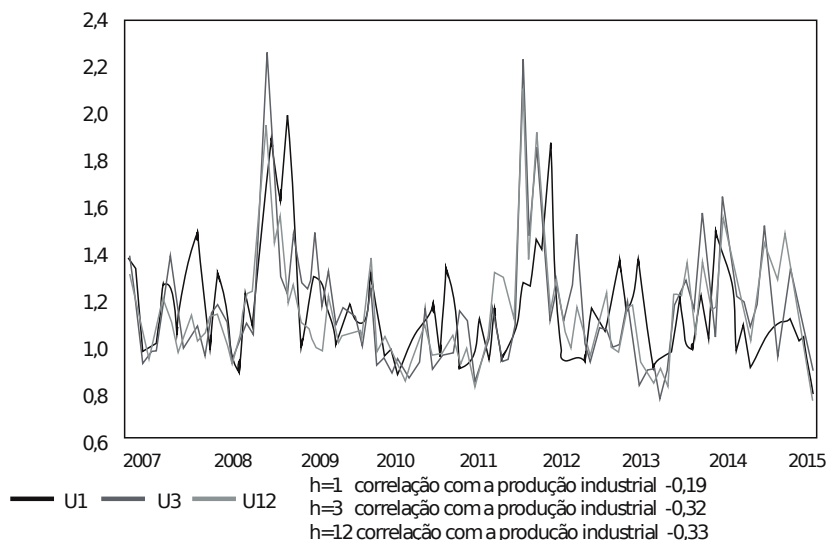


Figura 1: Incerteza Agregada \overline{U}_t^y para $h=1,3,12$. O crescimento da produção industrial é computado como a média móvel de 12 meses. A área em cinza representa os períodos de recessão

BNDES. Esse conjunto de medidas "heterodoxas" recebeu o nome de "A nova matriz macroeconômica" mas no fundo representou um abandono do tripé econômico baseado na geração de superávit fiscal, perseguição da meta de inflação e câmbio flutuante. Analisando a Figura 2 percebe-se claramente que o índice de incerteza em 2010 era baixo, menos de 1. Como dito anteriormente, com a implantação do que foi chamado "A nova matriz macroeconômica", há um aumento claro no índice. Com o aumento da incerteza, a confiança do empresário tende a diminuir e o investimento também, contribuindo para o surgimento de recessões econômicas como aquela iniciada em 2014.

A mudança no nível de incerteza correlaciona-se com a variação no PIB do Brasil. Com efeito, a incerteza sobe em 2009 e o PIB cai 0,2%, enquanto que em 2010 observa-se uma queda no índice e um aumento do PIB de 7,6%. Assim, verifica-se que quanto maior a taxa de crescimento do PIB menor tende a ser a incerteza. A Tabela 2 mostra o impacto da incerteza individual na incerteza agregada. De forma análoga a Jurado et al. (2015), a pesquisa tenta identificar o quanto cada fator de incerteza individual explica a incerteza macroeconômica total. O procedimento efetuado consiste em uma regressão por MQO de U_{jt}^y sobre \overline{U}_t^y e o respectivo cálculo do R^2 . Para $h=1$, nota-se que a produção de papelão tem o maior poder de explicação sobre a incerteza agregada, com um R^2 de 0,19. Já para $h=3$, destaca-se o Ibovespa, com um R^2 de 0,33. Para $h=12$ temos a produção industrial com maior poder de explicação sobre o fator agregado, como um R^2 de 0,15. Portanto, não existe um fator que se destaca na explicação do fator agregado, dado que o maior valor de R^2 foi 0,33. Então, observa-se que são várias as fontes que contribuem para a formação do índice de incerteza macroeconômica, e não apenas uma fonte em especial.

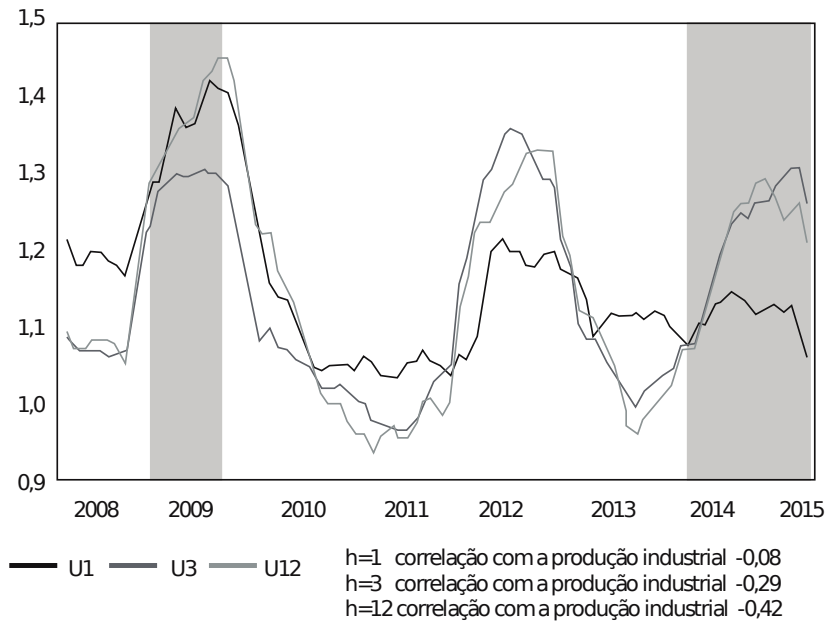


Figura 2: Média móvel 12 meses para a incerteza agregada $h=1,3,12$. A área em cinza representa os trimestres em recessão do Brasil

Tabela 2: Impacto da Incerteza Individual na incerteza agregada

	h=1	h=3	h=12
Pap	0,19	0,02	0,01
Pi	0,10	0,10	0,15
ProdBK	0,05	0,04	0,05
INPC	0,01	0,01	0,01
Ibov	0,02	0,33	0,01

5.2 Precedência temporal entre a incerteza e variáveis macroeconômicas

O primeiro passo é identificar uma possível precedência temporal (causalidade de Granger) entre a produção industrial, o emprego e a incerteza. As Tabelas 3 e 4 apresentam os testes de causalidade de Granger entre os índices de incerteza com $h=1,3,12$ e variáveis macroeconômicas como a produção industrial e o emprego. As defasagens para a estimação do VAR foram escolhidos de acordo com o critério de informação de Schwarz, dado que o mesmo prioriza o modelo mais parcimonioso. Foi estimado o VAR Bi-Variado, entre incerteza e produção industrial e entre incerteza e nível de emprego. As variáveis foram estimadas em nível para a incerteza e na primeira diferença para a produção industrial e o emprego. O lag de maior ordem escolhido foi 3, para a relação do índice de incerteza $\bar{U}(12)$ com a produção industrial e o emprego respectivamente. Para o VAR que incluiu $\bar{U}(1)$ e $\bar{U}(3)$ o lag escolhido foi de ordem 2.

Tabela 3: Teste de Causalidade de Granger Incerteza x Produção Industrial

	U1(2 lags)		U3(2 lags)		U12(3 lags)	
	Estatística F	P-Valor	Estatística F	P-Valor	Estatística F	P-Valor
Produção Industrial não granger-causa Incerteza	1,67	0,19	2,54	0,08	1,00	0,39
Incerteza não granger-causa produção industrial	2,67	0,07	4,92	0,00	3,39	0,02

Tabela 4: Teste de Causalidade de Granger Incerteza x Emprego

	U1(2 lags)		U3(2 lags)		U12(3 lags)	
	Estadística F	P- Valor	Estadística F	P- Valor	Estadística F	P- Valor
Emprego não granger-causa Incerteza	1,12	0,32	0,31	0,73	3,05	0,03
Incerteza não granger-causa emprego	4,02	0,02	1,10	0,33	1,01	0,38

Para $\bar{U}(1)$, constata-se que ao nível de significância de 10% que a incerteza Granger-cause a produção industrial, mas a produção industrial não Granger causa a incerteza. Para $\bar{U}(3)$ e $\bar{U}(12)$ a 5% constata-se que a incerteza granger-cause a produção industrial, mas a produção industrial não granger causa a incerteza. Em outras palavras, nossos resultados apontam que incerteza ajuda a prever produção industrial mas produção industrial não ajuda a prever incerteza. Já com relação ao emprego, o teste de causalidade de Granger indica que $\bar{U}(1)$ causa o emprego no presente exercício, mas o emprego não Granger causa $\bar{U}(1)$. Os resultados sugerem que o índice de incerteza é um bom indicador na previsão e antecipação de uma possível recessão econômica, dado que ela Granger-cause (ajuda a prever) mudanças em variáveis macroeconômicas reais tais como a produção industrial e o emprego. Assim, de posse do índice, formuladores de política econômica podem antecipar uma possível queda na produção industrial resultante de um aumento da incerteza macroeconômica calculada pelo índice ora proposto.

Portanto, além do índice de incerteza apresentar uma correlação negativa com a produção industrial, o mesmo também precede no tempo variáveis macroeconômicas reais, como produção e o emprego, dado que incerteza causa no sentido de Granger a produção industrial e o emprego. Em um cenário de aumento de incerteza, onde os agentes econômicos passam a ter uma menor previsibilidade da economia, empresas e consumidores adiam decisões de consumo e investimento. Essa é a teoria conhecida por "wait and see", abordado por Bloom et al. (2012). Diferente do trabalho de Bloom et al. (2012), onde segundo a literatura recente a incerteza era gerada endogenamente pela queda das variáveis macroeconômicas reais, para o caso brasileiro claramente há uma relação de causalidade. Para o Brasil, um aumento de incerteza provoca queda na produção e no emprego, como demonstrado nos testes. Ao analisarmos a Figura 2, nota-se que em 2008, por exemplo, já ocorre um aumento na incerteza. A mesma girava em torno de 1,05%, e a partir de meados de 2008 aumenta para próximo de 1,3%. No entanto, a recessão ocorre em 2009 apenas. Para o ano de 2013, também notamos que a incerteza que estava abaixo de 1%, começa a aumentar a partir do segundo semestre de 2013, sendo que a alta continua em 2014 e 2015. Outro fato interessante é que em 2013 ocorre uma inflexão na série da incerteza, onde a mesma vinha decrescente, depois volta a aumentar. Essa inflexão já representa indícios da recessão que viria a ocorrer nos anos de 2014, 2015 e 2016.

Esse resultado, que incerteza causa produção industrial e emprego para o Brasil, sugere que políticas econômicas erradas aumentam a incerteza no ambiente de negócios e reduzem a produção do país. Dessa forma, há indícios de que as políticas econômicas iniciadas a partir de 2008 e aprofundadas em 2011 aumentaram a incerteza do país, e com isso tiveram um contribuição elevada na determinação da recessão econômica que afeta o Brasil. Ou seja, ao invés da nova matriz macroeconômica incentivar a economia ela a desestimulou, dado que o aumento da incerteza reduz a produção. Assim, políticas que mantenham a estabilidade no ambiente de negócios e reduzam a incerteza são importantes para o crescimento do país. Em um ambiente estável, com inflação controlada e onde os tomadores de decisões conseguem de forma não tão sofisticada muitas vezes prever o futuro, há incentivos ao investimento e a contratação de novos trabalhadores, gerando portanto crescimento econômico e prosperidade.

5.3 Relação entre a volatilidade do Ibovespa e o índice de incerteza

Outra a análise a ser feita é a relação entre o índice de incerteza macroeconômica e a volatilidade do mercado de ações, dado que a volatilidade muitas vezes é utilizada como proxy para incerteza, como em Bloom (2009). Para analisar a relação entre a incerteza e a volatilidade do mercado de ações, Jurado et al. (2015) utilizaram o índice de volatilidade VXO, que é um índice de volatilidade implícita calculado pelo "Chicago Board of Options Exchange", a partir dos preços dos contratos de opções do índice S&P 100. Como para o Brasil não dispomos de índices de volatilidade implícita, a estratégia escolhida pela pesquisa foi estimação da volatilidade para o mercado de ações brasileiro via modelo GARCH(1,1) desenvolvido por Engle & Bollerslev (1986). A escolha do modelo GARCH (1,1) se deu pela sua excelente performance na previsão de volatilidade como documentada na literatura (i.e., Gaglianone et al. (2012)). O GARCH(1,1) também serve para aproximar um ARCH(∞) e assim é considerado um modelo parcimonioso. Outros modelos de volatilidade poderiam ser usados, mas não há certeza de que eles teriam um poder de previsão superior ao GARCH (1,1). Além do mais o GARCH foi usado apenas para gerar a volatilidade do Ibovespa, pois a ideia é mostrar como a volatilidade do Ibovespa, sendo uma medida alternativa de incerteza, se relaciona como a medida proposta.

As medidas para o índice de incerteza e a volatilidade do Ibovespa foram padronizadas, com base na distribuição normal padrão. A padronização segue Jurado et al. (2015) e consiste em deixar as variáveis na mesma escala, no qual usa-se o procedimento de retirar do valor da variável sua média e dividir pelo desvio padrão.

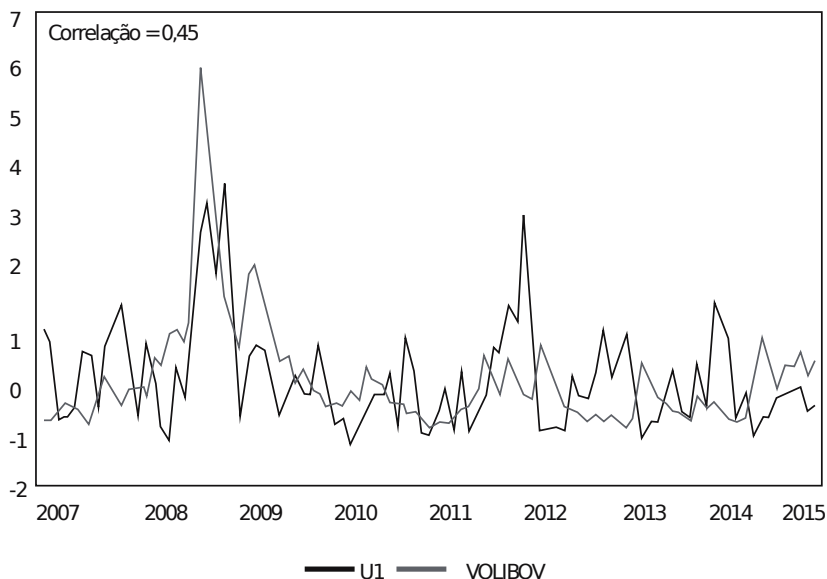


Figura 3: Volatilidade do Ibovespa e Medida de Incerteza Macroeconômica. As variáveis foram padronizadas na distribuição normal

Verifica-se uma alta correlação entre o índice de incerteza e a volatilidade do Ibovespa. No entanto, nota-se em alguns momentos onde há aumento no

índice de incerteza muitas vezes não acompanhado por aumentos na volatilidade. Um desses períodos é o início de 2014, onde ocorre um aumento na incerteza, influenciado principalmente pelas eleições e pela desaceleração da economia, no entanto verifica-se um aumento na volatilidade do mercado de ações apenas no final de 2014. Neste ano os movimentos na volatilidade do mercado de ações eram influenciados principalmente pelo cenário eleitoral e pelas pesquisas de intenção de voto. Notícias que indicavam a vitória da candidata Dilma Roussef causavam queda no mercado de ações, ao passo que notícias de possível vitória do candidato Aécio Neves traziam aumentos nos índices da bolsa.

Seguindo o procedimento de Jurado et al. (2015), usamos o critério de informação de Schwarz para estimar um VAR(12) bivariado com a variável de incerteza a volatilidade do Ibovespa. Os resultados seguem nas figuras 4, 5 e 6. Observa-se que aumentos na volatilidade do Ibovespa aumentam a incerteza, mas aumentos na incerteza não impactam a volatilidade. Os resultados encontrados para os dados brasileiro não estão em linha com os resultados de Jurado et al. (2015). O que pode explicar essa questão é o fato de o mercado brasileiro ser altamente influenciado por mercados internacionais de ações. No entanto essa questão não é escopo dessa pesquisa. Entretanto, a correlação do índice de incerteza e da volatilidade do Ibovespa é de 0,45, correlação idêntica a encontrada por Jurado et al. (2015) para os dados americanos.

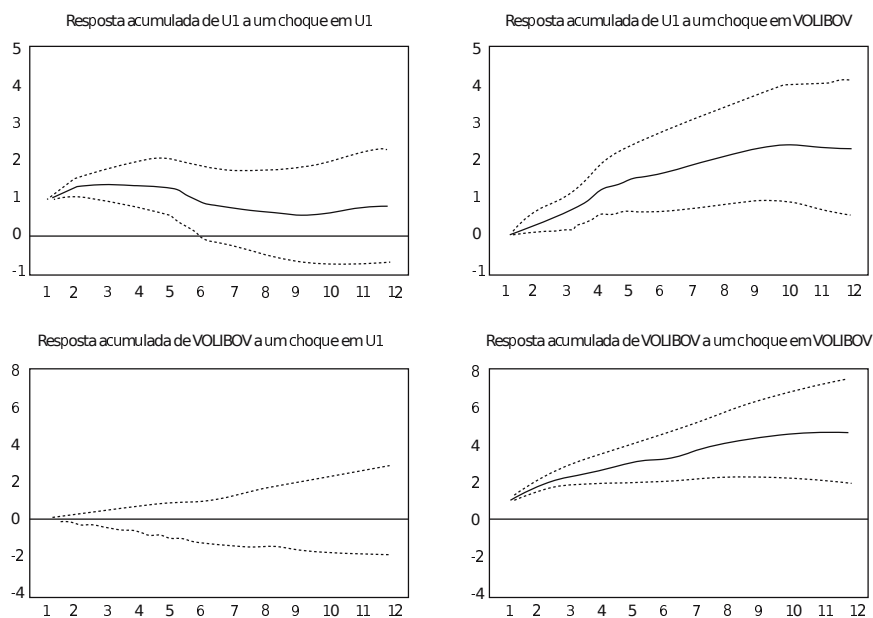


Figura 4: Impulso Resposta Incerteza $h=1$ e Volatilidade do Ibovespa

Outro fato importante é que a correlação da volatilidade do Ibovespa com a produção industrial foi de $-0,10$, uma correlação maior do que a correlação do índice de incerteza com a produção industrial, que foi de $-0,33$. Com relação a decomposição da variância, nota-se também um maior poder de explicação da medida de incerteza a variáveis como Emprego, Horas e Produção industrial. Por exemplo, o índice de incerteza explica 8,53% da variância do emprego

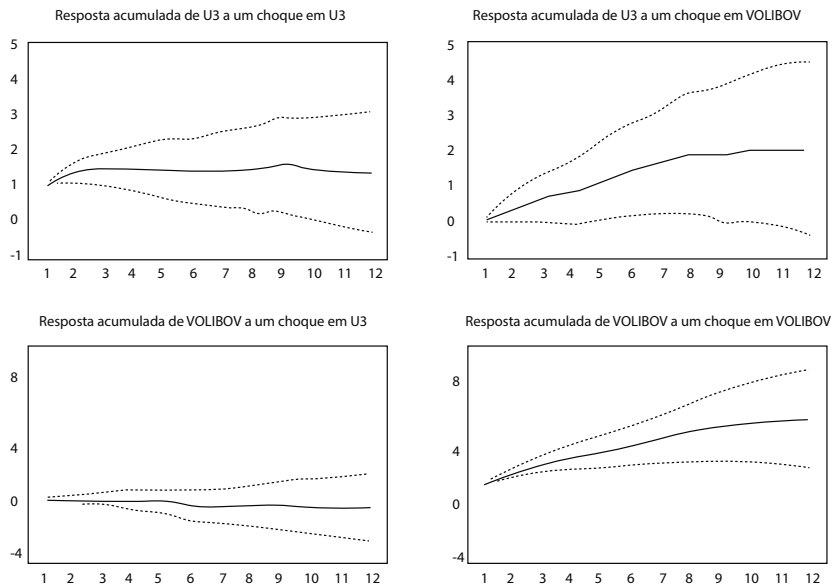


Figura 5: Impulso Resposta Incerteza $h=3$ e Volatilidade do Ibovespa

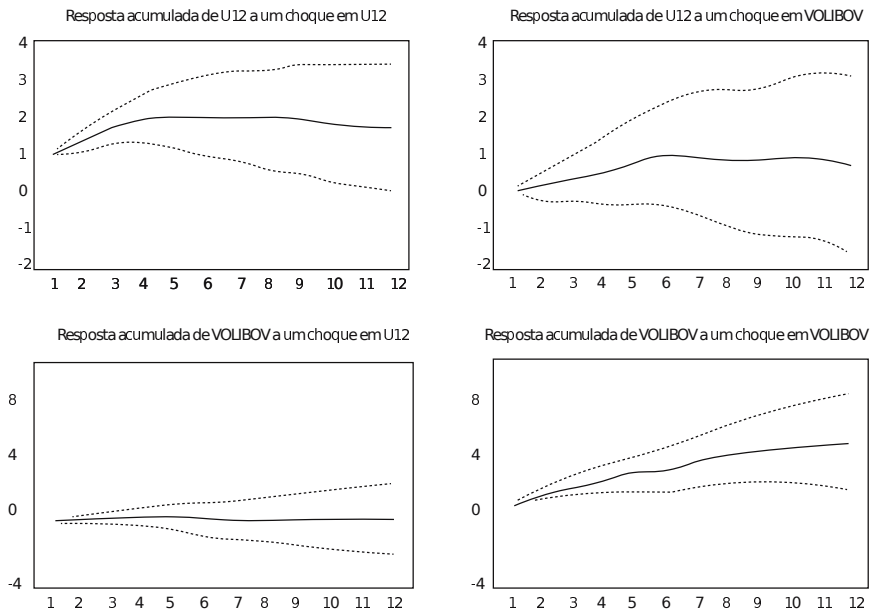


Figura 6: Impulso Resposta Incerteza $h=12$ e Volatilidade do Ibovespa

no lag 10, ao passo que a volatilidade do Ibovespa explica apenas 1,97%. A diferença entre os dois modelos é que o primeiro é estimado com o índice de incerteza e o segundo com a volatilidade do Ibovespa. O índice de incerteza com $h=12$ explica 18,18% da variação das horas de trabalhadas na indústria, enquanto que a volatilidade do Ibovespa explica 14,56%.

Tabela 5: Decomposição da Variância para a produção industrial, emprego e horas

Lag	$\overline{U(1)}$	$\overline{U(3)}$	$\overline{U(12)}$	Vol. Ibov
Emprego				
1	0	0	0	0
5	7.08	0.36	0.74	1.65
10	8.53	0.42	0.79	1.97
Horas				
1	0	2.07	18.18	14.56
5	3.39	1.8	14.83	11.16
10	4.65	1.93	14.93	11.53
Produção Industrial				
1	1.13	0	0	0
5	3.44	0.86	0.17	2.58
10	4.06	1.04	0.19	4.11

5.4 Índice de Incerteza Macroeconômica Agregado com pesos baseados na Análise de Componentes Principais

O índice de incerteza construído nas seções anteriores admitia por simplicidade participações iguais $1/N$ para cada série macroeconômica. No entanto, sabe-se que pode ocorrer que alguma série tenha uma maior influência do que outras no que diz respeito à incerteza. Os pesos de cada série macroeconômica serão obtidos via a análise de componentes principais. Serão utilizados os pesos do fator de maior influência, ou seja, o que representa a maior variabilidade das séries. Os pesos serão normalizados a fim de somarem 1, para que possamos comparar o índice com pesos a partir da análise de componentes principais com os índices com pesos $1/N$. Os pesos seguem na Tabela 6.

Observa-se que as variáveis macroeconômicas de maior peso foram: termos de troca, exportações e produção industrial. Esse resultado indica que uma maior incerteza individual nessas séries tendem a impactar mais o índice agregado. Variáveis como Ibovespa e INPC também tiveram um peso relevante na construção do índice agregado, com pesos normalizados acima de 5%. O fator no qual os pesos foram extraídos explica 45% da variação das séries macroeconômicas. A variável construída a partir da análise de componentes principais segue na figura 7.

Os índices de incerteza para $h=1,3,12$ construídos a partir dos pesos baseados nos fatores seguem na Figura 8. Notamos que o índice continua contracíclico com a produção industrial, tendo uma correlação de -0,20, -0,37 e -0,44, para $h=1,3$ e 12, respectivamente. Com a utilização dos pesos obtidos a partir dos fatores, verifica-se que o índice apresenta uma melhora com relação ao

Tabela 6: Peso de cada série macroeconômica na incerteza agregada

Série	Pesos	Pesos Normalizados
TTROCA	0.933	0.090
EXPQUANTUM	0.891	0.086
PI	0.881	0.085
PRODONI	0.871	0.084
PROD_BCD	0.867	0.084
IBOV	0.786	0.076
PRODAUT	0.676	0.065
PRODCAM	0.662	0.064
pap	0.644	0.062
INPC	0.539	0.052
PROD_BK	0.517	0.050
PROD_BCI	0.506	0.049
ICMS	0.504	0.049
CAMBIO_R	0.466	0.045
PRODVE	0.211	0.020
SAL_R	0.193	0.019
ren	0.100	0.010
SELIC	0.081	0.008
HTT	0.077	0.007
HPP	0.074	0.007
PO	0.054	0.005
emp	0.009	0.001
PROD_BC	-0.007	-0.001
M1_R	-0.052	-0.005
BASE_R	-0.140	-0.014

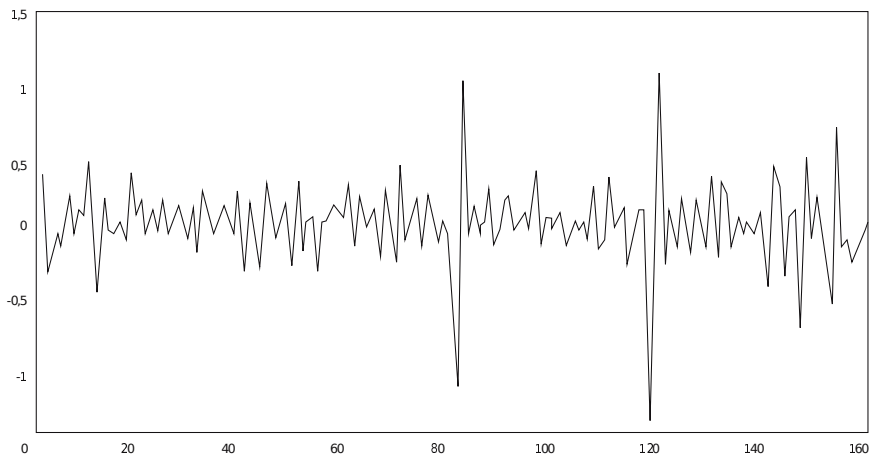


Figura 7: Fator Macroeconômico construído a partir do conjunto de variáveis

índice 1/N, dado o índice de incerteza com base nos fatores apresenta correlação menor com a produção industrial do que o índice com pesos 1/N. Por exemplo, para $h=1$, a correlação passa de $-0,08$ obtida usando o índice 1/N para $-0,20$ no índice com o peso baseado nos fatores. Esse resultado melhora a performance do índice de incerteza, aumentando o seu potencial de antecipação de cenários de recessão econômica. Isso ocorre porque agora é dado um maior pesos a séries que supostamente influenciam mais no aumento da incerteza do que séries com menor influência.

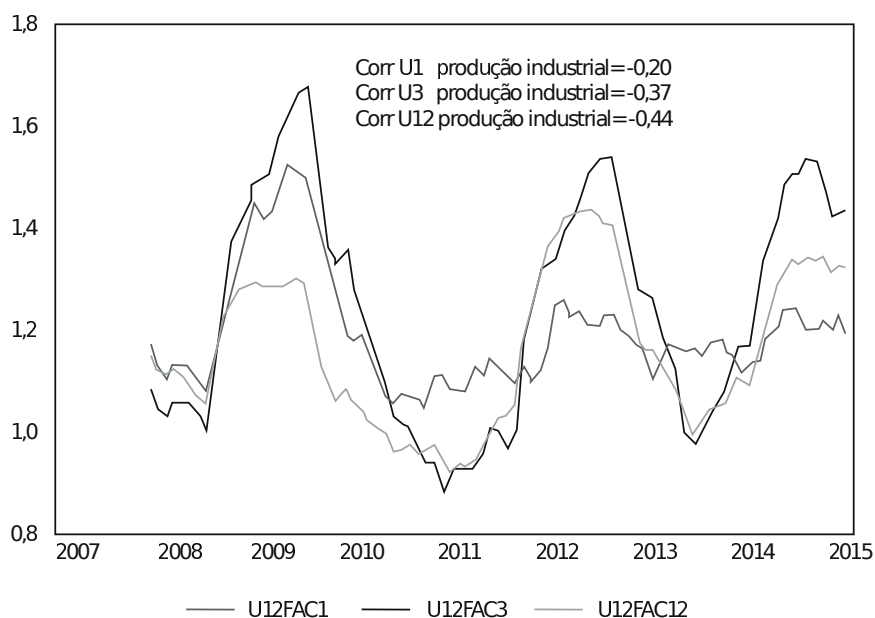


Figura 8: Índice de Incerteza Macroeconômica Agregado construído a partir dos pesos obtidos via análise de componentes principais. Os valores representa a média móvel de 12 meses. A correlação foi calculada entre a média móvel do índice 12 meses e a média móvel da taxa de crescimento da produção industrial para 12 meses

A Tabela 7 mostra o teste de causalidade para o índice com pesos baseados em fatores. Os resultados mostram que o índice de incerteza baseado em fatores causa produção industrial e emprego, resultado similar ao observado para o índice com pesos 1/N. Nesse sentido, o índice precede no tempo essas variáveis macroeconômicas, sugerindo que a incerteza consegue captar variações na produção industrial e no emprego.

5.5 Índice de Incerteza x Leading Indicators

Essa sessão compara os resultados obtidos por Issler et al. (2013) para os leading indicators com os resultados obtidos pelo índice de incerteza proposto neste artigo. Segundo Issler et al. (2013), a medida utilizada para medir a qualidade no qual uma série antecipa o estado da economia é dado pelo QPS (Quality Probability Score), proposto por Diebold & Rudebusch (1990), isto é:

Tabela 7: Teste de Causalidade para o índice de incerteza com pesos baseados em fatores

	U1(2 lags)		U3(2 lags)		U12(3 lags)	
	Estatística F	P- Valor	Estatística F	P- Valor	Estatística F	P- Valor
Produção Industrial não granger-causa Incerteza	2,74	0,07	3,23	0,04	3,59	0,03
Incerteza não granger-causa produção industrial	3,48	0,03	4,42	0,01	2,91	0,05
	U1(1 lag)		U3(1 lag)		U12(1 lag)	
	Estatística F	P- Valor	Estatística F	P- Valor	Estatística F	P- Valor
Emprego não granger-causa Incerteza	1,22	0,29	0,10	0,74	0,50	0,47
Incerteza não granger-causa emprego	4,54	0,01	3,87	0,05	3,61	0,06

$$QPS(h) = \frac{\sum_{t=1}^T (P_t - R_t)^2}{T} \quad (12)$$

onde P_t denota o estado previsto pelo leading indicator, R_t denota a realização observada na série de referência. Ambos são iguais a 1 para um turning point e zero caso contrário. Assim, $QPS(h)=0$ denota previsão perfeita do estado da economia por parte do índice. Ainda de acordo com Issler et al. (2013), o leading indicator deve causar a série de referência para se efetuar o cálculo do QPS score. Nesse caso, as sessões anteriores mostram que o índice de incerteza causa a produção industrial.

Assim, foram calculados o QPS score para os índices de incerteza com $h=1,3,12$ tendo como referência a produção industrial, que seguem na Tabela:

Tabela 8: QPS(1) Score

	u1	u3	u12
QPS	29,55%	30,68%	28,41%

Os índices calculados tiveram resultados semelhantes aos de Issler et al. (2013), que obtiveram índices entre 20% e 30%. Ainda segundo os autores o índice é considerado como um bom preditor do estado da economia se $QPS < 0,4$. Para o índice de incerteza todos os valores estão abaixo de 0,4. Ressalta-se ainda que o índice para $h=12$ obteve a melhor performance, com um valor de 0,28.

A Tabela 9 apresenta as datas do turning point para os índices de incerteza e para a produção industrial. Observa-se que em 2008 todos os índices de incerteza apresentam turning point por volta dos meses de abril e maio de 2008. Esse já seria um indício da recessão e de crise econômica que viria a ocorrer a partir de setembro de 2008 e em 2009. De forma análoga, ocorre também turning point em 2011 nos índices de incerteza, o que seria algum indício das políticas da nova matriz macroeconômica, indicando que a incerteza estava baixa, dado o crescimento ocorrido em 2010 e volta a aumentar a partir de 2011 devido à quebra do tripé macroeconômico. Outro ponto interessante é que o índice consegue captar o turning point de março de 2014, sinalizando para um aumento da incerteza e um cenário econômico caracterizado pela presença de recessão e inflação elevada de 2014 em diante.

6 Conclusão

A pesquisa propôs a construção de um índice de incerteza macroeconômica para o Brasil baseado na metodologia proposta por Jurado et al. (2015). Para a construção do índice brasileiro foram utilizados as séries macroeconômicas do trabalho de Issler et al. (2013).

A medida de incerteza macroeconômica brasileira teve uma correlação negativa com a produção industrial, sendo essa correlação menor que a do Ibovespa, indicando assim uma maior precisão na identificação antecipada de choques macroeconômicos negativos. De fato, a pesquisa encontrou uma relação de causalidade bem definida entre o índice de incerteza macroeconômica e variáveis macroeconômicas como a produção industrial. Foi verificado que

Tabela 9: Turning Point Produção Industrial e Índice de Incerteza

Turning Point PI	Turning Point U1	Turning Point U3	Turning Point U12
2008.04	2008.04	2008.05	2008.09
2008.05	2008.06	2008.10	2009.10
2008.07	2008.10	2009.10	2011.06
2008.08	2009.04	2011.03	2012.07
2008.09	2009.05	2011.09	2013.10
2009.01	2009.08	2011.11	2014.10
2009.03	2010.08	2012.12	2015.05
2009.04	2013.05	2013.09	
2009.12	2013.12	2014.03	
2010.03	2014.04	2014.05	
2010.10	2014.09	2015.01	
2011.04	2015.04		
2012.05			
2012.10			
2012.12			
2013.03			
2013.04			
2013.12			
2014.02			
2015.02			

incerteza causa produção industrial, mas produção industrial não causa incerteza. Dessa forma, a incerteza precede a produção industrial no tempo, indicando que maiores níveis de incerteza causam uma queda da produção industrial no futuro.

Além da série de incerteza com pesos $1/N$, também foram construídos índices com pesos estimados com base na análise de componentes principais. Assim, foi dado um maior pesos as séries que supostamente tem maior influência sob a incerteza. Os índices com pesos baseado em componentes principais melhoram a performance do índice no que diz respeito a correlação, dado que os mesmos tem uma correlação menor com a produção industrial do que os índice obtido usando pesos $1/N$.

Também foi encontrado um alto índice de incerteza para os anos de 2014 e 2015, gerado principalmente pelo cenário econômico atual, onde os agentes econômicos esperam e veem como o futuro se desdobrará. Essa é a teoria de ciclos reais de negócios conhecida por "wait and see". Nesse contexto os consumidores adiam decisões de consumo e empresários adiam decisões de investimento, tornando a queda do produto inevitável. De acordo com os resultados, esse movimento já fora captado pelo aumento do índice de incerteza a partir de 2014 e também pela relação de causalidade entre incerteza e produção industrial. Nesse sentido, como sugestões de política econômica, recomenda-se o uso do índice de incerteza por parte de instituições do governo ou do mercado financeiro como um indicador antecedente de atividade econômica futura, como forma de captar uma possível recessão ou expansão econômica

Para futuras pesquisas sugere-se também a construção de um índice baseado em pesquisas de mercado, como a pesquisa focus. O índice pode ser construído com base no erro de previsão ou surpresas a partir das previsões dos analistas de mercado, seguindo a metodologia de Scotti (2013). Seria interessante uma comparação da performance dos índices de incerteza para o mercado brasileiro construídos via erro de previsão gerado a partir do mo-

delo econométrico e via erro de previsão gerado a partir das expectativas dos analistas de mercado.

Referências Bibliográficas

- Bloom, N. (2009), 'The impact of uncertainty shocks', *Econometrica* 77(3), 623–685.
- Bloom, N., Floetotto, M., Jaimovich, N., Saporta-Eksten, I. & Terry, S. J. (2012), Really uncertain business cycles, Technical report, National Bureau of Economic Research.
- Carriero, A., Clark, T. E. & Marcellino, M. (2015), 'Common drifting volatility in large bayesian vars', *Journal of Business & Economic Statistics* (just-accepted), 00–00.
- Diebold, F. X. & Rudebusch, G. D. (1990), 'A nonparametric investigation of duration dependence in the american business cycle', *Journal of Political Economy* pp. 596–616.
- Engle, R. F. & Bollerslev, T. (1986), 'Modelling the persistence of conditional variances', *Econometric reviews* 5(1), 1–50.
- Gaglianone, W. P., Lima, L. R., Linton, O. & Smith, D. R. (2012), 'Evaluating value-at-risk models via quantile regression', *Journal of Business & Economic Statistics* .
- Issler, J. V., Notini, H. H. & Rodrigues, C. F. (2013), 'Constructing coincident and leading indices of economic activity for the brazilian economy', *OECD Journal: Journal of Business Cycle Measurement and Analysis* 2012(2), 43–65.
- Jurado, K., Ludvigson, S. C. & Ng, S. (2015), 'Measuring uncertainty', *The American Economic Review* 105(3), 1177–1216.
- Sargent, T. J., Sims, C. A. et al. (1977), 'Business cycle modeling without pretending to have too much a priori economic theory', *New methods in business cycle research* 1, 145–168.
- Scotti, C. (2013), 'Surprise and uncertainty indexes: real-time aggregation of real-activity macro surprises', *FRB International Finance Discussion Paper* (1093).
- Sims, E. R. et al. (2012), Uncertainty and economic activity: Evidence from business survey data, Technical report.
- So, E. C. (2013), 'A new approach to predicting analyst forecast errors: Do investors overweight analyst forecasts?', *Journal of Financial Economics* 108(3), 615–640.

Apêndice A Figuras

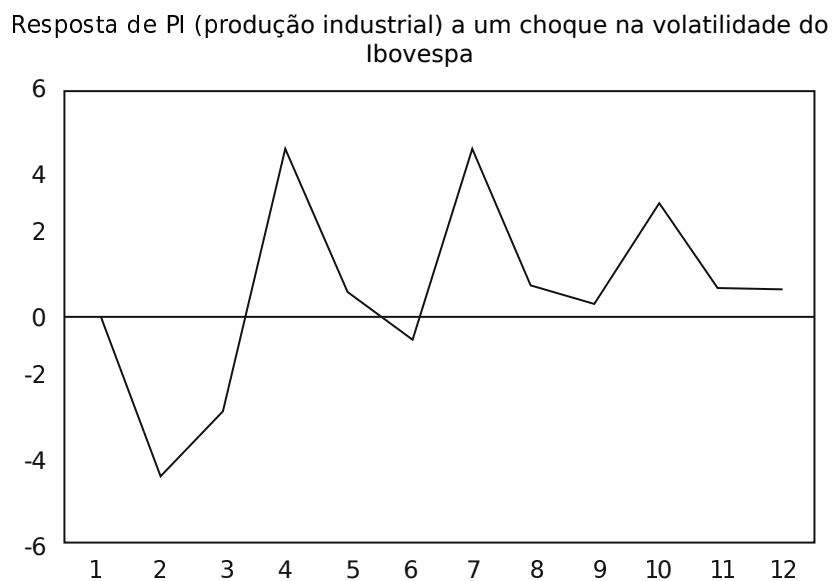
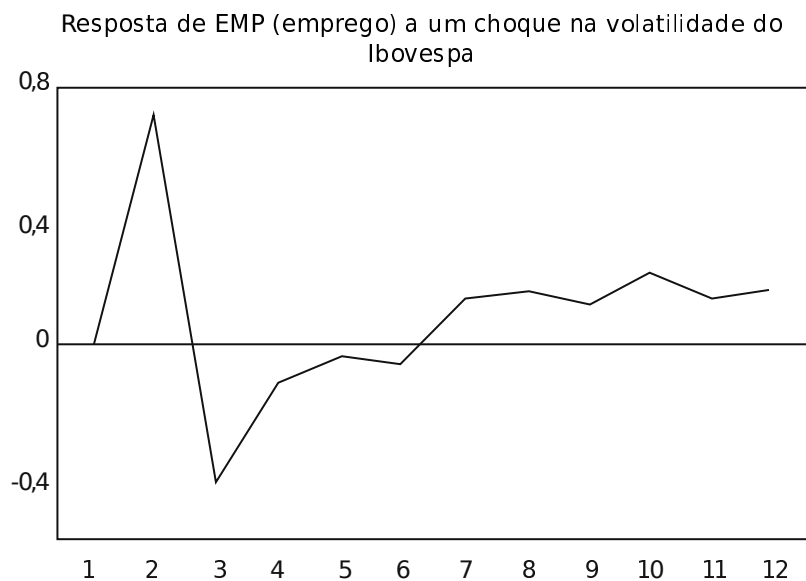


Figura A.1: Resposta da produção industrial e do emprego a choques na volatilidade do Ibovespa

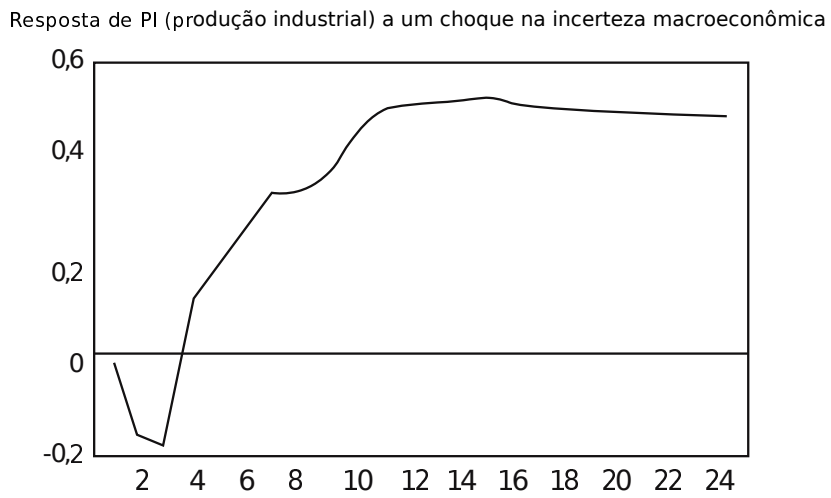
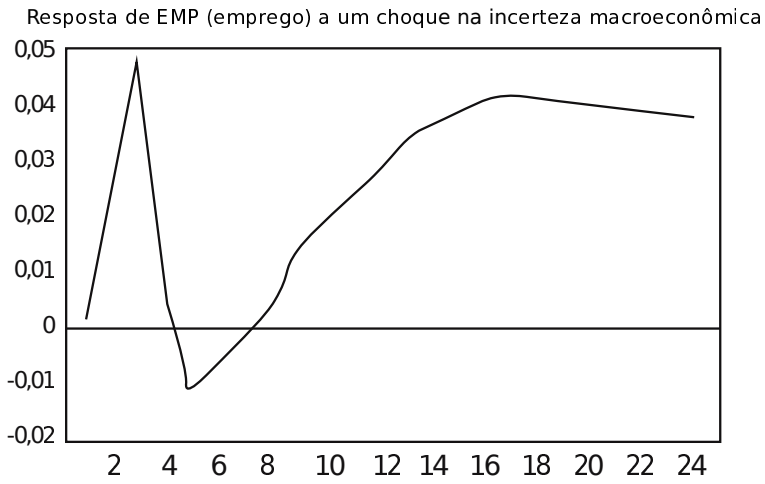
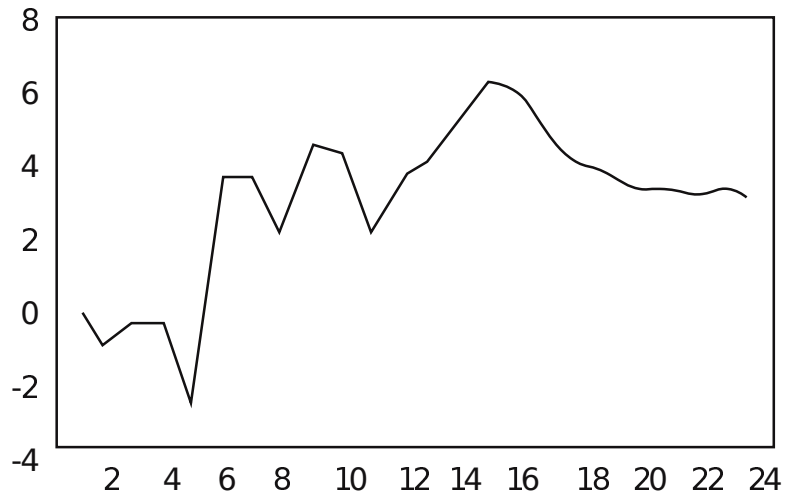


Figura A.2: Resposta da Produção Industrial e do Emprego a um choque na Incerteza

Resposta de PI (produção industrial) a um choque na incerteza macroeconômica com $h=3$



Resposta de EMP(emprego) a um choque na incerteza macroeconômica com $h=3$

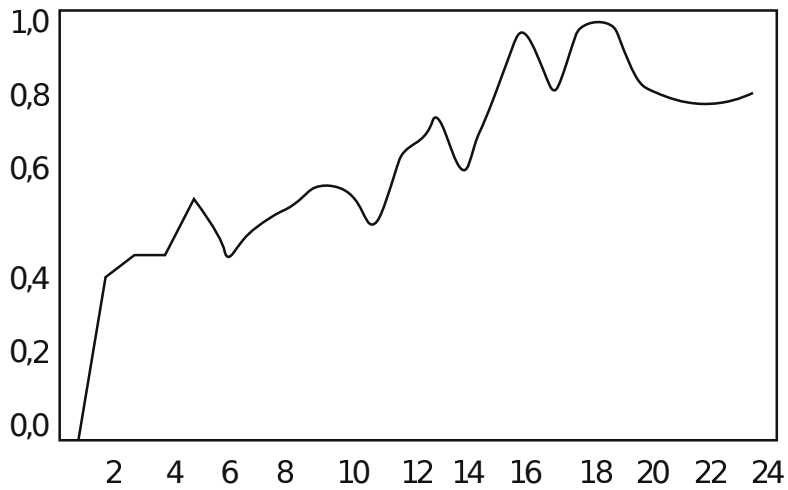
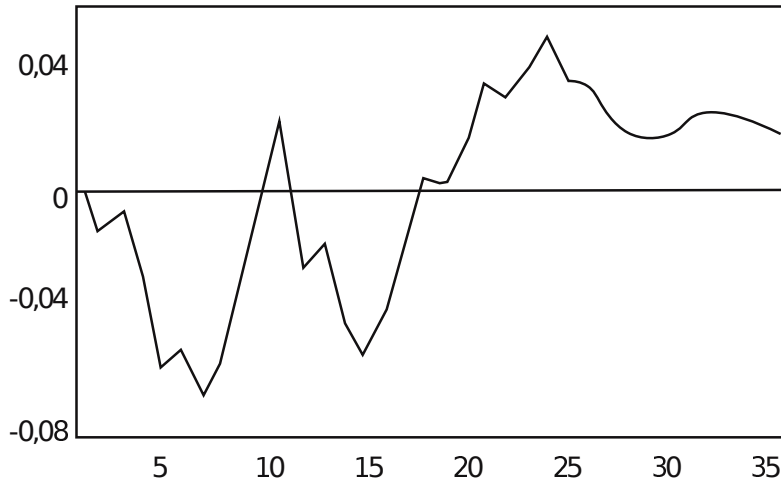


Figura A.3: Resposta da Produção Industrial e do Emprego a um choque no Índice de Incerteza com pesos baseados nos fatores $h=3$

Resposta de PI (produção industrial) a um choque na incerteza macroeconômica com $h=12$



Resposta de EMP(emprego) a um choque na incerteza macroeconômica com $h=12$

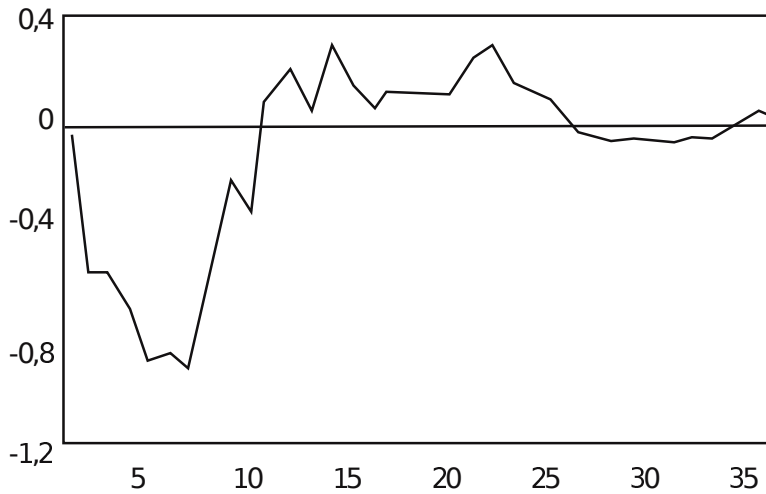


Figura A.4: Resposta da Produção Industrial e do Emprego a um choque no Índice de Incerteza com pesos baseados nos fatores $h=12$