

Medindo Incerteza para o Brasil

23 de Novembro de 2015

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.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] 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.

Classificação JEL:G11, G12, E44.

Abstract

The paper proposes an estimation of a macroeconomic measure of uncertainty to Brazil. The index was constructed based on the methodology of [Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] used to build the index for the US economy. We show that an increase in the uncertainty level leads economic recessions. Moreover, the new macroeconomic policy adopted by the Brazilian government in 2010-2011 was followed 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.

1 Introdução

A incerteza é um dos aspectos mais importantes no que diz respeito ao investimento e ao crescimento econômico. 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 a recessão.

O momento econômico no qual passa o Brasil no ano 2015 caracteriza-se pelo aumento da incerteza macroeconômica, onde os agentes não conseguem 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 a partir de 2011 com a chamada nova matriz macroeconômica. Portanto, uma das questões da pesquisa é identificar se essa política econômica aumentou o nível incerteza macroeconômica no Brasil, contribuindo para o surgimento da atual recessão econômica.

O índice de incerteza Macroeconômica agregada para o Brasil será construído baseado na metodologia desenvolvida por [Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] para calcular o índice de incerteza da economia americana. Neste sentido, além de propor a construção de uma medida de incerteza macroeconômica agregada para o Brasil, este trabalho verificará se a medida proposta representa melhor a incerteza do que proxies geralmente utilizadas, como a volatilidade do mercado de ações. 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.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng], [Bloom(2009)], [Carriero

et al.(2015)Carriero, Clark, and Marcellino] . Com efeito, [Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] constroem uma medida de incerteza para os Estados Unidos e comparam sua eficácia em captar as oscilações no ciclo de negócios com proxies para incerteza geralmente utilizadas, como, por exemplo, a volatilidade. A medida de incerteza de [Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] tem uma correlação negativa menor com a produção industrial do que a volatilidade, o que significa que a primeira consegue 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 foi de apenas -0.30. Isso indica um maior poder de previsão de uma queda na produção industrial a partir do índice de incerteza do que com a volatilidade dos mercados financeiros.

[Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] define a incerteza h períodos a frente na variável y_t como $y_{jt} \in Y_t = (y_{1t}, \dots, y_{N_y t})'$ denotado por $\mathcal{U}_{jt}^y(h)$ ser 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 I_t aos agentes econômicos. De acordo com [Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] 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.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] 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 via modelo de volatilidade estocástica a volatilidade condicional do erro de previsão, $E[(V_{t+h}^y)^2|I_t]$.
3. Estimar o fator de incerteza macroeconômica $\mathcal{U}_y^j(h)$ agregando as incertezas individuais $\mathcal{U}_{j_t}^y(h)$. 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, segundo [Bloom(2009)] uma queda em variáveis macroeconômicas reais como o produto e o emprego. 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.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] 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 fricções de um ajustamento não suave pausam as contratações e o 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:

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

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 a previsão divulgada pela Bloomberg não sendo eficiente, [Scotti(2013)] justifica o seu uso na pesquisa, dado que a mesma é publicamente disponível e também dado que o mercado reage a 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 da metodologia aplicada por [Scotti(2013)] e a metodologia empregada pela presente pesquisa e por [Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] é que a variável s_j representa o erro de previsão com base nas estimativas dos analista 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.(2013)Jurado,

Ludvigson, and Ng], 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)Bloom, Floetotto, Jaimovich, Saporta-Eksten, and Terry] analisam os choques de incerteza com 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, nota-se que um aumento na incerteza reduz o crescimento da produtividade, devido a redução no grau de realocação na economia. Ainda segundo [Bloom et al.(2012)Bloom, Floetotto, Jaimovich, Saporta-Eksten, and Terry] 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)Bloom, Floetotto, Jaimovich, Saporta-Eksten, and Terry] 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)Bloom, Floetotto, Jaimovich, Saporta-Eksten, and Terry] 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 que [Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] justifica o uso de uma previsão feita por um modelo econométrico no cálculo do índice de incerteza. Além do mais, segundo [Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] 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+1} a série para ser calculada a incerteza no período $h \geq 1$. De acordo com [Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] o modelo de previsão de fatores aumentado será:

$$y_{jt+1} = \phi_j^y(L)y_{jt} + \gamma_j^F(L)\hat{F}_t + \gamma_j^W(L)W_t + v_{jt+1}^y \quad (5)$$

O erro de previsão de y_{jt+1} que é $v_{jt+1} = \sigma_{jt+1}^y \epsilon_{t+1}^y$ tem volatilidade variando no tempo, que pode ser estimado por um modelo de volatilidade estocástica. O erro de previsão dos fatores v_{kt+1}^F também admite-se volatilidade variando no tempo. As volatilidades condicionais do erro de previsão de σ_{jt+1}^y e do erro de previsão dos fatores σ_{kt+1}^F geram a incerteza variando no tempo para a série y_{jt} .

Ainda seguindo [Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng], as volatilidades condicionais σ_{jt}^y e σ_t^F são caracterizados pelos seguintes modelos de volatilidade estocástica:

$$\log(\sigma_t^F)^2 = \alpha^F + \beta^F \log(\sigma_{t-1}^F)^2 + \tau_F \eta_t^F, \quad \eta_t^{Fiid} \sim N(0, 1) \quad (6)$$

$$\log(\sigma_{jt+1}^y)^2 = \alpha_j^y + \beta_j^y \log(\sigma_{jt}^y)^2 + \tau_j^y \eta_{jt+1}^y, \quad \eta_{jt+1}^{yid} \sim N(0, 1) \quad (7)$$

Como o modelo de volatilidade estocástica calcula-se o log da volatilidade. Desta forma aplica-se as regras da exponencial para obter $E_t(\sigma_{jt+1})^2$.

Também pode-se estimar a previsão uma passo a frente das variáveis através de Vetores Auto regressivos (VAR) desenvolvido por [Sargent et al.(1977)Sargent, Sims, et al.]. Seja \mathbf{Y}_{jt} as variáveis macroeconômicas ou fatores que se deseja realizar a previsão um passo a frente. Podemos representar através do seguinte

modelo VAR na forma reduzida:

$$\mathbf{Y}_{jt} = \Phi_j^Y \mathbf{Y}_{jt-1} + \mathbf{V}_{jt}^Y. \quad (8)$$

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

$$\mathbf{E} \mathbf{Y}_{jt+h} = (\Phi_j^Y)^h \mathbf{Y}_{jt}. \quad (9)$$

A variância do erro de previsão no tempo t será:

$$\Omega_{jt}^Y(h) = \mathbf{E}_t[(\mathbf{Y}_{jt+h} - \mathbf{E}_t \mathbf{Y}_{jt+h})(\mathbf{Y}_{jt+h} - \mathbf{E}_t \mathbf{Y}_{jt+h})']. \quad (10)$$

Para $h=1$ temos:

$$\Omega_{jt}^Y(1) = \mathbf{E}_t(\mathbf{V}_{jt+1}^Y \mathbf{V}_{jt+1}^{Y'}). \quad (11)$$

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

$$\Omega_{jt}^Y(h) = \Phi_j^Y \Omega_{jt}^Y(h-1) \Phi_j^{Y'} + \mathbf{E}_t(\mathbf{V}_{jt+1}^Y \mathbf{V}_{jt+1}^{Y'}). \quad (12)$$

Ou seja, de acordo com [Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] 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:

$$\mathcal{U}_{jt}^y(h) = \sqrt{1_j' \Omega_{jt}^Y 1_j}. \quad (13)$$

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

$$\mathcal{U}_t^h(h) = \sum_{j=1}^{N_y} w_j \mathcal{U}_{jt}^y(h). \quad (14)$$

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)Issler, Notini, and Rodrigues] na construção de índices coincidentes e leading indicators para a economia brasileira. A tabela 2 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.

[Tabela 2 aqui]

Em seguida foram testados estacionaridade para todas as séries. As séries não estacionárias foram transformadas na primeira diferença do log. Para a previsão foi utilizado o modelo vetor autor regressivo de ordem 1 VAR(1). 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 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.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] 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.

[Figura 1 aqui]

[Figura 2 aqui]

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 passa nos anos de 2014 e 2015. 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 e empréstimos subsidiados via BNDES. Com isso, nota-se que o índice consegue captar os problemas macroeconômicos que o Brasil atravessa em 2015 já

em 2013. Apesar deste período de 2012 e 2013 não apresentar recessão, as taxas de crescimento do PIB nesse período são muito baixas. Por exemplo, em 2012 o PIB cresceu apenas 1.8% e em 2013 2.7%, número bem abaixo do PIB potencial. Além disso nesse período houve a crise da dívida na Europa, então houve um aumento da incerteza não apenas no Brasil, mas também no mundo. Esse resultado está em concordância com os resultados encontrados por [Scotti(2013)] para os países pesquisados(exceto a zona do euro). No índice de incerteza calculado pela autora, também houve um aumento na incerteza macroeconômica, apesar de alguns países estudados, como Estados Unidos, Canadá e Reino Unido não apresentarem cenário recessivo.

Analisando a figura 1 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. Com isso, ocorre o que observamos no final da série, a recessão que o país passa entre os anos de 2014 e 2015, o que culminou com a perda do grau de investimento em setembro de 2015 e uma grande preocupação com relação a sustentabilidade da dívida pública.

Nesse cenário, já há indícios que o Brasil a partir do ano de 2015 passa por cenário um econômico conhecido como dominância fiscal. A dominância fiscal é definida por [Sargent and Wallace(1987)] como o regime monetário sendo condicionado pela política fiscal. Neste sentido, o Banco Central, por exemplo, perde o controle da política monetária. Vamos supor que o Banco Central necessitasse elevar a taxa de juros para 20%, a fim de trazer a inflação para o centro da meta. No entanto, caso o BC adotasse essa política, ocorreria uma trajetória explosiva na taxa de crescimento da relação dívida/PIB, que para o ano de 2015 já se encontra próximo de 70%. Portanto, esse contexto econômico acaba gerando mais incerteza e, como a incerteza causa queda na atividade, a tendência é uma recessão prolongada.

Já o aumento da incerteza em 2008 e 2009 tem relação com problemas internos mas também com a crise do sub prime de 2008, e nota-se que o índice performa bem em captar esse aumento de incerteza na economia brasileira. O aumento da incerteza provoca a queda do PIB do Brasil em 2009 de -0.2%. Em 2010 observa-se

uma queda no índice, dado que verifica-se uma recuperação da economia brasileira e naquele ano o crescimento do PIB foi 7.6%. Assim, verifica-se que quanto maior a taxa de crescimento do PIB menor tende a ser a incerteza.

A tabela 3 mostra o impacto da incerteza individual na incerteza agregada. De forma análoga a [Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] a pesquisa calcula o R^2 da incerteza individual de algumas variáveis, como a produção industrial, o INPC, o Ibovespa, a Produção de bens de capital e a produção de papelão. O procedimento efetuado consiste em uma regressão por MQO de U_{jt}^y sobre \bar{U}_t^y e a partir do cálculo do do R^2 é feita a análise. Para $h=1$, nota-se que a produção de papelão tem um 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 do índice de incerteza macroeconômica, e não uma fonte em especial tem grande poder de explicação.

[Tabela 3 aqui]

5.2 Relação entre a incerteza e variáveis macroeconômicas

O primeira passo é analisar a relação de causalidade entre variáveis macroeconômicas como a produção industrial e o emprego e a incerteza. As tabelas 4 e 5 apresentam os testes de causalidade de granger entre os índices de incerteza com $h=1,3,12$ e 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. 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 $\bar{U}(1)$ e $\bar{U}(3)$ o lag escolhido foi de ordem 2.

[Tabela 4 aqui]

[Tabela 5 aqui]

Para $\bar{U}(1)$, constata-se que ao nível de significância de 10% que a incerteza granger-causa 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-causa a produção industrial, mas a produção industrial não granger causa a incerteza. Já com relação ao emprego, o teste de causalidade indica que $\bar{U}(1)$ causa o emprego na simulação feita, 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-causa variáveis macroeconômicas reais como a produção industrial. Assim, de posse do índice, formuladores de política econômica podem monitorar uma possível queda na produção industrial dado que ocorreu um aumento na incerteza.

Assim, além do índice de incerteza apresentar correlação negativa com a produção industrial, o mesmo é capaz de provocar variações variáveis macroeconômicas reais. Em um cenário de aumento de incerteza, onde os agentes econômicos passam a ter uma menor previsibilidade, empresas e consumidores adiam decisões de consumo e investimento. Este é a teoria conhecida por "wait and see", abordado por [Bloom et al.(2012)Bloom, Floetotto, Jaimovich, Saporta-Eksten, and Terry]. Diferente do trabalho de [Bloom et al.(2012)Bloom, Floetotto, Jaimovich, Saporta-Eksten, and Terry], onde segundo a literatura recente a incerteza era gerada endogenamente dado queda nas 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 e 2015.

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. Desta 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 efeito contrário na produção e no emprego. 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.

Seguindo a análise de [Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] para a economia americana, foram estimados para a economia brasileira o impacto de variáveis como produção industrial e emprego na incerteza macroeconômica agregada. A figura 3 a resposta da variável incerteza a um choque correspondente a um aumento de 10% na produção industrial e a figura 4 apresenta a resposta da incerteza a um choque positivo de 10% no nível de emprego. Foi estimado um VAR(3), escolhido via critério de Schwarz. As variáveis incluídas no VAR foram:

$$\begin{bmatrix} Ibovespa \\ Incerteza \\ SELIC \\ SALR \\ INPC \\ HPP \\ Emp \\ PI \end{bmatrix}$$

[Figura 3 aqui]

[Figura 4 aqui]

[Figura 5 aqui]

[Figura 6 aqui]

[Figura 7 aqui]

[Figura 8 aqui]

O choques simulados foram aumentos de 10% em cada variável escolhida para efetuar-se os choques. Pela figura 3 verifica-se que um aumento na produção industrial de 10%, reduz a incerteza em torno de 0.4%, com um tempo de 6 meses. Para o emprego, observa-se que um aumento de 10% no nível de emprego reduz em quase 1% o nível de incerteza após 9 meses. Esses resultados estão de acordo com o que diz a teoria econômica, e dão direcionamento de política econômica. Ou seja, uma política econômica que mantenha uma inflação estável diminui a incerteza na economia e, conseqüentemente uma menor incerteza melhora o ambiente de negócios da economia, levando a um maior crescimento econômico. Os resultados são iguais aos encontrados por [Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] para a economia dos Estados Unidos e também estão em consonância com a teoria descrita por [Bloom et al.(2012)Bloom, Floetotto, Jaimovich, Saporta-Eksten, and Terry], onde mecanismos fazem com que a incerteza aumentem endogenamente em épocas de recessão. Os resultados também reforçam a relação de causalidade encontrada através do teste de causalidade de Granger. Uma das inovações da presente pesquisa e a investigação da relação de causalidade entre as variáveis, o que não foi encontrado em trabalhos seminais na literatura como o próprio paper de [Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng].

Também foi simulado o aumento de 1% no índice de incerteza, o que ocorre com variáveis como o emprego e a produção industrial. Pelas figuras 5, 6, 7 observa-se que um aumento na incerteza diminui a produção industrial nos três períodos seguintes ao choque. O efeito acumulado na produção é negativo, ou seja, o aumento na incerteza faz com que ocorra uma queda na taxa de crescimento da produção industrial. Para o emprego, após um choque na incerteza, verifica-se uma queda na taxa de crescimento do emprego, depois que o choque vai se dissipando a mesma consegue uma recuperação, e indicando um overshoot na relação do choque da incerteza com relação ao emprego. Nota-se também que choques na volatilidade do Ibovespa produzem resultados semelhantes aos índices de incerteza.

Verifica-se também pela figura 6 que um choque na incerteza provoca inicialmente uma queda na produção e no emprego e depois uma rápida recuperação. Esses resultados estão em linha com a teoria "bust and boom" e "wait and see",

citada por [Sims et al.(2012)]. Um aumento na incerteza provoca inicialmente uma queda na atividade econômica, pois as empresas esperam e veem como se desdobrará o futuro. Mas, em seguida, dado a demanda reprimida por fatores de produção, ocorre uma rápida recuperação na economia. Com relação ao Brasil observa-se essa teoria nos anos de 2009 e 2010. Após o aumento na incerteza dado a crise do sub prime, nota-se pela figura 1 que houve um aumento da incerteza nos anos de 2008 e 2009, o que provoca uma queda de 0.2% no PIB em 2009. Mas já em 2010 ocorre uma recuperação da economia e com uma taxa de crescimento expressiva de 7.6% em 2010. Em outras palavras, tivemos a queda da atividade em 2009 e depois um cenário de boom econômico em 2010, com o PIB crescendo acima do potencial.

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.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] 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 and Bollerslev(1986)]. As medidas para o índice de incerteza e a volatilidade do Ibovespa foram padronizadas, com base na distribuição normal padrão.

[Figura 9 aqui]

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.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] foi estimado um VAR(12) para a incerteza e para a volatilidade do Ibovespa. Os resultados seguem nas figuras 10, 11 e 12. 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.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng]. O que pode explicar essa questão é o fato de o mercado brasileiro ser influenciado por mercados internacionais de ações e não influenciar, como é o caso do mercado americano. 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.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] para os dados americanos.

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 no lag 10, ao passo que a volatilidade do Ibovespa explica apenas 1.97%. Lembrando que o modelo é estimado apenas simulando a substituição do índice de incerteza pela 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%.

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 7.

[Tabela 7 aqui]

Observa-se que as variáveis macroeconômicas de maior peso foram: termos de troca, exportações e produção industrial. Este resultado indica que uma maior incerteza individual nestas 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 13.

[Figura 13 aqui]

Os índices de incerteza para $h=1,3,12$ construídos a partir dos pesos baseados nos fatores seguem na figura 14. 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 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 para o índice $1/N$ para -0.20 no índice fatores. Esse resultado melhora a performance do índice de incerteza, aumentando o seu potencial de antecipação de cenários de recessão econômica. Isto ocorre dado que, agora, é

dado um maior pesos a séries que supostamente influenciam mais no aumento da incerteza do que séries com menor influência.

A tabela 8 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 $1/N$. Neste sentido o índice precede no tempo estas variáveis macroeconômicas, sugerindo que a incerteza consegue captar variações na produção industrial e no emprego.

[Tabela 8 aqui]

De forma análoga ao que foi feito para o índice de incerteza com pesos $1/N$, foram verificados a resposta na produção industrial e no emprego a choques positivos no índice de incerteza com pesos baseado em fatores. O modelo VAR estimado foi selecionado de acordo com o critério de informação de Schwarz. Analisando as figuras 15, 16, 17 nota-se que inicialmente ocorre uma queda na produção industrial e no emprego e depois uma recuperação, reforçando a teoria "Wait and See" e "bust and boom" citada por [Sims et al.(2012)]. Esse resultado é semelhante ao encontrado para o índice com pesos $1/N$. Portanto, a mudança nos pesos apesar de melhorar o índice no que diz respeito a correlação com a produção industrial, não afeta a sua relação de curto prazo com as variáveis macroeconômicas analisadas.

[Figura 15 aqui]

[Figura 16 aqui]

[Figura 17 aqui]

5.5 Índice de Incerteza x Leading Indicators

Essa sessão compara os resultados obtidos por [Issler et al.(2013)Issler, Notini, and Rodrigues] para os leading indicators e o índice de incerteza. Segundo [Issler et al.(2013)Issler, Notini, and Rodrigues], a medida utilizada para medir a quali-

dade no qual uma série antecipa o estado da economia é dado pelo QPS (*QualityProbabilityScore*), proposto por [Diebold and Rudebusch(1990)], dado por:

$$QPS(h) = \frac{\sum_{t=1}^T (P_t - R_t)^2}{T} \quad (15)$$

onde P_t denota o estado previsto pelo o 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)Issler, Notini, and Rodrigues], 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:

| | u1 | u3 | u12 |
|-----|--------|--------|--------|
| QPS | 29.55% | 30.68% | 28.41% |

Os índices calculados tiveram resultados semelhantes aos de [Issler et al.(2013)Issler, Notini, and Rodrigues], 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 das 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 a quebra do tripé macroeconômico. Outro ponto interessante que o índice de incerteza capta são os turning point de março de 2014, mostrando o aumento da incerteza e antecipando o cenário econômico pelo qual o Brasil passa no ano de 2015, com recessão e inflação alta.

6 Conclusão

A pesquisa propôs a construção de um índice de incerteza macroeconômica para o Brasil baseado no índice construído por [Jurado et al.(2013)Jurado, Ludvigson, and Ng] para os Estados Unidos. Para a construção do índice brasileiro foram utilizados as séries macroeconômicas do trabalho de [Issler et al.(2013)Issler, Notini, and Rodrigues].

A medida de incerteza macroeconômica brasileira teve uma correlação negativa com a produção industrial, sendo esta correlação menor que a do Ibovespa, por exemplo, indicando uma maior acurácia em captar choques macroeconômicos negativos. Além disso, através do uso do modelo VAR foi estimado o impacto de choques em variáveis como produção industrial. Constatou-se que um aumento no emprego e na produção industrial diminuem a incerteza macroeconômica. Além do mais, 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 incerteza causa produção industrial, mas produção industrial não causa incerteza. Desta 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 índices com 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. Esta 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. Assim, a queda no produto é inevitável. De acordo com os resultados, esse movimento já fora captado dado o aumento do índice de incerteza a partir de 2014 e também a relação de causalidade entre incerteza e variáveis macroeconômicas. Neste sentido, como sugestões de política recomenda-se o uso do índice de incerteza por parte de instituições do governo ou do mercado financeiro como um indicador antecedente de cenários futuros, seja para captar uma possível recessão, seja para captar uma possível 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 modelo econométrico e via erro de previsão gerado a partir das expectativas dos analistas de mercado.

Referências

- [Bloom(2009)] Nicholas Bloom. The impact of uncertainty shocks. *econometrica*, 77(3):623–685, 2009.
- [Bloom et al.(2012)] Bloom, Floetotto, Jaimovich, Saporta-Eksten, and Terry] Nicholas Bloom, Max Floetotto, Nir Jaimovich, Itay Saporta-Eksten, and Stephen J Terry. Really uncertain business cycles. Technical report, National Bureau of Economic Research, 2012.
- [Carriero et al.(2015)] Carriero, Clark, and Marcellino] Andrea Carriero, Todd E Clark, and Massimiliano Marcellino. Common drifting volatility in large bayesian vars. *Journal of Business & Economic Statistics*, (just-accepted):00–00, 2015.
- [Diebold and Rudebusch(1990)] Francis X Diebold and Glenn D Rudebusch. A nonparametric investigation of duration dependence in the american business cycle. *Journal of Political Economy*, pages 596–616, 1990.
- [Engle and Bollerslev(1986)] Robert F Engle and Tim Bollerslev. Modelling the persistence of conditional variances. *Econometric reviews*, 5(1):1–50, 1986.
- [Issler et al.(2013)] Issler, Notini, and Rodrigues] João Victor Issler, Hilton Hostalacio Notini, and Claudia Fontoura Rodrigues. 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, 2013.
- [Jurado et al.(2013)] Jurado, Ludvigson, and Ng] Kyle Jurado, Sydney C Ludvigson, and Serena Ng. Measuring uncertainty. Technical report, National Bureau of Economic Research, 2013.
- [Sargent and Wallace(1987)] Thomas J Sargent and Neil Wallace. Inflation and the government budget constraint. *Economic policy in theory and practice*, pages 170–200, 1987.

- [Sargent et al.(1977)Sargent, Sims, et al.] Thomas J Sargent, Christopher A Sims, et al. Business cycle modeling without pretending to have too much a priori economic theory. *New methods in business cycle research*, 1:145–168, 1977.
- [Scotti(2013)] Chiara Scotti. Surprise and uncertainty indexes: real-time aggregation of real-activity macro surprises. *FRB International Finance Discussion Paper*, (1093), 2013.
- [Sims et al.(2012)] Eric R Sims et al. Uncertainty and economic activity: Evidence from business survey data. Technical report, 2012.
- [So(2013)] Eric C So. A new approach to predicting analyst forecast errors: Do investors overweight analyst forecasts? *Journal of Financial Economics*, 108 (3):615–640, 2013.

A Tabelas

Tabela 2: 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 |

Tabela 3: 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 |

Tabela 4: 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 5: Teste de Causalidade de Granger Incerteza x Emprego

| | U1(2 lags) | | U3(2 lags) | | U12(3 lags) | |
|-------------------------------------|---------------|----------|---------------|----------|---------------|-------------|
| | Estatística F | P- Valor | Estatística F | P- Valor | Estatística 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 | 1.10 | 0.33 | 1.01 | 0.38 | 0.38 |

Tabela 6: Decomposição da Variância para a produção industrial, emprego e horas

| Lag | $\overline{\mathcal{U}(1)}$ | $\overline{\mathcal{U}(3)}$ | $\overline{\mathcal{U}(12)}$ | 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 | | | | |
| Lag | | | | |
| 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 | | | | |
| Lag | | | | |
| 1 | 1.13 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 3.44 | 0.86 | 0.17 | 2.58 |
| 10 | 4.06 | 1.04 | 0.19 | 4.11 |

Tabela 7: 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 |

Tabela 8: 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 | 0.1 | 0.74 | 0.5 | 0.47 |
| Incerteza não granger-causa emprego | 4.54 | 0.01 | 3.87 | 0.05 | 3.61 | 0.06 |

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 | | | |

B Figuras

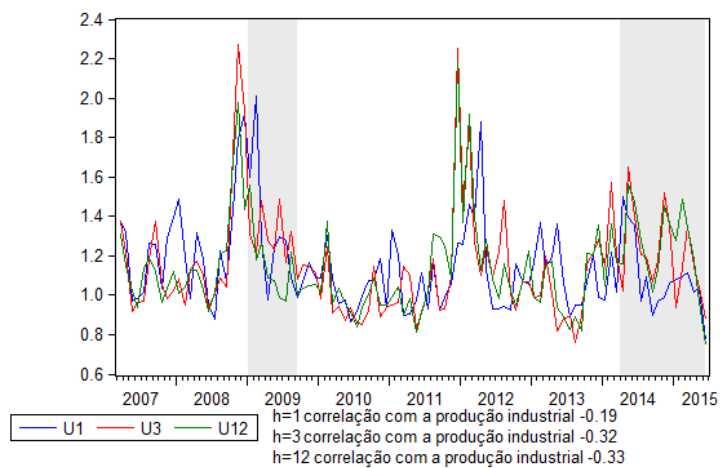


Figura 1: Incerteza Agregada \bar{U}_t^y para $h=1,3,12$. O crescimento da produção industrial é computado como a média móvel de 12 meses. A área em cinza representa os períodos de recessão

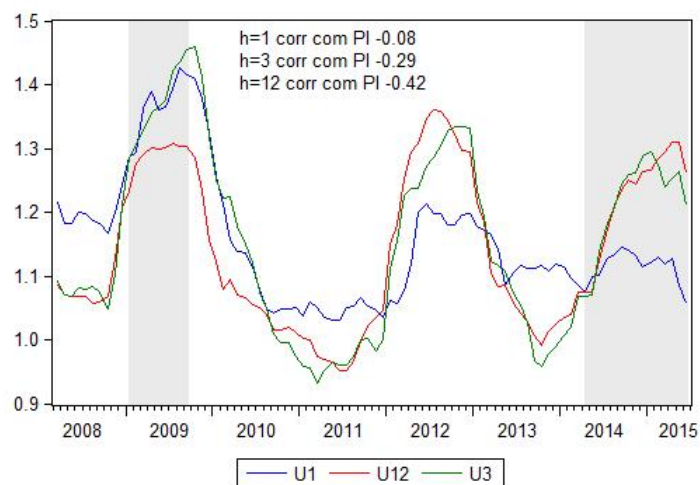


Figura 2: Média Móvel 12 meses para a incerteza agregada $h=1,3,12$. A área em cinza representa os trimestres em recessão do Brasil

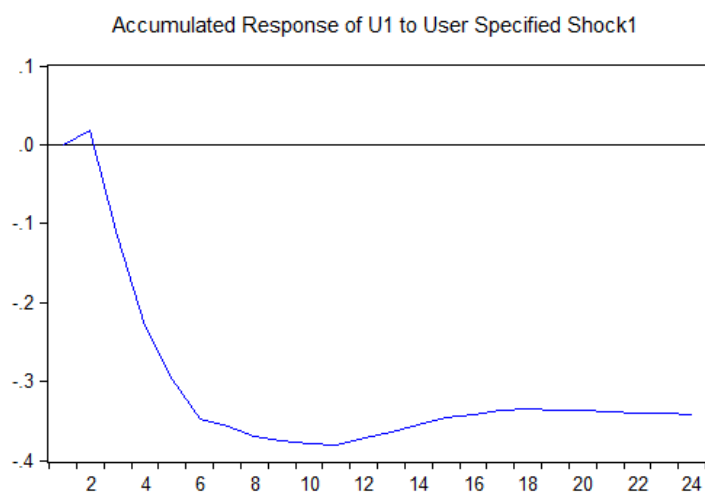


Figura 3: Resposta da Incerteza a um choque na produção industrial

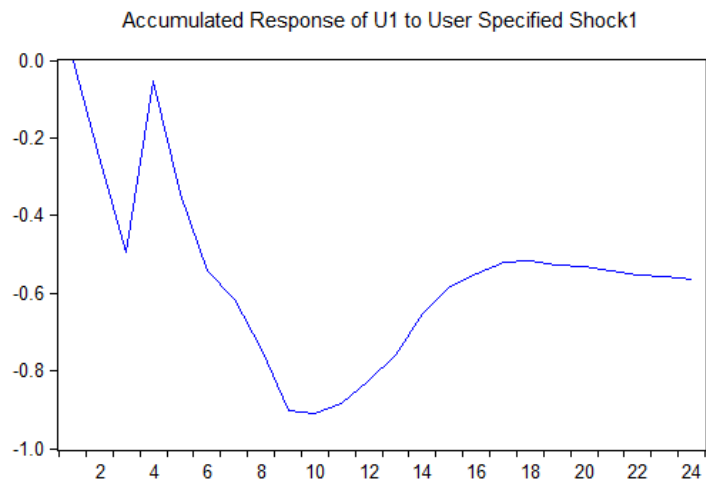


Figura 4: Resposta da Incerteza a um choque no Emprego

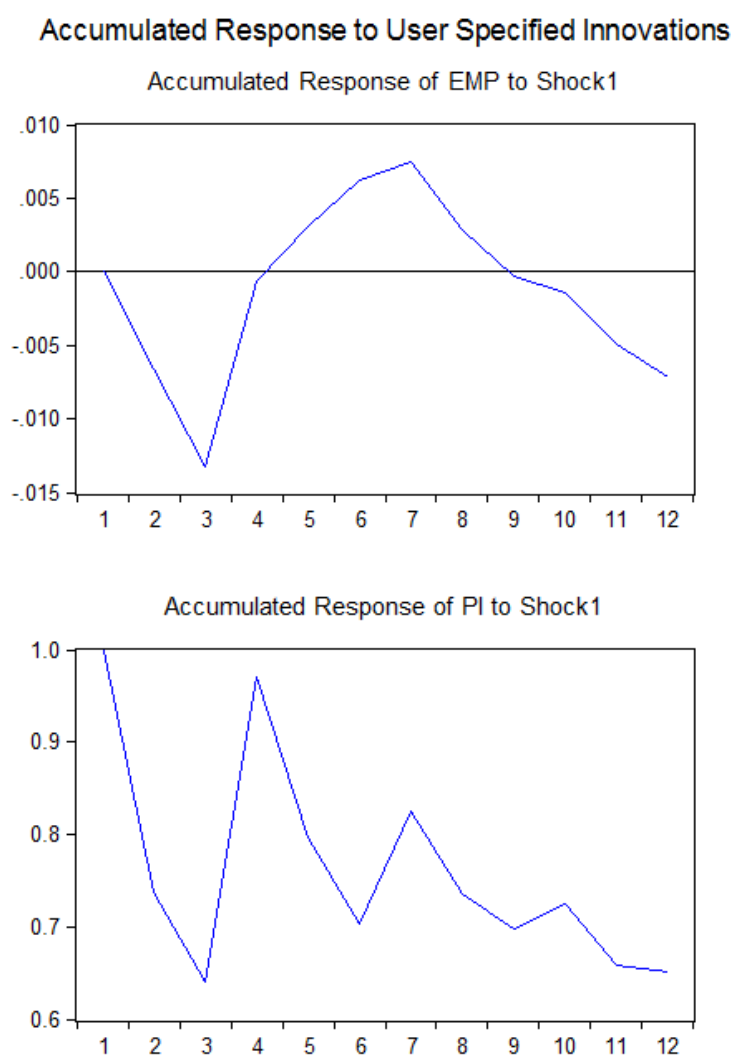


Figura 5: Resposta da produção industrial e do emprego a choques na incerteza $h=1$

Accumulated Response to Cholesky One S.D. Innovations

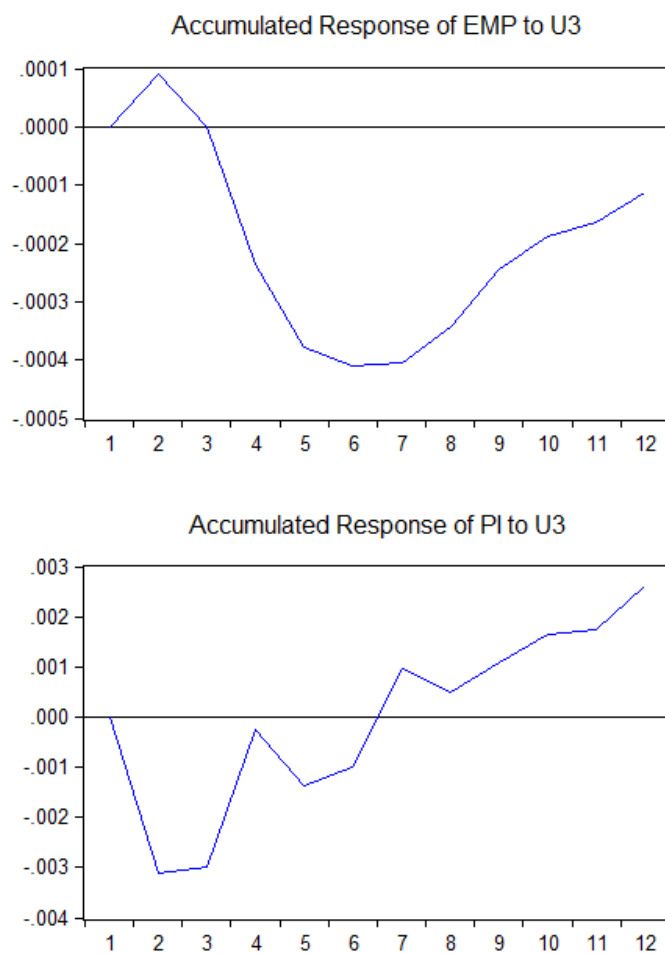


Figura 6: Resposta da produção industrial e do emprego a choques na incerteza $h=3$

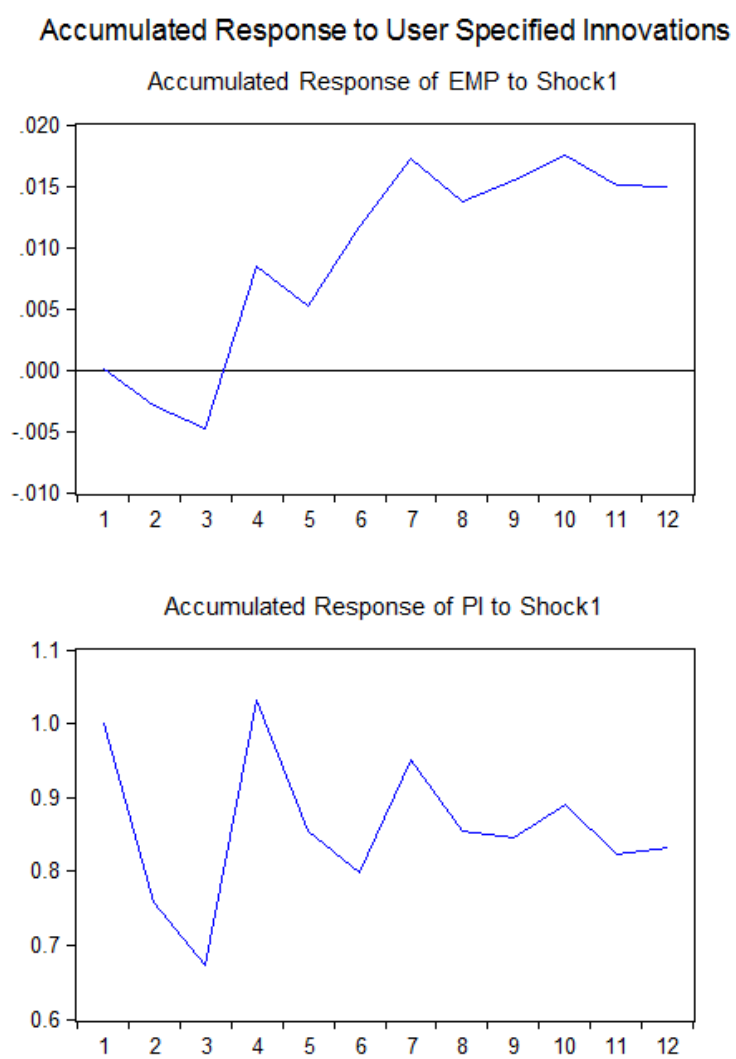


Figura 7: Resposta da produção industrial e do emprego a choques na incerteza $h=12$

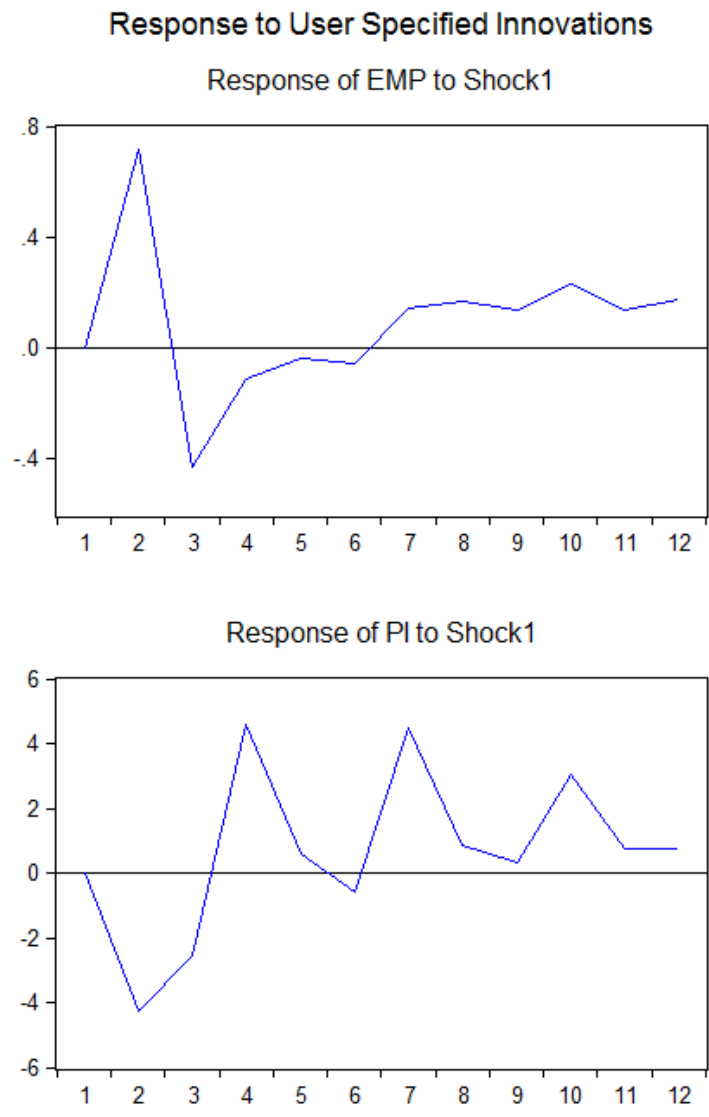


Figura 8: Resposta da produção industrial e do emprego a choques na volatilidade do ibovespa

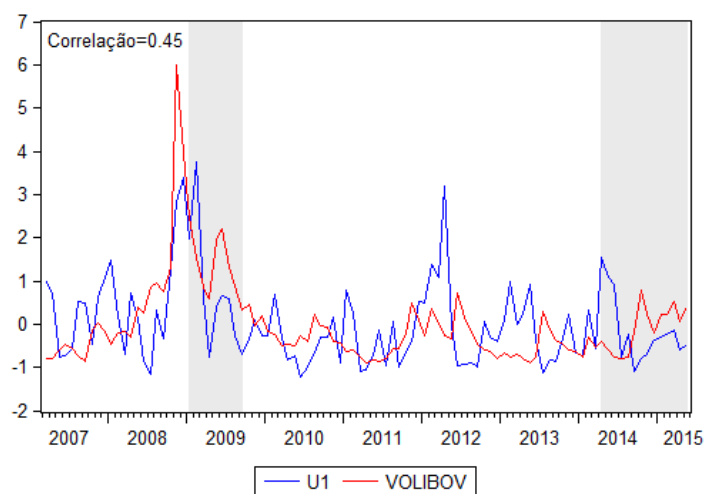


Figura 9: Volatilidade do Ibovespa e Medida de Incerteza Macroeconômica. As variáveis foram padronizadas na distribuição normal.

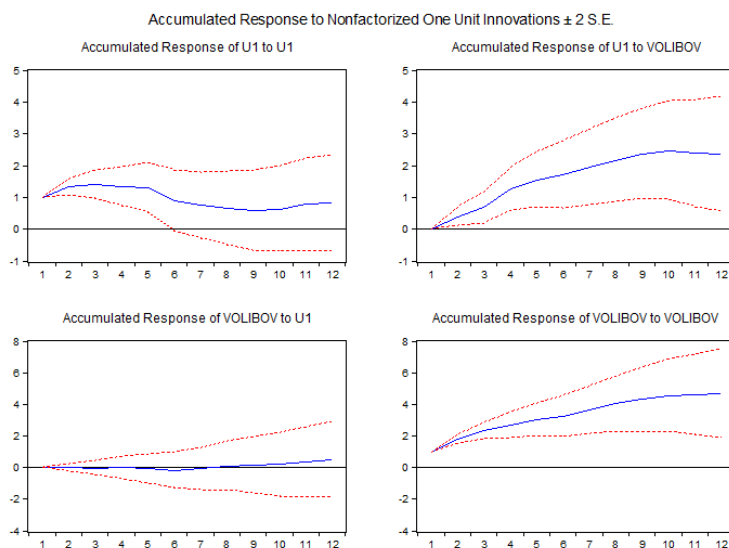


Figura 10: Impulso Resposta Incerteza $h=1$ e Volatilidade do Ibovespa

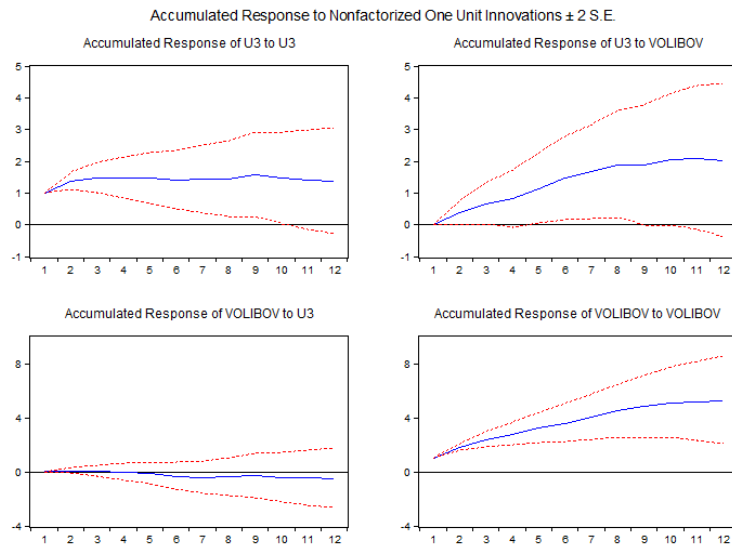


Figura 11: Impulso Resposta Incerteza $h=3$ e Volatilidade do Ibovespa

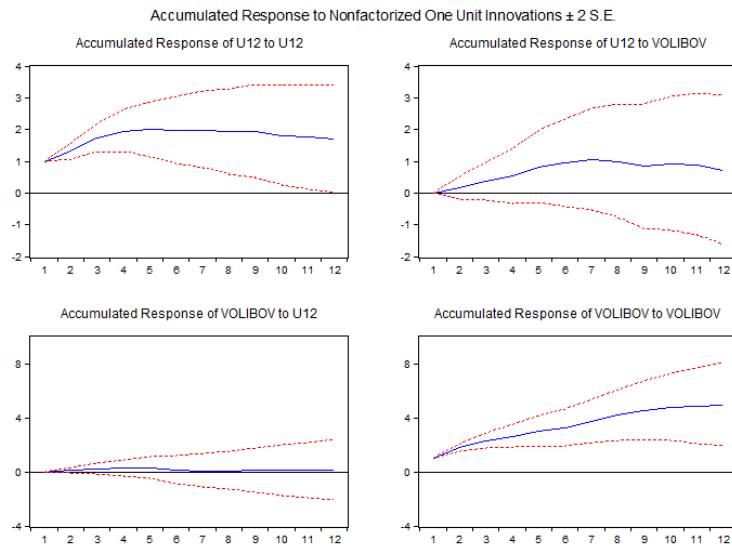


Figura 12: Impulso Resposta Incerteza $h=12$ e Volatilidade do Ibovespa

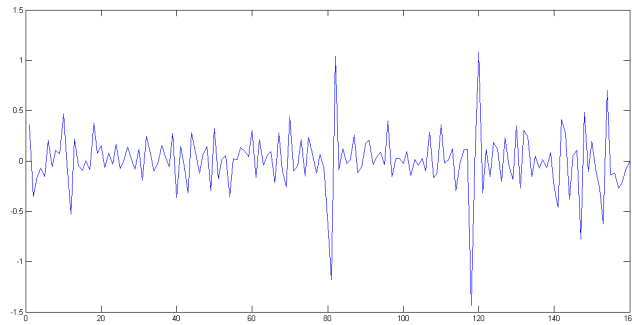


Figura 13: Fator Macroeconômico construído a partir do conjunto de variáveis

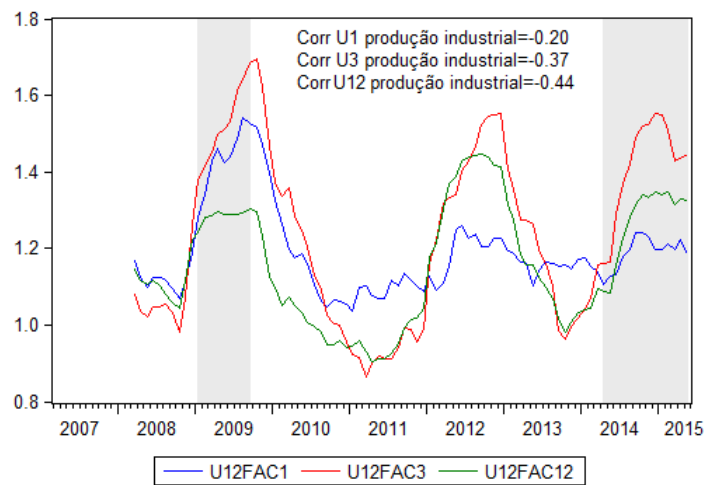


Figura 14: Índice de Incerteza Macroeconômica Agregado construído a partir dos pesos obtidos via análise de componentes principais. Os valores representa a média móvel de 12 meses. A correlação foi calculada entre a média móvel do índice 12 meses e a média móvel da taxa de crescimento da produção industrial para 12 meses

Accumulated Response to User Specified Innovations

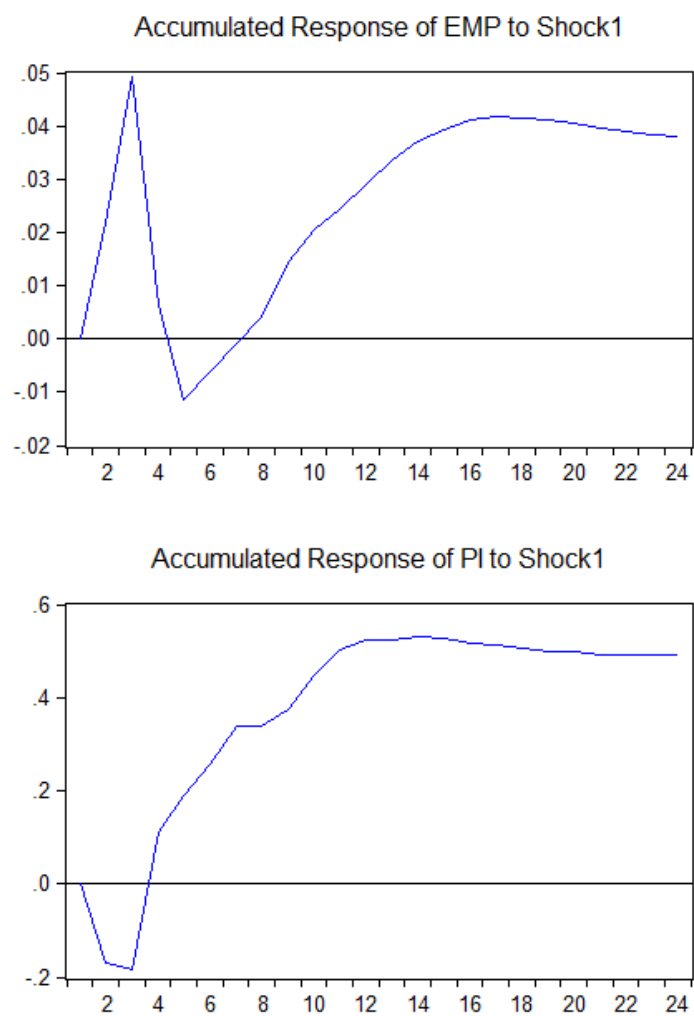


Figura 15: Resposta da Produção Industrial e do Emprego a um choque na Incerteza

Accumulated Response to User Specified Innovations

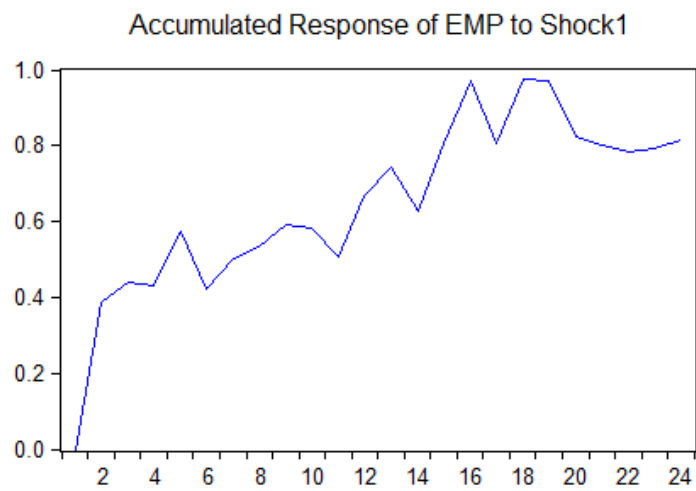
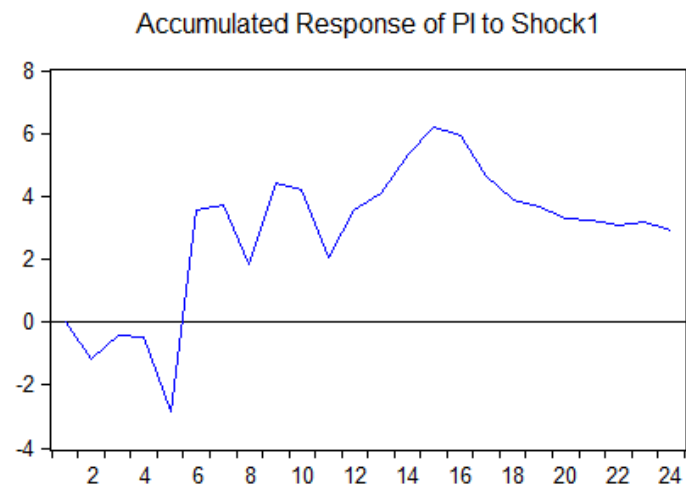


Figura 16: Resposta da Produção Industrial e do Emprego a um choque no Índice de Incerteza com pesos baseados nos fatores $h=3$

Accumulated Response to User Specified Innovations

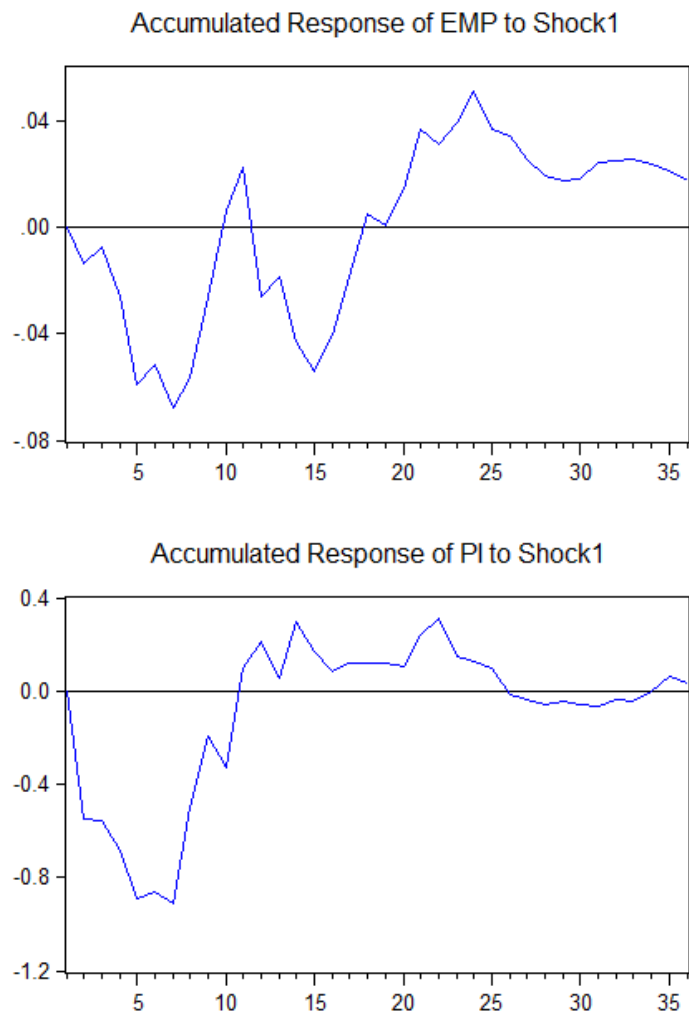


Figura 17: Resposta da Produção Industrial e do Emprego a um choque no Índice de Incerteza com pesos baseados nos fatores $h=12$