

# Efeitos Heterogêneos da Incerteza sobre a Dinâmica da Economia: Uma Abordagem PVAR Bayesiano.

Camila Maria Pernambuco Peixoto da Silva\* Marcelo Eduardo Alves da Silva†

## Resumo

Este artigo analisa os efeitos heterogêneos de choques de incerteza sobre a dinâmica da economia. Calculamos uma medida de incerteza para o mercado imobiliário para cada estado dos Estados Unidos, definida como a volatilidade condicional no erro de previsão das variáveis desse mercado. Em seguida, analisamos o impacto destas medidas na atividade real das unidades federativas, através de um modelo de Vetores Autorregressivos em Painel (PVAR) Bayesiano, com a utilização de priori hierárquica em que a identificação se dá por restrições de sinais. E por fim, avaliamos a relação entre as respostas acumuladas desses resultados com a heterogeneidade dos estados, através da estimação de uma regressão transversal. Os principais resultados foram: (i) A incerteza imobiliária é maior durante a crise de 2008 e sua magnitude é heterogênea entre os estados; (ii) A incerteza imobiliária apresenta efeitos adversos na atividade econômica das unidades federativas em diferentes intensidades; (iii) Estados com uma maior concentração do setor financeiro e de petróleo e gás são mais afetados pelos choques de incerteza.

**Palavras Chaves:** Incerteza do setor imobiliário; atividade real; PVAR Bayesiano

**JEL:** D81; E32; E53

## Abstract

This paper analyzes the heterogeneous effects of uncertainty shocks on the dynamics of the economy. We calculated a measure of uncertainty for the housing market for each US state, defined as the conditional volatility in the forecast error of variables in that market. Next, we analyze the impact of these measures on the real activity of the federative units, through a Bayesian Autoregressive Vector Panel (PVAR) model, using a hierarchical prior in which the identification takes place by sign restrictions. Finally, we evaluated the relationship between the accumulated responses of these results with the heterogeneity of states, through the estimation of a transversal regression. The main results were: (i) Real estate uncertainty is higher during the 2008 crisis and its magnitude is heterogeneous among states; (ii) The real estate uncertainty has adverse effects on the economic activity of the federative units in different intensities; (iii) States with a greater concentration of the financial and oil and gas sectors are more affected by uncertainty shocks.

**Keywords:** Real Estate Uncertainty; real activity; Bayesian PVAR model.

**JEL:** D81; E32; E53

## Área 4 - Macroeconomia, Economia Monetária e Finanças

---

\*Dpt. de Economia, Universidade Federal de Pernambuco.

†Dpt. de Economia, Universidade Federal de Pernambuco.

# 1 Introdução

Desde o início da Grande Recessão de 2008-2009, as pesquisas sobre a mensuração e os efeitos da incerteza cresceram de forma acentuada. De um lado, surgiram diferentes medidas de incerteza, muitas capturando diferentes tipos ou fontes de incerteza. [Bloom \(2009\)](#), por exemplo, utilizou a volatilidade do mercado de ações como medida de incerteza agregada. [Baker et al. \(2016\)](#) desenvolveu um índice de incerteza de política econômica, incluindo fiscal, monetária, comercial, de saúde, de segurança nacional e regulatória, com base na ocorrência de determinadas palavras-chaves nos jornais. [Husted et al. \(2020\)](#) construiu um índice de incerteza relacionado à política monetária com base em citações de termos relacionados em jornais.

Mais recentemente, [Ng \(2015\)](#) e [Thanh et al. \(2020\)](#) construíram medidas de incerteza relacionadas ao mercado habitacional. Este último é de particular interesse porque os desenvolvimentos do mercado imobiliário podem ajudar a explicar recessões e expansões na economia, e problemas nesse mercado estão por trás da Grande Recessão de 2008-2009 ([Iacoviello, 2005](#)).

De maneira geral, o objetivo com a construção desses indicadores é conhecer os impactos de elevações na incerteza e a maior parte da evidência mostra efeitos recessivos com queda no emprego, no consumo e no produto ([Bloom, 2009](#); [Bachmann et al., 2013](#); [Baker et al., 2016](#)). No entanto, essa evidência geralmente se concentra no impacto nos dados agregados, com pouca ou nenhuma menção aos possíveis efeitos heterogêneos sobre as economias estaduais.<sup>1</sup> Além disso, desconsideram elevações da incerteza com origem nas economias estaduais, que não necessariamente estão associadas a desenvolvimentos no nível agregado.

Este trabalho, portanto, se propõe a analisar os efeitos heterogêneos da incerteza sobre a dinâmica das economias estaduais. O diferencial consiste na construção de um indicador de incerteza associado aos desenvolvimentos do mercado imobiliário em cada um dos estados dos Estados Unidos. Com este objetivo, em primeiro lugar, construímos uma medida de incerteza do setor imobiliário estadual, através do cálculo da volatilidade condicional no erro de previsão das variáveis desse mercado ([Thanh et al., 2020](#)).

Em segundo, avaliamos as funções de impulso-resposta estaduais em relação aos choques de incerteza estaduais do setor imobiliário, estimando um modelo de Vetores Autorregressivos em Painel (PVAR) Bayesiano com a utilização de priori hierárquica em que a identificação se dá por restrições de sinais ([Mumtaz, 2018](#)). E, por fim, avaliamos quais características estaduais explicam a heterogeneidade nas respostas a choques de incerteza, através de uma regressão transversal.

Nossos resultados apontam, em primeiro lugar, altos níveis de incerteza em todos os estados durante a crise financeira de 2008-2009, mas com magnitudes diferentes entre eles. Quando comparamos a mediana dessas medidas de incertezas estaduais com a incerteza imobiliária nacional de [Thanh et al. \(2020\)](#) e a incerteza macroeconômica nacional de [Jurado et al. \(2015\)](#), observamos que as medidas de incerteza estaduais se mantêm mais altas após a crise de 2008, o que corrobora os resultados de [Thanh et al. \(2020\)](#), que mostra que a incerteza no mercado imobiliário permaneceu mais elevada por mais tempo do que a incerteza econômica geral.

No que se refere ao PVAR, um aumento da incerteza do mercado imobiliário tem impactos adversos na renda pessoal per capita, no emprego e na taxa de desemprego em todos os estados, mas com efeitos heterogêneos entre eles. Esses achados estão em linha com os apresentados por [Mumtaz \(2018\)](#), de [Mumtaz et al. \(2018\)](#) e [Jurado et al. \(2015\)](#). Além disso, ao compararmos a mediana desses resultados com a da medida nacional de incerteza imobiliária de [Thanh et al. \(2020\)](#), os resultados são qualitativamente semelhantes, mas o efeito da nossa medida apresenta menor magnitude e uma maior persistência. Fizemos também uma análise adicional do impacto da nossa medida em variáveis habitacionais e os resultados se mostraram igualmente adversos nos preços dos imóveis e no emprego na construção, corroborando o que foi encontrado por [Thanh et al. \(2020\)](#).

Em relação à regressão transversal entre o crescimento da renda pessoal, do emprego e da taxa de desemprego e as variáveis que representam a heterogeneidade dos estados, encontramos que estados com uma maior concentração dos setores financeiros são mais afetados pelos efeitos adversos dos choques de

---

<sup>1</sup>[Mumtaz \(2018\)](#) e [Mumtaz \(2018\)](#) são exceções.

incerteza, enquanto estados com uma maior parcela do setor imobiliário são menos sensíveis. Esses resultados sugerem que o canal no qual a incerteza imobiliária afeta a atividade econômica se dá pelo mercado financeiro e não pelo mercado imobiliário em si.

Encontramos também que estados com maior concentração do setor de petróleo e gás sofrem mais com os impactos da incerteza. A ausência de mecanismos que compensem oscilações nos preços das commodities, torna esses estados mais vulneráveis à medida que choques de incerteza afetem os preços das commodities.

Este artigo está relacionado a duas vertentes da literatura. A primeira consiste em artigos que buscam construir indicadores de incerteza baseados na volatilidade condicional no erro de previsão das séries e avaliar os seus efeitos sobre a economia (Jurado et al., 2015; Ludvigson et al., 2015; Thanh et al., 2020). Segundo Jurado et al. (2015), a ideia de eliminar o componente previsível das séries ao construir as medidas é que, para eles, a incerteza está associada a perda da capacidade de previsão das variáveis. A segunda se refere aos trabalhos que analisam o impacto de choques agregados (e locais) sobre a atividade econômica estadual (Carlino & DeFina, 1998; Carlino et al., 1999; Mumtaz, 2018; Mumtaz et al., 2018; ). Os estados se diferenciam substancialmente em termos de concentração da indústria, do setor bancário e do grau de fricção financeira (Carlino et al., 1999). Associar essas diversidades estaduais com suas respostas diante dos choques de incerteza é importante para investigar os canais de transmissão através dos quais esses choques afetam a economia das unidades federativas.

Por fim, nosso artigo faz contribuições em dois aspectos. No aspecto metodológico, ao encontrarmos que a heterogeneidade nos setores econômicos influencia nas respostas dos estados em relação a incerteza, pode servir de insumo para a construção de modelos teóricos, os quais destacariam tais setores de modo a utilizá-los como canais de transmissão do choque de incerteza imobiliária para a atividade econômica estadual. Além disso, ao compararmos o impacto da nossa medida estadual com a medida nacional de Thanh et al. (2020) nos estados, acrescentamos à literatura a análise do impacto de uma medida nacional de incerteza do setor imobiliário nos estados, o que não havia sido feito antes.

No aspecto político, termos identificado respostas heterogêneas entre os estados, pode servir de insumo para os formuladores de políticas públicas, pois diante de um nova crise no setor imobiliário, eles podem dar prioridade às unidades federativas e aos setores econômicos mais sensíveis a esse tipo de choque adverso, melhorando a eficiência de suas ações. Além disso, ao constatarmos que o efeito da nossa medida tem uma magnitude menor e uma persistência maior do que a de Thanh et al. (2020), isso sugere que uma política que siga a nossa medida deva ser mais suave no início e perene no final.

O restante do trabalho está dividido da seguinte forma. A seção 2 traz uma breve revisão da literatura. A seção 3 descreve os dados, os modelos econométricos utilizados e a estratégia de identificação adotada. A seção 4 mostra os resultados para a medida de incerteza estadual criada, as funções de impulso-resposta estaduais resultantes dos choques de incerteza e os resultados da regressão transversal. Além disso, apresenta estudos adicionais envolvendo a medida de incerteza e o PVAR. E, por fim, a seção 5 conclui o trabalho.

## 2 Revisão da Literatura

Sob o ponto de vista empírico, muitos trabalhos têm usado *proxies*, baseadas numa única série temporal, para medir o impacto da incerteza na atividade real da economia. Por exemplo, Bloom (2009)<sup>2</sup> utiliza a volatilidade do mercado de ações como medida de incerteza agregada e mostra que essa medida está fortemente correlacionada com outras medidas de incerteza, como o desvio padrão da produtividade total dos fatores (TFP) e o *spread* transversal do crescimento do lucro em nível de firma. Além disso, através da estimação de um VAR, os resultados sugerem que a incerteza tem um impacto negativo na produção industrial e no emprego por cerca de seis meses.

Justificando que a conexão entre a incerteza e as condições financeiras havia sido negligenciada até então, Alessandri & Mumtaz (2019) estudam a relação entre as fricções financeiras e a incerteza econômica

<sup>2</sup>Após a estimação do VAR, Bloom (2009) constrói um modelo teórico, o qual foi citado no capítulo anterior.

nos Estados Unidos através de um VAR não-linear. Os resultados mostram que a incerteza, representada pela volatilidade média dos choques estruturais da economia, sempre tem efeitos recessivos na produção industrial, mas seu impacto é seis vezes mais forte em períodos de crise financeira do que em períodos normais, sendo a fricção financeira seu canal de transmissão.

Em contraposição aos trabalhos anteriores, alguns autores buscam construir medidas de incerteza baseadas num conjunto de variáveis econômicas, ao invés de depender de uma única ou de um pequeno conjunto de séries temporais. Além disso, havia a discussão de que o que importa para a decisão econômica não é se o indicador é mais ou menos variável, mas sim se a economia se tornou mais ou menos previsível, de modo que é interessante remover o componente previsível das séries.

Levando isso em consideração, [Jurado et al. \(2015\)](#) constrói uma medida de incerteza macroeconômica para os Estados Unidos, calculada como a volatilidade do erros de previsão, condicionada a fatores decorrentes de um grande número de variáveis macroeconômicas e financeiras. Por fim, ao estimar um VAR, os autores encontram que um choque de incerteza macroeconômica reduz drasticamente a produção industrial e o emprego e que esses efeitos persistem muito além do horizonte de 60 meses. Além disso, comparando seus efeitos com os da medida de [Bloom \(2009\)](#), seus choques possuem uma magnitude maior e são mais persistentes, apesar de observarem que a medida deles implica em muito menos episódios de grande incerteza.<sup>3</sup>

O trabalho de [Ludvigson et al. \(2015\)](#) utiliza a mesma abordagem que [Jurado et al. \(2015\)](#) e constrói uma medida de incerteza específica para o mercado financeiro estadunidense. Através de um VAR, os resultados apontam que choques positivos de incerteza financeira causam uma queda acentuada e persistente na atividade real desse país. Ao comparar com a medida de [Jurado et al. \(2015\)](#), os autores sugerem que a incerteza financeira, e não a macroeconômica, causa o movimento do ciclo de negócios nos Estados Unidos.

O artigo de [Thanh et al. \(2020\)](#) também segue a mesma metodologia de [Jurado et al. \(2015\)](#), mas produz uma medida de incerteza nacional específica para o mercado imobiliário dos Estados Unidos. Através de um VAR, os autores encontram que a incerteza desse mercado impacta negativamente o preço das moradias, o número de moradias iniciadas e o emprego nesse setor. Ao comparar com as medidas de [Jurado et al. \(2015\)](#) e de [Ludvigson et al. \(2015\)](#), a medida do mercado imobiliário apresenta causalidade de *Granger* e impacto de longo prazo no preço e no número de moradias iniciadas, enquanto as outras só afetam as moradias iniciadas.

Alguns trabalhos fazem uma análise mais minuciosa da incerteza ao investigar seu impacto em nível de estado. A ideia é explorar a heterogeneidade dessas unidades e testar se essas diferenças impactam na forma como elas respondem aos choques de incerteza. O trabalho de [Mumtaz \(2018\)](#) utiliza a metodologia criada por [Jurado et al. \(2015\)](#), para construir medidas de incerteza macroeconômica estaduais. Através de um modelo VAR em painel com priori hierárquica mostra que os choques de incerteza têm um impacto negativo tanto na renda pessoal per capita quanto no emprego e eleva a taxa de desemprego. Além disso, encontra que estados com uma maior parcela do setor de construção, de indústrias financeiras e uma maior razão entre impostos e despesas são afetados mais fortemente pelo choque, o que corrobora com o que foi encontrado por [Mumtaz et al. \(2018\)](#). Além disso, ao comparar com a medida agregada de [Jurado et al. \(2015\)](#), o autor mostra que a medida estadual tem um impacto maior na mediana das respostas das rendas dos estados.

Diante de tudo isso que foi exposto, percebe-se uma lacuna nos trabalhos anteriores no que se refere à construção de uma medida de incerteza estadual para o mercado imobiliário dos Estados Unidos e à análise de seu efeito na atividade real destas unidades federativas. Além disso, essa lacuna nos incentiva a investigar o papel das heterogeneidades dos estados na explicação das reações da atividade real deles diante de choques de incerteza no setor imobiliário.

---

<sup>3</sup>Os autores definem uma incerteza grande quando passa de 1.65 desvios-padrão acima da sua média

### 3 Metodologia

A metodologia é dividida em três etapas. A primeira consiste em construir uma medida de incerteza para o mercado imobiliário para cada estado dos Estados Unidos, baseada na metodologia da medida nacional de incerteza desse setor, criada por [Thanh et al. \(2020\)](#), o qual define a incerteza como a volatilidade condicional no erro de previsão das variáveis desse mercado.

A segunda é analisar os impactos destas medidas na renda pessoal per capita, no emprego e na taxa de desemprego de cada estado, através de um modelo de Vetores Autorregressivos em Painel (PVAR) Bayesiano, com a utilização de priori hierárquica em que a identificação se dá por restrições de sinais ([Arias et al., 2018](#)). A terceira é implementar uma regressão transversal entre a resposta acumulada das funções de impulso-resposta estaduais num horizonte de 40 trimestres, diante de um choque de incerteza, e um conjunto de características dos estados para avaliar se a heterogeneidade deles influencia em suas respostas ([Mumtaz, 2018](#)).

#### 3.1 Dados

Para calcular a medida de incerteza estadual, que será explicada no tópico 3.2, foram utilizadas seis<sup>4</sup> séries de tempo estaduais do mercado imobiliário, entre o segundo trimestre de 1995 e o último trimestre de 2017: Índice de preços dos imóveis<sup>5</sup>, *New Private Housing Units Authorized by Building Permits* (1 unidade)<sup>6</sup> e *New Privately Owned Housing Units Authorized* (1 unidade, 2 unidades, 3 a 4 unidades e 5 ou mais unidades).<sup>7</sup> Os dados são dessazonalizados e log diferenciados. O primeiro já está com periodicidade trimestral, mas os outros estão como mensal, então calculamos a média a cada três meses para obter o formato trimestral. Esses dados foram extraídos do *Federal Reserve Bank of Saint Louis* (FRED).<sup>8</sup>

Ainda sobre a medida de incerteza, utilizamos um conjunto de 246 variáveis macroeconômicas, entre o segundo trimestre de 1995 e o último trimestre de 2017, para construir os fatores, em relação aos quais a volatilidade dos erros de previsão das variáveis do setor imobiliário é condicionada. As séries são classificadas em 14 grupos: *National Income and Product Accounts* (NIPA); Produção industrial; Emprego e Desemprego; Habitação; Estoques, Pedidos e Vendas; Preços; Lucro e Produtividade; Taxa de juros; Dinheiro e Crédito; Balanços Familiares; Taxas de câmbio; De outros; Mercado de ações; e Balanços Patrimoniais Não Familiares. Os dados estão em nível, e dentre eles, alguns são estacionários em nível, enquanto outros precisaram ser transformados através de diferenciação ou log diferenciação para serem considerados estacionários. A base também foi extraída do FRED.<sup>9</sup>

Para fazer o PVAR bayesiano, nós utilizamos como variáveis a renda pessoal per capita<sup>10</sup>, o emprego<sup>11</sup>, a taxa de desemprego<sup>12</sup> e a medida de incerteza construída na primeira etapa. Os dados estão em nível

<sup>4</sup>[Thanh et al. \(2020\)](#) utiliza quarenta séries do mercado imobiliário, mas desses, apenas seis possuem informações em nível estadual.

<sup>5</sup>O nome original da série é *All-Transactions House Price Index* e é estimada usando preços de venda e dados de avaliação.

<sup>6</sup>Essa série representa o número total de alvarás de construção para estruturas com 1 unidade, isto é, com um imóvel, que são construídas com subsídio público, de forma parcial ou integral.

<sup>7</sup>Essa série representa o número total de alvarás de construção para estruturas que não são construídas com subsídio público e nem são de propriedade do governo. A quantidade da unidade, por exemplo, 1 unidade, 2 unidades, de 3 a 4 unidades ou 5 ou mais unidades, se refere à quantidade de imóveis por estrutura.

<sup>8</sup><https://fred.stlouisfed.org/>

<sup>9</sup>Para mais detalhes ver em [McCracken & Ng \(2020\)](#).

<sup>10</sup>De acordo com o FRED, a renda pessoal é a renda que as pessoas recebem em troca de seu fornecimento de trabalho, terra e capital utilizado na produção atual e os pagamentos líquidos de transferências correntes que recebem das empresas e do governo. A renda pessoal per capita é a renda pessoal dividida pela população do estado.

<sup>11</sup>O nome original dessa medida de emprego é *all employees total non farm* e, de acordo com o FRED, representa o número de trabalhadores que exclui proprietários, empregados domésticos particulares, voluntários não remunerados, empregados agrícolas e autônomos não incorporados, isto é, não constituídos em sociedade legal. Essa medida constitui 80% dos trabalhadores que contribuem para o PIB dos Estados Unidos.

<sup>12</sup>De acordo com o FRED, a taxa de desemprego representa o número de desempregados como porcentagem da força de trabalho.

estadual, dessazonalizados e em formato de log, entre o segundo trimestre de 1995 e o último trimestre de 2017. O primeiro já estava em periodicidade trimestral, mas o segundo e terceiro estavam com periodicidade mensal, então calculamos a média a cada três meses para obter o formato trimestral. Para obter a renda pessoal per capita, precisamos dividir a renda pessoal pela população estadual<sup>13</sup> para obter esse dado. Esses dados também foram extraídos do FRED. Optamos por escolher essas variáveis, pois queremos investigar os impactos da incerteza do setor imobiliário na economia como um todo, mas na seção 4.4 fizemos um exercício analisando o efeito dessa medida de incerteza em variáveis do próprio mercado também.

Para fazer a regressão transversal, os regressores são divididos em três grupos: Heterogeneidade na estrutura de produção, grau de fricção financeira e situação fiscal de cada estado. Para isso, é preciso entender qual a relação desses grupos com a incerteza e quais *proxies* utilizamos para representá-los.

De acordo com Mumtaz et al. (2018), o primeiro grupo representa a heterogeneidade da estrutura da produção de cada estado. Para tanto, é utilizada a proporção dos setores de manufatura, finanças, agricultura, construção, mineração, petróleo e gás e governo em relação ao PIB nominal estadual<sup>14</sup>. Se os choques de incerteza afetarem o preço das commodities, como por exemplo o petróleo, a resposta dos preços delas pode afetar os estados com maior concentração de indústrias petróleo e gás. Ademais se os choques de incerteza têm um grande impacto nos mercados financeiros, é esperado que afetem os estados com maior concentração do setor financeiro e imobiliário (Mumtaz et al., 2018).

Além disso, de acordo com Carlino & DeFina (1998) e Carlino et al. (1999), a indústria manufatureira e a de construção podem ser mais sensíveis a mudanças na taxa de juros. Desse modo, se os choques de incerteza afetarem as taxas de juros, afetarão mais os estados com maior dependência desses tipos de produções (Mumtaz et al., 2018).

No que se refere ao segundo grupo, a incerteza impacta a economia através do seu efeito nos mercados financeiros. Como os mercados financeiros estão sujeitos ao risco moral, o investimento pode ser um canal de transmissão da incerteza através do impacto dessa no prêmio de financiamento externo. Desse modo, se os estados apresentarem graus de fricção financeira diferentes, o impacto do choque de incerteza neles pode variar (Mumtaz et al., 2018).

Para representar esse grupo, utilizamos algumas *proxies*, como por exemplo, a proporção de empréstimos de bancos pequenos<sup>15</sup>, o tamanho das empresas em termos de emprego<sup>16</sup> e a estrutura dos mercados imobiliários<sup>17</sup>. A proporção de empréstimos de bancos pequenos é definida como aquela abaixo do percentil 90 em termos de ativos. De acordo com Kashyap & Stein (1995) o tamanho dos bancos pode afetar a sua capacidade de financiar seus empréstimos. Já as firmas pequenas em termos de emprego são definidas como firmas com até 250 funcionários. Empresas com esse porte podem ser mais vulneráveis aos problemas de assimetria de informação.

Para representar a estrutura dos mercados imobiliários, utilizamos a taxa de vacância das vendas dos imóveis<sup>18</sup>, a taxa de vacância dos aluguéis dos imóveis<sup>19</sup> e a taxa de imóveis ocupados pelos proprietários<sup>20</sup>. A diferença de estrutura do mercado imobiliário entre os estados pode contribuir para o comportamento heterogêneo dos agentes em resposta aos choques de incerteza. Segundo Mumtaz (2018), uma alta taxa de vacância pode sinalizar a incapacidade ou relutância dos agentes em absorver choques negativos. Assim, espera-se que estados com maior proporção de empréstimos de bancos pequenos, com maior proporção

<sup>13</sup>A população estadual só é informada com periodicidade anual, então precisamos fazer interpolação linear para obter o formato trimestral e assim utilizá-la para construir a renda pessoal per capita.

<sup>14</sup>Estes dados foram retirados do *U.S. Bureau of Economic Analysis* e foi feita uma média entre os dados anuais de 1963 até 2013.

<sup>15</sup>Estes dados foram retirados do *Call Reports, FFIEC* e foi feita a média entre os dados do primeiro trimestre de 2001 e o terceiro trimestre de 2015.

<sup>16</sup>Estes dados foram retirados do *Census Bureau, County Business Patterns* e foi feita a média entre os dados anuais de 1986 e 2013.

<sup>17</sup>Estes dados foram retirados do *Census Bureau* e foi feita uma média dos dados do primeiro trimestre de 2005 ao último trimestre de 2015.

<sup>18</sup>Taxa de vacância da venda dos imóveis é a proporção de imóveis que estão disponíveis para a venda

<sup>19</sup>Taxa de vacância de aluguéis dos imóveis é a proporção de imóveis que estão disponíveis para aluguel

<sup>20</sup>Taxa de imóveis ocupados pelos proprietários é a proporção de imóveis ocupados pelos proprietários

de empresas pequenas e maior volatilidade no setor imobiliário sejam mais afetados pelos choques de incerteza.

O terceiro grupo<sup>21</sup>, que retrata a situação fiscal de cada estado, é representado pela proporção da receita de cada estado em relação à nacional, a proporção das despesas com bem-estar, dos subsídios, do saldo orçamentário e da dívida em relação às despesas totais de cada estado. De acordo com [Mumtaz et al. \(2018\)](#), a intensidade dos choques de incerteza pode variar de acordo com a capacidade do governo em dar suporte aos cidadãos diante de uma queda na renda ou nas perspectivas de emprego.

### 3.2 Medida de incerteza para o mercado imobiliário

O primeiro passo para a construção da medida de incerteza do mercado imobiliário estadual é estimar os fatores,  $I_t$ , a partir de um conjunto de 246 séries temporais macroeconômicas,  $X_t = (X_{1t}, \dots, X_{246t})'$ . Nós assumimos que  $X_t$  tem uma estrutura de fatores aproximada da seguinte forma:

$$X_t = \Lambda_i' I_t + e_t^X \quad (1)$$

Onde  $I_t$  é um vetor  $r_I \times 1$  de fatores latentes comuns,  $\Lambda_i'$  é o vetor  $r_1 \times 1$  dos coeficientes de correlação entre as variáveis observadas e os fatores latentes comuns e  $e_{it}^X$  é um vetor de erros idiossincráticos. Esses fatores são estimados pelo método dos componentes principais (PCA).

De acordo com [Dunteman \(1989\)](#), PCA é uma técnica estatística que transforma linearmente um conjunto original de variáveis em um conjunto substancialmente menor de variáveis não correlacionadas, as quais representam a maioria das informações no conjunto original. Seu objetivo é reduzir a dimensionalidade do conjunto de dados original. [Sanguansat \(2012\)](#) aponta três vantagens para o seu uso: retém o máximo de informações úteis enquanto reduz o ruído, o tempo e a memória utilizados no processamento de dados são menores e, por fim, fornece uma maneira de entender e visualizar a estrutura de conjuntos de dados complexos.

O segundo passo é calcular os valores esperados das seis variáveis do mercado imobiliário de cada estado,  $y_{ijt}$ <sup>22</sup>, condicionados aos fatores que estimamos no passo anterior,  $I_t$ , resultando em  $E[y_{ijt+h}|I_t]$ , que é o componente de previsão das séries. As previsões das variáveis habitacionais para períodos  $h \geq 1$  podem ser obtidas através de um modelo de previsão de índice de difusão, isto é, um modelo de previsão de fatores aumentados:

$$y_{ijt+h} = \phi_j^y(L)y_{ijt} + \gamma_j^I(L)\hat{I}_t + \nu_{ijt+h}^y \quad (2)$$

Onde  $\phi_j^y(L)$  e  $\gamma_j^I(L)$  são polinômios de ordem finita no operador de defasagem  $L$  de ordens  $p_y$  e  $p_I$ , respectivamente. Após isso, deve-se calcular o erro de previsão dessas variáveis um passo à frente e depois recursivamente para horizontes mais longos.

O terceiro passo é estimar a volatilidade condicional desses erros de previsão em relação aos fatores, através de um modelo de volatilidade estocástica paramétrica. Ele gera seis indicadores de incerteza do mercado imobiliário de cada estado,  $U_{ijt}^y(h)$ :

$$U_{ijt}^y(h) = \sqrt{E[(y_{ijt+h} - E[y_{ijt+h}|I_t])^2|I_t]} \quad (3)$$

Por fim, é feita uma média ponderada desses seis indicadores para chegar à medida de incerteza do mercado imobiliário para cada estado:

<sup>21</sup>Todos os dados desse grupo foram retirados do *Census Bureau* e foi feita a média dos dados anuais de 1992 a 2013.

<sup>22</sup>Onde  $j$  representa as variáveis do mercado imobiliário e  $i$  representa os estados.

$$U_{it}(h) = \sum_{j=1}^{40} \omega_{ij} U_{ijt}^y(h) \quad (4)$$

onde  $\omega_{ij} = \frac{1}{6}$ . Segundo [Thanh et al. \(2020\)](#), a vantagem de se utilizar esse método é que ele evita a dependência em uma única série temporal e remove o componente de previsibilidade das séries.

### 3.3 VAR em painel bayesiano com priori hierárquica

Para analisar o impacto da incerteza do mercado imobiliário de cada estado na atividade real deles vai ser utilizado um VAR em painel (PVAR) bayesiano com priori hierárquica, representado pelo seguinte modelo:

$$Y_{it} = \alpha_i + d_t + D_i \tau_{it} + \sum_{p=0}^P \beta_{ip} U_{it-p} + \sum_{p=1}^P \rho_{ip} Y_{it-p} + v_{it}, \quad (5)$$

onde,  $\alpha_i$  e  $d_t$  são os efeitos fixos de estado e de tempo,  $\tau_{it}$  tendência linear de tempo,  $Y_{it}$  é a medida de atividade real (renda real, emprego e taxa de desemprego) para cada estado,  $P$  é o número de defasagens, que foram de quatro trimestres, assim como em [Mumtaz \(2018\)](#), e  $U_{it}$  é a medida de incerteza do mercado imobiliário no estado  $i$ , que é variável no tempo  $t$ , e é calculada pelo método descrito na seção anterior. Essa medida é endógena e é descrita da seguinte forma:

$$U_{it} = c_i + \delta_i Z_{it} + e_{it} \quad (6)$$

Onde  $Z_{it}$  denota o conjunto de instrumentos considerados não correlacionados com  $v_{it}$ , que são as variáveis do setor habitacional utilizadas na construção da medida de incerteza, e:

$$Cov(e_{it}, v_{it}) = \Omega_i = \begin{Bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{12} & \sigma_{22} \end{Bmatrix}$$

Será utilizada a priori hierárquica para os coeficientes de regressão  $\tilde{\beta}_i = [\beta_{i0}, \dots, \beta_{iP}, \rho_{i1}, \dots, \rho_{iP}]$ :

$$p(\tilde{\beta}_i | \tilde{\beta}) \tilde{N}(\tilde{\beta}, \lambda \Xi_i) \quad (7)$$

Onde  $\tilde{\beta}$  indica a média ponderada transversal dos coeficientes e  $\Xi_i$  é uma matriz diagonal com elementos diagonais, refletindo a escala dos elementos individuais de  $\tilde{\beta}_i$ . O grau de *pooling* é determinado pelo parâmetro  $\lambda$ : Quando  $\lambda \rightarrow 0$ , os coeficientes se tornam homogêneos entre os estados. Por outro lado, valores maiores de  $\lambda$  implicam efeitos heterogêneos.  $\tilde{\beta}$  é considerado desconhecido e sua distribuição à posteriori é aproximada pelo algoritmo da estimação. Isso nos permite estimar o impacto da incerteza para o estado médio, enquanto permite a heterogeneidade. A priori para a variância que controla o grau de *pooling* do modelo,  $\lambda$ , possui uma distribuição Gama Inversa com parâmetros  $GI(s, v)$ . Seguimos a recomendação de [Jarocinski \(2010\)](#), que diz que essa priori pode ser problemática, pois os resultados são muito sensíveis às escolhas de  $s$  e  $v$ . Por conta disso, ele sugere que os valores deles sejam pequenos. Assim, escolhemos  $s = 0.001$  e  $v = 0.001$ .

Com relação aos parâmetros que representam uma medida de variação específica entre variáveis, um coeficiente de escala que controla a velocidade de convergência dos coeficientes com defasagens maiores que 1 e um parâmetro de variância para variáveis exógenas, seguimos a indicação de [Dieppe et al. \(2016\)](#) e consideramos iguais a 0.5, 1 e 100, respectivamente. Fizemos um total de 50.000 iterações, descartando



as primeiras 25.000. E para estimação da posteriori, utilizamos o algoritmo Gibbs *sampling* para obter as retiradas.

A identificação é feita através de restrições de sinais, as quais são restritivas apenas no impacto contemporâneo. As restrições impostas às variáveis demonstram que, após um choque positivo de incerteza no mercado imobiliário, isto é, uma elevação na incerteza desse mercado, a renda pessoal per capita e o nível de emprego sofrem um impacto negativo, enquanto a taxa de desemprego sofre um impacto positivo. Os sinais esperados seguem o trabalho de Mumtaz (2018), que encontra que um choque positivo na incerteza leva a uma redução na renda pessoal per capita e no emprego e a um aumento na taxa de desemprego<sup>23</sup> e podem ser vistos na Tabela 1.

**Tabela 1:** Restrições de sinais - identificação do choque de incerteza

	Renda pessoal per capita	Emprego	Taxa de desemprego	Incerteza
Incerteza	-	-	+	+

Nota(s): Esta tabela apresenta as restrições de sinais impostas para a identificação do choque de incerteza estadual. O choque é representado na linha, enquanto as restrições às variáveis estão representadas nas colunas.

Por fim, vale salientar que, assim como Mumtaz (2018), nós pegamos uma medida de incerteza estadual e calculamos o seu impacto na renda pessoal per capita, no emprego e na taxa de desemprego de cada estado. No entanto, a diferença entre os nossos trabalhos é que Mumtaz (2018) utiliza uma medida de incerteza macroeconômica estadual, enquanto o nosso trabalho utiliza uma medida de incerteza específica para o mercado imobiliário estadual, baseada na medida nacional de Thanh et al. (2020), cuja metodologia foi explicada na seção anterior.

Para obter as funções de impulso resposta no caso de um var em painel bayesiano com identificação via restrição de sinais também utilizamos o algoritmo de Gibbs sampling, cuja explicação pode ser vista em Dieppe et al. (2016).

### 3.4 Regressão transversal

Uma vez feita a análise do impacto da incerteza do mercado imobiliário estadual na atividade real dos mesmos e constatado que houve diferença na magnitude dos resultados das funções de impulso-resposta, é importante investigar as possíveis explicações para essas diferenças. Para isso, iremos estimar a seguinte regressão transversal:

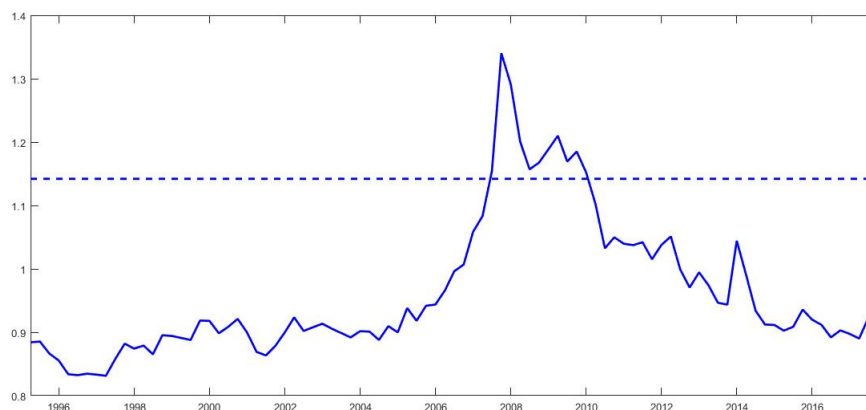
$$resposta_i = \alpha + D_j + BX_i + e_i \quad (8)$$

Onde  $resposta_i$  denota o resultado acumulado da função de impulso-resposta, num horizonte de 40 trimestres<sup>24</sup>, da renda pessoal per capita, do emprego e da taxa de desemprego do estado  $i$ , diante de um choque de incerteza.  $\alpha$  é o intercepto,  $D_j$  se refere ao conjunto de *dummies* para as regiões, definida pela *Bureau of Economic Analysis (BEA)* e os regressores  $X_i$  representam as *proxies* que tentam capturar o papel das diferentes características dos estados nas respostas dos mesmos diante de um choque de incerteza. Os regressores escolhidos foram citados e explicados na seção 3.1.

<sup>23</sup>Resultado encontrado para a mediana dos resultados dos estados.

<sup>24</sup>Seguimos Mumtaz (2018) nessa escolha de 40 trimestres. Para fazer o resultado acumulado, somamos 1 ao resultado de cada um dos quarenta períodos, depois multiplicamos esses termos. Em seguida, subtraímos 1 dessa multiplicação e, por fim, multiplicamos por 100.

**Figura 1:** Mediana das incertezas imobiliárias estaduais



Nota(s): A linha sólida azul representa a mediana das incertezas estaduais, criada pelo nosso trabalho, entre o segundo trimestre de 1995 e o último trimestre de 2017. A linha horizontal tracejada indica 1.65 desvios padrões acima da média da série, representando períodos de alta incerteza.

## 4 Resultados

### 4.1 Medida de incerteza para o mercado imobiliário

Com o intuito de criar medidas de incerteza para o mercado imobiliário dos estados dos Estados Unidos, que não dependam de uma única série de dados e que eliminem o componente previsível das séries, criamos uma medida representada pela volatilidade condicional do erro de previsão das variáveis do setor imobiliário em nível estadual, seguindo a metodologia de [Thanh et al. \(2020\)](#). Estimamos essa medida de incerteza para um horizonte de previsão de quatro trimestres, seguindo [Mumtaz \(2018\)](#).

Nossos resultados apontam níveis de incerteza altos em todos os estados durante a crise financeira de 2008-2009, mas com magnitudes diferentes entre eles. Os estados de Maryland, Michigan, New Jersey e New Mexico apresentaram os maiores picos de incerteza, enquanto Arkansas, District of Columbia, Idaho, Illinois, entre outros, apresentaram uma magnitude menor. Na seção 4.4, iremos analisar as incertezas por região.

A figura 1 apresenta a mediana das incertezas estaduais do setor imobiliário, calculada pelo nosso trabalho, entre o segundo trimestre de 1995 e o último trimestre de 2017. Assim como [Bloom \(2009\)](#), [Jurado et al. \(2015\)](#) e [Thanh et al. \(2020\)](#), incluímos uma linha horizontal tracejada que indica 1.65 desvios padrões acima da média da série de incerteza para representar períodos de alta incerteza. Percebe-se que a incerteza atingiu seu pico na época da Grande Recessão de 2008, o que está coerente, pois essa crise teve origem no setor imobiliário. Observa-se também que, após esse período, a incerteza começa a cair lentamente, terminando o ano de 2017 mantendo-se num nível maior do que o do início da série.

### 4.2 Funções de impulso-resposta do choque de incerteza no mercado imobiliário

Para avaliar se a incerteza do mercado imobiliário estadual afeta a atividade real dessas unidades federativas, foi empregado um modelo de Vetores Autorregressivos em painel (PVAR) bayesiano com priori hierárquica e identificação por restrições de sinais.

Nossos resultados mostram que, por construção, um choque positivo na incerteza imobiliária leva, com significância, a uma redução na renda pessoal per capita e no emprego e a um aumento na taxa de desemprego em todos os estados, mas o impacto no momento do choque é diferente entre os estados.

Em relação à renda percapita, os estados de North Dakota, Washington e Wyoming apresentaram uma queda maior, enquanto Kentucky, Maryland e Pennsylvania apresentaram uma magnitude menor. Em relação ao nível de emprego, Louisiana, North Dakota e Nevada apresentaram uma queda maior, enquanto

Alabama, Iowa e Nebraska tiveram um efeito menor. Por fim, em relação à taxa de desemprego, Louisiana, Idaho e Wyoming tiveram um aumento maior, enquanto Alaska, California e Connecticut tiveram um aumento menor. Podemos perceber a presença de heterogeneidade nas respostas dos estados diante de um choque de incerteza imobiliária. Por conta disso, se faz necessária a investigação dos fatores associados a essas diferenças. Assim, as possíveis explicações para essas heterogeneidades vão ser exploradas na próxima seção. Na seção 4.4 mostraremos as IRFs regionais e faremos comparações entre elas e as medidas de incerteza.

A figura 2 apresenta a mediana dos resultados estaduais das funções de impulso-resposta da renda pessoal per capita, do emprego e da taxa de desemprego em decorrência de um choque de 1 desvio-padrão na medida de incerteza imobiliária estadual. Em termos qualitativos, por construção, a renda pessoal per capita e o emprego respondem negativamente a um choque positivo de incerteza, enquanto a taxa de desemprego responde positivamente. Esses resultados estão em linha com os apresentados por [Mumtaz \(2018\)](#), [Mumtaz et al. \(2018\)](#) e [Jurado et al. \(2015\)](#). Vale destacar que a restrição de sinais foi feita apenas no impacto do choque, mas mesmo assim os sinais esperados se mantiveram por aproximadamente 8 trimestres, o que dá robustez a estratégia utilizada.

Em termos quantitativos, podemos observar que um choque de 1 desvio padrão na incerteza imobiliária, num primeiro momento, leva a uma queda de aproximadamente 0,2% na renda pessoal per capita, próximo de 0,07% no emprego e um aumento em torno de 0,7% na taxa de desemprego. Em meados do oitavo trimestre, o efeito da incerteza atinge o seu ápice, atingindo -0,35%, -0,24% e 1,89%, respectivamente, se dissipando apenas próximo do trigésimo trimestre, mostrando ser um choque duradouro.

Autores como [Iacoviello & Neri \(2010\)](#) e [Iacoviello \(2005\)](#), falaram da importância do setor imobiliário para a atividade real dos Estados Unidos. Segundo eles, a utilização dos imóveis como garantia de empréstimos seria o canal de transmissão entre os choques nesse setor e os efeitos no resto da economia. Relacionando isso com a incerteza, através do canal de opções reais, elucidado por [Bernanke \(1983\)](#), podemos levantar uma hipótese interessante para explicar o efeito contracíclico da incerteza do mercado imobiliário na atividade real dos Estados Unidos.

Segundo esse canal, um ambiente com incerteza gera uma falta de segurança financeira e de previsibilidade quanto ao futuro. Associado a isso, a compra de imóveis tem um caráter de irreversibilidade, pois não é possível revertê-la sem arcar com custos altos, assim, as pessoas optariam por reduzir o seu consumo de imóveis diante de um choque de incerteza.

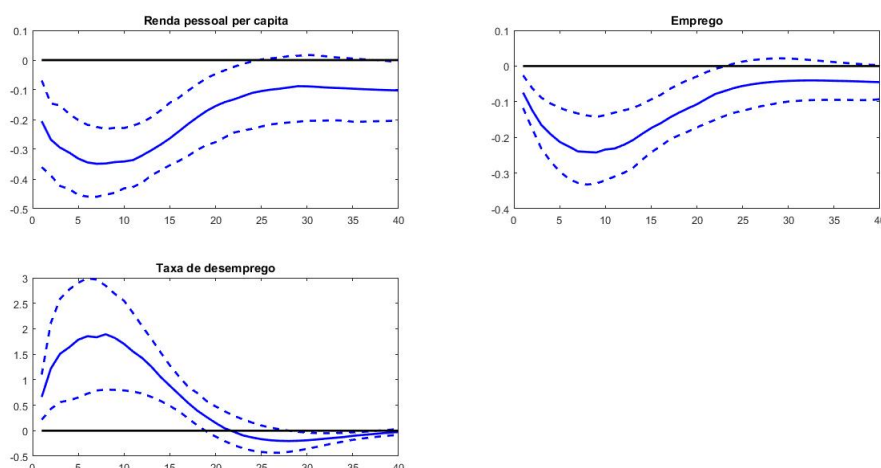
De acordo com a lei da demanda e supondo flexibilidade nos preços, com menos pessoas comprando imóveis, os preços desses caem e como o valor dos imóveis serve de garantia para empréstimos, um menor valor de empréstimos vai ser obtido. Com essa redução, as pessoas consumiriam ainda menos de outros bens. Em resposta a isso, as firmas reduziriam a o número de funcionários e os salários dos que se mantivessem no emprego, visando reduzir os seus custos, o que causaria a redução da renda pessoal e aumento na taxa de desemprego ([Iacoviello & Neri \(2010\)](#), [Christou et al. \(2017\)](#)).

### **4.3 Heterogeneidade nas respostas dos estados a um choque de incerteza do mercado imobiliário**

Em busca de entender por que alguns estados tiveram magnitudes diferentes em suas respostas aos choques de incerteza, fizemos uma regressão transversal entre as respostas acumuladas das funções de impulso-resposta da renda pessoal per capita, do emprego e da taxa de desemprego para um horizonte de 40 trimestres e os regressores que representam a heterogeneidade na estrutura da produção, no grau de fricção financeira e na situação fiscal dos estados. Foram considerados os erros-padrões robustos nas regressões, resultado da correção quanto à heterocedasticidade dos erros.

A tabela 2 apresenta os resultados dessa regressão transversal. As colunas (1), (2) e (3) mostram as funções de impulso-resposta acumuladas da renda pessoal per capita, do emprego e da taxa de desemprego como variáveis dependentes, respectivamente, e as relacionam com a proporção das indústrias em relação ao PIB nominal de cada estado.

**Figura 2:** Funções de impulso-resposta a um choque de incerteza no mercado imobiliário.



Nota(s): Funções de impulso-resposta em relação a um choque de 1 desvio-padrão na medida de incerteza do mercado imobiliário. A linha sólida azul representa a mediana das respostas estaduais diante de um choque incerteza imobiliária estadual, criada pelo presente trabalho. As linhas tracejadas representam o intervalo de confiança calculado em 68%. As respostas foram multiplicadas por 100 para representar a variação percentual.

Na coluna (1), o coeficiente negativo do setor de petróleo e gás insinua que estados com uma maior concentração desse setor terão um impacto negativo no crescimento da renda pessoal per capita. Isso corrobora com a hipótese apresentada na seção 3.1, que diz que se os choques de incerteza afetarem o preço das commodities, como por exemplo o petróleo, a resposta dos preços delas pode afetar os estados com maior concentração desse tipo de indústria. Isso faz sentido para os Estados Unidos, pois é um país que não tem políticas para absorver as oscilações dos preços das commodities. Assim, se a incerteza aumentar o preço do petróleo, por exemplo, vai encarecer toda uma cadeia produtiva dependente desse insumo. A depender do quanto isso encarecer os custos, as firmas podem reduzir os salários de seus funcionários para compensar esse aumento, causando uma redução na renda pessoal per capita.

O coeficiente negativo do setor de finanças sugere que estados com uma maior concentração desse setor terão um impacto negativo no crescimento da renda pessoal per capita. Esse resultado corrobora com a hipótese elucidada na seção 3.1, que afirma que quando os contratos financeiros estão sujeitos a problemas de agência ou de risco moral, um aumento na incerteza aumenta o prêmio sobre o financiamento externo, levando a um aumento no custo de capital e a uma queda no investimento das empresas, o que reduz a renda pessoal per capita consequentemente.

O coeficiente positivo do mercado imobiliário sugere que estados com uma maior concentração desse setor sofrerão menos em relação às suas rendas pessoais diante de uma incerteza. Esse resultado combinado ao coeficiente negativo pro setor de finanças, sugere que o canal no qual a incerteza imobiliária afeta a economia se dá pelo mercado financeiro e não pelo mercado imobiliário em si. Isso está coerente com o caso dos Estados Unidos, no qual a sua crise financeira de 2008 foi consequência do papel do mercado financeiro no setor imobiliário.

Na coluna (2), o coeficiente negativo do setor de finanças sugere que estados com uma maior concentração desse setor terão um impacto negativo no crescimento do nível de emprego. Esse comportamento corrobora com a hipótese destacada na seção 3.1 e complementa o que foi comentado sobre o papel desse setor da renda pessoal per capita, pois caso a incerteza gere uma queda no investimento das empresas pode reduzir a renda pessoal per capita, bem como reduzir o emprego também, de forma a reduzir os custos das empresas e minimizar os impactos adversos da incerteza.

O coeficiente positivo no setor imobiliário sugere que estados com uma maior concentração desse setor sofrerão menos com a incerteza. A explicação para esse resultado pode ser a mesma utilizada para explicar

a renda pessoal, a qual afirma que esse resultado combinado ao coeficiente negativo pro setor de finanças, sugere que o canal no qual a incerteza imobiliária afeta a atividade econômica se dá pelo mercado financeiro e não pelo mercado imobiliário em si.

Já na coluna (3), o coeficiente positivo no setor de finanças sugere que estados com uma maior concentração desse setor terão um impacto positivo no crescimento da taxa de desemprego e o coeficiente negativo no setor imobiliário sugere que estados com uma maior concentração desse setor terão um impacto negativo no crescimento da taxa de desemprego. Percebe-se que esses coeficientes apresentaram sinal contrário ao do nível de emprego, o que é esperado, já que um é o oposto do outro. Os resultados encontrados para o setor de finanças corroboram com os descobertos por Mumtaz (2018) e Mumtaz et al. (2018).

As colunas (4), (5) e (6) mostram as funções de impulso-resposta acumuladas da renda pessoal per capita, do emprego e da taxa de desemprego como variáveis dependentes, respectivamente, e as relacionam com os regressores que representam a fricção financeira dos estados. No entanto não foi possível encontrar resultados significantes.

As colunas (7), (8) e (9) mostram as funções de impulso-resposta acumuladas da renda pessoal per capita, do emprego e da taxa de desemprego como variáveis dependentes, respectivamente, e as relacionam com os regressores que representam a situação fiscal dos estados. No entanto não foi possível encontrar resultados significantes.

#### 4.4 Resultados adicionais

Nesta seção iremos mostrar algumas análises adicionais do nosso trabalho, envolvendo a medida de incerteza e o cálculo do VAR em painel. Na figura 3 fizemos uma comparação, entre o segundo trimestre de 1995 e o último trimestre de 2017, da incerteza nacional, representada pela mediana de todos os estados e mostrada anteriormente na figura 1 (linha preta sólida), e as incertezas regionais (linhas tracejadas), representadas pela mediana dos estados que compõem cada região. Ela está dividida em dois painéis: painel (a), composto pelas regiões de New England, Middle Atlantic, East North Central, West North Central, South Atlantic, e o painel (b), composto pelas regiões de East South Central, West South Central, Mountain e Pacific.

Nota-se que a incerteza de todas as regiões é maior durante a crise de 2008. No entanto, percebem-se algumas heterogeneidades entre elas. Por exemplo, as regiões de New England, East South Central e East South Central apresentam os maiores picos de incerteza, enquanto Middle Atlantic e West South Central apresentam os menores. Além disso, New England, South Atlantic e East South Central, apresentaram picos de incerteza em outros períodos além desse. É interessante notar também que Mountain mantém um nível de incerteza maior do que a mediana das regiões durante toda a série temporal.

A figura 4 apresenta a mediana das incertezas estaduais do setor imobiliário, criada pelo nosso trabalho e mostrada anteriormente no gráfico 1, a qual chamaremos Incerteza Imobiliária estadual (IIE), a medida de incerteza nacional para esse mesmo setor criada por Thanh et al. (2020), a qual chamaremos de Incerteza Imobiliária Nacional (IIN) e a medida de incerteza macroeconômica nacional, criada por Jurado et al. (2015), referida como EMN. Incluímos uma linha horizontal tracejada que indica 1.65 desvios-padrões acima da média de cada série para representar períodos de alta incerteza. Todas se referem a um horizonte de previsão de quatro trimestres e as séries vão do segundo trimestre de 1995 ao segundo trimestre de 2017.

**Tabela 2:** Resultados da regressão transversal

Regressores	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Agricultura	-0.134 (0.149)	0.055 (0.132)	-0.354 (0.905)						
Petróleo e gás	-0.340*** (0.082)	-0.175 (0.167)	3.244 (2.062)						
Manufatura	0.029 (0.067)	-0.004 (0.061)	0.588 (0.436)						
Finanças	-0.356*** (0.083)	-0.244** (0.077)	1.586* (0.543)						
Mineração	0.023 (0.083)	-0.001 (0.119)	-0.381 (1.356)						
Construção civil	-0.190 (0.355)	-1.013 (0.392)	6.382 (2.71)						
Sector imobiliário	0.501** (0.157)	0.571** (0.159)	-3.08** (0.993)						
Sector público	-0.102 (0.083)	-0.169 (0.088)	1.292 (0.650)						
Firmas pequenas				-0.045 (10.529)	11.056 (9.003)	-80.984 (73122)			
Taxa de imóveis ocupados pelo proprietário				10.480 (7.901)	4.256 (6.842)	-2.532 (52.403)			
Taxa de vacância de venda de imóvel				275.61 (105.13)	140.59 (116.98)	-1718.85 (1161.87)			
Taxa de vacância de aluguel de imóveis				-100.70 (46.583)	-54.916 (45.197)	350.12 (412.79)			
Bancos pequenos				-6.248 (3.464)	-3.287 (3.239)	18.699 (28.665)			
Receita							3.359 (5.440)	3.430 (3.958)	-47.978 (33.189)
Gastos com bem-estar							10.567 (12.175)	9.904 (9.873)	-20.963 (82.391)
Gastos com subsídios							-79.734 (45.235)	-90.496 (53.795)	754.822 (510.76)
Saldo orçamentário							0.425 (4.592)	1.571 (4.015)	-7.457 (33.971)
Dívida							-0.332 (2.106)	-1.138 (1.444)	7.441 (8.261)
Observações	51	51	51	51	51	51	51	51	51
R <sup>2</sup>	0.98	0.96	0.92	0.97	0.93	0.85	0.96	0.93	0.84

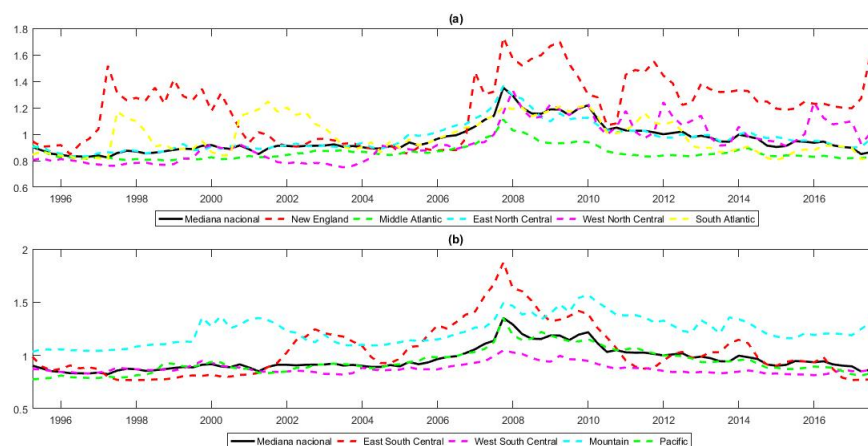
Nota(s): Resultados da regressão transversal. As colunas (1), (2) e (3) mostram as funções de impulso-resposta acumuladas da renda pessoal per capita, do emprego e da taxa de desemprego como variáveis dependentes, respectivamente, e as relacionam com os regressores que representam os setores econômicos dos estados. As colunas (4), (5) e (6) mostram as funções de impulso-resposta acumuladas da renda pessoal per capita, do emprego e da taxa de desemprego como variáveis dependentes, respectivamente, e as relacionam com os regressores que representam a fricção financeira dos estados. As colunas (7), (8) e (9) mostram as funções de impulso-resposta acumuladas da renda pessoal per capita, do emprego e da taxa de desemprego como variáveis dependentes, respectivamente, e as relacionam com os regressores que representam a situação fiscal dos estados. Todos os modelos incluem *dummies* regionais. Os erros padrões robustos estão entre parênteses. \*p<0.10, \*\*p<0.05 e \*\*\*p<0.01.

Percebe-se que todas as medidas de incerteza apresentam um elevado nível durante o período da Crise de 2008-2009, das quais a IIE apresenta o maior pico. Observa-se também que após esse período, a EMN cai consideravelmente, enquanto a IIN permanece elevada, caindo levemente, mas sem voltar ao patamar original. A IIE também cai, mas numa velocidade menor que a IMN, terminando a série num patamar maior do que o do início dela.

Essa observação corrobora com o que foi constatado pelo trabalho de [Thanh et al. \(2020\)](#), que afirma que a incerteza no mercado imobiliário durou consideravelmente mais tempo do que a incerteza econômica geral. Fazendo algumas estatísticas descritivas para as medidas IIE, IIN e IMN, observa-se que ela possui médias parecidas, de 0.96, 0.98 e 0.91, respectivamente. O desvio-padrão foi de 0.11, 0.02 e 0.05, respectivamente. A IIE possui desvio-padrão maior, provavelmente porque ela representa a mediana das incertezas dos 51 estados.

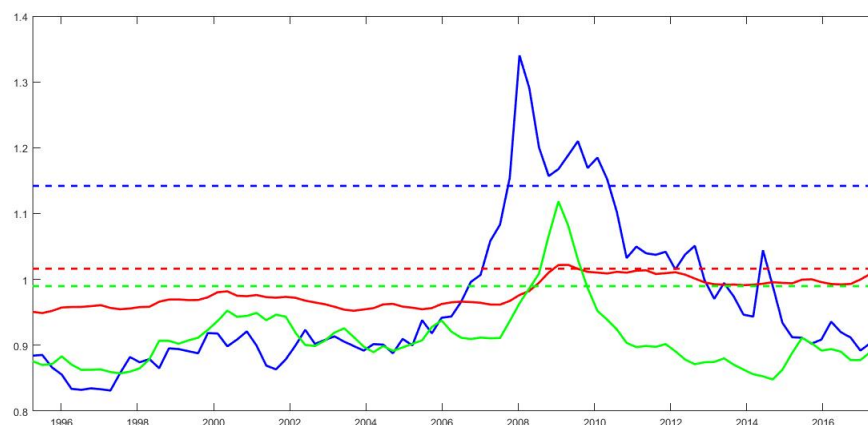
A figura 5 apresenta uma comparação entre as funções de impulso-resposta nacionais da renda pessoal per capita, do emprego e da taxa de desemprego, representadas pela mediana das respostas de todos os estados, que foi mostrada anteriormente na figura 2 (linha preta sólida), e as respostas para essas variáveis em nível regional, representada pela mediana das respostas dos estados que compõem cada região (linhas

**Figura 3:** Mediana das incertezas imobiliárias regionais



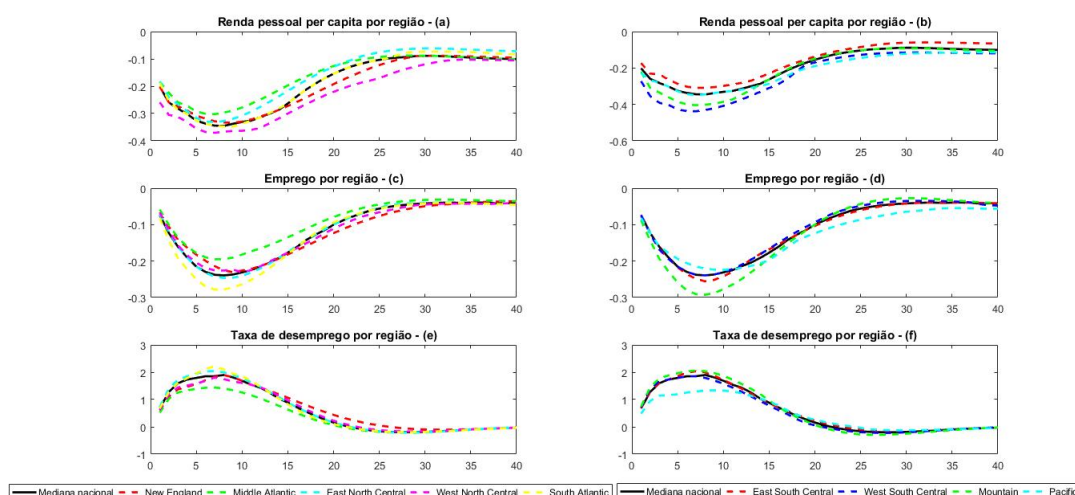
Nota(s): A linha sólida preta representa a incerteza nacional, obtida pela mediana das incertezas estaduais e as linhas tracejadas representam as incertezas regionais, calculadas através da mediana dos estados que compõem cada região. As séries compreendem o período entre o segundo trimestre de 1995 e o último trimestre de 2017.

**Figura 4:** Comparação entre as medidas de incerteza imobiliária estadual (IIE), nacional (IIN) e a macroeconômica nacional (IMN).



Nota(s): A linha sólida azul representa a mediana das incertezas imobiliárias estaduais, criada pelo nosso trabalho, enquanto a linha sólida vermelha representa a incerteza imobiliária nacional, criada por [Thanh et al. \(2020\)](#). E a linha verde apresenta a incerteza macroeconômica nacional, criada por [Jurado et al. \(2015\)](#). O período de análise vai do segundo trimestre de 1995 ao segundo trimestre de 2017. As linhas horizontais tracejadas indicam 1.65 desvios padrões acima da média de cada série, representando períodos de alta incerteza.

**Figura 5:** Funções de impulso-resposta regionais diante de um choque de incerteza do mercado imobiliário



Nota(s): As linhas sólidas pretas representa as funções de impulso resposta nacionais para a renda pessoal per capita, para o emprego e a taxa de desemprego diante de um choque de 1 desvio-padrão na incerteza, obtida através da mediana das IRFS estaduais. As linhas tracejadas representam as funções de impulso resposta regionais, calculadas como a mediana das IRFS dos estados que compõem cada região.

tracejadas).

Em relação à renda pessoal per capita, os painéis (a) e (b) mostram que, por construção, a incerteza do mercado imobiliário teve um impacto negativo em todas as regiões, das quais West North Central, Mountain e West South Central apresentaram uma maior magnitude em relação às outras regiões, enquanto Middle Atlantic, East North Central e East South Central responderam menos aos choques de incerteza.

Em relação ao emprego, os painéis (c) e (d) apresentam que a incerteza do mercado imobiliário teve um impacto negativo em todas as regiões, das quais South Atlantic e Mountain responderam mais fortemente ao choque de incerteza, enquanto a região de Middle Atlantic e Pacific responderam menos.

Em relação à taxa de desemprego, os painéis (e) e (f) mostram que a incerteza do mercado imobiliário teve um impacto positivo em todas as regiões, as quais tiveram impacto muito parecido, exceto por Mountain, South Atlantic, que tiveram um leve impacto maior, enquanto Middle Atlantic e Pacific, responderam menos aos choques num primeiro momento, mas depois se aproximaram da mediana regional.

Fazendo uma comparação com a figura 3, é interessante notar que Mountain apresentou um dos maiores picos de incerteza e acabou tendo um impacto adverso maior na renda pessoal, no emprego e na taxa de desemprego. South Atlantic também, mas seu impacto adverso foi no emprego e na taxa de desemprego. No entanto, as regiões de New England e East South Central tiveram os maiores picos de incerteza, mas seus impactos não se destacaram em relação à mediana regional. Por outro lado, Middle Atlantic teve o menor pico de incerteza e acabou tendo os menores efeitos nessas três variáveis.

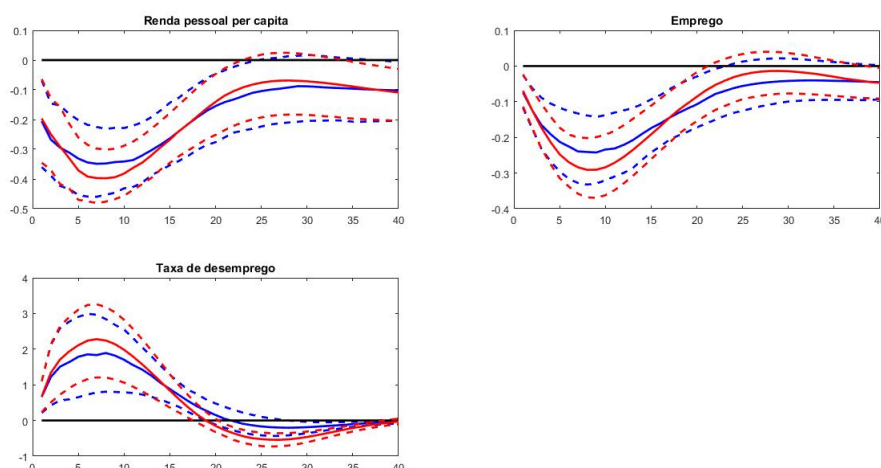
É importante mencionar que essa análise desagregada, seja por região, feita nessa seção, ou por estado, feita na seção 4.3, é fundamental para entendermos um pouco mais sobre as dinâmicas desses locais, sobre quais sofrem mais ou menos com os impactos adversos da incerteza, para que as políticas públicas sejam feitas de forma mais assertiva e eficiente.

A figura 6 apresenta a mediana dos resultados das funções de impulso-resposta estaduais para a renda pessoal per capita, para o emprego e para a taxa de desemprego, em decorrência de um choque de 1 desvio-padrão na medida de incerteza criada pelo presente trabalho (IIE), mostrada anteriormente na figura 2, e na medida de incerteza imobiliária nacional, criada por [Thanh et al. \(2020\)](#) (IIN).

As funções de impulso-resposta das três variáveis são qualitativamente semelhantes e significantes para as duas medidas de incerteza e, por construção, a renda pessoal per capita e o emprego respondem negativamente a um choque positivo de incerteza, enquanto a taxa de desemprego responde positivamente. Esses resultados estão em linha com os apresentados por [Mumtaz \(2018\)](#), [Mumtaz et al. \(2018\)](#) e [Jurado et al.](#)



**Figura 6:** Funções de impulso-resposta diante de um choque de incerteza no mercado imobiliário - comparação entre IIE e IIN



Nota(s): Funções de impulso-resposta em relação a um choque de 1 desvio-padrão na medida de incerteza do mercado imobiliário. A linha sólida azul representa a mediana das respostas estaduais diante de um choque incerteza imobiliária estadual, criada pelo presente trabalho. A linha sólida vermelha representa a mediana das respostas estaduais diante de um choque incerteza imobiliária nacional, criada por [Thanh et al. \(2020\)](#). As linhas tracejadas representam o intervalo de confiança calculado em 68%. As respostas foram multiplicadas por 100 para representar a variação percentual.

(2015) e as possíveis explicações para esses comportamentos foram feitas na seção 4.2.

Em termos quantitativos, podemos observar que um choque de 1 desvio padrão nas duas medidas leva, num primeiro momento, a uma resposta semelhante entre as duas medidas. No entanto, em meados do oitavo trimestre a IIN apresenta uma magnitude maior em relação a IIE. Apesar disso, a IIE é mais persistente, demorando mais do que a IIN à se aproximar do estado estacionário.

É importante salientar que apesar dos resultados das medianas estaduais das IRFS serem parecidas para as duas medidas, podemos fazer algumas comparações interessantes entre elas em termos de política pública. Por exemplo, como a IIE tem um menor impacto no início e tem mais persistência, uma política pública que seguisse essa medida, deveria ser mais suave no início e perene no final. Por outro lado, como a IIN em um impacto maior no início, mas tem uma menor persistência, a política deveria agir de forma contrária, isto é, mais intensa no início e mais suave no final.

Buscamos analisar também o impacto da medida de incerteza do setor imobiliário em variáveis habitacionais. Para isso, refizemos a nossa medida, excluindo o índice de preço dos imóveis para poder utilizá-lo no PVAR. Em seguida estimamos o PVAR bayesiano com priori hierárquica, com identificação via restrição de sinais e com defasagem de 4 trimestres.

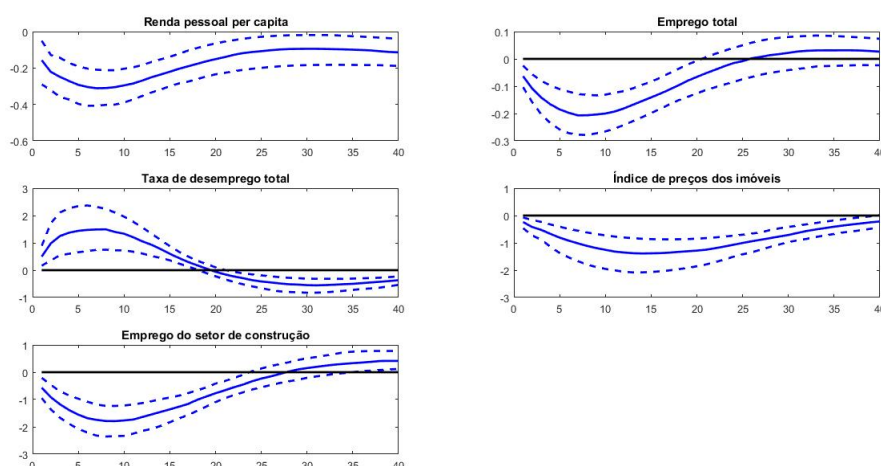
As variáveis independentes utilizadas foram a renda pessoal per capita, o emprego total, a taxa de emprego total, que são as mesmas variáveis utilizadas no PVAR da seção 4.2<sup>25</sup>, e incluímos também o índice de preços dos imóveis, citada na seção 3.1, e o emprego do setor de construção<sup>26</sup>. Não conseguimos encontrar uma variável de emprego específica para o setor de construção de imóveis em nível estadual, então utilizamos o emprego no setor de construção civil estadual para representá-la, pois o setor de habitação está dentro dele.

Os sinais esperados das três primeiras variáveis já foram apresentados na tabela 1. Quanto às últimas duas variáveis, espera-se que um choque positivo de incerteza no mercado imobiliário gere uma redução

<sup>25</sup>Na seção 4.2 me refere a elas como emprego e taxa de desemprego, mas para diferenciar do emprego na construção civil, nesta seção me referi a elas como emprego total e taxa de desemprego total.

<sup>26</sup>O nome original dessa medida de emprego é *all employees, construction* e, de acordo com o FRED, representa os funcionários da construção no setor de construção, que incluem: Supervisores de trabalho, artesãos qualificados, mecânicos, aprendizes, ajudantes, trabalhadores etc. de construção ou em oficinas ou estaleiros em trabalhos (como pré-corte e pré-montagem) normalmente executados por membros das profissões de construção.

**Figura 7:** Funções de impulso-resposta diante de um choque de incerteza no mercado imobiliário



Nota(s): Funções de impulso-resposta em relação a um choque de 1 desvio-padrão na medida de incerteza do mercado imobiliário. As linhas tracejadas representam o intervalo de confiança calculado em 68%. As respostas foram multiplicadas por 100 para representar a variação percentual.

nos preços dos imóveis e uma redução no nível de emprego do setor de construção. Esses sinais esperados seguem o trabalho de [Thanh et al. \(2020\)](#), que encontra que um choque positivo na incerteza imobiliária leva a uma redução no preço dos imóveis e no emprego no setor de construção.

A figura 7 apresenta a mediana dos resultados estaduais das funções de impulso-resposta da renda pessoal per capita, do emprego total, da taxa de desemprego total, do emprego no setor de construção e do preço dos imóveis, em decorrência de um choque de 1 desvio-padrão na medida de incerteza imobiliária estadual. Observa-se que, por construção e com significância, a renda pessoal per capita, o emprego total, o emprego no setor de construção e o preço dos imóveis respondem negativamente a um choque positivo de incerteza, enquanto a taxa de desemprego responde positivamente.

A explicação para esse comportamento complementa o que falamos na seção 4.2. Através do canal de opções reais e do caráter de irreversibilidade que a compra do imóvel tem, diante de um choque de incerteza no setor imobiliário, as pessoas optariam por reduzir o seu consumo de imóveis.

De acordo com a lei da demanda e supondo flexibilidade nos preços e a possibilidade de se usar o imóvel como garantia para os empréstimos, com menos pessoas comprando imóveis, os preços desses caem e um menor valor de empréstimos vai ser obtido. Com essa redução, as pessoas consumiriam ainda menos de outros bens também. Em resposta a isso, as firmas reduziriam a contratação de funcionários nesse setor e reduziria o salários dos funcionários que permaneceriam empregados, visando reduzir os seus custos, o que diminuiria a renda pessoal e aumentariam a taxa de desemprego, conseqüentemente. Dada a importância desse setor na economia dos Estados Unidos e a sua integração em outros setores, vai haver um efeito em cadeia, afetando negativamente o emprego e a renda das pessoas.

Por fim, a última análise que fizemos foi estimar o PVAR bayesiano com priori hierárquica, com identificação recursiva e defasagem de quatro trimestres. Seguimos o trabalho de [Mumtaz \(2018\)](#) e ordenamos da seguinte forma: medida de incerteza imobiliária, renda pessoal per capital, emprego e taxa de desemprego. Percebemos que as curvas se comportam de forma semelhante às das IRFs com restrições de sinais (figura 2), apesar de nos primeiros trimestres após o choque apresentarem divergências de sinal e de significância. Isso fortalece os resultados que encontramos, servindo de teste robustez para o nosso trabalho.

## 5 Conclusão

Buscando compreender os efeitos de um choque de incerteza do setor imobiliário estadual afetando a atividade real das unidades federativas dos Estados Unidos, calculamos a medida de incerteza estadual desse setor, definida como a volatilidade condicional no erro de previsão das variáveis desse mercado e a inserimos num modelo de Vetores autorregressivos em painel utilizando métodos bayesianos, com priori hierárquica e identificação por restrições de sinais. Por fim, investigamos o papel das heterogeneidades dos estados nas respostas desses aos choques de incerteza do setor imobiliário, através de regressão transversal entre as funções de impulso-resposta acumuladas da renda pessoal per capita, do emprego e do desemprego, para um horizonte de 40 trimestres, e os regressores que representam a heterogeneidade na estrutura da produção, no grau de fricção financeira e na situação fiscal dos estados.

Nossos resultados apontam, em primeiro lugar, altos níveis de incerteza em todos os estados durante a crise financeira de 2008-2009, mas com magnitudes diferentes entre eles. Quando comparamos a mediana dessas medidas de incertezas estaduais com a incerteza imobiliária nacional de [Thanh et al. \(2020\)](#) e a incerteza macroeconômica nacional de [Jurado et al. \(2015\)](#), observamos que as medidas de incerteza estaduais se mantêm mais altas após a crise de 2008, o que corrobora os resultados de [Thanh et al. \(2020\)](#), que mostra que a incerteza no mercado imobiliário permaneceu mais elevada por mais tempo do que a incerteza econômica geral.

No que se refere ao PVAR, um aumento da incerteza do mercado imobiliário tem impactos adversos na renda pessoal per capita, no emprego e na taxa de desemprego em todos os estados, mas com efeitos heterogêneos entre eles. Esses achados estão em linha com os apresentados por [Mumtaz \(2018\)](#), de [Mumtaz et al. \(2018\)](#) e [Jurado et al. \(2015\)](#). Além disso, ao compararmos a mediana desses resultados com a da medida nacional de incerteza imobiliária de [Thanh et al. \(2020\)](#), os resultados são qualitativamente semelhantes, mas o efeito da nossa medida apresenta menor magnitude e uma maior persistência. Fizemos também uma análise adicional do impacto da nossa medida em variáveis habitacionais e os resultados se mostraram igualmente adversos nos preços dos imóveis e no emprego na construção, corroborando o que foi encontrado por [Thanh et al. \(2020\)](#).

Em relação à regressão transversal entre o crescimento da renda pessoal, do emprego e da taxa de desemprego e as variáveis que representam a heterogeneidade dos estados, encontramos que estados com uma maior concentração dos setores financeiros são mais afetados pelos efeitos adversos dos choques de incerteza, enquanto estados com uma maior parcela do setor imobiliário são menos sensíveis. Esses resultados sugerem que o canal no qual a incerteza imobiliária afeta a atividade econômica se dá pelo mercado financeiro e não pelo mercado imobiliário em si.

Encontramos também que estados com maior concentração do setor de petróleo e gás sofrem mais com os impactos da incerteza. A ausência de mecanismos que compensem oscilações nos preços das commodities, torna esses estados mais vulneráveis à medida que choques de incerteza afetem os preços das commodities.

Nosso artigo faz contribuições em dois aspectos. No aspecto metodológico, ao encontrarmos que a heterogeneidade nos setores econômicos influencia nas respostas dos estados em relação a incerteza, pode servir de insumo para a construção de modelos teóricos, os quais destacariam tais setores de modo a utilizá-los como canais de transmissão do choque de incerteza imobiliária para a atividade econômica estadual. Além disso, ao compararmos o impacto da nossa medida estadual com a medida nacional de [Thanh et al. \(2020\)](#) nos estados, acrescentamos à literatura a análise do impacto de uma medida nacional de incerteza do setor imobiliário nos estados, o que não havia sido feito antes.

No aspecto político, termos identificado respostas heterogêneas entre os estados, pode servir de insumo para os formuladores de políticas públicas, pois diante de um nova crise no setor imobiliário, eles podem dar prioridade às unidades federativas e aos setores econômicos mais sensíveis a esse tipo de choque adverso, melhorando a eficiência de suas ações. Além disso, ao constatarmos que o efeito da nossa medida tem uma magnitude menor e uma persistência maior do que a de [Thanh et al. \(2020\)](#), isso sugere que uma política que siga a nossa medida deva ser mais suave no início e perene no final.

## Referências

- Alessandri, P. & Mumtaz, H. (2019). Financial regimes and uncertainty shocks. *Journal of Monetary Economics*, 101, 31–46.
- Arias, J. E., Rubio-Ramírez, J. F., & Waggoner, D. F. (2018). Inference Based on SVARs Identified with Sign and Zero Restrictions: Theory and Applications. *Econometrica*, 86(2), 685–720.
- Bachmann, R., Elstner, S., & Sims, E. R. (2013). Uncertainty and economic activity: Evidence from business survey data. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 5(2), 217–49.
- Baker, S. R., Bloom, N., & Davis, S. J. (2016). Measuring economic policy uncertainty. *The quarterly journal of economics*, 131(4), 1593–1636.
- Bernanke, B. S. (1983). Irreversibility, uncertainty, and cyclical investment. *The quarterly journal of economics*, 98(1), 85–106.
- Bloom, N. (2009). The impact of uncertainty shocks. *econometrica*, 77(3), 623–685.
- Carlino, G. & DeFina, R. (1998). The differential regional effects of monetary policy. *Review of economics and statistics*, 80(4), 572–587.
- Carlino, G., DeFina, R., et al. (1999). Do states respond differently to changes in monetary policy. *Business Review*, 2, 17–27.
- Christou, C., Cunado, J., Gupta, R., & Hassapis, C. (2017). Economic policy uncertainty and stock market returns in pacific-rim countries: Evidence based on a bayesian panel var model. *Journal of Multinational Financial Management*, 40, 92–102.
- Dieppe, A., van Roye, B., & Legrand, R. (2016). The BEAR toolbox. Working Paper Series 1934, European Central Bank.
- Dunteman, G. H. (1989). *Principal components analysis*. Number 69. Sage.
- Husted, L., Rogers, J., & Sun, B. (2020). Monetary policy uncertainty. *Journal of Monetary Economics*, 115, 20–36.
- Iacoviello, M. (2005). House prices, borrowing constraints, and monetary policy in the business cycle. *American economic review*, 95(3), 739–764.
- Iacoviello, M. & Neri, S. (2010). Housing market spillovers: Evidence from an estimated dsge model. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2, 125–164.
- Jarocinski, M. (2010). Responses to monetary policy shocks in the east and the west of Europe: a comparison. *Journal of Applied Econometrics*, 25(5), 833–868.
- Jurado, K., Ludvigson, S. C., & Ng, S. (2015). Measuring uncertainty. *American Economic Review*, 105(3), 1177–1216.
- Kashyap, A. K. & Stein, J. C. (1995). The impact of monetary policy on bank balance sheets. In *Carnegie-rochester conference series on public policy*, volume 42, (pp. 151–195). Elsevier.
- Ludvigson, S. C., Ma, S., & Ng, S. (2015). Uncertainty and business cycles: exogenous impulse or endogenous response? Technical report, National Bureau of Economic Research.
- McCracken, M. & Ng, S. (2020). Fred-qd: A quarterly database for macroeconomic research. Technical report, National Bureau of Economic Research.
- Mumtaz, H. (2018). Does uncertainty affect real activity? evidence from state-level data. *Economics Letters*, 167, 127–130.
- Mumtaz, H., Sunder-Plassmann, L., & Theophilopoulou, A. (2018). The state level impact of uncertainty shocks. *Journal of Money, Credit and Banking*, 50, 1879–1899.
- Ng, E. C. (2015). Housing market dynamics in china: Findings from an estimated dsge model. *Journal of Housing Economics*, 29, 26–40.

Sanguansat, P. (2012). *Principal component analysis*. BoD–Books on Demand.

Thanh, B. N., Strobel, J., & Lee, G. (2020). A new measure of real estate uncertainty shocks. *Real Estate Economics*, 48(3), 744–771.